

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SUBJEKTİF KONFOR DEĞERLENDİRMELERİ
İLE LABORATUVAR TESTLERİ ARASINDAKİ
İLİŞKİLER

Hande Gül YÜKSEL

Temmuz, 2010

İZMİR

SUBJEKTİF KONFOR DEĞERLENDİRMELERİ İLE LABORATUVAR TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

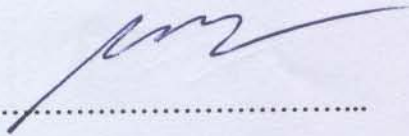
Hande Gül YÜKSEL

Temmuz, 2010

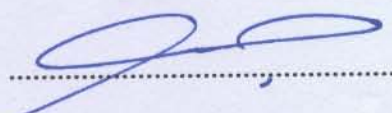
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

HANDE GÜL YÜKSEL tarafından PROF. DR. AYŞE OKUR yönetiminde hazırlanan “SUBJEKTİF KONFOR DEĞERLENDİRMELERİ İLE LABORATUVAR TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


.....
Prof. Dr. Ayşe OKUR

Danışman


.....
Prof. Dr. Sevil Yapılıpınar

Jüri Üyesi


.....
Doç. Nesrin Önlü

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Gerçekleştirmiş olduğum tez çalışmam sırasında benden hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen ve akademik hayatımda karşılaşılabileceğim sorunlara her zaman ışık tutacağına inandığım kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Ayşe OKUR’a,

Çalışmalarım sırasında karşılaştığım sorunlar ile yakından ilgilenen ve her zaman bana destek olan değerli arkadaşım Sayın Tekstil Yüksek Mühendisi Eren ÖNER’e,

Ortaya çıkan olası sorunlar karşısında bana destek olan ve değerli görüşleri ile tezime büyük katkıda bulunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Sibel KAPLAN ve Sayın Öğr. Gör. Dr. Vildan SÜLAR’a,

Çalışmam sırasında yapılan MMT ölçümlerinin Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde gerçekleştirilmesini sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr. Güngör DURUR’a,

Manevi olarak bana destek olan değerli arkadaşlarım Anıl ATASAGUN, Yasemin AKGÜNGÖR, Oya BIYIK ve Barbaros SÖNMEZ’e,

Yaptığım her işte, attığım her adımda her zaman yanımda olan sevgili annem Zeliha YÜKSEL, babam Sedat YÜKSEL ve kardeşim Ozan YÜKSEL’e teşekkür ederim ve şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, vermiş olduğu burs ile beni destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu’na teşekkür ederim.

Hande Gül YÜKSEL

Temmuz, 2010

SUBJEKTİF KONFOR DEĞERLENDİRMELERİ İLE LABORATUVAR TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

ÖZ

Kişilerin giysi konforu konusundaki algı ve değerlendirmeleri, ortam sıcaklığı ve nemi gibi çevresel, giysi seçimi ve metabolik hız gibi kişisel etkenlere bağlıdır. Ayrıca, kişilerin algılarındaki farklılık ve psikolojik durumu da konforu etkileyen çok önemli parametreler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tez çalışması, subjektif konfor değerlendirmeleri ve objektif olarak ölçülebilen kumaş özellikleri arasındaki ilişkileri incelemek ve farklı materyal ve yapısal özelliklere sahip kumaşların konforla ilişkili özelliklerini ölçerek değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla farklı fiziksel ve yapısal özelliklere sahip örme ve dokuma kumaşlar kullanılmış, kumaşların sıklık, kalınlık, metrekaare ağırlığı gibi yapısal özellikleri ve hava geçirgenliği, termal direnç, su buharı direnci ile sıvı nem miktarının tayin ve transfer kapasitesini belirleyen özelliklerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Subjektif değerlendirme metodlarından olan önkol testi ile ise, kişilerin subjektif ıslaklık ve soğukluk değerlendirmeleri ve deri yüzey sıcaklık düşüşleri elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda, objektif olarak ölçümü gerçekleştirilen tüm kumaş özelliklerinin birbirleriyle ve subjektif konfor değerlendirmeleri sonucunda elde edilen veriler ile ilişkileri grafiksel ve istatistiksel yöntemlerle incelenmiştir. Elde edilen bulgular, konforla ilgili ve objektif yöntemlerle ölçülebilen özelliklerin birbirleri arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına yardımcı olmuş ve kumaş özellikleri ve subjektif veriler arasındaki ilişkilerin gözden geçirilmesini sağlamıştır. Yapılan subjektif değerlendirme sonuçlarına göre kişilerin ıslaklık ve soğukluk algılarının kumaş tipine göre değiştiği ve %100 bambu kumaşın, deneme kumaşları arasındaki, en yüksek soğukluk ve ıslaklık algısına yol açtığı gözlenmiştir. Diğer önemli bir bulgu ise, termal direnç ve su buharı direnci ölçümlerinin gerçekleştirildiği dinamik

terleyen levha sisteminden elde edilen ölçüm sonuçları ile MMT’de ölçülen birçok özellik arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmesidir.

Anahtar kelimeler: Konfor, önkol testi, dinamik terleyen levha sistemi, MMT, subjektif konfor değerlendirmeleri.

RELATIONSHIPS BETWEEN SUBJECTIVE COMFORT EVALUATIONS AND LABORATORY TESTS

ABSTRACT

Personal perception and evaluations about clothing comfort depend on both environmental factors such as ambient temperature, humidity and also personal factors such as choice of clothing, metabolic rate. Furthermore, personal perceptual discrepancies and psychological manner are the most important parameters affecting comfort. This thesis study was carried out to examine the relationships between subjective comfort evaluations and fabric characteristics that can be measured objectively, and also for purpose to evaluate properties associated with comfort of fabrics having different material and structural features.

For this purpose, knitted and woven fabrics having different physical and structural properties were used and structural characteristics as fabric setting, fabric thickness, fabric unit weight and also air permeability, thermal resistance, water vapor resistance and the properties determine liquid moisture content and transfer capacity, were measured. The subjective assessments of wetness and coldness and skin surface temperature drop was obtained by using forearm test which is one of the subjective test methods used for comfort.

In conclusion, relationships between all fabric properties measured objectively and data obtained as a result of subjective comfort evaluations was examined with graphical and statistical methods. Findings derived from this study help to understand relationships between the properties related to comfort and can be measured via objective methods and also at the same time this study has provided a review of relationships between fabric characteristics and subjective comfort data. According to the results of subjective evaluations, it was observed person's wetness and coldness perceptions depend on fabric type and 100 % bamboo fabric causes the

highest coldness and wetness perceptions amongst the other test fabrics. Another important finding is to obtain statistically significant relationships between various properties measured with MMT (Moisture Management Tester) and the measurement results obtained from dynamic sweating hotplate system in which thermal resistance and water vapor resistance measurements were carried out.

Keywords: Comfort, forearm test, dynamic sweating hotplate system, MMT, subjective comfort evaluations.

İÇİNDEKİLER

sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi

BÖLÜM BİR - GİRİŞ..... 1

1.1 Konfor Kavramı	3
1.2 Giysi Konforunun Sınıflandırılması.....	6
1.2.1 Psikolojik Konfor	7
1.2.2 Fiziksel Konfor	8
1.2.3 Termal (Termofizyolojik veya Isıl) Konfor	9
1.3 Giysi Konforunu Etkileyen Parametreler	13
1.3.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı Transfer Mekanizmaları.....	13
1.3.2 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Kütle (Sıvı ve Buhar) Transfer Mekanizmaları	15
1.3.2.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Sıvı Tranfer	
Mekanizmaları	15
1.3.2.2 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Su Buharı Transfer	
Mekanizmaları	18
1.3.3 Tekstil Materyallerinde Hava Geçirgenliği.....	19
1.4 Subjektif Konfor Değerlendirmeleri	20
1.5 Objektif Konfor Ölçümleri.....	25
1.6 Önceki Çalışmalar	29

BÖLÜM İKİ – MATERYAL VE METOT..... 45

2.1 Materyal	45
2.2 Metot	49
2.2.1 Kumaşların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Ölçümler...	49
2.2.2 Kumaşların Subjektif Termal Konfor Değerlendirmeleri	49

2.2.3 Termal Konfora İlişkin Objektif Ölçümler	52
2.3 İstatistiksel Analiz	56
BÖLÜM ÜÇ – ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	59
3.1 Subjektif Değerlendirme Sonuçları	59
3.2 Termal Konforu Etkileyen Parametrelerin Objektif Ölçüm Sonuçları	66
3.2.1 Hava Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları	66
3.2.2 Dinamik Terleyen Levha Ölçüm Sonuçları	67
3.2.3 MMT Ölçüm Sonuçları	72
3.3 Subjektif Değerlendirme Sonuçları ile Objektif Ölçüm Sonuçları Arasındaki İlişkiler	82
3.4 Objektif Olarak Ölçülen Kumaş Özellikleri Arasındaki İlişkiler	90
BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR VE ÖNERİLER	96
KAYNAKLAR	104
EK 1: Kumaşların Yüzey Görünümleri	113
EK 2: A1 ve E8 Örme Kumaşlarının Örgü Yapısı	119
EK 3: MMT Ölçüm Hesaplamaları İçin Cihaz Yazılımında Kullanılan Formüller.	120
EK 4: Varyans Analizi Tabloları	122

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Konfor kavramı kişilerin bulundukları durumdan, ortamdan memnun olma hali olarak tanımlansa da, bu memnun olma hali kişiden kişiye değişebilen bir kavram olduğundan konforun tam bir tanımının yapılması mümkün olmamaktadır. Bu yüzden günümüzde araştırmacılar, konfor kavramını incelerken daha çok konforu etkileyen parametrelerin belirlenmesi için çalışmalar yapmaktadırlar.

Yapılan araştırmalar sonucunda konforun ortam sıcaklığı, nemi gibi çevresel parametrelere ve giysi seçimi, metabolik hız gibi kişisel parametrelere bağlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, kişilerin algılarındaki farklılık ve psikolojik durumu da konforu etkileyen çok önemli parametreler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde konforu etkileyen parametrelerin kumaş özelliklerine dayanarak objektif olarak ölçülebilmesi için, çeşitli cihazlar tasarlanmaktadır fakat en az objektif ölçümler kadar önemli olan psikolojik konforu bu cihazlarla ölçmek mümkün olmamaktadır. Kişilerin psikolojik konforunu belirleyebilmek için, subjektif değerlendirmeler yapılmakta ve kumaşın kişide yaratmış olduğu hisleri tanımlayacak terimleri gösteren ve her terimin puan olarak karşılığı bulunan skalalar kullanılmaktadır.

Objektif ölçümler ya da subjektif değerlendirmeler tek başına kişilerin konforunu belirlemek için yeterli değildir, bu yüzden her iki yöntemle elde edilmiş olan değerler arasında farklı istatistiksel metotlar yardımı ile bir ilişki kurulup, bu ilişkiler dikkate alınarak konfor hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Subjektif değerlendirmelerin konforun belirlenmesi için önemli bir faktör olması nedeniyle bu değerlendirme yöntemi kullanılarak yapılacak olan araştırmaların önümüzdeki yıllarda da güncelliğini korumaya devam edeceği düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında, subjektif konfor değerlendirmeleri ile objektif olarak ölçülebilen kumaş özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu

amaçla farklı cihazlarda kumaş özelliklerine ilişkin objektif ölçümler gerçekleştirilmiş ve psikolojik konforu değerlendirebilmek için de subjektif değerlendirme metotlarından önkol testi uygulanmıştır. Önkol testinde kumaşlar kişilerin önkoluna temas ettiği anda, kişilere skala üzerinde yer alan ve farklı terimlerle ifade edilen duyulardan hangisini hissettiği sorularak, kişilerin subjektif değerlendirme yapmaları sağlanmıştır. Çeşitli istatistiksel metotlardan yararlanılarak subjektif ve objektif ölçüm yöntemleri ile belirlenen değerler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve ayrıca farklı cihazlarla objektif olarak ölçülen kumaş özellikleri arasındaki ilişkiler de dikkate alınmıştır.

Tez, dört ana bölümden oluşmaktadır. Genel bilgiler ve önceki çalışmaları içeren ilk bölümde konfor kavramından söz edilmiş olup, konforun sınıflandırılması üzerinde durulmuştur. Bu bölümde, tekstil materyallerinde termal konforu etkilediği düşünülen ısı ve kütle transfer mekanizmaları, hava geçirgenliği ile ilgili bilgilere de yer verilmiştir. Bunların yanı sıra, tekstil materyallerinin konforunun belirlenmesinde kullanılan subjektif değerlendirmeler ve objektif ölçüm yöntemleri ve daha önceden yapılmış olan çalışmalardan yine ilk bölümde söz edilmiştir.

Çalışmalar sırasında, konfor değerlendirmelerinin yapılması için termal konfor özellikleri ölçülen ve subjektif değerlendirmeleri gerçekleştirilen kumaşların fiziksel özellikleri, tezin ikinci bölümünde tablolar halinde verilmiştir. Yine bu bölümde, bu kumaşların termal özelliklerinin belirlenebilmesi için yapılan termal direnç ve su buharı direnci ölçümlerinin gerçekleştirildiği Dinamik Terleyen Levha Sistemi ve nem tayin cihazı olarak kullanılan Moisture Management Tester (MMT)'in çalışması ve bu cihazlarla yapılan ölçümlerin nasıl değerlendirildiğine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca, bu bölümde kişilerin kumaş konforunu subjektif olarak değerlendirmesinde kullanılan önkol testinden ve sonuçların değerlendirilmesi sırasında kullanılan istatistiksel analiz metotlarından da söz edilmiştir.

Tezin üçüncü bölümü ise, kumaşların objektif ölçüm sonuçları (hava geçirgenliği, termal direnç, su buharı direnci, ıslanma süresi, ıslanma hızı...), önkol testi sırasında kişilerin yapmış olduğu subjektif ıslaklık ve soğukluk algısı değerlendirmeleri ve

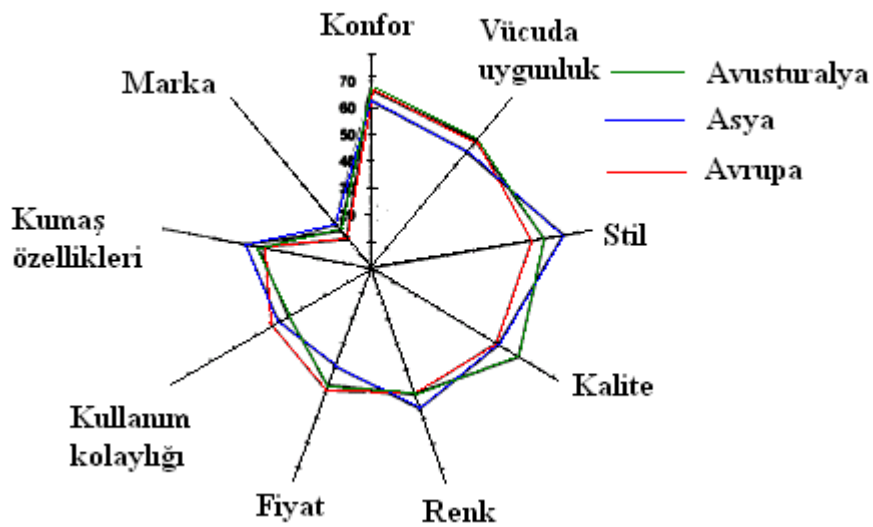
deri yüzey sıcaklık düşüşlerinin sonuçlarını içermektedir. Elde edilen bu subjektif ve objektif verilerin parametrik ve parametrik olmayan metotlar ile gerçekleştirilen istatistiksel analizleri ve değerlendirmeleri de bu bölümde yer almaktadır.

Sonuçlar ve öneriler kısmında ise, genel hatları ile değerlendirme sonuçlarına yer verilmiş olup, konu ile ilgili ileride yapılabilecek olan çalışmalar üzerinde durulmuştur.

1.1 Konfor Kavramı

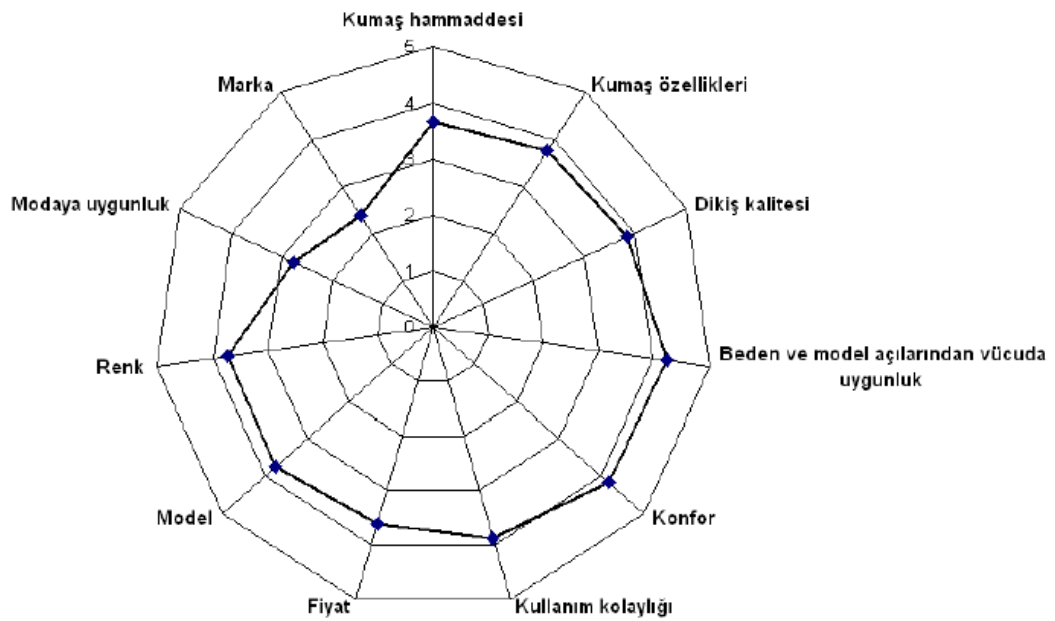
Konfor kavramı, kişilerin günlük hayatında önemli bir yer tutmaktadır, çünkü insanlar herhangi bir işle uğraşırken, gezerken, spor yaparken gerek bulundukları ortamdan, gerek giydikleri giysiden en ufak bir rahatsızlık duymalarını konforsuzluk olarak tanımlamaktadırlar. Öyle ki bu durum, son yıllarda kişilerin giysi seçiminde ve satın alma kararında öncelikli kriter haline gelmeye başlamıştır.

Li (1998) yünlü günlük giysilerin duyuşsal konforuyla ilgili Avustralya, Asya ve Avrupa'daki tüketiciler üzerinde bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma sonucuna göre, tüketicilerin giysi tercih kriterlerinde konfor ilk sırada yer almıştır (Kaplan, 2009; Wong, 2002).



Şekil 1.1 Tüketici giysi tercihleri (Wong, 2002; Kaplan, 2009)

Kaplan ve Okur (2008), yapmış oldukları çalışmada kişilerin giysi tercihlerinde göz önünde bulundurdıkları kumaş ve giysi özelliklerini beş noktalı bir sınıflama skalasında değerlendirmelerini istemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, giysinin vücuda uygunluğu ve konforunun giysi tercihinde en çok önem verilen özellikler olduğu görülmüştür. Yapılan daha önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında, bu tercihin farklı ülkelerden ve farklı coğrafi bölgelerden insanlar için ortak olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 1.2 Giysi tercihini etkileyen özellikler (Kaplan ve Okur, 2008)

Wong, Li, Yeung ve Lee (2003), yüksek rekabetli tekstil pazarında tekstil ve giyim endüstrisi firmalarının ayakta kalabilmesi için, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayabilecek, rekabetçi avantajları araştırmışlardır. Bu tüketici araştırma grupları, modern tüketicilerin tekstil ürünü satın alırken en önemli özelliklerden biri olarak konfora önem verdiğini gözlemlemiştir.

İnsan ve çevre arasında, fiziksel ve psikolojik memnuniyet durumunun uyumu olarak tanımlanan konfor, tekstil teknolojisinin gelişmesi ile çok önemli bir özellik olmaya başlamıştır (Özdil, Marmaralı ve Kretzschmar, 2006). Konfor, göreceli bir

kavram olduğundan kişiden kişiye, yaşa, cinsiyete göre değişim gösterebilmektedir (Babalık ve Cengiz, 2004). Giysi konforu, basit birkaç kelime ile açıklamak için oldukça zor bir konudur (Zimniewska ve Kozlowski, 2004). Fakat yapılan önceki çalışmalarda, birçok araştırmacı konfor için birbirine benzer ama ifadede değişikliğe sahip olan tanımlamalar yapmışlardır.

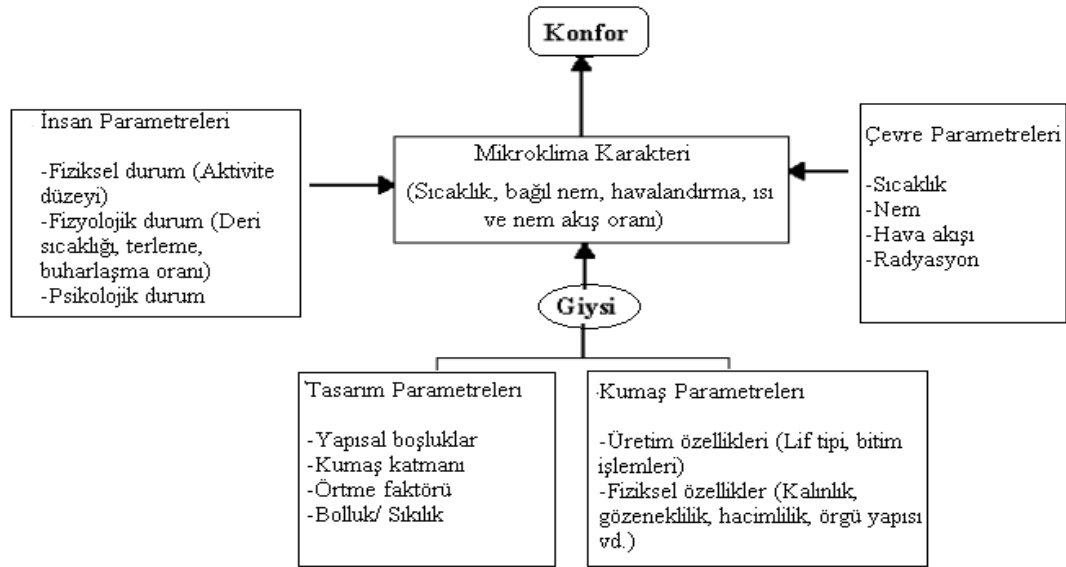
LaMotte (1977), çalışmasında fiziksel konforun yakın çevre ve deri arasındaki temastan oluşan termal ve dokunma algısı tarafından büyük ölçüde etkilenebileceği üzerinde durmuştur (Wong ve ark., 2003). Smith (1993), konforu nötr duygu, acı çekmeme ve giyilen giysinin farkında olunmaması durumu olarak tanımlamıştır (Kanat, 2007). Konfor, deri ile temas eden giysilerde çok önemlidir. Bu giysileri giyenlerin algıladığı konfor, daha çok, bu kumaşların tutum özellikleri ve termal ve nem özelliklerine dayanmaktadır. Goldman (2005), giysi konforunu etkileyen temel faktörleri, “konforun 4 F’si” olarak tanımlamıştır. Bu temel faktörler moda (fashion), tutum (feel), vücuda uygunluk (fit) ve fonksiyon (function)dur.

Choi, Cho, G., Kim ve Cho, C., (2004), giysi içerisinde vücuttan çevreye etkili nem ve ısı transferinde kişi fiziksel, mental ve fizyolojik memnuniyet hissediyorsa, giysi konforludur tanımını yapmışlardır. Chen-Yu, Guo ve Kemp-Gatterson (2009), konforu, kişinin giysisi ve çevresi arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel dengeyi gösteren bir memnuniyet durumu olarak tanımlamıştır.

Giysiler, kişilerin çevreleri ile ilişkilerinde, kişinin subjektif konfor durumunu etkileyen bir araçtır (Kaplan, 2009). Vücut giysi ile kaplı olsa bile, deri üzerindeki ve giysinin altındaki mevcut iklimik şartları hissetmektedir. Bir giysi giydiğimizde, vücudun ürettiği ısı ve nem çevreye verilmeden önce vücut ve kumaş katı arasındaki hava tabakasında bekleyerek vücut üzerindeki mikroklimanın karakterini ve bunun sonucunda konfor hislerini belirler (Yoo, Hu ve Kim, 2000).

Konfor kavramı, kişilerin duysal algılama prosesi ile ilişkili olduğundan konforun nörofizyolojisinin de iyi bilinmesi gerekmektedir. Giysinin giyilmesi ile kişinin vücuduna farklı noktalardan temaslar gerçekleşir. Bu temas ile farklı çevresel

uyarıları algılayan ve birbirleri ile bağlantılı özel duyuşal reseptörler içeren deride mekanik, termal, kimyasal ve elektriksel uyarılar oluşmaktadır. Bu yüzden dokunmanın, duyuşal konfor üzerindeki en etkili parametre olduğunu söylemek mümkündür (Kaplan, 2009).



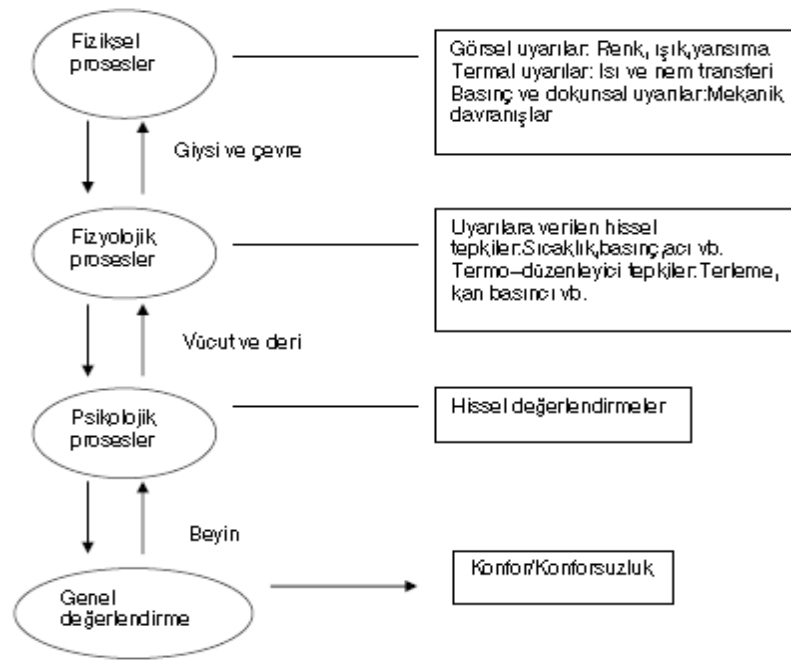
Şekil 1.3 Giysi-deri arası mikroklimayı etkileyen faktörler (Yoo ve ark., 2000)

1.2 Giysi Konforunun Sınıflandırılması

Li (2001)'ye göre, giysi kullanıcısının konfor algısını etkileyen temel dört proses vardır. Bu prosesler birbirleri ile dinamik olarak etkileşim içersindedir. Bu yüzden konfor psikolojik, fizyolojik ve fiziksel konfor algısının toplamı olarak açıklanabilmektedir. Bu temel prosesler şunlardır:

- Giysi içersinden ısı ve nem transferi gibi giysi ve çevre arasındaki fiziksel prosesler, giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşimler, giysinin ışığı absorblaması ve yansıması gibi vücuda sinyal sağlayan fiziksel prosesler.
- Vücuttaki termal denge, giysi ve çevreyle olan dinamik etkileşimler ve termoregüler tepkiler gibi fizyolojik prosesler.

- Vücudun giysi ve çevresiyle etkileşimlerinden dolayı ortaya çıkan sinyalleri ve bu sinyallerin deri, göz ve diğer organlar tarafından alındığı mekanizmalar olan nörofizyolojik prosesler.
- Nörofizyolojik duysal sinyallere dayanan beyinde meydana gelen hisler ve geçmiş tecrübe ve isteklere göre değerlendirilerek ortaya çıkan psikolojik prosesler.



Şekil 1.4 Konfor değerlendirme şeması (Güneşoğlu, 2005; Li, 2001)

1.2.1 Psikolojik Konfor

Psikolojik konfor, duyu organları ile alınan çevresel uyarıların geçmişteki tecrübe ve beklentilerle karşılaştırılarak algıya dönüştürülmesi ve bu algıların farklı biçimde tanımlanmasını sağlayan bir kavramdır.

Giysilerde psikolojik konfor, giysi vücut ile temas ettiğinde neler hissettirir, neler çağırıştır ve göze nasıl görünür soruları ile ilgilenmektedir. Psikolojik konfor moda, görünüm, temiz kalma, yıkama sonrası şeklinde bozulup bozulmama olması gibi

giysi özelliklerinden etkilenir. Modaya uygun, göze hitap eden estetik açıdan uygun giysiler, kişilerin toplum içerisinde fark edilmesini ve dolayısıyla psikolojik rahatlamayı sağlar. Eğer kişi, giydiği giysi ile toplum içerisinde kendisini rahat hissetmiyorsa, o zaman psikolojik konforsuzluk hisseder (Hollies ve Fourt, 1970).

Psikolojik konfor değerlendirmeleri sırasında, kişilerin yorumları önemlidir. Psikolojik konforun objektif olarak ölçülmesi mümkün olmadığından kişilere aynı şartlarda subjektif değerlendirmeler yaptırılmaktadır. Subjektif değerlendirmeler sırasında, kişilere algılarını tanımlayıcı sorular sorulmakta ve cevapları psikolojik skalalar üzerine kaydedilmektedir. Sonuçta, kişilerin yapmış oldukları subjektif değerlendirmeler ve objektif ölçümler arasında ilişki kurularak psikolojik konfor değerlendirmeleri yapılmaktadır.

1.2.2 Fiziksel Konfor

Fiziksel konfor, vücudun tekstil yüzeyi ile direkt teması anında duyulan hislerin (vücutla mekanik temas) bir sonucudur. Bu temas, hissedilen kumaşın yumuşaklığı, sağladığı hareket serbestliği ve ıslak kumaşın neden olduğu batma, kaşıntı ve yapışma gibi giysi konforunu negatif yönde etkileyen faktörleri içermektedir. Bu hisleri belirleyen kumaş özellikleri ise, yüzey pürüzsüzlülüğü, ağırlık, yumuşaklık, yoğunluk ve rijitlik olarak sıralanabilmektedir (Kaplan ve Okur, 2005).

Fiziksel olarak konforlu olmama durumu genel olarak alerji, batma, kaşıntı, sertlik, tahriş etme, statik elektriklenme, yapışma ve sıkı olma hisleri ile tanımlanmaktadır (Güneşoğlu, 2005; Kalaoğlu, 1995).

Giyim ile kişinin vücudu ve giysi arasında, dinamik ve sürekli bir temas oluşmaktadır. Bu temasında bazı karakteristik özellikleri vardır (Li, 2001):

- Temas alanı geniştir ve farklı hassasiyette bölgeler içermektedir. Hassasiyeti, temas anında giysinin vücuda, vücudunda giysiye uyguladığı kuvvetle belirlemek mümkündür. Vücudun temas bölgesindeki reseptörleri uyarmaya

yetecek kuvvet ne kadar küçükse, hassasiyetin o kadar fazla olduğu söylenebilmektedir.

- Vücudun deri sıcaklığı, terleme oranı ve deri üzerindeki nem miktarı gibi fizyolojik parametreler sürekli olarak değişkenlik göstermektedir ve bu durumda, termal uyarılara sebep olmaktadır.
- Vücut hareket ettikçe, giysi/deri teması kesildiğinden dolayı, tekrar kurulan her temas yeni mekanik uyarılara sebep olmaktadır.

1.2.3 Termal (Termofizyolojik veya Isıl) Konfor

Termal konfor, ISO 7730 1994'e göre, termal çevre ile uyumlu olma hali olarak tanımlanmıştır. Bu standartta, toplumun belli bir kısmının termal konfor açısından kabul edilebilir bulunduğu termal şartlar belirlenmeye çalışılmıştır. Sıcak veya soğuktan kaynaklanan konforsuzluk, PMV ve PPD indeksleri ile ifade edilmektedir. Bu indekslerden PMV, "tahmin edilen ortalama değerlendirme" ve PPD, "tahmin edilen memnuniyetsizlik oranı" olarak tanımlanmaktadır (Kaplan, 2009; Wang, 2002).

Li (2001), termal konforu, tekstil kumaşlarının ısı ve nem iletim özelliklerini kullanarak termal ve nemli hali elde etme durumu olarak tanımlamaktadır. ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) standartlarına göre ise termal konfor, çevrenin termal şartlarına karşı duyulan memnuniyet olarak ifade edilmektedir.

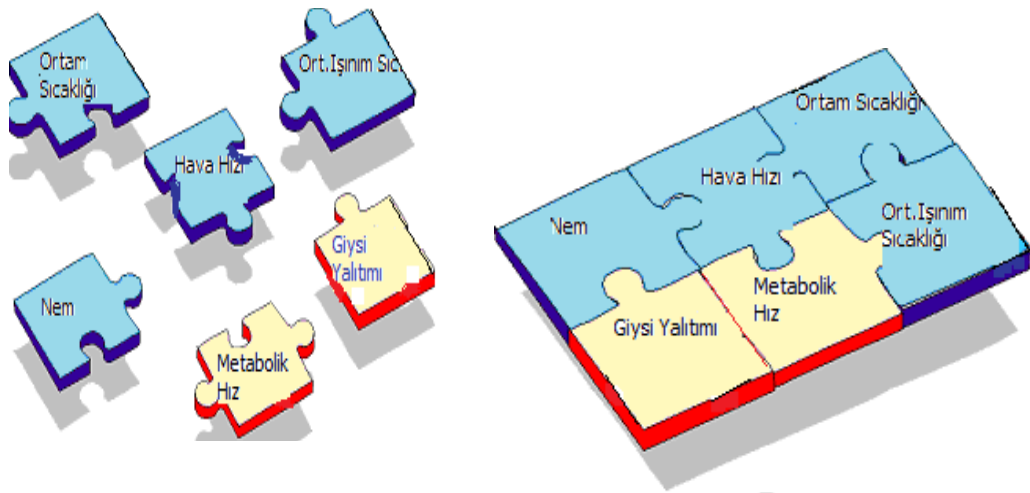
Termal konfor, bir ortamdan duyulan ısı memnuniyeti ifade eden, his ve duygularla ilgili bir kavram olarak açıklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda, konforu etkileyen ana etkinin genellikle, giysi sisteminin içinden geçen ısı ve nem olduğu görülmüştür. Termal konforun sağlanabilmesi için, giysinin çevresel değişimlere karşı dayanıklı olması ve ıslaklık hissi vermeden nemi uzaklaştırması istenmektedir.

Termal konfor şartlarını etkileyen çevresel ve kişisel parametreler bulunmaktadır. Çevresel parametreler, ortam sıcaklığı, ortam nemi, hava hızı ve insanı çevreleyen

yüzeylerin ortalama ısıtım sıcaklığı iken; kişisel parametreler, metabolik hız ve giysi izolasyonu şeklinde sınıflandırılabilir.

1) Çevresel Parametreler

Ortam sıcaklığı, vücudu çevreleyen havanın sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır. Konforu etkileyen çevresel parametrelerden sıcaklık belirli bir ortamda kolaylıkla, Celsius ($^{\circ}\text{C}$) veya Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) cinsinden ölçülebilmektedir. Ortam sıcaklığı, hem deriden hem de solunum ile gerçekleşen duyulur ve gizli ısı transferini etkilemektedir (Yiğit ve Atmaca, 2007).



Şekil 1.5 Termal konfor şartlarını etkileyen parametreler
(<http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm>, 2009)

Hava hızı, kişilerin hassasiyet gösterdiği ve termal konfor için oldukça önemli bir faktördür. Ortamdaki yüksek hava hızları istenmeyen yerel soğumalara ve dolayısıyla yerel konforsuzluklara sebebiyet verebilmektedir. Arzu edilen hava hızı genellikle yaz ve kış şartlarına bağlı olarak 0,15 m/s ile 0,25 m/s arasında değişmektedir (Yiğit ve Atmaca, 2007).

Bağıl nem, ortam havasının nemi içine alabilmesinin bir ölçüsü olduğu ve böylece vücuttan buharlaşma ile atılan ısı miktarını etkilediği için termal konfor üzerinde oldukça etkilidir. İstenilen bağıl nem aralığı, %30 ile %70 aralığında değişmektedir ve %50 en çok kabul edilen değerdir (Yiğit ve Atmaca, 2007).

Ortalama ışıınım sıcaklığı, vücudun çevresindeki cisimlerle (arasında direkt temas olmasa bile) gerçekleşen ve sıcaklık farkına paralel olan ısı alış verişinin bir ifadesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, bu cisimlerin sıcaklıklarının alanlarına göre ağırlıklı ortalaması olarak da ifade edilebilmektedir. Cisimlerin sıcaklıkları deri sıcaklığından yüksek ise, ortalama radyan sıcaklık pozitif, aksi durumda negatif denilebilmektedir. Özellikle sıcak havalarda, termofizyolojik konfor algısına etkisi büyüktür (Güneşoğlu, 2005).

2) Kişisel Parametreler

Metabolik Hız: Hareketsiz bir yetişkinin iç vücut sıcaklığı ortalama 37°C iken deri sıcaklığı 31°C'den 25°C'ye kadar değişiklik göstermektedir. Bu vücut sıcaklığının sabit tutulmasını sağlamak, konforun sağlanması için temel amaçtır. Normal sağlıklı bir insanın vücut sıcaklığı son derece kararlı olup değişimler nadiren 0,5°C'yi aşmaktadır. Ortam sıcaklığı ne olursa olsun, vücut sıcaklığının belirli dar bir aralıkta tutulması gerekmektedir (Kaynaklı ve Kılıç, 2004).

Vücutla çevre arasındaki ısıl etkileşim sırasında vücudun birtakım fizyolojik denetim mekanizmaları harekete geçmektedir. Ortam koşullarına göre değişen ve temelde vücut iç sıcaklığını korumaya yönelik olan bu tepkiler damarların kasılması (vazokonstriksiyon), genişlemesi (vazodilatasyon), titreme ve terleme şeklinde gerçekleşir. Vazokonstriksiyon ve titreme vücudu soğuğa karşı koruyan mekanizmalardır. Vücut kas gerilmesi, titreme veya bireyin hareket etmesi gibi işlemlerle ısı üretir. Hareket sonucunda üretilen enerji çevreye olan ısı geçişlerini (deriden duyulur ve gizli + solunum kayıplarını) dengelerse, vücut iç sıcaklığı

korunmuş olur. Vücudu sıcaklık artışından koruyan mekanizmalar ise vazodilatasyon ve terlemedir (Kaynaklı ve Kılıç, 2004).

Termal konforun sağlanması için, vücut iç sıcaklığı ile deri sıcaklığı dengesi sağlanmalı ve metabolizma tarafından üretilen ısı vücut tarafından verilen ısıya eşit olmalıdır (Kanat, 2007). Searle (1990), vücut için termal dengeyi gösteren eşitliği aşağıdaki denklemle ifade etmiştir (Kaplan, 2009).

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

Burada;

M = Metabolik enerji üretim oranı (W/m^2)

W = Yapılan mekanik iş miktarı (W/m^2)

Q_{res} = Solunumla kaybedilen toplam ısı miktarı (W/ m^2)

Q_{sk} = Deri yüzeyinden kaybedilen toplam ısı miktarı (W/ m^2)

C_{res} = Solunum esnasında taşınım ile kaybedilen ısı miktarı (W/ m^2)

E_{res} = Solunum esnasında buharlaşmayla kaybedilen ısı miktarı (W/ m^2)

$C + R$ = Deri yüzeyinde meydana gelen hissedilebilir ısı kaybı ($W m^2$)

E_{sk} = Deri yüzeyinde buharlaşmayla meydana gelen toplam ısı kaybı (W/ m^2).

Vücuttaki biyokimyasal reaksiyonlar ile ısı üretimine “metabolik hız” adı verilmektedir. Metabolik hız, met birimi ile ifade edilmektedir. 1 met, 105,48 Watt’a eşittir. İnsan vücudu ısının yayılma hızını, kan damarlarının genişlemesi ve daralması, kas ve ter bezlerinin çalışması ile düzenleyerek, vücut sıcaklığını sabit tutmaktadır (Önder ve Sarıer, 2006).

Kişisel parametrelerden metabolik enerji üretiminin tespitinde kullanılan üç temel metod, ISO 8996 standardında belirtilmiştir. Bunlardan ilkinde, aktivitenin veya işin şekline göre metabolik enerji üretimini veren tablolar kullanılmaktadır. İkinci metotta kalbin atış sayısı ile üretilen metabolik ısı enerjisi arasındaki lineer ilişkiden yararlanılmaktadır. Üçüncü yöntem, direkt ve dolaylı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Direkt yöntemde üretilen ısı enerjisi kalorimetre ile ölçülürken, dolaylı

yöntemde, kişinin oksijen tüketimi oranından yararlanılır ki bu dolaylı kalorimetre olarak adlandırılmaktadır.

Giysi İzolasyonu: Kumaş ve/veya giysinin birim alanının termal direnci, termal yalıtım olarak adlandırılmaktadır. Yani, termal yalıtımın ölçülmesi termal direncin belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Termal direncin yanı sıra giysilerin termal yalıtım özellikleri üzerinde kalınlık, termal iletkenlik, hava geçirgenliği gibi fiziksel faktörler ve tasarım, kesim, dökümlülük, kullanım şekli gibi yapısal faktörler de etkili olmaktadır (Güneşoğlu, 2005).

Giysinin termal yalıtkanlığı, kumaş içindeki hava boşluklarının sayısına bağlı olarak değişmektedir. Tekstil liflerinin termal iletkenliği, havadan çok daha fazladır., ideal yalıtkan malzeme durgun havadır. Isı yalıtımı yüksek bir tekstil malzemesinin iç yapısında, yüksek miktarda hava bulunmaktadır (Kanat, 2007).

1.3 Giysi Konforunu Etkileyen Parametreler

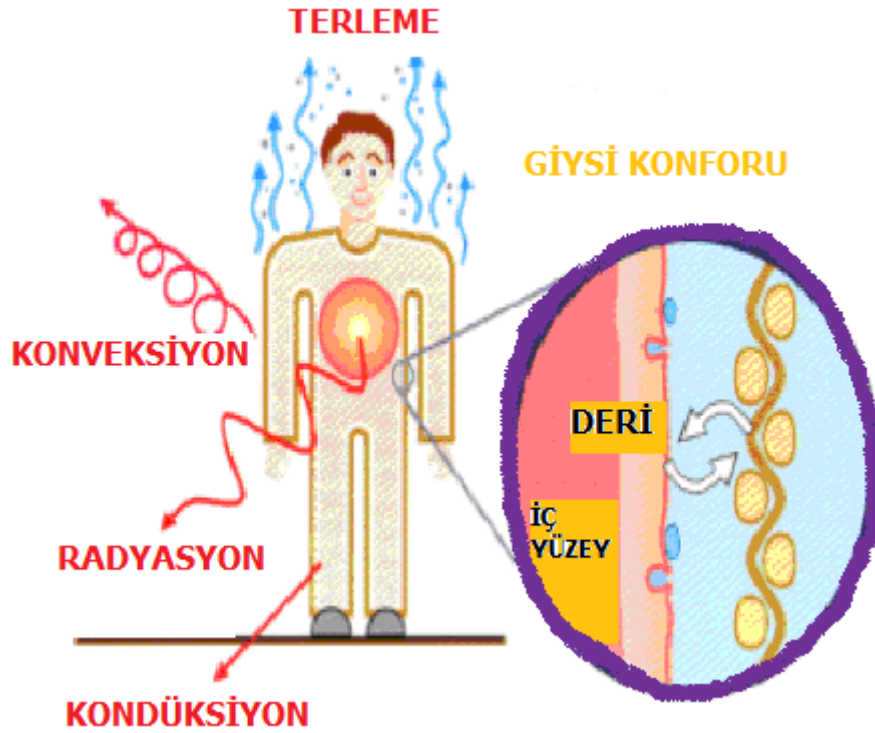
1.3.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı Transfer Mekanizmaları

Vücut sıcaklığı, insanların kendini rahat ve konforlu hissedebilmeleri için, küçük bir aralıkta; aşırı sıcak ve soğğun etkilerinden korunmak için ise, biraz geniş aralıkta değişebilmektedir. Bu sebeple, vücut sıcaklığının istenen aralıkta kalması için, vücuttan yayılan ısınn düzgün bir şekilde dağılımı önemlidir. Vücuttan üretilen ısı düzgün bir biçimde dağılmayıp, vücut yüzeyinden eşit bir şekilde de yayılmaz. Fakat mühendislik uygulamalarında, vücudu, çevreye düzgün dağılımlı ısı yayan bir silindir olarak ele almak mümkündür (Önder ve Sarier, 2006) Isı, yüksek sıcaklıklı bölgeden düşük sıcaklıklı bölgeye doğru geçme eğiliminde olan bir enerji çeşidi olarak tanımlanmaktadır. Bu geçiş, radyasyon, konveksiyon, kondüksiyon ve terleme mekanizmaları ile gerçekleşebilmektedir.

Radyasyon (Işınım), malzeme içindeki atomların ve moleküllerin hareketlerinin bir sonucudur. Normal oda sıcaklığında çıplak bir kişide, toplam ısı kaybının %60'ı,

her yönde kırmızı ötesi (IR) radyasyon yolu ile olmaktadır. Duvarlar ve diğer cisimlerden de, vücuda doğru IR ışınları yayılmaktadır. Eğer vücut sıcaklığı çevre sıcaklığından daha yüksekse, vücuttan yayılan IR radyasyon çevre IR ışımadan daha büyük olur (Önder ve Sarier, 2006).

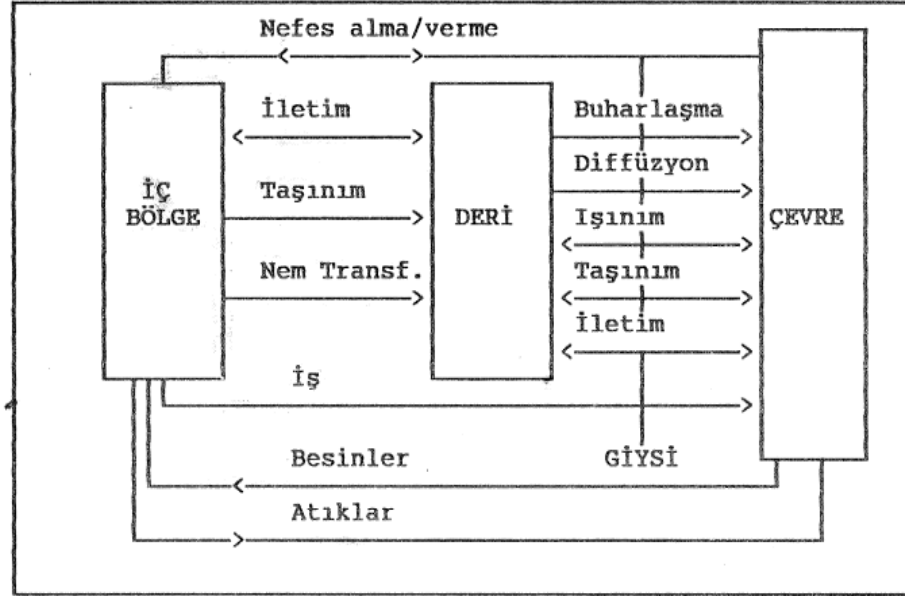
Kondüksiyon (İletim), katı cisimlerde en yaygın görülen mekanizmadır. Katı cisimlerde ısı iletimi, hızla hareket eden ya da titreşen, sıcak atom ve moleküllerin enerjilerini (ısılarını) temas halindeki komşu atom ve moleküllere aktarmasıdır (Güneşoğlu, 2005). İletimle gerçekleşen ısı transferi, farklı tekstil materyallerinin ve temas eden yüzeylerin termal iletkenlik değerleri tarafından belirlenir (Kaplan, 2009).



Şekil 1.6 İnsan, giysi ve çevre sisteminde termal prosesler (Luo ,Hou ve Li, 2007)

Konveksiyon (Taşınım), vücut ve çevre hava sıcaklıkları farklı olduğunda vücudu çevreleyen hava sayesinde meydana gelmektedir. Genellikle deriden havaya doğru gerçekleşmektedir.

Terleme, vücudun ısı kaybetmesinin bir başka yoludur. Vücut ısısı arttığında, ısı dengesini kurabilmek için vücutta terleme olmaktadır ve bu terin buharlaşması ile etkin bir soğutma gerçekleştirilmektedir (Kanat, 2007).



Şekil 1.7 Vücut ile çevre arasındaki ısı transfer mekanizmaları (Toksoy, 1993)

1.3.2 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Kütle (Sıvı ve Buhar) Transfer Mekanizmaları

1.3.2.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Sıvı Transfer Mekanizmaları

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

Mecheels (1971) buhar veya sıvı halindeki rutubetin geçiş yollarını aşağıdaki gibi özetlemiştir (Kaplan 2009; Wang, 2002):

- 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 kapılar boşluklarda sıvının transferi (iplik ve kumaş yapısına bağlı olarak oluşan kapılar boşlukların büyüklüğüne bağlıdır) ve lif yüzeylerini ıslatması (yüzeye uygulanan bitim işlemlerine bağlıdır),
- Sıvının lif yüzeyinde göç etmesi.

Terlemenin optimum şekli, nemin deriden su buharı şeklinde uzaklaştırılmasıdır. Çünkü sıvı teri buharlaştırmak için, vücuttan ısı enerjisi alınması gerekmekte, bu da vücut ısısının düşmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, deriden giysi vasıtası ile ısı akışı giysi ıslakken daha fazla olmaktadır. Suyun ısı iletkenliği havadan çok yüksek olduğu için, sıvı terin varlığı, giysinin ısı yalıtım özelliğini azaltmaktadır (Simile, 2004).

Giysi konforunun tanımlanması sırasında, ter hissedilmeyen, yani kişiyi rahatsız etmeyen bir miktarda kaldığı sürece, vücut nispeten konforludur denilebilmektedir. Ancak, ter hissedilebilir bir seviyede ise ve hemen uzaklaştırılamıyorsa, vücut çevresindeki bağıl nemi artacağından, vücuda nemli olduğu hissini vereceğinden konforsuzluk ortaya çıkacaktır.

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

Farklı aktiviteler sonucu ortaya çıkan metabolik ter miktarları Tablo 1.1’de gösterilmiştir. Terin buhar veya sıvı halindeki transferi, ısı transfer mekanizmaları tarafından da etkilenen karmaşık prosesleri içeren bir olaydır (Kaplan, 2009).

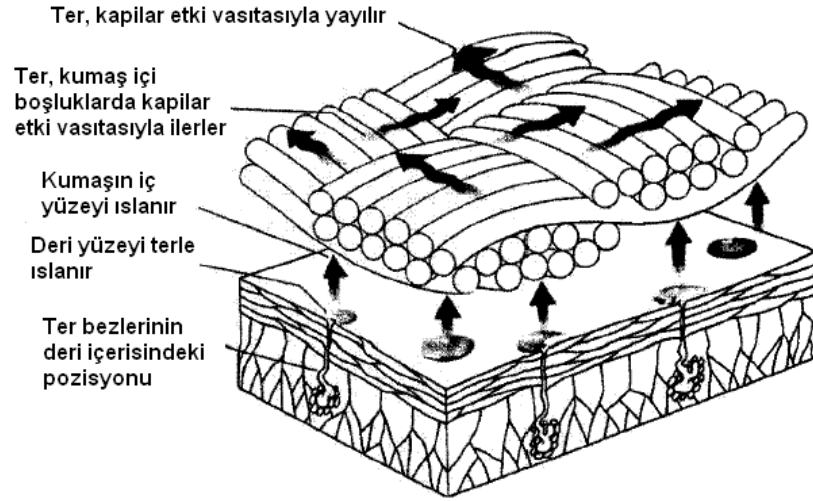
Terin uzaklaşması, giysilerin gözenekliliğine ve kılcallık karakteristiğine bağlıdır. Kılcallık, sıvının kapilar kuvvetler etkisiyle gözenekli bir yapıda kapilar kanallar içinden hareketliliği olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca, kılcallık için yapılan bir diğer tanım ise, kumaşların kapilar akışı oluşturma yeteneğidir (Ghali ve ark., 1994, Güneşoğlu, 2005; Kıssa 1996).

Tablo 1.1 Farklı aktiviteler sonucu ortaya çıkan ter oranları (D'Silva ve ark., 2000; Kaplan 2009)

Aktivite Ter Oranı (g/m² saat)	
Yavaş yürüyüş	176
Bisiklete binme	200
Tempolu yürüyüş	266
Hafif yükle yürüme	352
Ağır yükle yürüme	439
Maksimum aktivite	879-1056

Dış kuvvetlerin bulunmadığı durumlarda, sıvının tekstil materyalini ıslatmasından sonra yapı içerisinde ilerlemesi, ıslanması sonucu ortaya çıkan kapilar kuvvetler ile gerçekleşmektedir. Kapilar kuvvetler ile sıvının yapı içerisinde ilerlemesi için sıvı miktarının belirli bir değerden yüksek olması ve kumaşın iki yüzü arasında devamlı bir su sütunu oluşturmaya gerekmektedir. Sıvı terin deri yüzeyinden kısa sürede uzaklaştırılmasında da etkili olan bu olay, kumaşların termal konfor performansları açısından önemli bir özelliktir (Kaplan 2009; Simile,2004).

Kapilarite, sıvının gözenekli ortamda var olan gözenekler içerisindeki kapilar hareketi ile oluşmaktadır. Bu gözenekler kumaşta lifler ve iplikler arasında bulunmaktadır. Meydana gelen sıvı akışı, kapilar kuvvetler tarafından yürütülmekte ve kapilar kuvvetler ıslanma nedeniyle meydana gelmektedir (Kanat, 2007). Kumaş içerisindeki sıvı transferi şekildeki gibi gerçekleşmektedir.



Şekil 1.8 Sıvının kumaş içerisindeki difüzyonu (Kaplan,2009; Kılınç, 2004)

1.3.2.2 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Su Buharı Transfer Mekanizmaları

Kişinin kendisini konforlu hissedebilmesi için, terin buharlaşarak deriden uzaklaşması ve böyle durumlarda, aşırı ısınmanın önlenmesi gerekmektedir. Bazı durumlarda, ıslak vücuttan terin buharlaşma hızı, ter salgılama hızından düşük olmakta ve vücut üzerinde terin birikmesi konforsuzluk olarak algılanmaktadır. Bu yüzden, “konforlu bir giysi yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olmalıdır” denilebilmektedir.

Giysi malzemesinin kalınlığı, giysinin ısı ve buhar geçirgenliğini belirleyen önemli faktörlerden birisidir. Malzemenin kalınlığı ve dolayısıyla içerdiği hava miktarı arttıkça, malzemenin ısı ve buhar direnci artıp, geçirgenliği azalmaktadır (Havenith, 2002).

Su buharı geçirgenliği, su buharının kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen difüzyon oranıdır. Su buharının kumaş kalınlığı boyunca olan difüzyonu I. Fick Kanunu’na göre (2) numaralı denklemle ifade edilmektedir (Kaplan ve Okur, 2005; Wang, 2002):

$$Q_w = D_a \frac{\Delta C}{L} \quad (2)$$

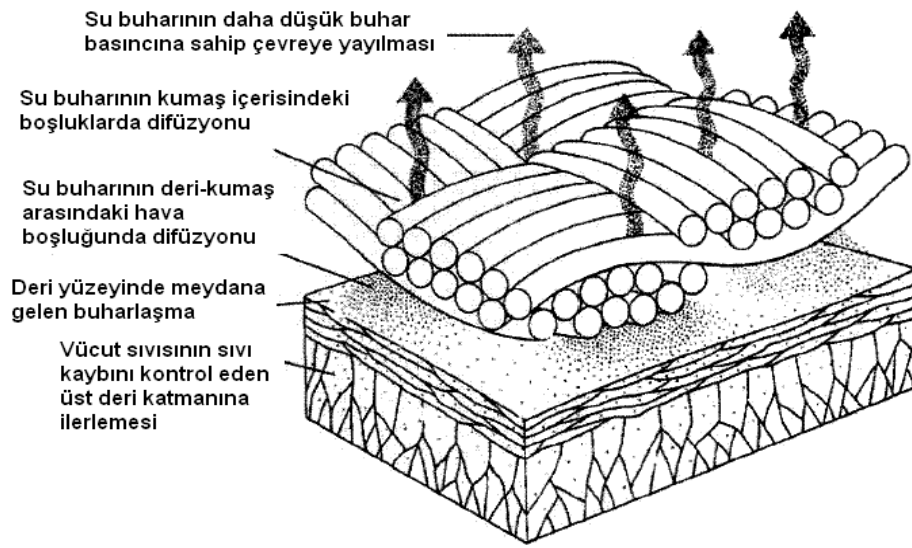
Burada;

Q_w : Buhar transfer oranı ($\text{kg/m}^2 \text{ s}$),

D_a : Su buharı difüzyon katsayısı (m^2/s)

L : Kumaş kalınlığı (m)

ΔC : Su buharı konsantrasyon farkı (kg/m^3) dır.



Şekil 1.9 Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu (Kaplan,2009; Kılınç, 2004)

1.3.3 Tekstil Materyallerinde Hava Geçirgenliği

Kumaşların hava geçirgenliği, termal giysi konforunu etkileyen bir parametredir. Havanın yer değiştirmesi, termal stresi minimize etmektedir. Giysi ile vücut mikroklima boşluğu arasındaki hava hareketi, kumaşın hava geçirgenliği, giysi tasarımı, vücut hareketi, rüzgâr hızı ve mikroklima hacmi ile belirlenmektedir (Crockford, 1988).

Hava geçirgenliği, kumaşın her iki yüzü arasında belirli bir basınç farkı bulunduğunda birim kumaş yüzeyinden geçen hava akımının hacmi olarak

tanımlanabilmektedir. Teknik bir tanımla, manometrede 10 mm'lik bir yükseklik farkına neden olacak basınçta 100 mm²'lik bir alandan bir saniyede geçen hava hacminin mm³ olarak ifadesidir (Kaplan ve Okur,2005).

Hava geçirgenliği, lif ve iplik yapısı ile kumaş içerisindeki boşlukların miktar ve dağılımına bağlıdır. Örneğin, sık yapılı bir kumaşta havanın geçişi daha zordur. İplikleri hacimli hale getiren ve kumaş yüzeyini tüylendiren bitim işlemleri ise havayı hapsedip, vücuda sıcaklık sağlamaktır. Hava geçirgenliği giysi konforunu önemli derecede etkilemektedir. Kumaşın hava geçirgenliği direnci, gramajı yüksek olan yapılarda daha fazladır. Isı tutma kapasitesi ise, kumaş gramajı ile aynı oranda artmamaktadır. Bu nedenle sıcak tutacak bir giysi için kumaşın çok kalın ve ağır olması düşüncesi hatalıdır (Kanat, 2007; Marmaralı, 2007).

Hava geçirgenliği paraşütlerin, yelkenlerin, hava yastığı kumaşlarının, spor giysilerin ve endüstriyel filtre kumaşlarının performans değerlendirmeleri sırasında oldukça sık kullanılan bir parametredir. Bu terim, genelde yağmurluk, üniforma gibi kullanım alanlarında nefes alabilirliği değerlendirmenin bir ölçütüdür. Nefes alabilirlik kavramı, kumaşın havalandırılmasını ifade etmektedir. Yani eğer kumaş hava geçirgen ise, bu durum kumaşın iç yüzeyinden dış yüzeyine su buharı ve sıvı nemin geçebileceği ve çevreye buharlaşacağı anlamına gelmektedir. Bu durum, su buharı ve sıvı nem geçişinin kumaşın hava geçirgenliği ve giyim sırasındaki termal konfor algısı ile yakından ilgili olduğunu göstermektedir (Turan ve Okur, 2010).

Hava geçirgenliği ve rüzgâr direnci birbirlerinden farklı kavramlardır; rüzgâr direncinde mamulün yüksek hızdaki hava karşısında gösterdiği davranış incelenirken hava geçirgenliğinde sabit veya düşük hızdaki havanın materyal içindeki geçişi söz konusu olmaktadır (Kaplan ve Okur, 2005).

1.4 Subjektif Konfor Değerlendirmeleri

Subjektif konfor değerlendirme yönteminde, kişiler, kontrollü çevre şartlarında, önceden belirlenmiş bir aktivite programını uygulayıp, sonucunda da hissettiği

duyusal algıları, tanımlayıcı sıfatlar yardımı ile ifade etmektedirler. Değerlendirme skalaları içerisinde kullanılan tanımlayıcı sıfatların, objektif olarak ölçülebilen bir özellikle ilişkilendirilebilen sıfatlar olmasına dikkat edilmektedir. Çünkü ancak böylece, objektif olarak ölçülen veriler ve subjektif değerlendirmeler arasında ilişki kurulabilmektedir.

Subjektif giyim denemeleri sırasında, çevre şartları, denemeye katılan kişiler, fizyolojik ölçümler ve kullanılan skalalar oldukça önemlidir ve kontrol altına alınması gereken parametreler olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Subjektif giyim denemeleri için 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 (Kaplan, 2009).

Giyim denemeleri, oldukça pahalı ve zaman alıcı olduğundan, az sayıda kişi ile yapılabilmektedir. Bu kişilerin seçiminde, subjektif değerlendirmeler konusundaki tutarlılıkları önemli bir etkidir. Bunun için, giyim denemelerine katılması düşünülen kişilere bir ön değerlendirme yapılır ve bu değerlendirmeler sonucunda, giyim denemesine katılacak olan kişilere kesin olarak karar verilir. Bu ön değerlendirme yöntemine, önkol (forearm) test adı verilmektedir (Kaplan, 2009).

Kişilerin, giyim denemeleri sırasında, belli bir aktivite programı içerisinde, hareket etmeleri sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu süreçte kişilerin, deri yüzey sıcaklıkları, nabız, terleme oranı, oksijen alımı gibi, aktivitelerden dolayı değişen parametreleri ölçülmektedir. Bu ölçülen fizyolojik değişimlerden yola çıkılarak da, kişilerin subjektif konfor algıları belirlenmeye çalışılmaktadır.

Psikolojik konfor objektif olarak ölçülemediğinden, aynı şartlarda yapılan subjektif değerlendirmeler ve objektif ölçümlerin karşılaştırılması ve aralarında ilişki kurulması ile psikolojik konfor değerlendirmeleri yapmak mümkün olabilmektedir.

Psikolojik konfor değerlendirmeleri yapılırken, kişilere basit soruların sorulduğu ve verilen cevapların kaydedildiği psikolojik skalalar kullanılmaktadır. Böylece kişiler, giysi özellikleri hakkındaki fikirlerini, skala üzerindeki terimler yardımı ile değerlendirebilmektedirler. Bu değerlendirmeler sırasında, her bir terimin sayısal karşılığı işaretlenmek suretiyle, değerlendirmelerin kumaş özellikleri ile ilişkisi belirlenebilmektedir (Güneşoğlu, 2005; Li, 2001; Tarafdar, 1995).

Subjektif giyim denemelerinin değerlendirilmesi için dört tip skala kullanılmaktadır. Bu skalalar (Kaplan, 2009; Li, 2001):

- Nominal skalalar, objelerin gruplandırılması için kullanılırlar. Sayılar grup ismidir ve birbirlerine göre üstünlükleri yoktur.
- Ordinal skalalar, objelerin birbirlerine göre öncelikleri esas alınarak oluşturulmuştur. Sayılar ve semboller, bir özelliğin diğerine göre üstünlüğünü belirtilebilmektedir.
- Aralık skalaları, özelliklerin sayısal değerler kullanılarak, sıralanmasını sağlamaktadır.
- Oran skalaları, aralık skalasına benzer şekilde özelliklerin birbirine göre önem derecesi oransal şekilde belirtilebilir. Bu skalalar, anlamlı sıfır değerine sahiptir. Aralık skalası ve oran skalalarına her türlü istatistiksel metot uygulanabilmektedir.

Araştırmacılar, termal konfor, tutum ve giysilerin estetik özellikleriyle ilgili psikolojik konfor ölçümleri yapılan birçok çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalar sırasında, üzerinde kişilerin hislerini ifade edebilecek terimler bulunduran ve her bir terimin puan olarak karşılığı bulunan farklı birçok değerlendirme skalası kullanılmıştır.

Jun, Park, Shim ve Kang (2009), yaptıkları çalışmada, şapkaların termal konforu ve kumaş özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kişilere yaptırılan aktivite programı boyunca, kişilerin termal algı, nem algısı ve termal konforunu subjektif olarak değerlendirebilmesi amacı ile, -5 ve +5 arasında değişen noktaları bulunan bir skala kullanılmıştır.

Tablo 1.2 Subjektif giyim algılarının değerlendirme skalası (Jun ve ark., 2009)

Subjektif Algılar	Değerlendirmeler										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
Termal Algı	soğuk										sıcak
Nem Algısı	kuru										ıslak
Termal konforsuzluk	konforlu										konforsuz

Wang ve ark. (2003), giyim denemeleri ve önkol testi ile yünlü gömlekliklerin konfor değerlendirmelerini yapmışlardır. Bu çalışmaları sırasında, giyim denemelerinde kişilerin subjektif değerlendirmeler yaparken kullanmaları için hazırlamış oldukları sıfatlar ve terimler Tablo 1.3’te gösterilmiştir.

Tablo 1.3 Giyim denemeleri için kullanılan sıfatlar ve terimler (Wang ve ark., 2003)

Sınıf	0	1,2,3	4,5,6	7,8,9	10
Sıcaklık hissi	aşırı soğuk	soğuk	nötr	sıcak	aşırı sıcak
Yapışkanlık hissi	yapışkan değil	az yapışkan	yapışkan	çok yapışkan	aşırı yapışkan
Batma	batma yok	az batma	batma	çok batma	aşırı batma
Soğurganlık	soğurma yok	az soğurma	soğurma	çok soğurma	aşırı soğurma
Yumuşaklık	aşırı katı	yumuşak değil	yumuşak	çok yumuşak	aşırı yumuşak
Bunaltıcılık	aşırı bunaltıcı	az bunaltıcı	bunaltıcı	çok bunaltıcı	aşırı bunaltıcı
Kabalık	kaba değil	az kaba	kaba	çok kaba	aşırı kaba
Toplam Konfor	aşırı konforsuz	konforsuz	az konforsuz	konforlu	aşırı konforlu

Kaplan (2009), yapmış olduğu çalışmada subjektif değerlendirmeler sırasında kişilerin sıcaklık, ıslaklık ve konfor algılarını belirlemek amacıyla Tablo 1.4'te yer alan skalayı kullanmıştır.

Tablo 1.4 Giyim denemelerinin farklı aşamalarında kullanılan skalalar (Kaplan, 2009)

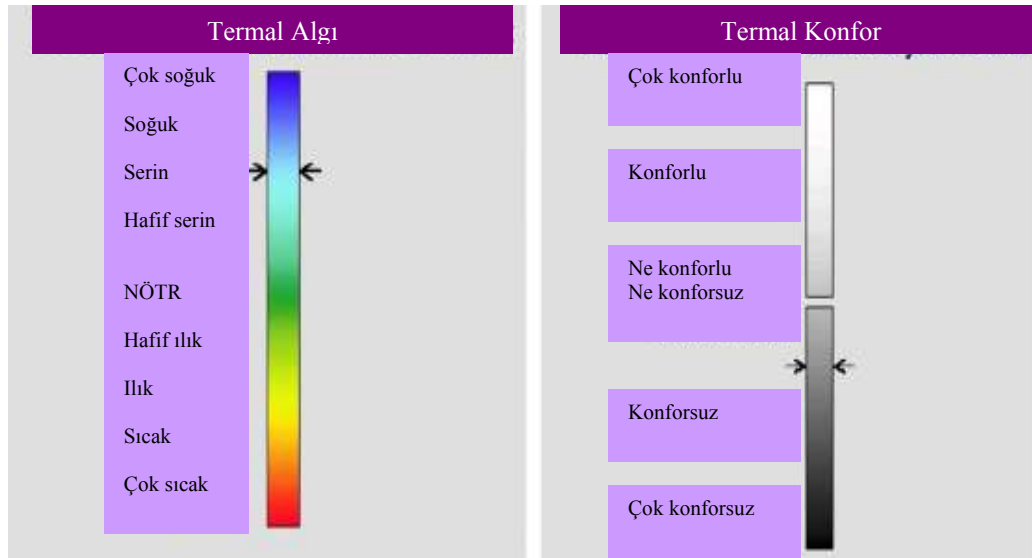
Sıcaklık ve Islaklık Algısı				
soğuk	serin	nötr	ılık	sıcak
kuru	hafif ıslak	ıslak	çok ıslak	aşırı derecede ıslak
Genel Konfor Algısı				
1: Tamamen konforsuz.....5: Tamamen konforlu				

Kaplan (2009), yapmış olduğu çalışmasında aynı zamanda, giyim denemeleri sonunda kişilerin üzerlerindeki giysilerle ilgili ortaya çıkan diğer algılarını da derecelendirip ifade etmeleri için beşli skala kullanmıştır. Bu skala Tablo 1.5'te gösterilmiştir.

Tablo 1.5 Giyim denemesinin sonunda giysi ile ilgili algıların değerlendirilmesi için kullanılan skala (Kaplan, 2009)

	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)					

Arens, Zhang ve Huizanga (2006), vücudun bazı kısımları ve tüm vücut için, termal algı ve konfor değerlendirmelerinin yapıldığı uniform çevre şartlarını incelemişlerdir ve kişiler maruz bırakıldıkları çevre koşulları için, kısmi ve tüm vücut termal algı ve konforunu Şekil 1.10'da gösterilen skalalar yardımı ile değerlendirmişlerdir.



Şekil 1.10 Termal algı ve termal konfor skalası (Arens ve ark.,2006)

1.5 Objektif Konfor Ölçümleri

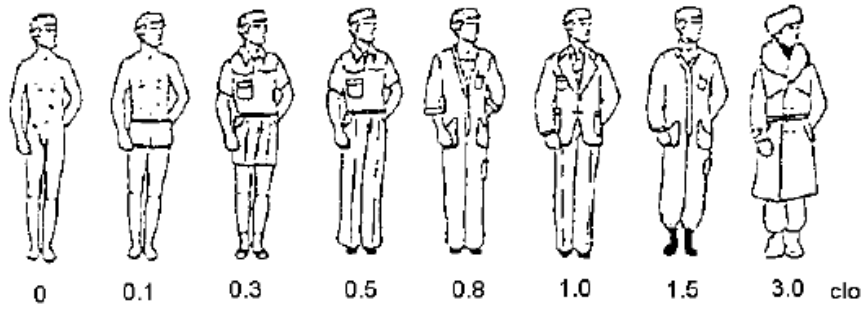
Termal konforu etkileyen parametrelerin ölçümü için geliştirilmiş, farklı cihazlar ve sistemler bulunmaktadır ve bu cihaz ve sistemlerin bazıları ticarileştirilmiştir. Bu cihazlarda ölçülen bazı parametreler şunlardır:

Termal Direnç (Stabil durumda): Malzemenin ısı akışına karşı dayanımıdır, yani yalıtımının bir göstergesidir. S.I. birim sisteminde termal direnç ($\text{K m}^2 \text{W}^{-1}$) ile gösterilmektedir. Termal direnç, şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$R = \frac{h}{\lambda} \text{ (m}^2 \text{ K/W)} \quad (3)$$

Bu denklemde, R: termal direnç ($\text{m}^2 \text{K/W}$), h: kalınlık (m) ve λ : termal iletkenlik (W/mK) tir.

Termal direncin en yaygın kullanılan birimleri tog ve clo' dur. Tog, tekstil malzemesinin iki yüzü arasındaki $^{\circ}\text{C}$ cinsinden sıcaklık farkının ısı akışına oranının $1/10$ 'u olarak tanımlanmaktadır ($1 \text{ tog} = 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C m}^2 \text{W}^{-1}$). 1 clo ise, sıcaklığı 21°C , hava akımı $0,1 \text{ ms}^{-1}$, bağıl nemi %50 olan bir ortamda, oturarak dinlenen, vücut sıcaklığı 33°C olan ve 1 met hızında ısı üretmekte olan bir insan için gerekli olan giysi yalıtımı olarak bilinmektedir ($1 \text{ clo} = 1,55^{\circ}\text{C m}^2 \text{W}^{-1}$).



Şekil 1.11 Klasik giysi tiplerinin termal direnç değerleri (Li, 2001)

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

$$\lambda = \frac{qh}{\Delta t} \quad (\text{W/ m K}) \quad (4)$$

Bu denklemde, q: ısı akış miktarı (Wm^{-2}), Δt : sıcaklık farkı (K) ve h: kalınlık (m) olarak gösterilmektedir (Kanat, 2007).

Termal Temas Hissi (Termal Soğurganlık veya Termal Absorbtivite) (Geçici durumda): Deri, giysi ve kumaşlarla dinamik temas halindedir, bu yüzden termal iletkenlik ve termal direnç ölçümleri termal konforun belirlenmesinde yetersiz olmaktadır. Termal konfor belirlenirken deri ile giysi arasındaki termal temas da göz önünde bulundurulmalıdır.

Sıcaklık-soğukluk hissini ilk defa Kawabata ve Yoneda sayısal olarak açıklamışlardır ve geliştirdikleri Thermo-Labo cihazı ile tekstil materyallerinin ısıl temas özelliklerini objektif olarak ölçülmüştür. Geçici durumda ısıl özellikler için temas anında maksimum ısı akış seviyesini $q_{\max}$ (W/m^2) tanımlamışlardır. Cihazda insan vücudu olarak içi boş, sıcak metal levha kullanılmıştır. Sıcak levhanın belirli bir sıcaklığa ulaşması için harcanan watt cinsinden elektrik tüketimi (üzerinde kumaş varken ve yokken) belirlenmekte ve bu iki değer kumaş için oranlanmaktadır. Hes’te Kawabata’nın yaptıklarından yola çıkarak, iki homojen ve yarı-geçirgen katı yüzey arasındaki ideal teması model alıp, termal absorbtivite (soğurganlık) değerini geliştirmiştir. Bu değer, şu eşitlikten elde edilebilmektedir:

$$b = (\lambda \rho c)^{-1/2} (Wm^{-2} K^{-1} s^{-1/2}) \quad (5)$$

Bu denklemde, λ : termal iletkenlik (W/mK) , ρ : yoğunluk ($kg\ m^{-3}$) ve c : özgül ısı ($J/kg\ K$) olarak tanımlanmaktadır (Kanat, 2007).

Termal Yayılım: Tekstil materyalinden geçen sıcaklığın yayılım hızının bir ölçüsü olarak tanımlanabilmektedir. Bu değer, şu şekilde elde edilmektedir:

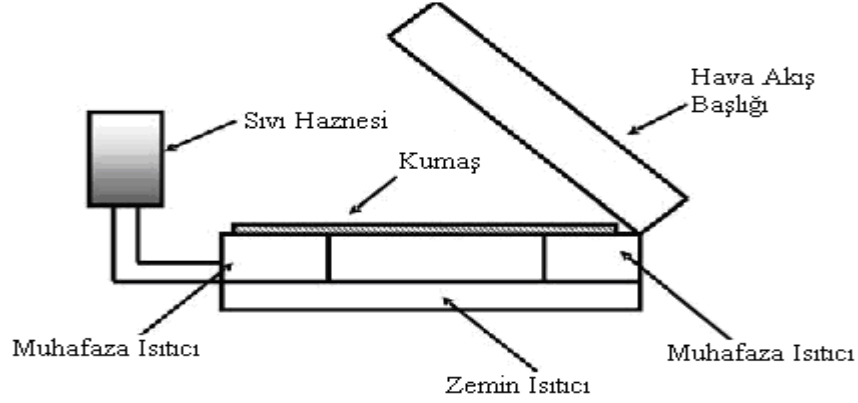
$$a = \frac{\lambda}{\rho c} (m^2/s) \quad (6)$$

Oluşturulan denklemde, λ : termal iletkenlik (W/mK), ρ : yoğunluk ($kg\ m^{-3}$) ve c : özgül ısı ($J/ kg\ K$) olarak tanımlanmaktadır.

Termal konfor ölçümlerinde, en çok kullanılan cihazlar ve sistemler, terleyen sıcak levha prensibine göre çalışan cihazlar, termal manken sistemleri, su geçirgenliği ve hava geçirgenliği ölçümü yapan cihazlardır.

İlk olarak 1898’de tasarlanıp üretilen, giysi materyali boyunca, vücut yüzeyinden çevreye ısı ve nem transferini yapan terleyen levha sistemi, giysilerin konfor ile ilişkili özellikleri olan termal direnç ve su buharı direnci ölçümlerini gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. Ölçümlerin doğruluğunu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır.

Bunlardan bazıları hava hızı, hava akış yönü, su miktarı ve membran etkisidir (Huang, 2006).



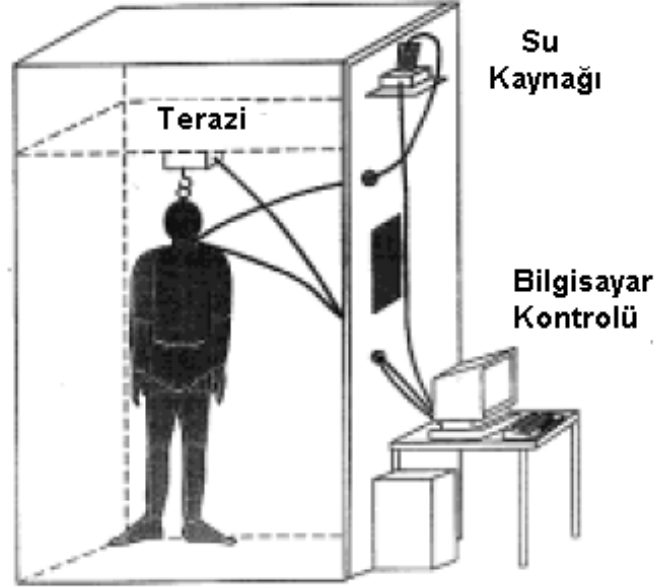
Şekil 1.12 Terleyen sıcak levha sisteminin şematik gösterimi (Huang, 2006; Kaplan,2009)

Subjektif değerlendirmeler, kişilerin giysi konforu ile ilişkili giysi performansını direkt olarak karşılaştırabilmesine olanak verdiği için büyük avantajları vardır, fakat tekrar edilebilirliği az ve tutarlılığı düşüktür, hatta bazen kişiler tehlikeli ortam koşullarına maruz bırakılmak durumunda kalabilir. Bu yüzden, ilk olarak 1940'ların başında üretilen, termal konfor üzerinde etkili olan parametrelerin ölçülebildiği termal manken sistemleri tasarlanmış ve üretilmiştir.

Termal manken sistemleri fonksiyonlarına göre, üçe ayrılmaktadır. Bunlar; terlemeyen ve hareketsiz olanlar, terlemeyen ve hareketli olanlar, hem terleyen hem de hareketli olanlar olarak ayrılabilir (Fan ve Tsang, 2008).

Termal mankenlerin yüzey sıcaklıkları deri yüzey sıcaklığı, yaklaşık 33 °C'de tutulmaktadır ve bu sıcaklıkta manken üzerinde bulunan çok sayıdaki sıcaklık sensörü ile kontrol edilmektedir. Terleyen termal manken sistemleri üzerinde, ter bezlerini simüle etmek için bağımsız olarak kontrol edilebilen sıvı kaynaklarına bağlı kısımlar vardır. Mankenin 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 kullanılmaktadır. Sistem içerisinde periyodik

olarak belirli bir süre yapılan sıcaklık, bağıl nem, ağırlık değişimi ölçüm sonuçlarının kullanılmasıyla giysi sistemine ait direnç değerleri hesaplanmaktadır (Kaplan, 2009).



Şekil 1.13 Termal manken sistemi (Kaplan, 2009)

1.6 Önceki Çalışmalar

Konfor, günümüz tüketicilerinin satın alma davranışlarını etkileyen oldukça önemli bir kavram halini almaya başlamıştır. Bu yüzden araştırmacılar konforun tanımlanabilmesi, objektif olarak ölçülmesi, subjektif değerlendirmelerinin yapılması ve tahminlenebilmesi için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar ve son yıllarda bu çalışmalar büyük bir hız kazanmıştır. Aşağıdaki bölümde yayınlanan çok sayıdaki konfor konulu makalelerden özellikle subjektif değerlendirmeler ve bu değerlendirmeler ile objektif ölçümler arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmaları içerenler özetlenmiştir.

Ha ve arkadaşları (1999), 27⁰C sıcaklıkta, aralıklı olarak yapılan egzersizler boyunca, giysi mikrokliması ve subjektif algılar üzerinde, kumaş hava geçirgenliği ve nem absorpsiyonunun birleştirilmiş etkisini incelemiştir. Çalışma sırasında, hava geçirgenlikleri ve nem absorpsiyon değerleri farklı poliester ve pamuklu

giysiler (A: düşük hava geçirgenliği ve düşük nem absorbsiyonuna sahip poliester giysi; B: yüksek hava geçirgenliği ve düşük nem absorbsiyonuna sahip poliester giysi; C: yüksek hava geçirgenliği ve yüksek nem absorbsiyonuna sahip pamuklu giysi) kullanılmıştır. Subjektif değerlendirmelerin yapılabilmesi için, oluşturulan jüriden egzersizler boyunca giysi konforunu, termal algıyı, terleme algısını ve ıslaklık algısını skalalar yardımı ile değerlendirmeleri istenmiştir. Ayrıca sensörler yardımı ile kişilerin rektum sıcaklıkları, vücutlarının çeşitli bölgelerinin sıcaklıkları, göğüs ve sırt üzerindeki giysi mikroklimasının sıcaklık ve nemi, sağ ve sol önkol üzerindeki bölgesel terleme hızı da ölçülmüştür. Bulgular giysi mikroklima sıcaklığının göğüs bölgesinde, B’de A ve C’den yüksek olduğunu göstermiştir. Sırt bölgesindeki, giysi mikroklima sıcaklığının ise, C’de B’den yüksek olduğu görülmüştür. Tüm giysi tiplerinde önkol terleme hızı ve mikroklima nemi arasında pozitif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Tüm giysi tiplerinde subjektif algılar ile önkol terleme hızı arasında pozitif bir ilişki olmasına rağmen, aynı terleme hızı için C’deki subjektif konforsuzluğun A ve B’deki konforsuzluktan daha etkili olarak azaldığı görülmüştür.

DeBoos, Naylor, Slota ve Stanton (2001), yünlü örme kumaşların tutumu ve deri konforu üzerinde lif uçlarının çap karakteristiklerinin etkisini incelemişlerdir. Çalışma sırasında lif ucu ve bütün lifin çapı arasında farklı bir ilişki olduğunu göstermek için, Framantle ve Sydney’de ilkbahar ve sonbaharda elde edilen yünler kullanılmıştır. Deri konforunun subjektif olarak değerlendirilmesinde deneklere önkol testi uygulanmıştır. Tutum değerlendirmeleri için ise, yumuşaklık ve düzgünlük gibi iki farklı durum, denekler tarafından subjektif olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan kumaşların kişilerin deri konforu üzerinde farklı etkilere sahip olduğu görülmüştür. Tutum açısından bakıldığında ise, Sonbahar ve İlkbahar yünlerinden üretilen kumaşların tutumunun dengeli kontrol yünlerinden elde edilen kumaşlardan daha yumuşak ve düzgün olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, deri konforunun lif uçlarının çap karakteristiği tarafından tanımlanabileceği, buna karşın tutumu belirleyen baskın lif karakteristiğinin tüm lifin ortalama çapı olduğu görülmüştür.

Hes, Offermann ve Dvorakova (2001), dış giyim ürünlerinin giyilmesi anında, iç giyimin kişilerin sıcaklık ya da soğukluk algısı üzerindeki etkisini teorik ve deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışma sırasında, çeşitli iç giyim kıyafetlerinin termal kapasitesindeki değişiklikler Alambeta cihazı ile ölçülmüştür. Alambeta cihazında yapılan çalışmalarda termal absorbtivite değeri ölçülmüştür ve bu değer arttıkça soğukluk hissi gözlemlendiği görülmüştür. Çalışma sırasında kullanılan kumaşlardan PVC, PP ve PAN'dan yapılan kumaşlarda sıcaklık hissi, buna karşın, viskon, keten, pamuk ve PAD liflerinden yapılan kumaşlarda soğukluk hissi gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda, dış giyimin orjinal termal absorbtivitesi ne kadar yüksekse, başlangıçta ölçülenin korunması ile termal temastan sonra termal absorbtivitenin korunmasının o kadar yüksek olacağı görülmüştür. İç giyimin yüksek termal direncinin dış giyimin termal absorbtivitesini azaltacağı, iç giyimin düşük termal direncinin ise, dış giyimin termal absorbtivitesini artıracağı görülmüştür. Sonuç olarak, iç giyimin termal direnci ne kadar yüksekse dış giysi giyildiği zaman algı o kadar sıcak çıkmıştır.

Lau, Fan, T. Siu ve L.Y.C. Siu (2002), yaptıkları çalışmada farklı bitim işlemleri uygulanmış yuvarlak yakalı tişörtleri giyen kişilerin konfor algılarını deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışma sırasında, iki farklı tip buruşmazlık bitim işlemi uygulanan ve uygulanmayan, suprem örgü ile örülmüş %100 pamuklu yuvarlak yakalı tişörtler kullanılmıştır. Giyim denemelerine başlanmadan önce, ön giyim denemeleri yapılarak ürün varyasyonu ve deneklerin konfor algılarındaki farklılıktan ortaya çıkan deneysel hatalar minimuma indirilmek istenmiştir. Ön giyim denemelerinden elde edilen verilerden yola çıkarak, tişörtlerin sağ ve sol tarafında farklı bitim işlemlerinin uygulandığı, iki ayrı kumaştan yapılmış tişörtler kullanılarak giyim denemesi A ve B tasarlanmıştır (Tablo 1.6).

Giyim denemesi A'da, deneklerden buruşmazlık apresi yapılmış ve yapılmamış kumaşları karşılaştırmaları istenmiştir. Bu giyim denemesinde, Tablo 1.6'da görülen A, B, C ve D giysileri kullanılmıştır. Giyim denemesi B'de ise, deneklerden iki farklı bitim işlemini birbirleri ile karşılaştırmaları istenmiş ve Tablo 1.6'da görülen E ve F giysileri kullanılmıştır.

Denekler, giysilerin konfor algısını, egzersiz öncesi ve sonrası, subjektif olarak değerlendirmişlerdir. Sonuçlara bakıldığında, egzersizden önce toplam konfor algısının çoğunlukla dokunsal algılardan; egzersizden sonra ise, nem ile ilişkili algılardan etkilendiği görülmüştür. Giyim denemesi A için yapılan değerlendirmelere bakıldığında, tişörtün buruşmazlık bitim işlemi uygulanan ve uygulanmayan bölgeleri arasındaki konfor algısı farkının çok küçük olduğu görülmüştür. Giyim denemesi B'ye bakıldığında ise, farklı bitim işlemleri uygulanan giysinin iki parçası için konfor algısında neredeyse herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 1.6 Çalışmada kullanılan test materyalleri (Lau ve ark., 2002)

Örnek	Sağ kısım	Sol kısım
A	Düşük seviyeli klasik buruşmazlık bitim işlemi (%5 owf)	Buruşmazlık bitim işlemi yapılmaksızın
B	Yüksek seviyeli klasik buruşmazlık bitim işlemi (%10 owf)	Buruşmazlık bitim işlemi yapılmaksızın
C	Düşük seviyeli yeni geliştirilen buruşmazlık bitim işlemi (%5 owf)	Buruşmazlık bitim işlemi yapılmaksızın
D	Yüksek seviyeli yeni geliştirilen buruşmazlık bitim işlemi (%10 owf)	Buruşmazlık bitim işlemi yapılmaksızın
E	Klasik buruşmazlık bitim işlemi (%10 owf)	Hidrofilik buruşmazlık bitim işlemi (%10 owf)
F	Hidrofilik buruşmazlık bitim işlemleri (%10 owf)	Klasik buruşmazlık bitim işlemi (%10 owf)

(owf: on weight of fabric (kumaş ağırlığı))

Kim ve Jeong (2002), soğuk bir çevrede 1000 lüks'ün altındaki aydınlatmaların farklı seviyelerine maruz kalmış kişilerin termoregulator cevapları ve termal konfor için tercih ettikleri giysileri araştırmışlardır. Bunun için yapılan deneyler, ortam sıcaklığının değiştirildiği iki aşamadan oluşmuştur. Denekler, bu aşamalar sırasında 70 lüks ve 700 lüks aydınlatmaya maruz bırakılmışlardır. Bu aşamalar boyunca, deneklerin rektum sıcaklığı, deri sıcaklığı ve önkol deri kan akışı (FBF) ölçümleri yapılmıştır. Aynı zamanda, deneklerden skalalar yardımı ile termal konfor ve termal algı değerlendirmesi yapmaları istenmiştir. Aşamalar sırasında, ortam sıcaklığı düşürüldüğü zaman, deneklerden vücut termal konforlarını sağlamaları için ek giysiler giymeleri istenmiştir ve bu giysilerin ağırlıkları ölçülmüştür. Deneyler neticesinde, deneklerin, ortam sıcaklığı düştüğünde kendilerini daha soğuk hissetmelerine rağmen, her iki aşamada da verdikleri subjektif termal cevaplar arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Aydınlatma seviyesinin etkisine

bakıldığında ise, deneklerin aydınlatmanın her iki seviyesinde de aynı ağırlıkta giysiler giyerlerse 70 lüks aydınlatmada 700 lüks'e göre daha soğuk hissedebilecekleri görülmüştür.

Frydrych, Dziworska ve Bilska (2002), yaptıkları çalışmada doğal ve rejenere selüloz liflerinden yapılan kumaşların termal yalıtım özelliklerinin karşılaştırmalı analizini yapmışlar ve aynı zamanda kumaş tipi ve bitim işlemlerinin de etkisini incelemişlerdir. Testler sırasında hammadde olarak %100 pamuk ve %100 Tencel kullanılmıştır. Bu hammaddelerden bezayağı, dimi ve kanvas örgü tipinde kumaşlar dokunmuştur. Alambeta cihazı kullanılarak kumaşların termal iletkenlik, termal direnç, termal soğurganlık ve diğer termal yalıtım özellikleri ölçülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde, pamuklu kumaşların Tencel kumaşlardan daha iyi termal özelliklere sahip olduğu; fakat Tencel kumaşlarında hava geçirgenlik değerlerinin pamuklu kumaşlardan daha yüksek çıktığı ve pamuklu kumaşlara göre termal soğurganlık değerinin daha düşük çıktığı görülmüştür. Bezayağı doku yapısı ile dokunmuş kumaşların termal iletkenlik değerleri diğer iki tip dokuya göre daha yüksek çıkmıştır. Bezayağı kumaşların termal soğurganlık değerinin en yüksek, dimi kumaşların ise en düşük olduğu belirlenmiştir.

Limare, Duvaut ve Bachamann (2003), örme kumaşların termal özelliklerinin fotoelektriksel ölçümü ile ilgili çalışmalar yapmışlar ve su içeriği, yapısal parametreler ve bileşimin termal özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmaları sırasında, PhotoPyro-Electric (PPE) metodu kullanarak örnek üzerindeki her noktada sınır değer koşulların kullanılması ile optik akışları hesaplayabilmişlerdir. Kullanılan örnek tipleri pamuklu, modal, poliamid, poliester ve yünlü jersey örme kumaşlardır. Örneklerin tam karakterizasyonu, iki adımda gerçekleşmiştir. İlki, büyüklükten optik parametre ve su içeriğinin tahmin edilmesi; diğeri ise, fazdan termal parametrelerin tahmin edilmesidir. Elde edilen sonuçlar, Alambeta ve DSC cihazları ile karşılaştırılmıştır. PPE'den elde edilen sonuçlar ile Alambeta cihazı sonuçları karşılaştırıldığında, Alambeta ölçümlerinin PPE'den termal direnç için daha büyük bir değere ve uluslararası terminolojide "termal effusivity" olarak geçen termal soğurganlık değeri için ise, daha düşük bir değere

sahip olduğu görülmüştür. DSC metodu ise lifli materyaller için tasarlanmadığından PPE metodunda elde edilen sonuçlardan farklı sonuçlar bulunmuştur.

Wang ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada giyim denemeleri ve önkol testi yardımı ile farklı materyallerle karşılaştırmak suretiyle yünlü gömlekliklerin konforunu değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada polyester, polyester-pamuk karışımı, pamuk ve ipek ile, gömlek materyali olarak kullanılan hafif ağırlıklı yün ve yün karışımlı dokuma kumaşlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sırasında, üç giyim denemesi gerçekleştirilmiştir. Bu giyim denemelerinde, aktivite öncesi ve sonrası subjektif değerlendirmeler, duyu konfor üzerinde çevre sıcaklığının etkisi ve terlemenin etkisi üzerinde durulmuştur. Önkol testi ile, oluşturulan jürinin kumaş batmasını subjektif olarak değerlendirmesi istenmiştir. Giyim denemeleri sonuçları incelendiğinde, jürinin gömleklik olarak yumuşak kumaşları tercih ettiği görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan kumaşlar karşılaştırıldığında, hafif ağırlıklı yün ve yün karışımlı kumaşların, nötr çevre koşullarında diğerlerinden daha az konforlu olduğu ve bunun temel sebebinin batma olduğu gözlenmiştir.

Wong, Li, Yeung ve Lee (2003), Artificial Neural Network (ANN) sisteminde ileri-geri bildirim yayılma ağı kullanarak, psikolojik algılardan giysi duyu konforunu tahminlenmeye çalışmışlardır. Yapılan çalışmada, bir seri giyim denemesi yapılarak seçilen deneklerden duyu algıları ve toplam giysi konforunu subjektif olarak skalalar yardımı ile değerlendirmeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda, oluşturulan bu modelden tahmin edilen konfor değerleri ve gerçek konfor değerleri arasında bir uyum olduğu ve sinir ağının, psikolojik konfor algı prosesleri için etkili bir metot olduğu görülmüştür.

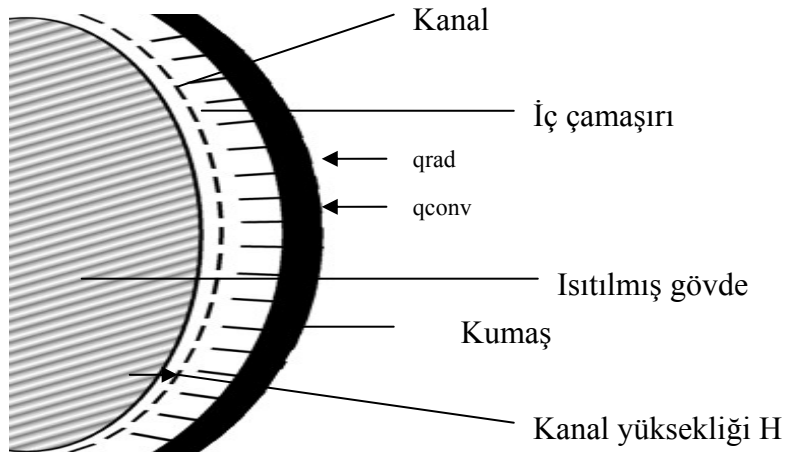
Chen, Fan ve Zhang (2003), çalışmalarında terleme boyunca giysi termal yalıtımını araştırmışlardır. Bu çalışmada, çok düşük bir terleme ya da çok yüksek bir terlemedeki giysi termal yalıtımını termal manken kullanılarak ölçülmüştür. Bunun yanı sıra, manken üzerinden su buharı direnci ölçümleri de alınmıştır. Sonuçta, yüksek terleme boyunca meydana gelen giysi termal yalıtımı, düşük terleme boyunca

meydana gelen giysi termal yalıtımından düşük çıkmıştır. Bu farklılıklar, giysi içerisindeki artan nem birikimi ile ilişkili olarak %2-8 arasında değişmiştir.

Wong ve Li (2004), yaptıkları çalışmalarında aerobik giysileri giyilerek yapılan egzersizler boyunca, psikolojik termal algı ve termofizyolojik cevaplar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sırasında, giyim denemeleri yapılarak, deneklerin termal algı, nem algısı ve toplam vücut konforu ile ilgili subjektif değerlendirmeleri alınmıştır. Ayrıca, deneklerin vücutlarının farklı bölgelerindeki nem ve sıcaklık değerleri sensörler yardımı ile ölçülmüştür. Sonuçlar göstermiştir ki, hem psikolojik hem de fizyolojik cevaplar zaman, giysi, vücut bölgesi ve bunların bazılarının etkileşiminden etkilenmektedir. Fizyolojik ölçümler ve psikolojik cevaplar arasındaki temel mekanizmanın anlaşılabilmesi için objektif ölçümler ve subjektif değerlendirmeler arasındaki korelasyon ilişkisi araştırıldığında ise, anlamlı güçlü bir ilişkiye iki veri setinde rastlanmıştır. Bunlardan biri, deri yüzey sıcaklığı ve nem ölçümleri; diğeri ise, tüm vücut bölgelerindeki termal algı ve nem algısıdır.

Han ve Huang (2004), çalışmalarında Avrupa otomotiv endüstrisi tarafından kabul edilen Equivalent Homogenous Temperature (EHT) konfor skalası ile Kuzey Amerika'da kullanılan Original Equipment Manufacturer (OEM) konfor skalasını ilişkilendirmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada, deneklerin araç içerisindeki uniform olmayan termal çevrede bölgesel termal konfor seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için her bir deneğin giysi tipi ve aktivite seviyesinin yanı sıra çevre sıcaklığı, hava hızı, nem, direkt güneş akımının bir fonksiyonu olan EHT kavramına dayanan Delphi Harrison Termal Sistem konfor modeli kullanılmıştır. Termal konfor değerleri, ıslaklık ve sıcaklık/soğukluk, sürüş testleri boyunca denekler tarafından subjektif olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, sensörler yardımıyla araç içerisindeki nefes sıcaklığı ve vücudun farklı bölgelerindeki iç yüzey sıcaklıkları da ölçülmüştür. Çalışmalar sonucunda kurulan model için sonuçlar incelendiğinde, deneklerin EHT kavramına dayanan model ile yaptığı değerlendirmeler ve OEM konfor skalası ile yaptığı değerlendirmeler arasında hem yaz hem kış sürüşleri için mükemmel bir ilişki elde edilmiştir.

Hes, Machova, Offermann ve Hoffmann (2004), yaptıkları çalışmada giysi sistemlerindeki serbest konveksiyonu destekleyen ve solar termal radyasyona karşı vücudu koruyan yani vücuda giren toplam ısı miktarını azaltan bir giysi tasarımı yapmayı amaçlamışlardır. Tasarlanan bu yeni ürün tüm vücudu saran, birçok uzun dikey tekstil kanallarından oluşturulmuştur. Bu kanalların giriş ve çıkışları açık olup, sistemdeki gerekli serbest konveksiyon üretimi için, kesit kare alanı önemlidir. Her bir kanalın alt parçası, vücut ile direkt temas halinde olup kanalların dış parçası, solar radyasyona karşı vücudu korumaya yardımcı olmaktadır. Yeni tasarım bu ürünün fonksiyonu ısıtılmış bir gövdede test edilmiştir. Şekil 1.14'te ısıtılmış gövdeye yerleştirilmiş olan yeni tasarım kumaş görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, bu yeni tasarım üründe serbest konveksiyon kanallarının ürünü giyen kişinin termal konfor durumunu oluşturmak için güçlü bir araç olduğu görülmüştür.



Şekil 1.14 Kumaş ile ısıtılmış gövde (Hes ve ark., 2004)

Babalık ve Cengiz (2004), otomobil kliması yerine otomobil koltukları içerisine soğutma ve ısıtma mekanizmaları yerleştirilmesi ile bu mekanizmaların genel klimadan daha etkili olup olmadığını incelemişlerdir. Dört ayrı firmanın ürettiği klimalı koltuklar kullanılmıştır. Koltukların içerisine beş ayrı kademede ısıtma fonksiyonu ve beş ayrı noktada soğutma fonksiyonu yerleştirilmiştir. Subjektif değerlendirmeler için ise deneklere her üç dakikada bir objektif ölçüme paralel sorular sorulmuştur. Alt gövde için yapılan deneylerden arka baldır, bacak içi ve kalça bölgelerinin hem objektif ölçümlerde hem de subjektif ölçümlerde uyumlu bir

korelasyona sahip olması, koltuk kliması ile bacak-kalça bölgesinin homojen bir şekilde soğutulmasının sağlandığını göstermektedir. Üst gövdede dikey eksenindeki ölçüm noktalarında davranış değişiklikleri birbiri ile eş değerdir. Yatay ekseninde aynı hizada olan ölçüm noktaları arasında belirgin bir ilişkiye rastlanmamıştır. Koltuğun minder konforu ile yaslanma konforunun birbirlerine paralel şekilde arttığı görülmüştür.

Bell, Cardello ve Schutz (2005), çalışmalarında doğal ortam koşullarında sınav performansı ve hissedilen giysi konforu arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sınava başlamadan önce, öğrenciler sınavdaki kendilerine güvenlerini, çalışma saat sayılarını, konfor seviyelerini, giydikleri elbise tipini ve konu ile ilgili diğer değişkenleri oylamışlardır. Doğal ortam koşullarında değerlendirmeler yapıldığı için giysi seçimi için denekler yönlendirilmemiştir. Değerlendirme sonuçları incelendiğinde konfor değerleri ve sınav performansı arasında bir ilişki olduğu görülmüştür. Giyilen kıyafetler ne kadar çok resmi ise deneklerin konfor seviyesi ve sınav sonuçları o kadar düşük çıkmıştır.

Arens, Zhang ve Huizanga (2006), vücudun bazı bölgeleri ve tüm vücutta termal algı ve konfor için uniform çevre şartlarını incelemişlerdir. Bu çalışmada, denekler maruz bırakıldıkları farklı çevre koşullarını, vücudun bazı bölgeleri ve tüm vücut termal algı ve konforu için skalalar yardımı ile subjektif olarak değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonuçları incelendiğinde, vücudun bazı bölgeleri için termal algı ve konforun büyük farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Soğuk şartlarda ellerin ve ayakların vücudun diğer parçalarından daha soğuk hissedildiği, sıcak koşullarda ise başın vücudun diğer parçalarından daha sıcak hissedildiği gözlemlenmiştir. Tüm vücudun algı ve konforunun sıcak bölgede en sıcak bölge algısını ve soğuk bölgede en soğuk bölge algısını izlediği görülmüştür.

Özdil ve ark. (2006), örme kumaşların termal konforu üzerinde iplik numarası, iplik bükümü ve taraklama prosesi gibi iplik özelliklerinin etkisini incelemişlerdir. Farklı özelliklerde çeşitli iplikler kullanılarak, farklı özelliklere sahip 1x1 rib kumaşlar üretilmiştir ve bu kumaşların termal özellikleri ölçülmüştür. Kumaşların

termal direnç, termal absorbtivite ve termal iletkenlik değerleri Alambeta test cihazı ile, su buharı geçirgenliği ise Permetest cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen test sonuçları incelendiğinde, gevşek yapılar yüzünden ince ipliklerden üretilen 1x1 rib kumaşların düşük termal iletkenliğe ve yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip olduğu görülmüştür. 1x1 rib kumaşlarda, iplik bükümü arttığı zaman termal absorbtivite ve su buharı geçirgenliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Yazarlar hem karde hem de penye kumaşlarda, gevşek bir yapı oluşturulduğunda termal absorbtivite değerinin azaldığını ve kumaşın sıcaklık hissi gösterdiğini belirtmektedirler.

Wang, Zhang, Arens ve Huizanga (2006), tüm vücut termal algısı ile vücudun üst uzuvlarının deri sıcaklığının ilişkisini açıklamak için çalışmalar yapmışlardır. Toplam termal algı ve termal konforun belirlenebilmesi için subjektif değerlendirmeler yapılmıştır. Denekler kendilerini sıcak ve hararetili hissettiği zaman 2 K'ya kadar pozitif bir sıcaklık gradiyenti (parmak önkoldan daha sıcak) görülmüştür. Serin ve soğuk hisseden denekler için ise, 8,5 K'ya kadar negatif bir sıcaklık gradiyenti (parmak önkoldan daha soğuk) görülmüştür. Burada sıcaklık gradiyenti belli bir aralıktaki değişimin sıcaklıktaki değişime oranı olarak tanımlanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, tüm vücut termal algısı ile parmak sıcaklığı ve parmak-önkol sıcaklık gradiyenti arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

Luo, Hou, Li ve Wang (2007), giysi konfor modelini tahminlemek için bir Fuzzy Neural Network (FNN) modeli geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmada, ilk olarak bölgesel algı vücut parçalarının deri sıcaklıkları, değişim oranları ve iç sıcaklıkları kullanılarak tahminlenmektedir. Sonra, tüm vücut termal algısı tahminlenmektedir. Modelden elde edilen sonuçlar, Equivalent Homogenous Temperature (EHT) modelinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Bu modelle, bir insanın bölgesel algıları ve tüm vücut algısı, fizyolojik parametrelere göre tahmin edilmiştir.

Vernieuw, Stephenson ve Kolka (2007), yaptıkları çalışmalarında termal konfor (TC), termal algı (TS) ve çevresel stresi değerlendiren subjektif faktörlerin kimyasal koruma giysileri giyerek egzersiz yapan erkeklerde, farklı soğutma metodları ile negatif olarak etkilenip etkilenmediğini belirlemeye çalışmışlardır. Üç farklı soğutma

durumu (sabit, kesikli ve deri sıcaklığı tarafından aktive edilmiş kesikli soğutma) için testler yapılmıştır. Sonuçlar kısmında, TC ve TS değerlerinin deri sıcaklığı ile aktive edilmiş kesikli soğutma ve sabit soğutma için farklı olmadığı, yani katılımcıların benzer hisler hissettiği gözlemlenmiştir. Deri sıcaklığı ile aktive edilmiş kesikli soğutma metodunun, sabit soğutma kadar soğukluk hissi verdiği ve kesikli soğutmadan daha fazla soğukluk hissi verdiği görülmüştür, yani bu soğutma metodunun kişinin algısına dayanan sabit ve kesikli soğutma metotlarına alternatif bir soğutma metodu olduğu söylenebilmektedir.

Lin ve Deng (2008), subtropik bir ortamda, uyku çevresinde bir termal konfor modeli oluşturmak için teorik çalışmalar yapmışlardır. Uyku termal çevresi için, uygulanabilir bir konfor eşitliği, Fanger konfor modeli üzerinden modifikasyonlar yapılarak elde edilmiştir. Uyku çevresi için termal konfor modeli oluşturulurken insan vücudu için ısı dengesi, iç bölgedeki ısı depolanması, deride ısı depolanması, deriden buharlaşan toplam ısı kaybı gibi daha önceden matematiksel olarak ifade edilmiş eşitlikler yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca, Fanger tarafından ASHRAE termal algı skalasına göre bir grup insana uygulanarak elde edilen “Tahmini Ortalama Değer” (PMV) ve “Memnuniyetsizlik Tahmini Oranı” (PPD) değerlerinin hesaplanmasında uyku durumu koşulları için modifiye edilmiştir. Sonuçta, konfor denkleğinin çözümünü veren konfor tablolarının, termal nötral çevre koşullarını belirlemek için kullanılabileceği görülmüştür.

Ho, Fan, Newton ve Au (2008), termal yalıtım ve su buharı direnci gibi termal konfor özelliklerine tişört tasarımının etkisini araştırmışlardır. Çalışmalar sırasında açık ve ağıl stilde on farklı tişört tasarımı yapılmıştır. Bu tişörtlerin termal yalıtım ve su buharı direnci ölçümleri, terleyen manken üzerinden alınmıştır. Sonuçlarda ağıl ve açık stildeki panellerin pozisyonunun toplam termal yalıtımı ve su buharı direncini etkilediği görülmüştür. Tişört tasarımının termal konforla ilişkili olduğu ve termal konfora katkı sağlayabileceği görülmüştür.

Fan ve Tsang (2008), çalışmalarında aktif sporlar boyunca giysi termal konfor duyusu üzerinde giysi termal özelliklerinin etkisini incelemişlerdir. Objektif

ölçümlerin (termal yalıtım, su buharı direnci ve giysi içerisindeki nem birikimi) gerçekleştirilmesinde terleyen manken kullanılmıştır. Subjektif konfor değerlendirmeleri ise, egzersiz öncesi ve sonrası, skalalar yardımı ile denekler tarafından gerçekleştirilmiştir. Subjektif konfor değerlendirmeleri ve terleyen mankenden ölçülen değerler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, egzersizden önceki konfor algısının giysinin termal özellikleri ile ilişkili olmadığı, fakat dokunma algıları ile çok ilişkili olduğu görülmüştür. Egzersizden sonraki konfor algısının ise, giysinin su buharı direnci ve termal mankenden ölçülen giysi içerisindeki nem birikimi ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Jun ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada şapkalar içerisindeki mikroklima ortamı ve subjektif giyim denemelerinde tekstil özelliklerinin etkisini incelemişler ve şapkaların termal konforu ve kumaş özellikleri arasındaki ilişkiyi analiz etmeye çalışmışlardır. Denekler terlemeye başladığı zaman, tekstil özelliklerine göre egzersiz periyodu boyunca şapka içerisindeki mikroklimaların farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Kumaşların su emiciliğinin, mikroklimanın nem ve sıcaklığını oldukça etkilediği, ancak hava geçirgenliği ve su buharı iletiminin mikroklimayı etkilemediği görülmüştür. Şapka içerisinde, 30 ° C ve 33 ° C arasındaki sıcaklıklarda, hislerde bir değişiklik gözlenmezken, 33 ° C'nin üzerindeki sıcaklık derecelerinde, deneklerin kendilerini rahatsız hissetmeye başladığı gözlenmiştir.

Kaplan ve Okur (2009), yaptıkları çalışmada giysi termal konforunun belirlenmesinde kullanılan objektif ölçüm yöntemleri, subjektif değerlendirme yöntemleri ve fizyolojik ölçümleri incelemişlerdir. Çalışma sırasında, sportif giysilik olarak kullanılan bir kumaş grubu kullanılmıştır. Bu kumaş grubunun termal konforunun belirlenebilmesi için, objektif ölçüm sistemi olarak, dinamik terleyen levha ve termal manken kullanılmıştır. Subjektif değerlendirme tekniği olarak ise, önkol testi ve subjektif giyim denemelerinden yararlanılmıştır. Bunların yanı sıra, yine kumaş termal konforu üzerinde etkili olan geçirgenlik, yüzey, optik gözeneklilik, temel fiziksel ve yapısal özellikler de belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, önkol testi sırasında, kişilerin yaptıkları subjektif değerlendirme sonuçları ile deri yüzey sıcaklık düşüşleri arasında herhangi anlamlı bir ilişki

olmadığı, bu hislerin daha çok kumaş yüzey özellikleri ve geçirgenlik özelliklerine bağlı olduğu görülmüştür. Subjektif giyim denemeleri ile incelenen sıcaklık ve ıslaklık hislerinin ise, deri- kumaş arası hava tabakasının sıcaklık değerleri ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Bunların yanı sıra, deri yüzey sıcaklığı ve nabız değerlerinin farklı kumaşlar için herhangi bir fark göstermeyip, mikroklima bağlı nem ve sıcaklık ölçüm sonuçlarının giysi termal konfor performansları arasındaki farkı daha iyi ortaya koyduğu sonucuna varılmıştır.

Oğlakçıoğlu ve ark. (2009), çalışmalarında farklı oranlardaki pamuk ve angora tavşan lifi karışımlarından oluşan örme kumaşların termal özelliklerini araştırmışlardır. Kumaştaki angora tavşan lifi oranının artmasının termal konfor özelliklerini etkilediği çalışma sonucunda gözlemlenmiştir. İplik eğirme metodunun da termal konfor özelliklerini etkilediği görülmüştür. Çalışma sonucunda, kışlık kıyafetlerde yüksek termal yalıtım değerleri ile soğuktan korunmak ve ilk temasta sıcaklık hissi için angora tavşan lifi karışımı kumaş kullanımı tavsiye edilmiştir. Ancak, yüksek su buharı geçirgenliğine ihtiyacı olan yüksek aktivite ürünleri için ise düşük angora tavşan lifi karışım oranına sahip kumaşlar tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

M. H. Shim, Park ve H.S. Shim (2009), çalışmaları sırasında eşofmanların fiziksel ve termofizyolojik performansları üzerinde seramiklerin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, içerisine seramik tozu katılarak ve tekstil materyallerine lamine edilmiş olan hidrofilik poliüretan filmler ile ısı yalıtımlı, su buharı geçirgenliği olan eşofmanlık kumaşlar geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada, termal manken sistemi ile giysi yalıtımı ve buharlaşma direnci ölçülürken, denekler için yapılan dinlenme/egzersiz testleri ile deneklerin konfor algıları ve termofizyolojik algıları üzerinde kumaşlarda kullanılan seramiğin etkisini görmek için subjektif değerlendirmeler yapılması sağlanmıştır. Çalışma sonucunda, film içerisine katılan seramiğin, tekstillerde kızılötesi salım gücünü artırdığı görülmüştür. Tekstil materyallerine lamine edilen filmler içerisine katılan seramiklerin, termal yalıtım değerini azda olsa artırırken, su buharı iletim hızını ve giysinin buhar direncini azalttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, denekler film laminelerine seramik katılmış olan

eşofmanlar giydikleri zaman, mikroklima neminde anlamlı bir fark görülmezken, mikroklima sıcaklığının çok yüksek olduğu görülmüştür. Subjektif değerlendirmeler incelendiğinde ise, bu yeni geliştirilmiş kumaşın etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür.

Chen-Yu ve arkadaşları (2009), yaptıkları çalışmada tekrarlı yıkamalardan sonra, pamuklu ve poliester kumaşların termal konforu üzerinde ev tipi kumaş yumuşatıcı uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sırasında, üç tip kumaş yumuşatıcı uygulama, iki kumaş tipi ve üç tipte yıkama döngüsünü içeren bir deneysel tasarım geliştirilmiştir. Sık kullanılan ev tipi yumuşatıcı uygulamalarından, durulama sırasında yumuşatıcı katılan uygulamalar ve kurutma sırasında yumuşatıcı katılan uygulamalar tercih edilmiştir, bunların yanı sıra çalışmada yumuşatıcı kullanılmadığında oluşan etki de incelenmiştir. Çalışma sonucunda, poliester numunelerinin su buhar iletimi ve hava geçirgenliği üzerinde, hem durulama sırasındaki yumuşatıcı uygulamasının hem de kurutma sırasındaki yumuşatıcı uygulamasının belirgin bir etkisi olmadığı görülmüştür. Pamuk numunelerinde ise, yumuşatıcı uygulamaları farklı sonuçlar göstermiştir. Durulama sırasındaki yumuşatıcı uygulamaları pamuk numunelerinin hava geçirgenliğini belirgin olarak azaltırken, kurutma sırasındaki yumuşatıcı uygulamasında azalma gözlenmemiştir. Tekrarlı yıkamalar da pamuk numunelerinin hava geçirgenliğinin azalmasında büyük bir etkiye sahiptir. Hem durulama sırasındaki yumuşatıcı uygulamaları, hem de kurutma sırasındaki yumuşatıcı uygulamalarının pamuk numunelerinin su buharı iletimini önemli düzeyde azalttığı görülmüştür. Kurutma sırasındaki yumuşatıcı uygulamalarının termal konfor üzerinde, durulama sırasındaki uygulamalardan daha az etkili olmasından dolayı yumuşak bir kumaş tutumuna sahip olmak isteyen tüketiciler için, kurutma aşamasındaki yumuşatıcı uygulamalarının, durulamadakine göre daha iyi bir seçenek olacağı görülmüştür. Ayrıca, kumaş yumuşatıcılarının pamuklu kıyafetleri daha az konforlu yaptığı da elde edilen sonuçlar arasındadır.

Cimilli, Nergis, Candan ve Özdemir (2010), farklı lif tiplerinden yapılmış çoraplarda konforla ilişkili bazı özellikleri incelemişler ve bunların karşılaştırmalı analizlerini yapmışlardır. Çalışmalarında modal, mikromodal, bambu gibi yeni

liflerden elde edilmiş ipliklerle örülmüş çorapların konfor özelliklerini araştırmışlardır ve bunun yanı sıra, pamuk, viskon gibi yaygın olarak kullanılan lifleri de, karşılaştırma yapabilmek için çalışmalarında kullanmışlardır. Bu çalışmada, çoraplarda su buharı transferi, hava geçirgenliği, dikey hidrofilite testi, ıslaklık ve ısı transferi gibi konforla ilişkili özellikler değerlendirilmiştir. Termal direnç ölçümlerini yapmak için, sıcak levha metoduna göre tasarlanmış deneysel bir düzenek tasarlanmıştır. Ölçüm sonuçları incelendiğinde, lif yüzeyi ve kesit özelliklerinden dolayı, bambu ve soya lifli kumaşlarda diğerlerinden daha yüksek termal direnç değerleri elde edildiği görülmüştür. Diğer bir taraftan, kitosan kumaşın mikroliflerden yapılan bir kumaş davranışı gösterdiğinden termal direnç değeri yüksek çıkmıştır. Ayrıca, kitosanın düşük % rutubetinde yüksek yalıtıma sebep olduğu görülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda, lif tipinin konfor özelliklerini açıkça etkilediği görülmüştür.

Brazaitis, Kamandulis, Skurvydas ve Daniuseviciute (2010), yaptıkları çalışmada pamuklu ve poliester kumaşlardan yapılmış olan tişörtleri giyen deneklerin sıcak ve nemli bir çevrede yüksek yoğunluklu egzersizler boyunca ve sonrasında, psikolojik ve fizyolojik cevaplarını araştırmışlardır. Deneklerin egzersize başlamadan önce, egzersiz boyunca ve dinlenme boyunca rektum sıcaklığı, deri sıcaklığı ve kalp hızı ölçümleri alınmıştır. Subjektif değerlendirmeleri almak için termal algı, giysi ıslaklığı ve terleme durumu skalalarından yararlanılmıştır. Bu çalışmada karşılaşılan en ilginç nokta, buharlaşmayı artırmak için tasarlanan poliester kumaşın yüksek yoğunluklu egzersizler boyunca hiçbir termofizyolojik ya da subjektif algı cevabını geliştirememesidir. Bunun yanı sıra, termal algı ve giysi algısının deri ıslaklığı ile ilişkili olduğu düşünülmesine rağmen, bu çalışma sırasında egzersiz boyunca termal algı ve terleme algısı arasında anlamlı hiçbir fark bulunamamıştır. Deneklerin poliester giysiler giydiklerinde, pamuklu giysiler giydikleri zamana göre termal konfor ve terleme konforlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Tişörtlerin teri absorblama yetenekleri ve rektum sıcaklığı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yanı sıra, tişörtlerin teri buharlaştırma yetenekleri ve rektum sıcaklığı arasında dinlenme boyunca ters bir ilişki gözlemlenmiştir. Tişörtlerin teri buharlaştırma

yetenekleri ve giysi ıslaklığı arasında ise, her iki kumaşta da pozitif yönde bir ilişki görülmüştür.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Yapılan çalışmalar sırasında, objektif ölçümler ve subjektif değerlendirmeler için, farklı materyallere, farklı fiziksel özelliklere sahip dokuma ve örme kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşların fiziksel özellikleri Tablo 2.1 ve Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.1’de özellikleri verilmiş olan E4-E9 arasındaki örme kumaşlar ve Tablo 2.2’de özellikleri verilmiş olan K1-K9 arasındaki dokuma kumaşlarda hem önkol testi, hem de objektif ölçümler (dinamik terleyen levha sisteminde termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri, hava geçirgenliği ölçümü, Moisture Management Tester ile yapılan ölçümler) gerçekleştirilmiştir. Bu kumaşlar dışında kalan kumaşlarda ise, sadece hava geçirgenliği ölçümleri ve dinamik terleyen levha sistemi ile, termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri yapılabilmektedir.

K1 ve K9 arasındaki kumaşlar kontrollü olarak üretilen kumaşlardır. Bu kumaşlar için değerlendirmeler yapılırken kumaşlar üç farklı sıklık seviyesine göre değerlendirilmiştir. Sıklık değeri 18 iplik/cm olan kumaşlar sıklık seviyesi 1 grubu, 22 iplik/cm olan kumaşlar sıklık seviyesi 2 grubu ve 26 iplik/cm olan kumaşlar sıklık seviyesi 3 grubu olarak adlandırılmıştır.

Tablo 2.1 İncelenen örme kumaşların fiziksel özellikleri

Kod	Hammadde	Örgü Tipi	Kumaş Gramajı (g/m ²)	Kumaş Kalınlığı (mm)	İplik Numarası (tex)	Sıra-Çubuk Sayısı/cm
E1	%70–30 Poliester- Modifiye Poliester (Coolmax)	Ek–2	237,35	0,828	22	17-12
E2	%52–48 Modifiye Poliester (Coolmax) -Poliester	Suprem	262,80	0,855	17	24 -16
E3	%100 Poliester	Suprem	198,73	0,673	24	21 -16
E4	%70-30 Süt Lifi-Mikroviskon	Suprem	168,80	0,548	20	22 -16
E5	%100 Bambu	Suprem	230,00	0,685	20	24 -15
E6	%90–10 Bambu-Yün	Suprem	173,70	0,493	20	23 -15
E7	%70–30 Soya-Poliester	Lakost (Şardonlu)	156,50	1,050	17	28 -13
E8	%80–20 Soya-Akrilik	Ek–2	359,30	1,500	20	10 -14
E9	%67–33 Poliester-Viskon	Suprem	169,70	0,535	20	22 -14
E10	%40–30–30 Mikrolif Poliester-Angora-PCM	Suprem	259,49	0,885	20	26-16
E11	%80- 20 Pamuk-Angora	1x1 Ribana	145,52	0,775	17	15-10

Tablo 2.2 İncelenen dokuma kumaşların fiziksel özellikleri

Kod	Hammadde	Örgü Tipi	Kumaş Gramajı(g/m ²)	Kumaş Kalınlığı (mm)	Çözü Numarası (tex)	Atkı Numarası (tex)	Çözü – Atkı Sıklığı (iplik adedi/cm)
K1	%100 Pamuk	Bezayağı	148,00	0,037	30	30	36–14
K2	%100 Pamuk	Bezayağı	163,00	0,037	30	30	36–18
K3	%100 Pamuk	Bezayağı	175,00	0,036	30	30	36–22
K4	%100 Pamuk	2/1 Dimi	158,00	0,038	30	30	36–18
K5	%100 Pamuk	2/1 Dimi	171,00	0,038	30	30	36–22
K6	%100 Pamuk	2/1 Dimi	186,00	0,040	30	30	36–26
K7	%100 Pamuk	3/1 Dimi	161,00	0,040	30	30	36–18
K8	%100 Pamuk	3/1 Dimi	186,00	0,041	30	30	36–22
K9	%100 Pamuk	3/1 Dimi	190,00	0,041	30	30	36–26

Tablo 2.2 devamı İncelenen dokuma kumaşların fiziksel özellikleri

Kod	Hammadde	Örgü Tipi/ Kumaş Yapısı	Kumaş Gramajı(g/m ²)	Kumaş Kalınlığı (mm)	Çözü Numarası (tex)	Atkı Numarası (tex)	Çözü - Atkı Sıklığı (iplik adedi/cm)
A1	%100 Pamuk	Düz Kadife	177,70	0,910	12	10	26–38
A2	%100 Pamuk	Fitilli Kadife	129,99	0,564	9	9	27–39
A3	%90-8-2 Pamuk-Kaşmir-Elastan	Fitilli Kadife	263,30	1,180	16	31	39–24
A4	%55-45 Yün-Pamuk	Bezayağı	124,10	0,270	12	20	46–29
A5	%100 Yün	Bezayağı (Ribs efekti verilmiş)	190,58	0,564	29	31	32–27
A6	%100 Yün	Bezayağı/ Şardonlu	265,81	0,877	67	77	24–14
A7	%100 Yün	2/1 Dimi	147,00	0,290	24	15	34–32
A8	%100 Yün	Balıksırtı	131,30	0,320	14	23	45–44
A9	%100 Yün	Bezayağı	132,80	0,300	45	42	26–23
A10	%68-32 Yün-Poliester	2/2 Dimi Balıksırtı	206,02	0,654	30	29	15–14
A11	%100 Poliester	Fantezi Dimi	169,50	0,450	6	16	114–48
A12	%100 Keten	Bezayağı	170,20	0,451	36	37	23–21
A13	%90-10 Kaşmir-İpek	2/2 Panama Dimisi	179,49	0,581	67	50	19–18

2.2 Metot

2.2.1 Kumaşların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Ölçümler

Çalışmada kullanılan kumaşların hammadde, iplik numarası, metrekaire ağırlığı, kalınlık ve sıklıkları ilgili standartlara uygun olarak belirlenmiştir.

Kumaş kalınlığı, TS 7128 EN ISO 5084 standardına göre ölçülmüştür. Kalınlık ölçümleri, 5 g/cm²’lik bir basınç altında James Heal R&B Kumaş Kalınlık Ölçeri’nde gerçekleştirilmiştir.

Kumaş metrekaire ağırlığı ölçümleri TS EN 12127 standardına göre yapılmıştır. Dokuma kumaşlarda iplik numarası TS 255 ve örme kumaşlarda TS EN 14970 standardına göre belirlenmiştir. Dokuma kumaşlarda atkı ve çözgü sıklığı TS 3328 ISO 4602 standardına göre, örme kumaşlarda sıra sayısı ve çubuk sayısı TS EN 14971 standardına göre belirlenmiştir..

2.2.2. Kumaşların Subjektif Termal Konfor Değerlendirmeleri

Bu çalışma sırasında, kumaşların kişilerde oluşturduğu soğukluk ve ıslaklık hislerinin incelenmesi için önkol (forearm) testi uygulanmıştır. Çalışmalar sırasında, kişilere yöntemle ilgili ön bir bilgilendirme yapılmış olup önceden oluşturulan çevre şartlarına bağlı olarak kişilerde meydana geleceği düşünülen sıcaklık ve ıslaklık hisleri için, Tablo 2.3’te verilen sıcaklık ve ıslaklık skalaları kullanılmıştır.

Önkol testinde, skalalar kullanılırken sıcaklık ve ıslaklık için referans noktalar belirlenmiştir. Kişiler değerlendirmelerini yaparken, bu noktaları temel alarak, karşılaştırmalı olarak kumaşla ilgili sıcaklık ve ıslaklık hislerini belirtmişlerdir.

Önkol testi sırasında kullanılacak olan örme ve dokuma kumaşlara Arçelik 3320 markalı çamaşır makinesinin X programında 85 gram ISO 6330 ECE Non-Phosphate referans deterjanı kullanılarak, 40⁰C’de ev tipi yıkama uygulanmıştır. Önkol testi,

Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Fiziksel Tekstil Muayeneleri Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiş olup, ortam şartları 24 °C sıcaklık ve %45 bağıl nem olarak belirlenmiştir.

Yıkanmış numuneler, önkol testinin yapılacağı ortam şartlarında kondisyonlanmış ve bu kondisyonlanmış ağırlıklarına göre belirlenen fazla sıvı bir şırınga yardımı ile kumaşlara aktarılmıştır. Sıvının kumaş içerisinde homojen bir şekilde dağılımını sağlayabilmek için, üzerlerine fazla sıvı verilen numuneler, hava geçirmez poşetler içerisine konularak, ortam şartlarında 12 saat boyunca kondisyonlanmıştır.

Tablo 2.3 Sıcaklık ve ıslaklık hislerini tanımlamak için kullanılan skalalar (Kaplan,2009)

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

Önkol testinde, 10 x 10 cm boyutlarında kesilmiş ve çevre havası ile dengede bulunan kumaşlar ve bu kumaşlara iki farklı seviyede fazla rutubet eklenerek (%20 ve %40) hazırlanmış numune kumaşlar, alt kolun iç kısmına 15 gramlık bir ağırlık ile birlikte 10 saniye temas ettirilmiştir. Bu süreç içerisinde, kişilerin deri yüzey sıcaklıkları film şeklindeki bir sensör yardımı ile saniyede bir kaydedilmiştir. Kaydedilen deri yüzey sıcaklık değerlerinden yararlanılarak, mevcut deri yüzey sıcaklığı ile temas anındaki deri yüzey sıcaklığı farkı alınarak, sıcaklık düşüş değerleri elde edilmiştir. Test sonrasında, kişilerden kumaşlarla ilgili sıcaklık ve ıslaklık hislerini belirlenen referans nokta ile karşılaştırarak hazırlanan skala yardımıyla tanımlamaları istenmiştir.



Şekil 2.1 Önkol testinin uygulanışı (Kaplan ve Okur, 2009)

Önkol testine 10 kişi katılmış olup, bu kişilerden testten 20 dakika önce gelerek ortam şartlarına uyum sağlamaları istenmiştir. Önkol testi sırasında kullanılan prosedür Kaplan'ın (2009) doktora çalışması sırasında kullanmış olduğu prosedürden yola çıkılarak hazırlanmıştır. Önkol testi sırasında, kişileri bilgilendirmek amacı ile kullanılan prosedür şu şekildedir:

- Kişilerin testten 20 dakika önce, ortama gelerek ortam şartlarına uyum sağlaması gerekmektedir.
- Kişi kolunu, kutudaki açıklığa iç kısmı üste gelecek şekilde yerleştirir.
- Kumaş teması sırasında, deri sıcaklık değişiminin tespiti için, ön kolun iç kısmına film şeklindeki bir sıcaklık sensörü (KIMO KTH 300), medikal bant yardımı ile yapıştırılır.
- Kişilerin kumaşların renk, örgü yapısı gibi özelliklerinden etkilenmemeleri için gözleri bağlanarak yalnızca kumaş teması sırasında ortaya çıkan hislere odaklanmaları istenmiştir.
- 10 x 10 cm boyutundaki numune kumaşların her iki tarafına tutturulmuş 15 gramlık ağırlıklarla, 10'ar saniyelik süreler boyunca, gönüllünün koluna teması gerçekleştirilir.
- Deri-kumaş teması gerçekleşirken, gönüllünün sıcaklık ve ıslaklıkla ilgili hisleri daha önceden açıklanmış skalalar yardımı ile elde edilir. Sıcaklık hissi değerlendirilirken, kolun kumaşla temas etmeden önceki durumu “nötr” olarak kabul edilmiştir. Islaklık hissi değerlendirilirken ise, çevre havası ile denge halindeki kumaş, “kuru” olarak kabul edilmiştir ve %20 ve %40 oranlarında fazla rutubet içeren kumaşların meydana getirdiği ıslaklık hissi

karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir, soğukluk hissi de aynı zamanda değerlendirilmiştir.

2.2.3 Termal Konfora İlişkin Objektif Ölçümler

Ölçümler gerçekleştirilmeden önce, kumaşlar TS EN ISO 139 standardına göre, $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%65 \pm 2$ bağıl nemde, 24 saat boyunca kondisyonlanmıştır.

Hava geçirgenliği ölçümleri, TS 391 EN ISO 9237'ye göre Textest Hava Geçirgenliği Test Cihazı ile yapılmıştır.

Termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri için, Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Konfor Laboratuvarı'nda bulunan, Kaplan ve Okur'un (2010) literatürdeki bir sistemden yola çıkarak tasarlayıp üretmiş olduğu Dinamik Terleyen Levha Sistemi kullanılmıştır.

Bu sistemde, daha önceki çalışmalarda tasarlanan dinamik ölçüm sistemlerinden farklı olarak kumaşın direkt olarak nefes alabilir kumaşla kaplı sıcak levha üzerine yerleştirilmesiyle ve ortamın sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin standartlarda belirtilen değerlerde sabit tutulmasıyla termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri yapılabilmektedir. Sistemde gerçekleştirilen direnç ölçümleri TS EN 31092 standardına göre şu şekilde gerçekleştirilmektedir:

Termal Direnç (R_{ct}): Materyalin ısı akışına karşı dayanımı, yani materyalin yalıtımının göstergesidir. Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının, ısı aktarım yönünde birim alandaki ısı akışına oranı olarak tanımlanabilmektedir. Birimi $\text{m}^2 \text{K/W}$ 'tir.

Termal 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 (Kaplan, 2009).



Şekil 2.2 Dinamik Terleyen Levha Sistemi (Kaplan ve Okur, 2010)

Çıplak levhanın termal direnci hesaplanırken, 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 alınır. Çıplak levhanın termal direnç değeri (7) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır:

$$R_{cr0} = \frac{(T_m - T_a)A}{H} \quad (7)$$

Burada, A ölçme ünitesinin alanı (m^2), H ölçme ünitesinin ısıtma gücüdür (W). Kontrol edilebilen parametreler belirlenen değerlerde (T_m : 35 °C, T_a : 27 °C, hava hızı [v_a]: 0,5 m/s, bağıl nem: % 50) kararlı hale geldikten sonra test kumaşının yerleştirilmesiyle yapılan ölçümlerle kumaşın termal direnci aşağıda gösterildiği gibi hesaplanabilmektedir. Yalnızca kumaşa ait termal direncin belirlenebilmesi için ise toplam direnç değerinden çıplak levhanın termal direncinin çıkarılması gerekmektedir.

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a)A}{H} - R_{cr0} \quad (8)$$

Su Buharı Direnci (R_{et}): Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır. Birimi $m^2 Pa/W$ 'tır

Sıcak levhanın yüzeyi sabit nemde iken, levha (T_m) ve hava (T_a) sıcaklık değerleri eşit ve sabit, ortam havasının hızı (m/s) ve bağıl nem (%) değerleri de ayarlanan değerlerde sabit durumda iken sisteme test kumaşı yerleştirilmeden cihazdan yarım saatlik ölçüm alınır. Bu ölçümlerin ortalaması alınarak çıplak levhanın su buharı direnç değeri (9) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır (Kaplan,2009).

$$R_{et0} = \frac{(p_m - p_a)A}{H} \quad (9)$$

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 hesaplanmaktadır. Kontrol edilebilen parametreler tekstil materyali içerisinde yoğuşma oluşturmayacak değerlere ($T_m = T_a : 35^\circ C$, hava hızı [v_a]: 0,5 m/s, bağıl nem: % 40) ayarlandıktan ve bu değerler sabitlendikten sonra yapılan ölçümlerle test edilen kumaşın su buharı direnci aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır. Yalnızca kumaşa ait su buharı direnç değerinin elde edilmesi için toplam direnç değerinden çıplak levhanın su buharı direncinin çıkarılması gerekmektedir.

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a)A}{H} - R_{et0} \quad (10)$$

Tasarlanan bu sistemde, su buharı direnç değerinin belirlenmesi için nefes alabilir kumaşla kaplı sıcak levha ile kumaş arasındaki hava tabakasının bağıl nemi cihaza ölçüm sırasında ilave edilen bir sıcaklık ve bağıl nem sensörü ile ölçülerek kumaşın

iki tarafında oluşturulan su buharı basınç farkına dayalı olarak hesaplar yapılmıştır. Bu sistemde, TS EN 31092 standardında belirlenen şartlarda ölçümler yapılmakta fakat bu yöntemde çıplak levhanın su buharı direncinin belirlenmesine gerek kalmamaktadır (Kaplan, 2009).

Çalışma sırasında, Nem Tayin Cihazı (Moisture Management Tester (MMT))’nda, AATCC Test Method 195–2009 standardından yola çıkılarak, kumaşın çok yönlü sıvı iletme özelliklerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler, Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde yapılmıştır.

MMT, örme ve dokuma kumaşlardaki sıvı nem miktarının tayin edilmesini ve transfer edilme kapasitesini ölçmektedir. Bu cihazda eşmerkezli alt ve üst sensörler bulunmaktadır, numune kumaş bu iki sensör arasına konularak ölçüm yapılmaktadır. Numune kumaşın üst kısmına önceden belirlenmiş miktarda test sıvısı verilmekte ve bu sıvının kumaş üst yüzeyinden dışa doğru yayılması, alt yüzeyinden dışa doğru yayılması ve üst yüzeyinden alt yüzeyine transferi incelenmektedir.

MMT kumaşların performansını değerlendirirken kumaşları yedi belli başlı tipe (su geçirmez kumaş, su çekmeyen kumaş, nem tayin kumaşı...) ayırmakta ve böylece kumaşlardaki nem tayinini yorumlamaya yardımcı olmaktadır.



Şekil 2.3 MMT (Nem Tayin Cihazı) (<http://www.sdlatlas.com/product/203/MMT-Moisture-Management-Tester>, 2010)

Nem Tayin Cihazı'nda gerçekleştirilebilen ölçümler şunlardır:

- Islanma süresi (Alt ve üst) : Kumaşın alt ve üst yüzeylerinin test başladıktan sonra sırayla ıslanmaya başlaması olarak saniye cinsinden tanımlanmaktadır.
- Emilim oranı (Alt ve üst) : Kumaşın alt ve üst yüzeylerinin sıvının pompalanma süresi içinde ortalama emiş kabiliyetidir. Birimi %/sn'dir.
- Maksimum ıslak daire çevresi (Alt ve üst) : Alt ve üst yüzeydeki maksimum ıslak halkayı tanımlamaktadır.
- Islanma hızı (Alt ve üst) : Merkezden maksimum ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızıdır. Birimi mm/sn.'dir.
- Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi: Kumaşın iki yüzü arasındaki kümülatif nem miktarı farkıdır.
- Tüm nem tayin kapasitesi: Sıvı nemin kumaştaki tüm aktarım kapasitesini göstermektedir ve alt kısımdaki nem Emilim oranı, tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi ve alt kısımdaki nem kuruma hızı performans durumlarını içermektedir.

2.3 İstatistiksel Analiz

Çalışmalar sırasında, kumaşların fiziksel özelliklerine ilişkin metrekaare ağırlığı ve kalınlık değerleri, termal konforun belirlenmesinde etkili olan parametreler olan termal direnç, su buharı direnci, hava geçirgenliği, kumaştan sıvı Emilim hızı gibi objektif ölçüm sonuçları ve önkol testi ile elde edilmiş olan subjektif değerlendirme verileri ve fizyolojik ölçümler SPSS 11.0 istatistiksel paket programı kullanılarak çeşitli istatistiksel metotlar ile değerlendirilmiştir. Yapılan tüm istatistiksel testlerin sonuçları değerlendirilirken %95'lik güven seviyesi dikkate alınmıştır.

Çalışmada kullanılan örme kumaşlar kontrollü olarak üretilmediği için gerçekleştirilen varyans analizlerinde kumaş tipi göz önünde bulundurularak değerlendirmeler yapılmıştır. Dokuma kumaşlar ise, atkı sıklığı ve örgü tipi değiştirilerek kontrollü olarak üretildiğinden, sıklık seviyesi aynı olan kumaşların kendi arasında, örgü tipi açısından bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Ayrıca, örgü tiplerine göre sıklığın ortalamalar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka yol

açıp açmadığı da incelenmiştir ($p<0,05$). Bu inceleme sırasında, bezayağı kumaşlar kendi içerisinde sıklıklarına göre tek yönlü olarak değerlendirilirken, sıklık değerleri aynı olan 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda değerlendirmeler hem örgü tipi hem de sıklık değişimine göre iki yönlü olarak yapılmıştır. Tek ve iki yönlü varyans analizi tabloları Ek-4'te verilmiştir.

Elde edilen subjektif verilerin değerlendirilmesinde parametrik olmayan analiz metotları kullanılmıştır. Subjektif değerlendirmeleri yapan kişiler arasındaki uyum Kendall-W testi ile incelenmiştir. Bu metot, k bağımlı örneğin aynı popülasyondan alınmış rasgele örnekler olduğu varsayımını test etmektedir. W testi, aynı zamanda n birimlik bir grubun t işlem için puanları arasında uyumluluk olup olmadığını test etmek ve n değerlendirici, gözlemci yada teknisyenin t farklı fenomeni değerlendirmelerindeki uyumluluklarını test etmek için de kullanılmaktadır (Özdamar, 2004).

Kişiler arasındaki uyum analiz edildikten sonra, tek yönlü varyans analizinin parametrik olmayan karşılığı olan Kruskal-Wallis (K-W) testi kişilerin vermiş olduğu subjektif cevaplara uygulanmıştır. Bu test, k bağımsız örneğin, benzer ortanca değerli toplumların rasgele örnekleri olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. K-W testi uygulamak için, verilerin en azından yaklaşık aralıklı/aralıklı bir ölçekle saptanmış olması ve sürekli herhangi bir dağılımdan rasgele çekilmiş örnekler olması gerekmektedir. Gerçek gözlem değerleri yerine sıralama puanları kullanılarak test uygulanmaktadır (Özdamar, 2004).

K-W testi sonuçlarına göre, subjektif verilere bağımsız iki örneklem testinin parametrik olmayan alternatifi olan Mann-Whitney U testi uygulanarak, hangi kumaşlar arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Mann Whitney U testi, n_1 ve n_2 hacimli bağımsız iki örneğin aynı medyanlı popülasyonlardan alınmış rasgele örnekler olup olmadığını test etmektedir. Bu testte gerçek gözlemler yerine, sıralama puanları kullanılmaktadır (Özdamar, 2004).

Objektif ölçüm sonuçları arasındaki ilişkiyi görmek için, Pearson Korelasyon Katsayıları hesaplanmıştır.. Subjektif veriler ile objektif ölçüm verileri arasındaki ilişkiyi görmek için ise Spearman Sıralama Korelasyon Katsayısı kullanılmıştır. Spearman Korelasyon Katsayısı, yaklaşık aralıklı/aralıklı ölçeklerle elde edilmiş, normal dağılım varsayımı ve veri çiftleri arasında doğrusal bir bağıntının olduğu varsayımını gerektirmeyen veri çiftlerinde X ve Y arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile kullanılmaktadır (Özdamar, 2004).

BÖLÜM ÜÇ

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, çalışmalar sırasında elde edilen objektif ölçüm sonuçları ve subjektif değerlendirme sonuçları verilerek, bu bulguların arasındaki ilişkiler ve konfor üzerindeki etkileri incelenmiştir.

3.1 Subjektif Değerlendirme Sonuçları

Çalışma sırasında, farklı fazla rutubet oranlarına sahip kumaşların kişilerde oluşturduğu ıslaklık ve soğukluk algılarını belirlemek için, kişilere bir subjektif değerlendirme yöntemi olan önkol testi uygulanmıştır. Önkol testi uygulanırken ayrıca sensör yardımı ile kişilerin saniye saniye deri yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür.

Önkol testi sonucunda hesaplanan deri yüzey sıcaklık düşüşleri, kumaşların fiziksel özellikleri, konforu etkilediği düşünülen diğer parametreler ve kumaşların teması sırasında kişilerde oluşan soğukluk ve ıslaklık algılarından elde edilen subjektif veriler birlikte değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar tablolar halinde verilmiştir.

Önkol testi uygulanan kişiler arasındaki uyumun kontrol edilmesi amacıyla kişilerin kumaşlara verilen fazla rutubet miktarlarına göre vermiş oldukları cevaplara Kendall-W testi uygulanmıştır.

Tablo 3.1 Kendall- W testi sonuçları

	Soğukluk Hissi			Islaklık Hissi		
	%0 Fazla Rutubet	%20 Fazla Rutubet	%40 Fazla Rutubet	%0 Fazla Rutubet	%20 Fazla Rutubet	%40 Fazla Rutubet
W	0,300	0,414	0,283	0,329	0,227	0,248
(p)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)

Bu test sonucuna göre, kişilerin test sırasında kullanılan farklı fazla rutubet oranlarına sahip kumaşlar için vermiş oldukları cevapların hem soğukluk hissi hem de ıslaklık hissi için uyumlu olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Önkol testi ile kişilerin farklı fazla rutubet oranına sahip kumaşların teması sırasında soğukluk ve ıslaklık algıları için vermiş oldukları cevaplar beş noktalı skalaya kaydedilmiş ve bu skala üzerindeki terimlerin puanlandırmasına göre cevaplar sayısal verilere dönüştürülmüştür. Elde edilen veriler Tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Önkol testi sırasında kişilerin koluna kumaş temas ettirildiği anda, bir sensör yardımı ile deri yüzey sıcaklıkları ölçülmüş ve böylece kişilerin koluna kumaş temas ettiğinde oluşan deri yüzey sıcaklık düşüşleri hesaplanmıştır. Tablo 3.3’te farklı fazla rutubet miktarına sahip kumaşlar kişilerin koluna temas ettirildiğinde meydana gelen deri yüzey sıcaklık düşüşleri verilmiştir.

Tablo 3.2 Önkol testi sırasında kişilerin koluna kumaş temas ettiğinde elde edilen soğukluk ve ıslaklık hissi değerlendirme sonuçları

Kumaş Kodu	Soğukluk Hissi Değerlendirme Sonuçları			Islaklık Hissi Değerlendirme Sonuçları		
	%0 Fazla Rutubet	%20 Fazla Rutubet	%40 Fazla Rutubet	%0 Fazla Rutubet	%20 Fazla Rutubet	%40 Fazla Rutubet
	Ort. Std.Sapma	Ort. Std.Sapma	Ort. Std.Sapma	Ort. Std.Sapma	Ort. Std.Sapma	Ort. Std.Sapma
E4	2,90	1,60	1,70	1,40	2,40	2,50
	0,74	0,70	0,95	0,70	0,84	0,71
E5	3,00	1,70	1,30	1,40	2,70	2,90
	0,94	0,67	0,48	0,51	0,82	0,74
E6	3,20	2,50	2,20	1,30	2,00	2,60
	0,79	0,97	0,92	0,48	0,82	1,07
E7	2,80	1,90	2,10	1,20	2,00	2,30
	0,92	0,57	0,57	0,42	0,47	0,67
E8	2,70	1,90	1,70	1,40	2,50	3,10
	1,25	0,88	1,06	0,70	0,97	0,57
E9	3,00	2,70	2,00	1,20	2,10	2,60
	0,94	0,82	0,67	0,63	0,57	1,17
K1	2,80	2,00	1,50	1,00	2,00	2,70
	0,79	0,47	0,53	0	0,47	0,82
K2	3,20	2,10	1,50	1,10	2,30	3,20
	0,63	0,88	0,65	0,31	0,67	0,79
K3	3,40	1,90	1,30	1,20	2,60	3,20
	0,84	1,20	0,48	0,42	0,70	0,79
K4	3,40	2,00	1,60	1,10	2,00	2,70
	0,84	0,94	0,52	0,32	0,57	0,67
K5	3,00	1,90	1,60	1,40	2,60	3,10
	0,67	0,57	0,70	0,51	0,70	0,74
K6	3,30	1,60	1,50	1,30	2,80	2,90
	0,67	0,52	0,71	0,48	0,42	0,88
K7	3,00	1,90	1,80	1,20	2,40	3,10
	0,94	0,88	0,79	0,42	0,52	0,74
K8	3,40	1,70	1,60	1,20	2,50	3,00
	0,70	0,67	0,70	0,42	0,53	0,67
K9	3,30	2,00	1,60	1,20	2,30	2,80
	0,82	0,67	0,70	0,42	0,48	0,92

Tablo 3.3 Önkol testi sırasında farklı fazla rutubet oranlarına sahip kumaşlar için elde edilen deri yüzey sıcaklık düşüşleri

Kumaş Kodu	Sıcaklık Düşüşü		
	Kuru	%20 Rutubet	%40 Rutubet
	Ort.	Ort.	Ort.
	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma
E4	0,236	1,260	1,536
	0,07	0,17	0,26
E5	0,379	1,446	1,658
	0,18	0,20	0,31
E6	0,234	1,276	1,500
	0,07	0,18	0,22
E7	0,230	1,264	1,422
	0,08	0,11	0,11
E8	0,340	1,433	1,639
	0,15	0,18	0,23
E9	0,293	1,310	1,496
	0,13	0,14	0,18
K1	0,271	1,386	1,594
	0,10	0,24	0,37
K2	0,213	1,245	1,453
	0,05	0,13	0,22
K3	0,212	1,272	1,421
	0,06	0,15	0,24
K4	0,255	1,307	1,507
	0,07	0,15	0,20
K5	0,216	1,238	1,447
	0,05	0,07	0,24
K6	0,221	1,234	1,368
	0,07	0,16	0,22
K7	0,230	1,258	1,465
	0,07	0,13	0,21
K8	0,198	1,219	1,454
	0,04	0,14	0,31
K9	0,229	1,257	1,474
	0,06	0,14	0,31

Farklı fazla rutubet oranlarına sahip dokuma ve örme kumaşların oluşturduğu soğukluk ve ıslaklık algıları arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını görmek için, kişilerin vermiş oldukları cevaplara tek yönlü varyans analizinin parametrik

olmayan karşılığı olan Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Bu test sonuçları incelendiğinde, hem dokuma hem örme kumaşlarda ıslaklık algısı için kişilerin vermiş olduğu cevaplar arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Buna karşın, soğukluk algısı bakımından dokuma kumaşlar arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiş olsa da, %20 fazla rutubete sahip olan örme kumaşlar için yapılmış olan subjektif soğukluk hissi değerlendirmeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). Ortaya çıkan bu anlamlı farktan yola çıkılarak, kumaşlar arasındaki ikili karşılaştırmaların yapılması için kumaşlara bağımsız iki örneklem testinin parametrik olmayan alternatifi Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Bu test sonucuna göre, ikili olarak karşılaştırılan kumaşlar için istatistiksel olarak anlamlı farka sahip olan kumaşlara ($p<0,05$) Tablo 3.4'te yer verilmiştir.

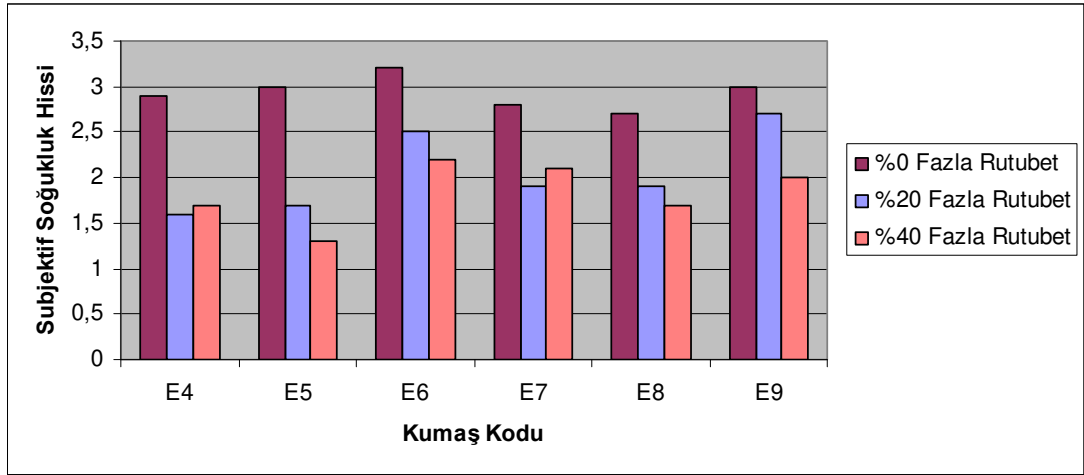
Tablo 3.4 Subjektif soğukluk hissi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farka sahip kumaşlar

Kumaş Kodu	Subjektif Soğukluk Hissi Değerlendirmeleri (% 20 fazla rutubet)
E4	E6, E9
E5	E9
E6	E4
E7	E9
E8	E9
E9	E4, E5, E7, E8

Farklı fazla rutubet oranına sahip kumaşlar kişilerin koluna temas ettirildiği anda kişilerde oluşan soğukluk algılarının değişimi örme kumaşlar için Şekil 3.1'de, dokuma kumaşlar için ise, Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Beklenildiği gibi, genellikle kumaştaki fazla rutubet miktarı arttıkça, kişilerin subjektif soğukluk hissinde bir artış olmuştur (skala değerlerinde azalma olmuştur).

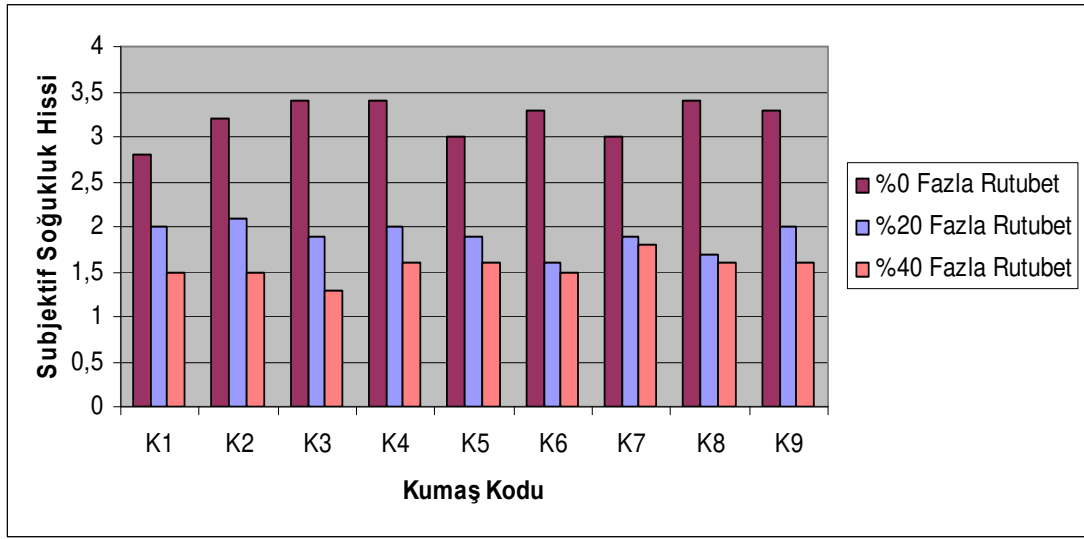
Şekil 3.1 incelendiğinde, süt lifi-mikroviskon karışımlı E4 kumaşında ve soya-poliester karışımlı E7 kumaşında fazla rutubet miktarı %20'den %40'a çıkarıldığında, diğer kumaşların aksine soğukluk hissinde artma yerine bir azalma gözlenmiştir. Bu durumun, gramajı diğer kumaş tiplerinden düşük olan bu kumaşlar kişilerin koluna teması ettiğinde, kişilerin on saniye gibi kısa bir sürede bu kumaşları

tam olarak algılayıp ayırt edememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çevre havası ile dengede olan kumaşlar incelendiğinde, en yüksek soğukluk hissini soya-akrilik karışimli E8 kumaşının oluşturduğu görülmüştür. Soğukluk hissini bu kumaşta yüksek çıkmasının sebebi olarak, kumaş kalınlığının diğer kumaşlardan daha yüksek olması ve buna bağlı olarak kumaş kişilerin koluna temas ettiğinde oluşturmuş olduğu basıncın daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, kumaş yapısında bulunan akriliğinde sıcak havalarda serin tutma özelliği olduğu bilinmektedir. %20 ve %40 fazla rutubet miktarına sahip kumaşların subjektif soğukluk hissi değerlendirmeleri incelendiğinde ise, en yüksek soğukluk hissini %100 bambu kumaşın oluşturduğu görülmüştür.



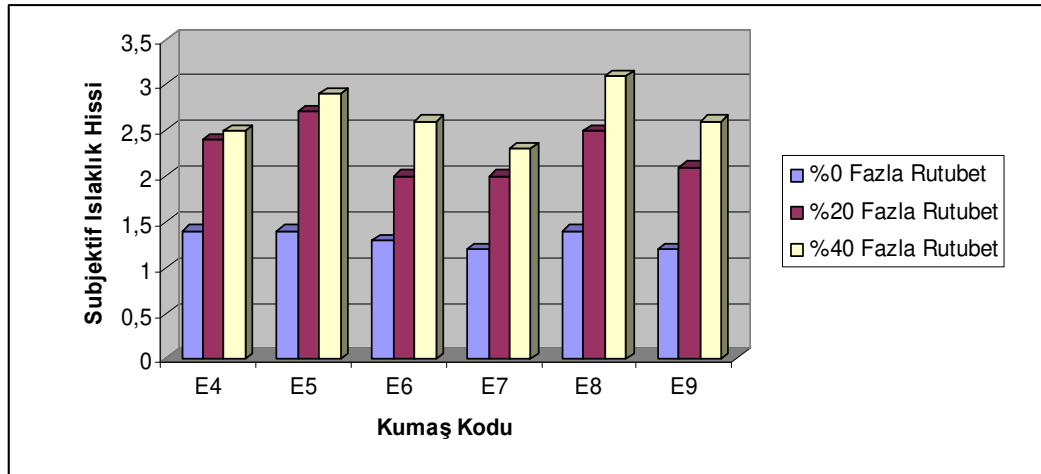
Şekil 3.1 Örme kumaşlarda fazla rutubet miktarına bağlı subjektif soğukluk hissi değerlendirmeleri

Şekil 3.2’de kontrollü olarak üretilmiş olan dokuma kumaşlardaki subjektif soğukluk hissi değerlendirmeleri incelendiğinde, %40 fazla rutubet oranına sahip kumaşlarda, bezayağı örgü tipinde dokunmuş kumaşların (K1, K2 ve K3) kişilerde oluşturmuş olduğu soğukluk hissini genel olarak 2/1 dimi (K4, K5 ve K6) ve 3/1 dimi (K7, K8 ve K9) örgü tipinde dokunmuş kumaşlardan daha fazla olduğu görülmüştür. Aynı şekilde, %40 fazla rutubete sahip 2/1 dimi kumaşların da 3/1 dimi kumaşlardan daha yüksek soğukluk hissi oluşturduğu görülmüştür.



Şekil 3.2 Dokuma kumaşlarda fazla rutubet miktarına bağlı subjektif soğukluk hissi değerlendirmeleri

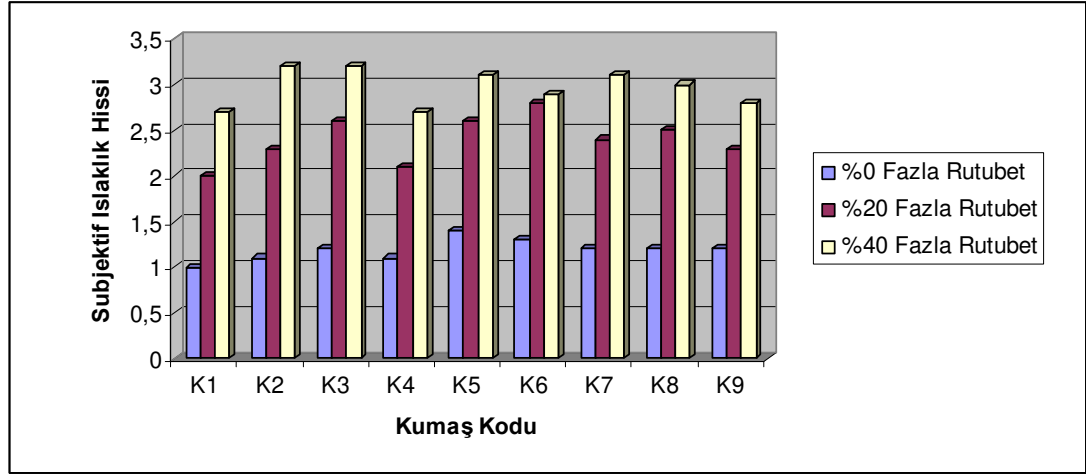
Farklı fazla rutubet oranına sahip kumaşların kişilerin koluna teması sırasında kişilerde yaratmış olduğu ıslaklık hissi değerlendirmeleri örme kumaşlar için Şekil 3.3'te, dokuma kumaşlar için ise Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.3 Örme kumaşlarda fazla rutubet miktarına bağlı subjektif ıslaklık hissi değerlendirmeleri

Skalaya göre değer arttıkça, ıslaklık hissi artmaktadır buna göre Şekil 3.3 incelendiğinde, %20 fazla rutubete sahip kumaşlar içerisinde, %100 bambu E5 kumaşının kişilerde en yüksek ıslaklık algısına sebep olduğu görülmektedir. %40 fazla rutubete sahip kumaşların oluşturduğu ıslaklık algısı incelendiğinde ise, soya-

akrilik karışumlu E8 kumaşı ve %100 bambu E5 kumaşının kişilerin yapmış olduğu puanlandırmada en yüksek ıslaklık değerini aldığı görülmektedir.



Şekil 3.4 Dokuma kumaşlarda fazla rutubet miktarına bağlı subjektif ıslaklık hissi değerlendirmeleri

Şekil 3.4 incelendiğinde, %20 fazla rutubete sahip olan bezayağı ve 2/1 dimi kumaşlarda sıklık arttıkça kumaşlardaki ıslaklık hissinin de arttığı görülmüştür. Buna karşılık, %40 fazla rutubet oranına sahip olan kumaşlarda, örgü tipi ya da sıklık açısından bu kadar belirgin bir artış ya da azalma gözlenmemiştir.

3.2 Termal Konforu Etkileyen Parametrelerin Objektif Ölçüm Sonuçları

Kumaşların termal konforunu etkilediği düşünülen parametrelerden termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri tüm kumaş tipleri için yapılmış olup, ölçümler dinamik terleyen levhada gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra, subjektif değerlendirmeler için seçilmiş olan kumaş grubunun, MMT’de ıslanma süresi, ıslanma hızı, maksimum ıslak daire çevresi gibi konforu etkileyen nemle ilgili özellikleri belirlenmiştir.

3.2.1 Hava Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları

Tablo 3.5’te kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları görülmektedir. Deneme kapsamındaki örme kumaşların hava geçirgenliği değerleri 349–1866 mm/s,

pamuklu dokuma kumaşların hava geçirgenliği değerleri ise, 135–497 mm/s arasında değişmektedir.

Tablo 3.5 Kumaşlarda hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Kumaş Kodu	Hava Geçirgenliği (mm/s)	Kumaş Kodu	Hava Geçirgenliği (mm/s)
	Ort. Std.Sapma		Ort. Std.Sapma
E4	349	K1	497
	38,32		28,16
E5	416	K2	273
	31,58		25,09
E6	1049	K3	160
	23,91		11,32
E7	1866	K4	465
	107,95		23,51
E8	779	K5	255
	96,40		12,94
E9	894	K6	135
	28,97		6,48
		K7	440
			32,85
		K8	241
			29,73
		K9	188
			10,12

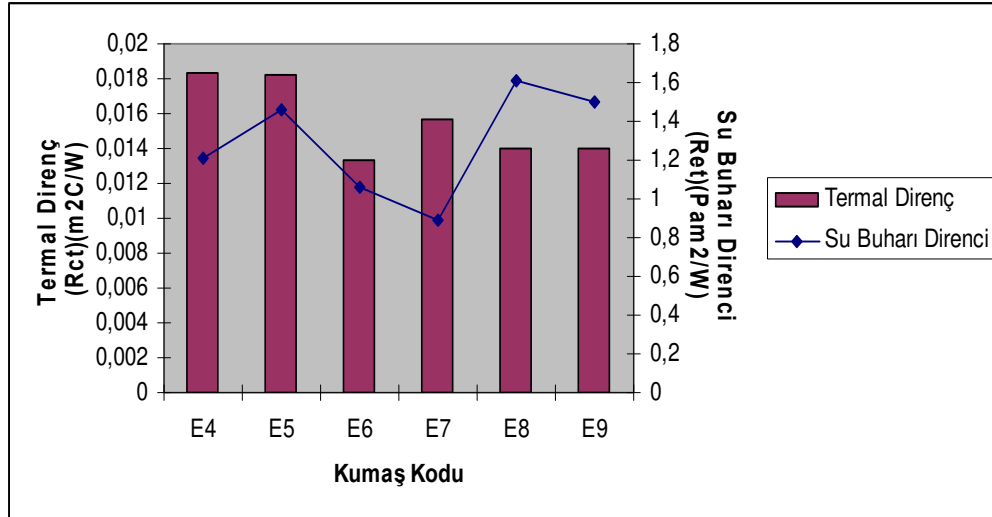
3.2.2 Dinamik Terleyen Levha Ölçüm Sonuçları

Dinamik terleyen levhada kumaşların termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Termal direnç ve su buharı direnci ölçüm sonuçları örme kumaşlar için Tablo 3.6’da ve dokuma kumaşlar için Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

Tablo 3.6 Örme kumaşlarda dinamik terleyen levhada ölçülen termal direnç ve su buharı direnci ölçüm sonuçları

Kumaş Kodu	Su Buharı Direnci (R_{et}) (Pam^2/W) (Ort.)	Std. Sapma	Termal Direnç (R_{ct}) ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$) (Ort.)	Std. Sapma
E4	1,212567	0,257239	0,018295	0,001000
E5	1,458313	0,259849	0,018264	0,001090
E6	1,063140	0,153365	0,013347	0,000345
E7	0,885383	0,296089	0,015713	0,000790
E8	1,606523	0,087463	0,014039	0,000562
E9	1,499103	0,218058	0,014002	0,002929

Örme kumaşların termal direnç ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının, kumaş tiplerine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Şekil 3.5'te, örme kumaşlarda su buharı direnci ve termal direnç ölçüm sonuçları grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.5 Örme kumaşlarda su buharı direnci ve termal direnç ölçüm sonuçları

Örme kumaşların termal direnç değerleri incelendiğinde en yüksek termal direnç değerlerine süt lifi-mikroviskon karışımı E4 kumaşı ve %100 bambu E5 kumaşında rastlanırken, en düşük termal direnç değeri bambu-yün karışımı E6 kumaşında gözlenmiştir.

Örme kumaşların su buharı direnci değerleri incelendiğinde ise, en yüksek su buharı direnci değerini soya-akrilik karışımı E8 kumaşı alırken, en düşük su buharı direnci değerini soya-poliester karışımı E7 kumaşının aldığı gözlenmiştir. Hem en yüksek hem de en düşük su buharı direnci değeri, soya lifi karışımı kumaşlarda gözlenmiştir. Bu durumun, kumaş yapısında bulunan diğer liflerin su buharı direncine etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dokuma kumaşlarda termal direnç ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarına Tablo 3.7’de yer verilmiştir.

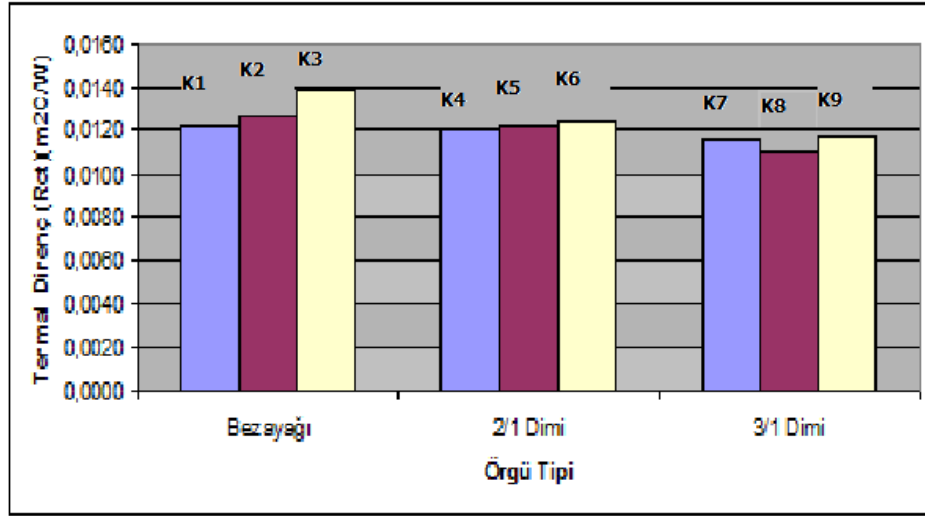
Tablo 3.7 Dokuma kumaşlarda dinamik terleyen levha ile ölçülen termal direnç ve su buharı direnci ölçüm sonuçları

Kumaş Kodu	Su Buharı Direnci (R_{et}) (Pam^2/W) (Ort.)	Std. Sapma	Termal Direnç (R_{ct}) ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$) (Ort.)	Std. Sapma
K1	2,451587	0,299457	0,012134	0,001123
K2	2,728476	0,222999	0,012586	0,000372
K3	2,866689	0,101623	0,013778	0,000253
K4	2,670005	0,107560	0,011974	0,001154
K5	2,756658	0,229347	0,012148	0,000732
K6	3,395691	0,065533	0,012337	0,000286
K7	2,413462	0,242052	0,011537	0,001289
K8	2,666460	0,152720	0,010980	0,001038
K9	3,185299	0,223296	0,011672	0,000539

Dokuma kumaşlarda örgü tiplerine göre aynı sıklık değerine sahip olan kumaşlar arasında istatistiksel olarak bir fark olup olmadığını görmek için, kumaşlar sıklık seviyelerine göre üç tipe ayrılmıştır. Bezayağı, 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tiplerinde atkı sıklığı 18 iplik/cm olan grup (K2, K4 ve K7) sıklık seviyesi 1, atkı sıklığı 22 iplik/cm olan grup (K3, K5 ve K8) sıklık seviyesi 2 ve atkı sıklığı 26 iplik/cm olan grup (K6 ve K9) sıklık seviyesi 3 olarak belirlenmiştir. Sıklık seviyesi 1 ve 3 olan gruptaki kumaşların termal direnç değeri ortalamaları arasında örgü tipi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmazken, sıklık seviyesi 2 olan kumaşların termal direnç ortalamaları arasında örgü tipi için anlamlı bir fark görülmüştür ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda, termal direnç ortalamalarının atkı sıklığı ile anlamlı bir fark gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Kontrollü olarak üretilen ve sıklık değerleri aynı olan 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tipinde dokunan kumaşlarda termal direnç değeri ortalamalarının atkı sıklığı ile anlamlı fark gösterip göstermediği incelendiğinde ise, ortalamaların atkı sıklığı için birbirlerinden önemli düzeyde farklı olmadığı görülmüştür ($p<0,05$).

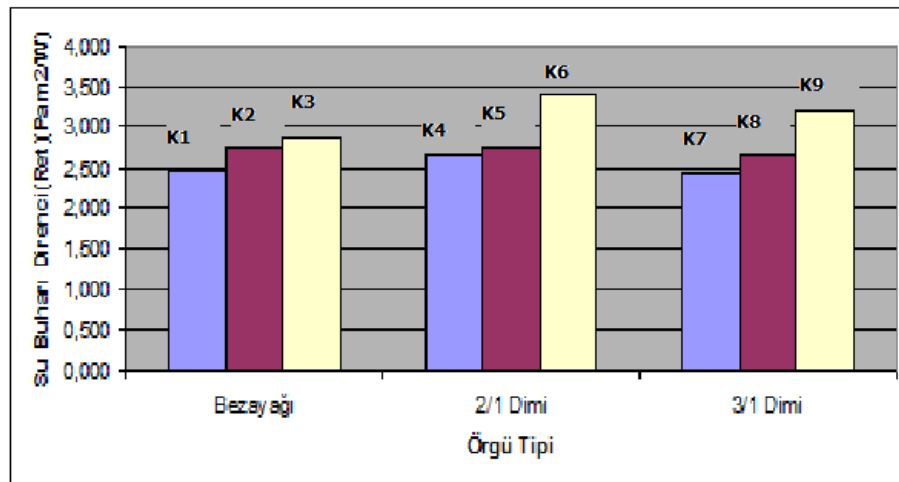
Su buharı direnci değeri ortalamalarının dokuma kumaşlarda sıklık seviyelerine göre kumaş grupları arasında örgü tipi açısından anlamlı fark olup olmadığı incelendiğinde, aynı sıklık seviyesine sahip kumaşların su buharı direnci değerleri ortalamaları arasında örgü tipi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda, su buharı direnci ortalamalarının atkı sıklığı ile anlamlı düzeyde bir fark göstermediği gözlenmiştir ($p<0,05$). Kontrollü olarak üretilen ve gerçekleştirilen 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda ise, atkı sıklığı değişimi ile su buharı direnci değeri ortalamaları arasında anlamlı düzeyde bir fark olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Şekil 3.6'da dokuma kumaşların termal direnç ve Şekil 3.7'de su buharı direnci değerleri görülmektedir. Şekilde gösterilen atkı sıklığı değerleri, bezayağı örgü tipinde dokunmuş kumaşlar olan K1, K2 ve K3 kumaşı için sırasıyla 14,18 ve 22 iplik/cm iken; 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tipinde dokunmuş olan kumaşlardan K4 ve K7 kumaşında 18, K5 ve K8 kumaşında 22 ve K6 ve K9 kumaşında 26 iplik/cm'yi ifade etmektedir (Çözümlü sıklığı tüm kumaş tiplerinde 36 iplik/cm'dir).



Şekil 3.6 Dokuma kumaşlarda termal direnç ölçüm sonuçları

Şekil 3.6 incelendiğinde, bezayağı ve 2/1 dimi olarak dokunmuş kumaş tiplerinde sıklık arttıkça, termal direnç değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Buna karşın, 3/1 dimi kumaşta sıklığa bağlı olarak belirgin bir artış ya da azalma görülmemiştir. Örgü tipleri incelendiğinde ise, bezayağı kumaşlarda elde edilen termal direnç değerlerinin, diğer dimi örgü tipi ile dokunmuş kumaşlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. 2/1 dimi kumaşlarda termal direnç değerleri ise, 3/1 dimi kumaşlara göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 3.7 Dokuma kumaşlarda su buharı direnci ölçüm sonuçları

Şekil 3.7’de verilen dokuma kumaşların su buharı direnç ölçümleri incelendiğinde tüm örgü tipleri için, sıklık arttıkça su buharı direncinin arttığı görülmektedir.

3.2.3 MMT Ölçüm Sonuçları

MMT, örme ve dokuma kumaşlardaki sıvı nem miktarının tayin edilmesini ve transfer edilme kapasitesini ölçmektedir. MMT’de ölçümleri gerçekleştirilen materyaller ölçülen özelliklerin ortalamalarına göre, cihaz tarafından beşli skalada değerlendirilmektedir. Cihazın yapmış olduğu değerlendirmeler için, ölçüm sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Tablo 3.8’de gösterilmektedir.

Tablo 3.9’da MMT’de ölçümleri gerçekleştirilen örme kumaşların, Tablo 3.10’da ise dokuma kumaşların ölçüm sonuçları görülmektedir. Ölçümleri gerçekleştirilen örme ve dokuma kumaşlar için cihaz tarafından yapılan puanlamalar ise Tablo 3.11’de gösterilmektedir.

Tablo 3.8 MMT ölçüm sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri

		Skala				
		1	2	3	4	5
Islanma Süresi (sn)	üst	≥ 120	20-119	5-19	3-5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	≥ 120	20-119	5-19	3-5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Emilim Oranı(%/sn)	üst	0-9	10-29	30-49	50-100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0-9	10-29	30-49	50-100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Maksimum Islak Daire Çevresi(mm)	üst	0-7	8-12	13-17	18-22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0-7	8-12	13-17	18-22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı
Islanma Hızı (mm/sn)	üst	0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Kümülatif Tek Yönlü Taşıma Endeksi(%)		<-50	-50-99	100-199	200-400	>400
		çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel
Tüm Nem Tayin Kapasitesi		0,00-0,19	0,20-0,39	0,40-0,59	0,60-0,80	>0,80
		çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel

Tablo 3.9 Örme kumaşların MMT ölçüm sonuçları

Kumaş Kodu	Islanma Süresi (üst)(sn.)	Islanma süresi (alt)(sn.)	Emilim oranı (üst) (%/sn.)	Emilim oranı (alt) (%/sn.)	Maksimum ıslak daire çevresi (üst) (mm)	Maksimum ıslak daire çevresi (alt) (mm)	Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi(%)	Tüm nem tayin kapasitesi
	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.
	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma
E4	16,278	15,684	79,926	90,435	21,000	18,000	1,422	1,761	90,923	0,435
	3,556	2,387	27,569	21,023	5,477	2,738	0,551	0,755	45,283	0,127
E5	7,300	7,237	59,434	56,945	15,000	14,000	1,630	1,590	114,963	0,362
	1,169	1,161	1,770	3,333	0	2,236	0,146	0,211	29,576	0,035
E6	8,231	8,297	86,948	89,619	17,000	16,000	2,188	2,851	137,491	0,581
	1,702	1,733	8,181	9,918	4,472	2,236	0,413	0,175	26,289	0,041
E7	7,096	6,965	66,837	78,088	25,000	25,000	4,134	4,665	208,427	0,720
	2,525	2,471	19,397	19,328	0	0	0,975	0,376	34,721	0,056
E8	6,215	6,618	48,958	39,757	13,000	13,000	1,724	1,663	139,062	0,348
	1,560	1,781	12,644	4,740	2,738	2,738	0,502	0,451	16,626	0,047
E9	6,165	6,165	62,397	80,067	25,000	23,000	4,864	4,716	177,613	0,697
	1,286	1,286	7,083	13,382	0	2,738	0,765	0,547	15,887	0,044

Tablo 3.10 Dokuma kumaşların MMT ölçüm sonuçları

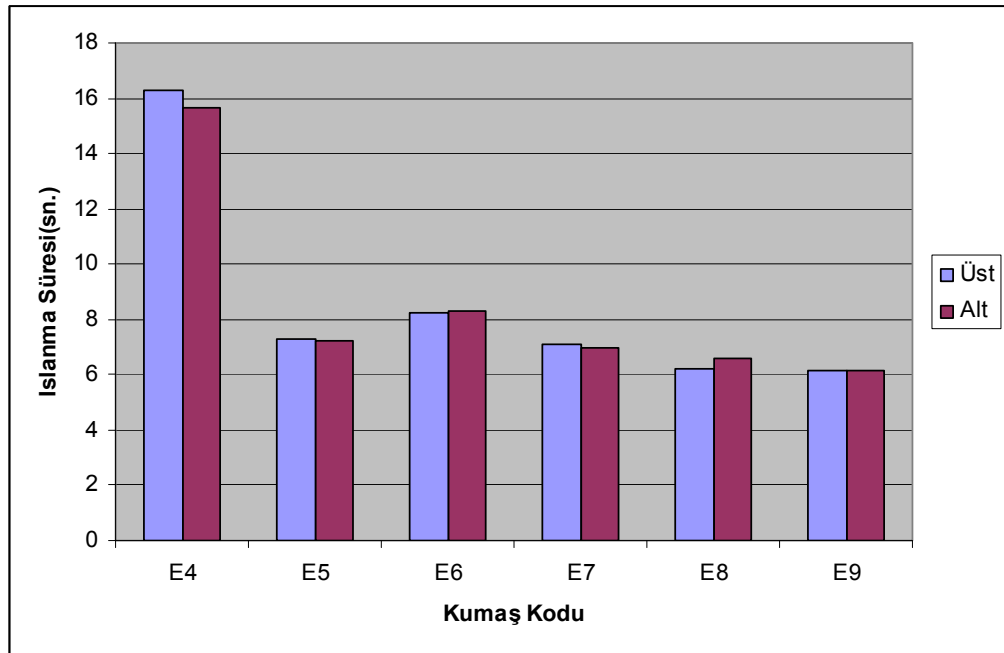
Kumaş Kodu	Islanma Süresi (üst)(sn.)	Islanma süresi (alt)(sn.)	Emilim oranı (üst) (%/sn.)	Emilim oranı (alt) (%/sn.)	Maksimum ıslak daire çevresi (üst) (mm)	Maksimum ıslak daire çevresi (alt) (mm)	Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi(%)	Tüm nem tayin kapasitesi
	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.
	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma	Std. Sapma
K1	8,087	8,168	75,755	69,767	27,000	29,000	4,076	5,621	138,956	0,626
	0,655	0,650	5,275	2,888	2,738	2,236	0,596	0,566	20,440	0,019
K2	6,999	7,015	53,918	68,464	26,000	27,000	4,464	5,472	307,204	0,809
	2,123	2,132	7,834	9,855	2,236	2,738	1,268	0,678	40,055	0,021
K3	8,165	8,165	51,910	72,994	28,000	29,000	3,874	4,830	300,387	0,814
	0,148	0,148	2,018	6,137	2,738	2,236	0,157	0,330	13,962	0,024
K4	7,625	7,593	54,670	77,088	30,000	29,000	4,483	6,148	282,701	0,806
	0,102	0,104	2,231	1,999	0	2,236	0,093	0,188	9,014	0,015
K5	7,528	7,509	72,643	80,420	26,000	25,000	4,187	5,372	242,621	0,767
	0,157	0,179	28,299	14,049	2,236	0	0,131	0,681	32,482	0,036
K6	7,594	7,625	58,020	74,343	25,000	25,000	4,123	5,047	246,189	0,757
	0,042	0,065	4,267	5,919	0	0	0,029	0,348	8,342	0,020
K7	7,221	7,268	55,597	77,759	26,000	25,000	4,446	5,546	242,343	0,763
	0,156	0,186	0,910	2,549	2,236	0	0,177	0,244	16,017	0,020
K8	7,109	7,143	52,862	73,141	25,000	25,000	4,486	4,908	211,510	0,716
	0,152	0,175	2,678	1,169	0	0	0,127	0,138	19,008	0,020
K9	6,631	6,662	48,131	68,490	25,000	25,000	4,779	4,910	234,077	0,728
	0,663	0,639	2,644	1,751	0	0	0,325	0,189	18,764	0,017

Tablo 3.11 MMT’de ölçümleri gerçekleştirilen dokuma ve örme kumaşların cihaz tarafından gerçekleştirilen skala değerlendirmeleri

Kumaş Kodu	Islanma Süresi (üst)(sn.)	Islanma süresi (alt)(sn.)	Emilim oranı (üst) (%/sn.)	Emilim oranı (alt) (%/sn.)	Maksimum ıslak daire çevresi (üst) (mm)	Maksimum ıslak daire çevresi (alt) (mm)	Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi(%)	Tüm nem tayin kapasitesi
	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan
E4	3	3	4	4	5	4	2	2	2,5	2,5
E5	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3	2	2	2,5	2,5
E6	3	3	4	4	3	3	2,5	3,5	3	3,5
E7	3,5	3,5	3,5	4	5	5	5	5	3,5	4
E8	3,5	3,5	3,5	3	3	3	2	2	3	2,5
E9	3	3	4	4	3	3	2,5	3,5	3	3,5
K1	3,5	3,5	4	4	5	5	5	5	3	3,5
K2	3,5	3,5	3,5	4	5	5	4,5	5	4	4,5
K3	3,5	3,5	3,5	4	5	5	4,5	5	4	5
K4	3,5	3,5	3,5	4	5	5	5	5	4	5
K5	3,5	3,5	3,5	4	5	5	5	5	3,5	4,5
K6	3,5	3,5	3,5	4	5	5	5	5	3,5	4,5
K7	3,5	3,5	3,5	4	5	5	5	5	3,5	4,5
K8	3,5	3,5	3,5	4	5	5	5	5	3,5	4
K9	3,5	3,5	3,5	4	5	5	5	5	3,5	4

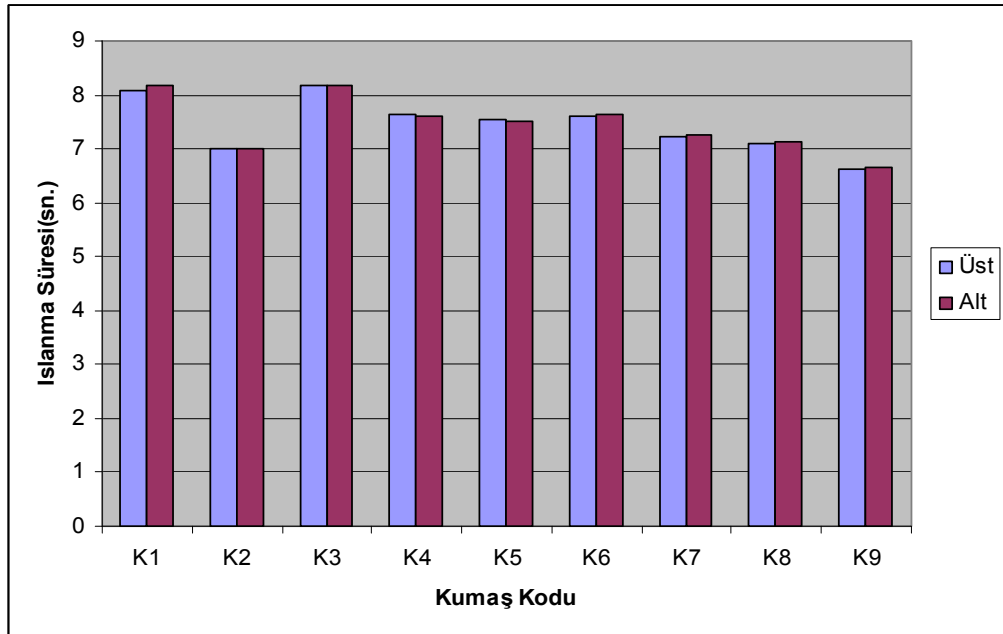
MMT, kumaşları nem tayin özelliklerinin ölçüm sonuçlarına göre yedi farklı sınıfa ayırmaktadır. Bu kumaş tipleri su geçirmez kumaşlar, su çekmeyen kumaşlar, sıvıyı yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, sıvıyı hızlı emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, hızlı emilim ve hızlı kuruma gösteren kumaşlar, suyu geçiren kumaşlar ve nem tayin kumaşlarıdır. Cihazın genel olarak tüm deneme kumaşları için nem tayin kumaşı değerlendirmesi yaparken, süt lifi-mikroviskon karışımli E4 kumaşı için hızlı emilim ve hızlı kuruma özelliği gösteren kumaş şeklinde bir değerlendirme yaptığı görülmüştür.

Kumaşların alt ve üst yüzeylerinin ıslanma süreleri örme kumaşlar için Şekil 3.8’de, dokuma kumaşlar için Şekil 3.9’da gösterilmiştir. Örme kumaşların alt ve üst yüzeylerinin ıslanma süresi ortalamalarının kumaş tipine göre istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Şekil 3.8 incelendiğinde, süt lifi ve mikroviskon içerikli E4 kumaşının diğer kumaş tiplerine göre, hem alt hem üst yüzey için ıslanma süresinin oldukça uzun olduğu görülmektedir. Alt ve üst yüzeyinin ıslanması en çabuk gerçekleşen kumaş tipinin ise, poliester-viskon karışımli E9 kumaşı olduğu görülmektedir.



Şekil 3.8 Örme kumaşların alt ve üst yüzey ıslanma süreleri

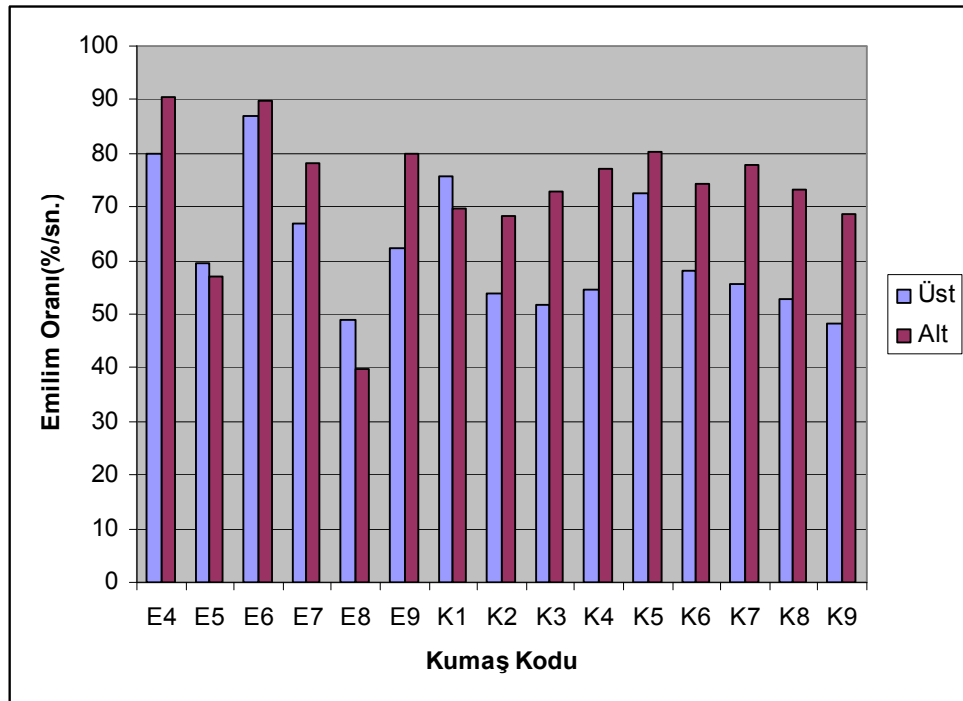
Dokuma kumaşlarda daha önceden belirlenmiş sıklık seviyelerine göre, ıslanma süresi ortalamaları arasında anlamlı fark olup olmadığı istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sıklık seviyesi 1 olan kumaşların hem alt yüzey ıslanma süresi hem de üst yüzey ıslanma süresi ortalamalarının örgü tipine göre değişmediği, buna karşın sıklık seviyesi 2 ve 3 olan kumaşların hem alt hem de üst yüzeyde ıslanma süresi ortalamalarının örgü tipine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda atkı sıklığı ile hem üst hem de alt yüzey ıslanma süresi ortalamalarında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p<0,05$). Kontrollü olarak üretilen 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda ise, hem alt hem de üst yüzeylerin ıslanma süresi ortalamalarında, atkı sıklığının istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Şekil 3.9'da verilen dokuma kumaşların ıslanma süreleri incelendiğinde, 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tipleri için, 3/1 dimi dokunmuş kumaşların ıslanma süresinin 2/1 dimiye göre daha az olduğu görülmektedir.



Şekil 3.9 Dokuma kumaşların alt ve üst yüzey ıslanma süreleri

Emilim oranı, kumaşın alt ve üst yüzeylerinin sıvının pompalanma süresi içinde ortalama emiş kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Dokuma kumaşlarda aynı sıklık değerlerinde olan kumaşların alt ve üst yüzeylerinin emilim oranı ortalamalarında örgü tipine göre anlamlı bir fark olup olmadığı analiz edilmiştir. Buna göre sıklık

seviyesi 1 ve 2 olan kumaşların ne üst yüzey ne de alt yüzey emilim oranı ortalamalarında örgü tipinin anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür ($p<0,05$). Buna karşın, sıklık seviyesi 3 olan kumaşlarda örgü tiplerine göre alt yüzeyde emilim oranı ortalamaları için anlamlı bir farka rastlanmazken, üst yüzeyde emilim oranı ortalamalarında anlamlı bir fark görülmüştür ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda atkı sıklığı ile kumaş üst yüzey emilim oranı ortalamalarında anlamlı bir fark görülmüş, buna karşın atkı sıklığının alt yüzeyde aynı etkiye sahip olmadığı görülmüştür ($p<0,05$). Kontrollü olarak üretilmiş olan 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tipine sahip olan kumaşlarda, atkı sıklığı açısından alt ve üst yüzeydeki emilim oranının istatistiksel olarak fark yaratıp yaratmadığı incelendiğinde de, emilim oranı ortalamalarının üst yüzeyde anlamlı bir farka sahip iken, alt yüzeyde anlamlı fark göstermediği gözlenmiştir ($p<0,05$). Örme kumaşların alt ve üst yüzeyinden sıvının emilim oranı ortalamalarının ise, kumaş tipine bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Test edilen örme ve dokuma kumaşların alt ve üst yüzeyindeki emilim oranları Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



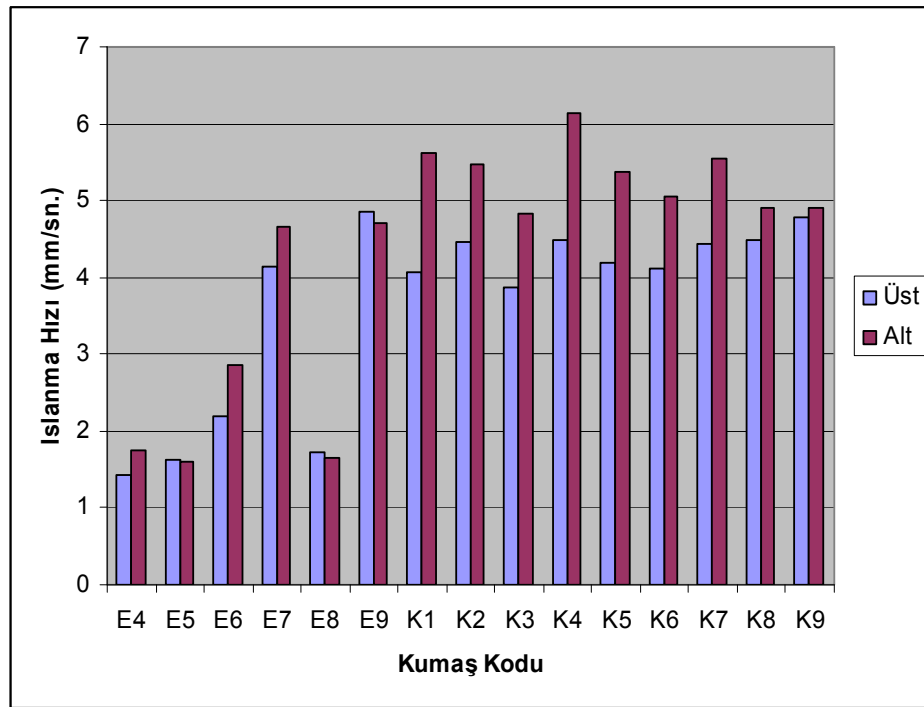
Şekil 3.10 Örme ve dokuma kumaşların emilim oranı ölçüm sonuçları (E4-E9 örme kumaşlar, K1-K9 pamuklu dokuma kumaşlar)

Şekil 3.10 incelendiğinde, emiş kabiliyetinin alt ve üst yüzey için en düşük olduğu kumaşın soya-akrilik karışımli E8 kumaşı olduğu görülmektedir. Bu durum, bu kumaşın kalınlığının diğer kumaş tiplerinden daha yüksek olması ile açıklanabilir. En yüksek emilim oranının ise, üst yüzeyde bambu-yün karışımli E6 kumaşında, alt yüzeyde ise süt lifi-mikroviskon karışımli E4 kumaşında olduğu görülmüştür.

Örme kumaşlarda, üst ve alt yüzeyde oluşan maksimum ıslak daire çevresi ortalamalarının kumaş tipine göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Dokuma kumaşlarda ise, sıklığı aynı olan kumaşlarda örgü tipinin maksimum ıslak daire çevresi ortalamalarında anlamlı bir farka yol açıp açmadığı analiz edildiğinde, sıklık seviyesi 1 olan kumaşlarda örgü tipine göre hem üst hemde alt yüzeyde oluşan maksimum ıslak daire çevresi ortalamalarında anlamlı bir farka rastlanmıştır. Sıklık seviyesi 2 olan kumaşlarda ise, üst yüzeyde oluşan maksimum ıslak daire çevresi ortalamaları arasında örgü tipi anlamlı bir farka sebep olmazken, alt yüzeyde oluşan maksimum ıslak daire çevresi ortalamaları arasındaki fark önemli düzeyde çıkmıştır ($p<0,05$). Sıklık seviyesi 3 olan kumaşlarda ise, bu değer tüm örgü tiplerinin tekrarlı olarak yapılan tüm ölçümlerde aynı çıkmıştır. Bezayağı kumaşlarda, üst ve alt yüzey maksimum ıslak daire çevresinin atkı sıklığı ile anlamlı bir fark göstermediği gözlenmiştir ($p<0,05$). Sıklık değerlerinin kontrollü olarak artırıldığı 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda, sıklık değerlerindeki artışın kumaşlar arasında hem üst hem de alt yüzeyde oluşan maksimum ıslak daire çevresi ortalamalarında anlamlı bir farka yol açtığı görülmüştür ($p<0,05$).

Dokuma kumaşlarda, ıslanma hızı değerleri sıklık seviyelerine göre analiz edildiğinde, sıklık seviyesi 1 olan kumaşlarda, örgü tipleri için hem üst yüzey hem alt yüzey ıslanma hızı ortalamalarının anlamlı bir farka sebep olmadığı görülmüştür ($p<0,05$). Sıklık seviyesi 2 ve 3 olan kumaşlarda, üst yüzeyin ıslanma hızı ortalamalarında örgü tipleri istatistiksel olarak anlamlı bir farka yol açarken, alt yüzeyin ıslanma hızı ortalamalarında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda atkı sıklığının, hem üst hem de alt yüzey ıslanma hızı ortalamalarında anlamlı bir farka yol açmadığı görülmüştür ($p<0,05$). Kontrollü olarak üretilmiş olan 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tiplerinde ıslanma hızının alt ve üst

yüzeydeki ortalamalarının sıklık artışı ile fark gösterip göstermediği analiz edildiğinde ise, kumaşın hem üst hem de alt yüzeyinin ıslanma hızı ortalamalarının atkı sıklığı ile istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Örme kumaşlarda ise, hem alt hemde üst yüzeyin ıslanma hızı ortalamalarının, kumaş tipine göre anlamlı fark gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Dokuma ve örme kumaşların alt ve üst yüzeyinin ıslanma hızları Şekil 3.11’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, örme kumaşların ıslanma hızı değerlerinin dokuma kumaşlara göre genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir.



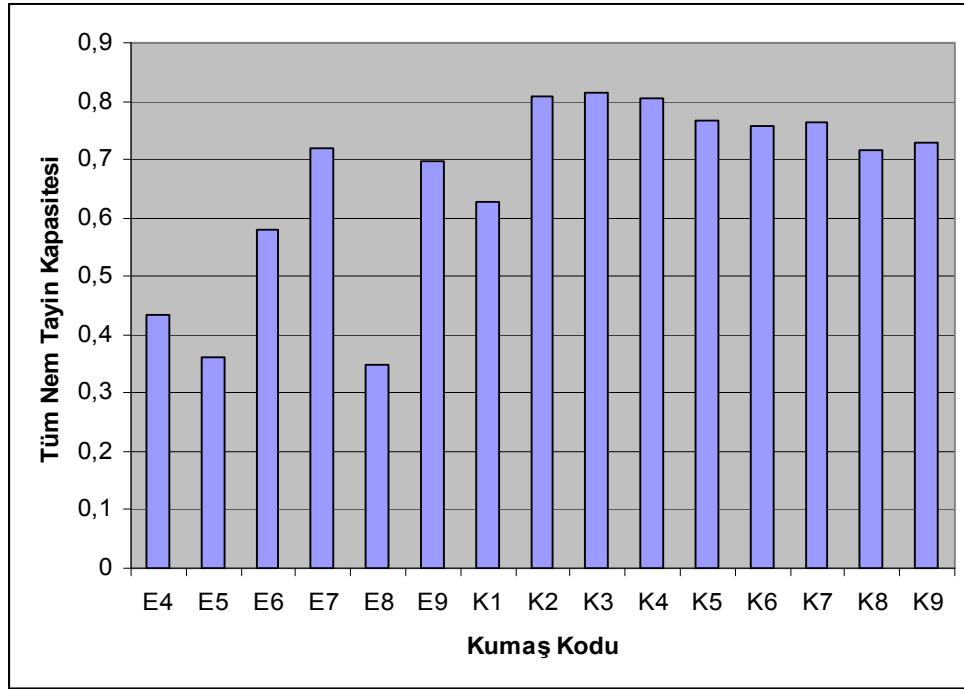
Şekil 3.11 Örme ve dokuma kumaşların ıslanma hızı ölçüm sonuçları (E4-E9 örme kumaşlar, K1-K9 pamuklu dokuma kumaşlar)

Örme kumaşlarda, kümülatif tek yönlü taşıma endeksinin kumaş tiplerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Dokuma kumaşlarda ise, sıklık seviyesi 1 ve 2 olan kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ortalamalarının örgü tipine göre farklılık gösterdiği belirlenmiş, buna karşın sıklık seviyesi 3 olan kumaşların ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda, atkı sıklığı ile kümülatif tek yönlü

taşıma endeksi ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği gözlenmiştir ($p<0,05$). Kontrollü olarak üretilen 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tiplerinde dokunmuş kumaşlarda ise, sıklıktaki değişim ile kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ortalamalarında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p<0,05$).

Tüm nem tayin kapasitesi, sıvı nemin kumaştaki tüm aktarım kapasitesini göstermektedir ve alt kısımdaki nem emilim oranı, tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi ve alt kısımdaki nem kuruma hızı performas durumlarını içermektedir. Dokuma kumaşların nem tayin kapasitesi değerleri incelendiğinde, örgü tipinin her üç sıklık seviyesindeki kumaşlarda nem tayin kapasitesi değeri ortalamalarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilediği görülmüştür ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda tüm nem tayin kapasitesi ortalamalarının atkı sıklığı değişimi ile anlamlı bir fark gösterdiği gözlenmiştir ($p<0,05$). Kontrollü olarak üretilmiş olan 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tipinde dokunmuş kumaşlarda da, ortalamaların sıklık ile anlamlı fark gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Örme kumaşlarda, kumaş tipi değişimi ile tüm nem tayin kapasitesi ortalamalarında anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0,05$). Şekil 3.12’de örme ve dokuma kumaşların tüm nem tayin kapasitesi görülmektedir.

Şekil 3.12 incelendiğinde, çalışma kapsamındaki örme kumaşların tüm nem tayin kapasitesinin dokuma kumaşlardan daha düşük olduğu görülmüştür. En düşük nem tayin kapasitesi ortalamasına sahip kumaşın soya-akrilik karışımlı E8 kumaşı olduğu görülmektedir. Tüm nem tayin kapasitesi ortalaması en yüksek olan kumaşın ise bezayağı örgü tipinde dokunmuş olan K3 kumaşı olduğu görülmüştür. Tüm nem tayin kapasitesinin yüksek olması, deriyi kuru tutabilmek için, oluşan terin deriden dış çevreye transferini kolaylaştırdığını gösteren bir kavramdır.



Şekil 3.12 Dokuma ve örme kumaşların tüm nem tayin kapasitesi (E4-E9 örme kumaşlar, K1-K9 pamuklu dokuma kumaşlar)

3.3 Subjektif Değerlendirme Sonuçları ile Objektif Ölçüm Sonuçları Arasındaki İlişkiler

Kumaşların ölçülen fiziksel özellikleri, termal konforunu etkileyen parametreler ve önkol testi ile kişilerin yapmış olduğu soğukluk ve ıslaklık algısı değerlendirmeleri ve önkol testi sırasında kişilerin hesaplanan deri yüzey sıcaklık düşüşleri arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Subjektif verilerin kendi arasında ve objektif veriler ile ilişkilerini belirlemek için veriler arasında Spearman Sıra Korelasyonu uygulanmıştır.

Önkol testinde kişilerin önkolunun alt kısmına farklı fazla rutubet oranına sahip kumaşlar temas ettirildiğinde, yapmış oldukları soğukluk ve ıslaklık değerlendirmeleri arasındaki korelasyonlar belirlenmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları Tablo 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12 Önkol testi sırasında kişilerden alınan ıslaklık ve soğukluk algıları verileri arasındaki korelasyonlar

Spearman Sıra Korelasyonu	Islaklık ¹ hissi	Islaklık ² Hissi	Islaklık ³ hissi
Soğukluk ¹ hissi	-,295 ,286	,235 ,399	,290 ,294
Soğukluk ² hissi	-,541* ,037	-,715** ,003	-,114 ,685
Soğukluk ³ hissi	,144 ,609	-,560* ,030	-,547* ,035

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.
1, 2 ve 3: Sırasıyla %0, % 20 ve % 40'lık fazla nem oranları ile sağlanan ıslaklığı ifade eder.

Tablo 3.12 incelendiğinde, kişilerin ıslaklık hisleri ile soğukluk hisleri arasında %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Elde edilen subjektif ıslaklık ve soğukluk değerlendirme verileri ile deri yüzey sıcaklık düşüşleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi için de, bu veriler arasında korelasyonlar belirlenmiştir (Tablo 3.13).

Tablo 3.13 Önkol testi sırasında kişilerden alınan subjektif veriler ve ölçülen deri yüzey sıcaklık düşüşleri arasındaki korelasyonlar

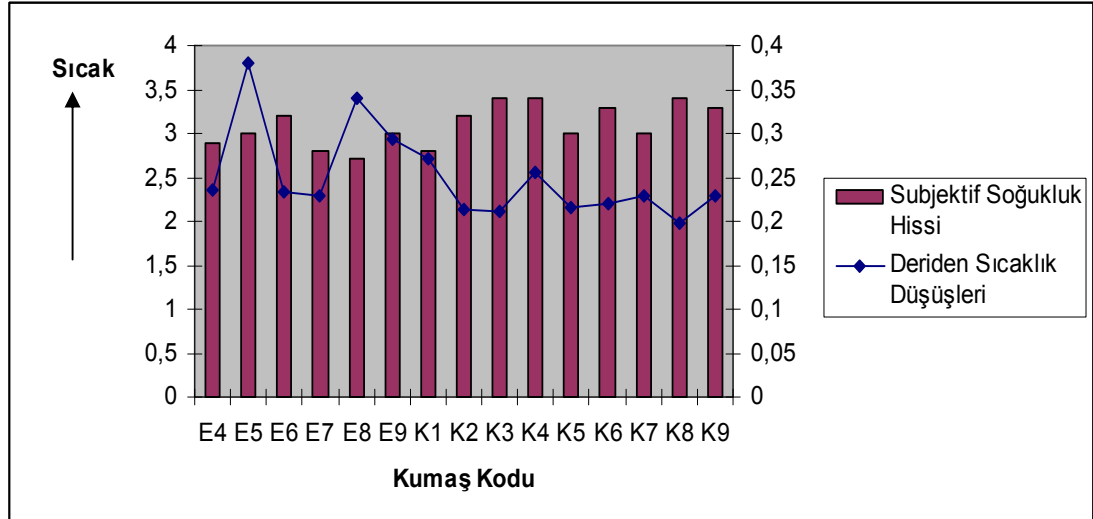
Spearman Sıra Korelasyonu	Sıcaklık ¹ düşüşü	Sıcaklık ² Düşüşü	Sıcaklık ³ düşüşü
Soğukluk ¹ hissi	-,595* ,019	-,450 ,093	-,430 ,110
Soğukluk ² hissi	,156 ,580	,294 ,287	,128 ,649
Soğukluk ³ hissi	,223 ,424	,045 ,873	,091 ,748
Islaklık ¹ hissi	,205 ,463	,035 ,900	,162 ,563
Islaklık ² hissi	-,253 ,363	-,281 ,311	-,223 ,424
Islaklık ³ hissi	-,463 ,082	-,270 ,331	-,291 ,292

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.
1, 2 ve 3: Sırasıyla %0, % 20 ve % 40'lık fazla nem oranları ile sağlanan ıslaklığı ifade eder.

Tablo 3.13 incelendiğinde, sıcaklık düşüşleri ile subjektif soğukluk ve ıslaklık algısı arasında tek anlamlı ilişkinin, kişilerin koluna çevre havası ile dengede olan kumaş temas ettirildiğinde meydana gelen soğukluk hissi ile deride meydana gelen yüzey sıcaklık düşüşü arasında olduğu görülmektedir. Numune kumaşlara fazla

rutubet verildiğinde, kişilerin ıslaklık ve soğukluk algıları ile deri yüzey sıcaklık düşüşleri arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Şekil 3.13'te, çevre havası ile dengede olan kumaşlarda soğukluk algısı ve temas sırasında ortaya çıkan deri yüzey sıcaklık düşüşleri görülmektedir.



Şekil 3.13 Çevre havası ile dengede olan kumaşlarda subjektif soğukluk hissi ve deriden sıcaklık düşüşleri

Kumaşlardan ölçülen kalınlık, gramaj gibi fiziksel özelliklerin ölçüm sonuçları ve hava geçirgenliği ölçüm sonuçları ile önkol testi sırasında elde edilen soğukluk ve ıslaklık hissi değerlendirmeleri arasındaki korelasyonlar Tablo 3.14'te görülmektedir.

Tablo 3.14'te verilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, hava geçirgenliği ölçüm sonuçları, kumaş kalınlığı ve kumaş gramajı ile kişilerin yapmış olduğu ıslaklık ve soğukluk hissi değerlendirmeleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir ($p < 0,05$).

Önkol testi sırasında elde edilen subjektif veriler ve dinamik terleyen levhada elde edilen termal direnç ve su buharı direnci ölçüm sonuçları arasındaki korelasyonlar Tablo 3.15'te gösterilmektedir.

Tablo 3.14 Önkol testi sırasında kişilerden alınan subjektif veriler ve kumaşların hava geçirgenliği, kalınlık ve gramaj ölçüm sonuçları arasındaki korelasyonlar

Spearman Sıra Korelasyonu	Hava Geçirgenliği (mm/s)	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Gramajı (g/m ²)
Soğukluk ¹ hissi	-,608* ,016	-,513 ,050	,213 ,445
Soğukluk ² hissi	,468 ,078	-,228 ,415	-,324 ,239
Soğukluk ³ hissi	,683** ,005	,555* ,032	,237 ,396
Islaklık ¹ hissi	-,076 ,786	-,618* ,014	,583* ,022
Islaklık ² hissi	-,718** ,003	-,049 ,863	,659** ,008
Islaklık ³ hissi	-,559* ,030	-,495 ,061	,347 ,206

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir. 1, 2 ve 3: Sırasıyla %0, % 20 ve % 40'lık fazla nem oranları ile sağlanan ıslaklığı ifade eder.

Tablo 3.15 Önkol testi sırasında kişilerden alınan subjektif veriler ve dinamik terleyen levha ölçüm sonuçları arasındaki korelasyonlar

Spearman Sıra Korelasyonu	Termal Direnç (R _{ct}) (m ² °C /W)	Su Buharı Direnci (R _{et}) (Pam ² /W)
Soğukluk ¹ hissi	-,515* ,049	,608* ,016
Soğukluk ² hissi	-,170 ,545	-,060 ,831
Soğukluk ³ hissi	,103 ,714	-,629* ,012
Islaklık ¹ hissi	,513 ,050	-,243 ,384
Islaklık ² hissi	,054 ,848	,461 ,084
Islaklık ³ hissi	-,313 ,256	,604* ,017

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir. 1, 2 ve 3: Sırasıyla %0, % 20 ve % 40'lık fazla nem oranları ile sağlanan ıslaklığı ifade eder.

Tablo 3.15'te verilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, çevre havası ile dengede olan kumaşın kişilerin koluna temas ettirildiğinde oluşturduğu soğukluk hissini termal direnç ve su buharı direnci ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür (p<0,05). Aynı durum % 20 fazla rutubet içeren kumaşlar için geçerli

olmamış, sadece su buharı direnci ile %40 fazla rutubete sahip kumaşların teması sırasında kişilerde oluşturmuş olduğu soğukluk ve ıslaklık hissi değerlendirmeleri arasında anlamlı ilişki olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Fan ve ark. (2008)'da yapmış oldukları çalışmada kişilerin soğukluk, geçirgenlik, kabalık gibi subjektif algılarını badminton oynamadan önce ve sonra skalalar yardımı ile değerlendirmelerini sağlamışlardır. Bu algıların ölçülen termal yalıtım özelliği ile korelasyonları kurulduğunda, termal yalıtımın kişilerin subjektif algıları ile ilişkisinin olmadığı görülmüştür. Aynı çalışmada, su buharı direncinin ise, kişilerin egzersizden önceki tüm konfor algısı, egzersizden sonraki geçirgenlik algısı, deri ıslaklık algısı ve tüm konfor algısı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Tablo 3.16'da, MMT'den elde edilen objektif veriler ve kişilerin önkol testinde yapmış olduğu ıslaklık ve soğukluk hissi değerlendirmeleri arasındaki ilişkiler görülmektedir.

Tablo 3.16'da verilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, kumaşın alt yüzeyinde meydana gelen sıvıyı emme kabiliyeti yani emilim oranı ile %40 fazla rutubete sahip kumaşların kola teması sırasında meydana gelen soğukluk ve ıslaklık algısı arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ayrıca kumaştan ölçülen kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ile %40 fazla rutubete sahip kumaşların kişilerde meydana getirdiği ıslaklık hissi arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki vardır ($p<0,05$).

Tablo 3.16 Önkol testi sırasında kişilerden alınan subjektif veriler ve MMT’de ölçülen parametreler arasındaki korelasyonlar

Spearman Sıra Korelasyonu	Soğukluk ¹ hissi)	Soğukluk ² hissi	Soğukluk ³ hissi	Islaklık ¹ hissi	Islaklık ² hissi	Islaklık ³ hissi
Islanma süresi (üst)(sn.)	,172 ,539	-,265 ,340	-,187 ,505	,104 ,711	,034 ,904	-,178 ,525
Islanma süresi (alt)(sn.)	,147 ,601	-,251 ,368	-,188 ,501	,073 ,797	,031 ,914	-,138 ,623
Emilim oranı(üst) (%/sn.)	-,433 ,107	,031 ,912	,346 ,206	,207 ,459	-,346 ,207	-,610* ,016
Emilim oranı(alt) (%/sn.)	-,040 ,888	,022 ,938	,621* ,013	,185 ,510	-,281 ,311	-,538* ,039
Maksimum ıslak daire çevresi(üst) (mm)	,395 ,145	,265 ,339	-,346 ,206	-,723** ,002	-,151 ,591	,207 ,300
Maksimum ıslak daire çevresi (alt) (mm)	,445 ,097	,203 ,468	-,444 ,097	,799** ,000	-,177 ,527	,243 ,382
Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	,435 ,105	,459 ,085	,129 ,648	-,582* ,023	-,254 ,361	,058 ,839
Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	,339 ,216	,282 ,309	-,236 ,398	-,709** ,003	-,191 ,496	,250 ,369
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%)	,608* ,016	-,133 ,635	-,364 ,182	-,452 ,091	-,216 ,439	,606* ,017
Tüm nem tayin kapasitesi	,604* ,017	,165 ,558	-,315 ,252	,498 ,059	,099 ,726	,473 ,075

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

1, 2 ve 3: Sırasıyla %0, % 20 ve % 40’lık fazla nem oranları ile sağlanan ıslaklığı ifade eder.

MMT, yaptığı ölçümlerin sonuçlarını beşli skala da değerlendirmektedir. MMT’den elde edilen bu puan değerlendirmeleri ile kişilerin soğukluk ve ıslaklık hissi arasındaki ilişkiler Tablo 3.17’de gösterilmektedir.

Tablo 3.17’de anlamlı çıkan ilişkiler incelendiğinde, kumaş ıslanma süresinin kişilerin koluna temas ettirilen %40 fazla rutubete sahip olan kumaşların kişilerde oluşturduğu ıslaklık algısı ile ilişkili olduğu görülmüştür. Kumaşın üst yüzeyinden sıvının Emilim oranı ile de kişilerin ıslaklık hissi arasında anlamlı ilişkilere rastlanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 3.17 Önkol testi sırasında kişilerden alınan subjektif veriler ve MMTnin ölçtüğü özellikler için vermiş olduğu değerlendirme puanları arasındaki ilişkiler

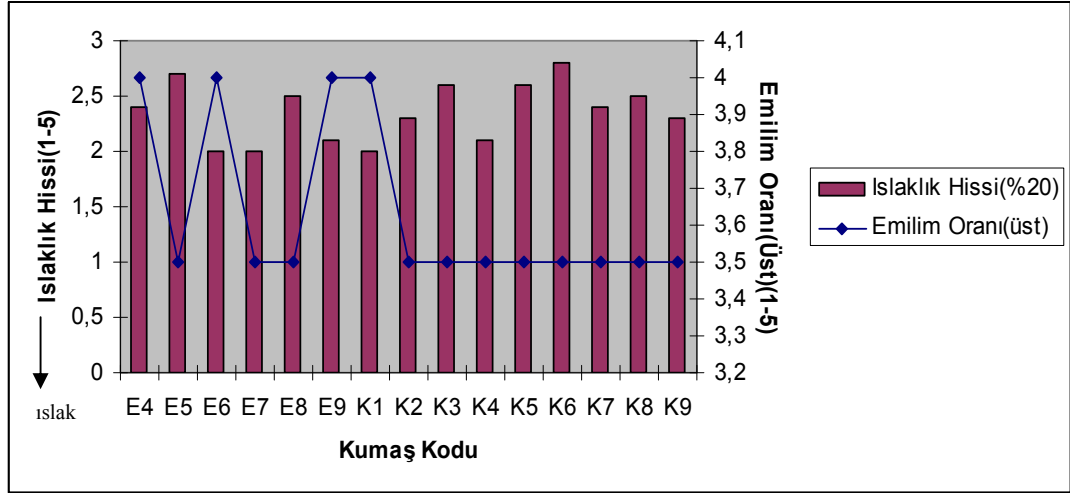
Spearman Sıra Korelasyonu	Soğukluk ¹ hissi)	Soğukluk ² hissi	Soğukluk ³ hissi	Islaklık ¹ hissi	Islaklık ² hissi	Islaklık ³ hissi
Islanma süresi (üst)(sn.)	,157 ,577	-,257 ,356	-,568* ,027	-,262 ,346	,350 ,201	,583* ,023
Islanma süresi (alt)(sn.)	,157 ,577	-,257 ,356	-,568* ,027	-,262 ,346	,350 ,201	,583* ,023
Emilim oranı(üst) (%/sn.)	-,337 ,220	,339 ,216	,372 ,172	-,018 ,949	-,528* ,043	-,615* ,015
Emilim oranı(alt) (%/sn.)	,408 ,131	,244 ,380	,156 ,578	-,520* ,047	-,377 ,166	-,216 ,440
Maksimum ıslak daire çevresi(üst) (mm)	,301 ,275	-,268 ,334	-,283 ,306	-,437 ,103	,035 ,901	,158 ,573
Maksimum ıslak daire çevresi (alt) (mm)	,394 ,147	-,107 ,704	-,340 ,215	-,568* ,027	,023 ,936	,299 ,278
Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	,322 ,242	,012 ,966	-,068 ,809	-,524* ,045	-,134 ,635	,048 ,865
Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	,462 ,083	,105 ,709	-,257 ,355	-,654** ,008	-,084 ,766	,288 ,298
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%)	,636* ,011	,171 ,543	-,266 ,338	-,554* ,032	,041 ,886	,486 ,067
Tüm nem tayin kapasitesi	,654** ,008	,092 ,743	-,282 ,308	-,469 ,078	,131 ,641	,448 ,094

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.
1, 2 ve 3: Sırasıyla %0, % 20 ve % 40'lık fazla nem oranları ile sağlanan ıslaklığı ifade eder.

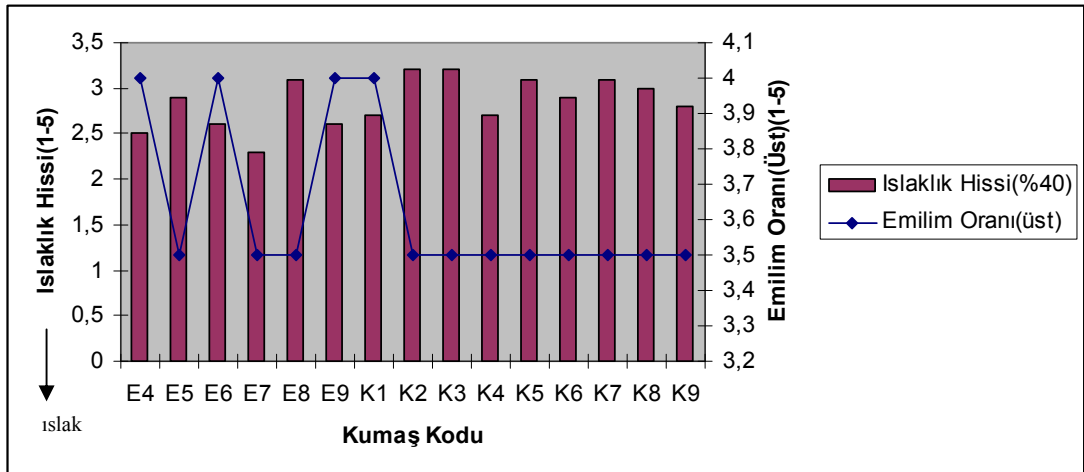
Şekil 3.14'te, MMT'de ölçülen pamuklu dokuma kumaşların üst yüzeyinin Emilim oranı için cihazın yapmış olduğu skala değerlendirmeleri ve önkol testinde %20 fazla rutubete sahip olan kumaşların teması sırasında kişilerin yapmış olduğu subjektif ıslaklık hissi değerlendirmeleri, Şekil 3.15'te ise, %40 fazla rutubete sahip olan kumaşların teması sırasında kişilerin yapmış olduğu subjektif ıslaklık hissi değerlendirmeleri görülmektedir.

Şekil 3.14 ve 3.15 incelendiğinde, kumaşın üst yüzey Emilim oranı için cihazın tüm dokuma kumaşlara aynı değeri verdiği görülmüştür. Kişilerin %20 ve %40 fazla rutubete sahip olan dokuma kumaşlar için yapmış olduğu ıslaklık hissi

değerlendirmelerine Kruskal-Wallis testi uygulandığında, değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p < 0,05$). Bu durum, deneme kapsamındaki sistematik olarak üretilmiş pamuklu dokuma kumaşlar için cihaz ve kişilerin yapmış olduğu değerlendirmelerin birbirine paralel olduğunun bir göstergesidir.



Şekil 3.14 Dokuma ve örme kumaşların MMT’de ölçülen kumaş üst yüzey emilim oranı skala değerleri ve önkol testi ile kişilerin koluna temas ettirilen %20 fazla rutubete sahip olan kumaşların oluşturmuş olduğu ıslaklık hissi değerlendirmeleri



Şekil 3.15 Dokuma ve örme kumaşların MMT’de ölçülen kumaş üst yüzey emilim oranı skala değerleri ve önkol testi ile kişilerin koluna temas ettirilen %40 fazla rutubete sahip olan kumaşların oluşturmuş olduğu ıslaklık hissi değerlendirmeleri

3.4 Objektif Olarak Ölçülen Kumaş Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Kumaşlardan ölçülen kalınlık, gramaj gibi fiziksel özellikler, termal özellikleri etkilediği düşünülen hava geçirgenliği ölçümleri, dinamik terleyen levhada ölçülen termal direnç, su buharı direnci ölçümleri ve MMT’de ölçülen emilim oranı, ıslanma süresi gibi ölçüm sonuçları arasındaki ilişkiler korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir.

Tablo 3.18’de, dinamik terleyen levhada gerçekleştirilen su buharı direnci ve termal direnç ölçüm sonuçları ile kumaşların kalınlık, gramaj ve hava geçirgenliği ölçümleri arasındaki korelasyonlar görülmektedir.

Tablo 3.18 Kumaşların fiziksel özellikleri ile hava geçirgenliği, termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri arasındaki korelasyonlar

Pearson Korelasyon Katsayısı	Termal Direnç (R_{ct}) ($m^2 \cdot ^\circ C / W$)	Su Buharı Direnci (R_{et}) (Pam^2 / W)	Hava Geçirgenliği (mm/s)	Kumaş Kalınlığı (mm)
Termal direnç (R_{ct})($m^2 \cdot ^\circ C / W$)				
Su buharı direnci (R_{et}) (Pam^2 / W)	-,710** ,003			
Hava geçirgenliği (mm/s)	,302 ,275	-,766** ,001		
Kumaş Kalınlığı (mm)	,594* ,020	-,768** ,001	,668** ,007	
Kumaş Gramajı (g/m^2)	,196 ,484	-,180 ,522	,023 ,936	,694** ,004

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.18’deki sonuçlar incelendiğinde, su buharı direnci ile termal direnç arasında -0,710’luk bir korelasyon katsayısı olduğu görülmüştür. Kumaş kalınlığı ile termal direnç, su buharı direnci ve hava geçirgenliği arasında hesaplanan korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Jun ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada kumaş kalınlığı ve termal direnç arasındaki korelasyon katsayısını 0,91 olarak bulmuşlardır.

Tablo 3.19’da MMT’de gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları ile hava geçirgenliği, kumaş kalınlığı ve metrekare ağırlığı ölçüm sonuçları arasındaki ilişkiler görülmektedir.

Tablo 3.19 incelendiğinde, kumaşın alt yüzeyinden sıvının emilim oranı ile kumaş gramajının -0,820’lik bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Kumaşın üst ve alt yüzeyinin ıslanma hızının ve alt ve üst yüzeyde oluşan maksimum ıslak daire çevresinin kumaşın kalınlığı ve gramajı ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi de kumaş kalınlığı ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye sahiptir. ($p<0,05$). Sıvı nemin kumaştaki tüm aktarım kapasitesini gösteren tüm nem tayin kapasitesinin hem kumaş kalınlığı hem de kumaş gramajı ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Ayrıca MMT’de gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları ile hava geçirgenliği ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Tablo 3.19 MMT ölçüm sonuçları ve kumaşların ağırlık-kalınlık özellikleri arasındaki korelasyonlar

Pearson Korelasyon Katsayısı	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Gramajı (g/m^2)
Islanma süresi (üst) (sn.)	-,002 ,994	-,218 ,436
Islanma süresi (alt)(sn.)	,010 ,971	-,186 ,507
Emilim oranı(üst) (%/sn.)	,071 ,802	-,372 ,172
Emilim oranı(alt) (%/sn.)	-,437 ,103	-,820** ,000
Maksimum ıslak daire çevresi (üst)(mm)	-,747** ,001	-,751** ,001
Maksimum ıslak daire çevresi (alt)(mm)	-,735** ,002	-,682** ,005
Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	-,620* ,014	-,544* ,036
Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	-,723** ,002	-,633* ,011
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%)	-,580* ,023	-,336 ,220
Tüm nem tayin kapasitesi	-,719** ,003	-,665** ,007

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.20’de, dinamik terleyen levhada gerçekleştirilen termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri ve MMT’de gerçekleştirilen ölçümler arasındaki korelasyonlar görülmektedir.

Tablo 3.20 MMT ölçüm sonuçları ve dinamik terleyen levhada gerçekleştirilen termal direnç ve su buharı direnci ölçüm sonuçları arasındaki korelasyonlar

Pearson Korelasyon Katsayısı	Termal Direnç (R_{ct}) ($m^2 \cdot ^\circ C / W$)	Su Buharı Direnci (R_{et}) (Pam^2 / W)
Islanma süresi (üst) (sn.)	,537* ,039	-,278 ,316
Islanma süresi (alt)(sn.)	,526* ,044	-,275 ,321
Emilim oranı(üst) (%/sn.)	,319 ,246	-,527* ,043
Emilim oranı(alt) (%/sn.)	-,023 ,934	-,105 ,709
Maksimum ıslak daire çevresi (üst)(mm)	-,546** ,035	,598* ,019
Maksimum ıslak daire çevresi (alt)(mm)	-,606* ,017	,654** ,008
Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	-,735** ,002	,611* ,016
Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	-,768** ,001	,660** ,007
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%)	-,612* ,015	,708** ,003
Tüm nem tayin kapasitesi	-,687** ,005	,628* ,012

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.20’de verilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, termal direncin kumaş üst ve alt yüzeyinin ıslanma süresi ile anlamlı ilişkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Kumaşın üst ve alt yüzeyinde oluşan maksimum ıslak daire çevresi ve kumaşın alt ve üst yüzeyinin ıslanma hızının kumaşın termal direnci ile negatif ve su buharı direnci ile pozitif yönlü bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Bunların yanı sıra, kumaş su buharı direncinin kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ve tüm nem tayin kapasitesi ile de pozitif yönde anlamlı ilişkilere sahip iken, termal direncin negatif yönde anlamlı ilişkilere sahip olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$).

MMT’de gerçekleştirilen ölçümlerin kendi arasındaki ilişkileri gözlemlemek amacıyla yapılan korelasyon analizinin sonuçları Tablo 3.21’de verilmiştir.

Tablo 3.21’de verilen MMT’de ölçülen ve konforu etkilediği düşünülen parametrelerin birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde, kumaşın alt ve üst yüzeyinin ıslanma süresinin kumaşın üst yüzeyinden sıvının emilim oranı ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Maksimum ıslak daire çevresinin ise, hem alt hem de üst yüzeyde, kümülatif tek yönlü taşıma endeksi, tüm nem tayin kapasitesi ve alt ve üst yüzeyin ıslanma hızı ile anlamlı bir ilişki içerisinde olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, kumaşın alt ve üst yüzeyinin ıslanma hızının da, kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ve tüm nem tayin kapasitesi ile anlamlı bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Çalışma kapsamında bazı dokuma ve örme bazı kumaş tipleri süre kısıtı nedeniyle subjektif değerlendirme kapsamına alınamamış ancak, bu kumaşlarda da hava geçirgenliği, termal direnç ve su buharı direnci ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerin konforun tahminlenmesi için Çalışma Grubumuz tarafından hazırlanmakta olan veri tabanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ölçüm sonuçları Tablo 3.22’de gösterilmektedir.

Tablo 3.22’de ölçüm sonuçları verilen E kodlu kumaşlar farklı materyal ve yapısal özelliklere sahip olan örme kumaşlar; A kodlu kumaşlar ise, dokuma kumaşları göstermektedir. Tablo 3.22 incelendiğinde, en düşük su buharı direnci değerini veren örme kumaşın %80-20 pamuk-angora kumaş olduğu, en yüksek su buharı direnç değerini veren kumaşın ise, %40-30-30 mikrolif-poliester-angora karışımı kumaş olduğu gözlenmiştir. Dokuma kumaşlarda ise, en düşük su buharı direnç değeri % 55-45 yün- pamuk karışımı kumaşta ölçülürken, en yüksek su buharı direnç değeri % 100 pamuklu kumaşta gözlenmiştir. Örme kumaşların termal direnç değerleri incelendiğinde ise, en düşük termal direnç değeri %80-20 pamuk-angora kumaşta görülüyor iken, en yüksek değer ise %100 poliester kumaşta gözlenmiştir. Dokuma kumaşlarda ise, en yüksek termal direnç değeri %90-8-2 pamuk-kaşmir-elastan kumaşta, en düşük değer ise %100 keten kumaşta ölçülmüştür.

Tablo 3.21 MMT’de gerçekleştirilen ölçümler arasındaki korelasyonlar

Pearson Korelasyon Katsayısı	Islanma aüresi (üst)(sn.)	Islanma süresi (alt)(sn.)	Emilim oranı (üst) (%/sn.)	Emilim oranı (alt) (%/sn.)	Maksimum ıslak daire çevresi (üst)(mm)	Maksimum ıslak daire çevresi (alt)(mm)	Islanma hızı (üst) (mm/sn.)	Islanma hızı (alt) (mm/sn.)	Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi(%)
Islanma Süresi (üst) (sn.)									
Islanma süresi (alt)(sn.)	,999** ,000								
Emilim oranı(üst) (%/sn.)	,529* ,043	,528* ,043							
Emilim oranı(alt) (%/sn.)	,483 ,068	,460 ,084	,623* ,013						
Maksimum ıslak daire çevresi (üst)(mm)	-,076 ,789	-,097 ,730	-,165 ,557	,448 ,094					
Maksimum ıslak daire çevresi (alt)(mm)	-,182 ,516	-,199 ,478	-,224 ,423	,309 ,263	,975** ,000				
Islanma hızı(üst) (mm/sn.)	-,505 ,055	-,525* ,044	-,373 ,171	,215 ,442	,851** ,000	,858** ,000			
Islanma hızı(alt) (mm/sn.)	-,393 ,148	-,408 ,131	-,238 ,393	,287 ,300	,921** ,000	,938** ,000	,941** ,000		
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi(%)	-,416 ,123	-,428 ,112	-,553* ,032	,067 ,813	,723** ,002	,751** ,001	,741** ,002	,775** ,001	
Tüm nem tayin kapasitesi	-,322 ,242	-,342 ,213	-,244 ,380	,419 ,120	,895** ,000	,890** ,000	,896** ,000	,928** ,000	,882** ,000

* ve **: Sırasıyla korelasyon katsayılarının 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.22 Çalışma sırasında yalnızca hava geçirgenliği, termal direnç ve su buharı direnci ölçümü gerçekleştirilen kumaşların ölçüm sonuçları

Kumaş Kodu	Su Buharı Direnci (R_{et}) (Pam^2/W) (Ort.)	Std. Sapma	Termal Direnç (R_{ct}) ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$) (Ort.)	Std. Sapma	Hava Geçirgenliği (mm/s)	Std. Sapma
E1	1,290290	0,205204	0,015091	0,001842	1182	31,5594
E2	1,352547	0,194106	0,014835	0,000370	154,4	2,6907
E3	1,225677	0,328071	0,015276	0,000061	682,6	28,3838
E10	1,737672	0,116940	0,014360	0,002196	111,2	5,7758
E11	1,022833	0,079049	0,001056	0,000519	2144	104,2305
A1	1,093547	0,038524	0,011795	0,000671	351	11,1355
A2	2,001538	0,146241	0,010754	0,000659	137,4	7,1367
A3	0,642525	0,121821	0,012648	0,000274	61,91	3,1666
A4	0,515665	0,056916	0,010681	0,000495	226,1	5,8580
A5	0,747924	0,102615	0,010498	0,001063	131,7	4,5958
A6	1,387281	0,214139	0,011081	0,001191	125,8	5,1811
A7	0,625917	0,007476	0,011418	0,000680	81,77	1,4892
A8	0,614292	0,055003	0,011947	0,001168	70,09	2,2956
A9	0,605048	0,058356	0,009190	0,001116	125,6	4,8120
A10	0,726816	0,082997	0,011400	0,000014	262,9	11,4158
A11	1,557530	0,258459	0,012417	0,000831	125,3	3,3015
A12	1,414249	0,390543	0,008770	0,000654	749	23,0265
A13	1,699710	0,228736	0,010586	0,000144	366,3	15,6279

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, subjektif konfor değerlendirmeleri ile objektif olarak ölçülebilen kumaş özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Kumaşların konfor özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan objektif ölçümler hava geçirgenliği test cihazı, kumaş termal direnç ve su buharı direncinin ölçüldüğü Dinamik Terleyen Levha Sistemi ve kumaşlarda nem tayin özelliklerinin belirlenmesini sağlayan MMT’de gerçekleştirilmiştir. Subjektif değerlendirmeler ise, önkol testi ile kişilerin koluna farklı fazla rutubet oranlarına sahip kumaşlar temas ettirilerek kişilerin ıslaklık ve soğukluk algılarını belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda önkol testi sırasında oluşan deri-kumaş teması sırasında, kişilerin deri yüzey sıcaklıkları da ölçülmüş ve başlangıçtaki deri yüzey sıcaklığından temas sırasındaki sıcaklık çıkartılarak kişilerin deri yüzey sıcaklık düşüşleri belirlenmiştir.

Objektif ölçümler ve subjektif değerlendirmeler arasındaki ilişkilerin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmada, farklı yapısal ve fiziksel özelliklere sahip örme kumaşlar ve kontrollü olarak üretilmiş olan farklı atkı sıklıklarına ve farklı örgü tiplerine sahip %100 pamuklu dokuma kumaşlar kullanılmıştır. Çalışma sırasında kullanılan tüm kumaşların sıklık, kalınlık ve metrekaare ağırlığı ölçümleri de gerçekleştirilerek konfor özelliklerinin belirlenmesinde kumaş yapısal özelliklerinin etkisi görülmek istenmiştir. Yapılan tüm bu objektif ölçümlerin kişilerin yapmış olduğu subjektif değerlendirmeler ile ilişkileri istatistiksel yöntemler ile belirlenmeye çalışılarak, bu ölçümlerin kişilerin soğukluk ve ıslaklık algıları ile paralellik taşıyıp taşımadığı araştırılmıştır.

Subjektif bir değerlendirme yöntemi olan önkol testi ile kişilerin koluna çevre havası ile dengede olan ve iki farklı fazla rutubet oranına (%20 ve %40) sahip kumaşlar temas ettirilerek kişilerin ıslaklık ve soğukluk algıları tespit edilmeye çalışılmıştır. Örme kumaşlar için, kişilerin yapmış olduğu subjektif soğukluk hissi değerlendirme sonuçları incelendiğinde, %100 bambu kumaşın çevre havası ile

dengede iken en soğuk olarak algılanmamasına karşın, kumaş üzerine fazla rutubet verildiğinde diğer kumaşlardan daha soğuk olarak algılandığı görülmüştür. Örne kumaşlarda ıslaklık algısı değerlendirme sonuçlarına bakıldığında ise, %20 fazla rutubete sahip kumaşların kişilerin koluna teması sırasında, en yüksek ıslaklık algısına %100 bambu kumaşın; %40 fazla rutubette ise %100 bambu kumaş ve soya-akrilik karışımlı kumaş temasının yol açtığı görülmüştür. Soğukluk ve ıslaklık algısı arasında elde edilen korelasyonlara göre, en yüksek soğukluk algısına sebep olan bambu kumaşın en yüksek ıslaklık algısına da sahip olması birbiri ile ilişkili olarak açıklanabilmektedir. Bambu lifleri nefes alabilir lifler olarak tanımlanmaktadır. Bu durum, bambu liflerinin üzerinde birçok küçük oyuk ve enine kesitinde çok sayıda lümen bulundurması ile açıklanabilmektedir. Bambu lifleri $27^{\circ}C$ 'da %65 relatif nemde %8-9 nem içermektedir. Bambu liflerinin nem absorblama yetenekleri oldukça yüksektir ve başka selülozik liflerde bulunmayan bir yumuşaklık ve serinlik özelliği bulunmaktadır. Bu yüzden bambu kumaş üzerine fazla rutubet verildiğinde, kumaş nemi absorblamakta ve kişilerin koluna temas ettirildiğinde yüksek ıslaklık algısına ve buna bağlı olarak da yüksek soğukluk algısına sebep olmaktadır. Wu ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu çalışmada, kişiler soğukluk, ıslaklık, yapışkanlık gibi algılarını egzersiz sırasında ve sonrasında skala yardımı ile değerlendirmişlerdir. Egzersiz sonrası kişilerin üzerinden terin buharlaşması ile oluşan soğukluk algıları incelendiğinde, pamuk, bambu/pamuk, bambu ve modal kumaşlar için en yüksek soğukluk algısına rastlanmıştır. Egzersiz sonrası dinlenme periyodunda kişilerin ıslaklık algıları değerlendirildiğinde ise, bambu ve modal kumaşların ıslaklık algısının soya ve lyocell kumaşlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da bambu kumaşta kişilerin vermiş olduğu ıslaklık değerleri yüksek çıkmıştır, fakat bunun yanı sıra soya-akrilik karışımlı kumaşta da ıslaklık algısının yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun, bu kumaşın diğer kumaş tiplerinden gramajının daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kontrollü olarak üretilmiş olan dokuma kumaşların teması sırasında kişilerin yapmış olduğu soğukluk algısı değerlendirmeleri incelendiğinde, üzerinde %40 fazla rutubet bulunduran kumaşlar arasında, bezayağı kumaşların 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tipine göre daha yüksek soğukluk algısına sebep olduğu görülmüştür. Dokuma

kumaşların kişilerin koluna teması sırasında oluşturduğu ıslaklık algısı değerlendirmeleri sonucunda, %20 fazla rutubet oranına sahip olan bezayağı ve 2/1 dimi kumaşlarda sıklık arttıkça kişilerin ıslaklık algısında artış olduğu görülmüştür. %40 fazla rutubete sahip olan dokuma kumaşların ıslaklık algıları incelendiğinde ise, ne örgü tipi ne de sıklık için belirgin artış ya da azalma gözlenmemiştir. Bu durum, kumaşların üzerinde çok fazla rutubet içermesi ve bu yüzden kişilerin ıslaklık algılarının ayıricılığını kaybetmesi ile açıklanabilmektedir.

Kumaş termal konforunun belirlenmesi amacı ile Kaplan ve Okur (2009)'un literatürdeki bir sistemden yola çıkarak tasarlayıp ürettiği dinamik terleyen levha sisteminde örme ve dokuma kumaşların termal direnç ölçümleri ve su buharı direnci ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Örme kumaşların termal direnç ölçüm sonuçlarının, kumaş tiplerine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Örme kumaşların termal direnç ölçüm sonuçları incelendiğinde, süt lifi-mikroviskon karışımı kumaş ve %100 bambu kumaşın en yüksek termal direnç değerine sahip olduğu görülmüştür. Ticari lif üreticisi Swicofil'in süt lifi içeren kumaşlar, akrilik, pamuk ve yünlü kumaşlar için vermiş olduğu clo cinsinden termal direnç değerleri incelendiğinde, süt lifi içeren kumaşların termal direncinin pamuklu kumaşlardan sonra ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. Cimilli ve ark. (2010), yapmış oldukları çalışmada, farklı hammaddeye sahip çorapların termal dirençlerini ölçmüşlerdir. Ölçülen kumaşlardan bambu, soya lifi ve kitosan kumaşların termal direnç değerlerini yüksek bulmuşlardır. Bambu ve soya lifi içeren kumaşların diğerlerinden daha yüksek çıkmasının bu liflerin yüzey ve kesit özelliklerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Dokuma kumaşların termal direnç değerleri incelendiğinde ise, sıklık seviyesi 18 ve 26 iplik/cm olan gruptaki dokuma kumaşların termal direnç değerleri ortalamaları arasında örgü tipi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmazken, sıklık seviyesi 22 iplik/cm olan kumaşların termal direnç ortalamaları arasında örgü tipi için anlamlı bir fark görülmüştür ($p<0,05$). Bezayağı kumaşlarda atkı sıklığının termal direnç ortalamaları arasında anlamlı bir farka yol açtığı buna karşın, kontrollü olarak üretilen ve sıklık değerleri aynı olan 2/1 dimi ve 3/1 dimi örgü tipinde

dokunan kumaşlarda, ortalamaların farklı sıklık değerleri için birbirlerinden önemli düzeyde farklı olmadığı görülmüştür ($p<0,05$). Elde edilen bu sonuçlara göre, kumaşın termal direnci üzerinde örgü tipi, sıklık gibi kumaş konstrüksiyon özelliklerinden çok hammaddenin etkili olduğu kanısına varılmıştır.

Su buharı direnci ölçüm sonuçları incelendiğinde ise, örme kumaşların su buharı direnci ölçüm sonuçlarının, kumaş tiplerine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür ($p<0,05$). Örme kumaşlar içerisinde en yüksek su buharı direnç değerine sahip olan kumaşın soya-akrilik karışımlı kumaş (E8) ve en düşük su buharı direncine sahip olan kumaşın soya-poliester karışımlı kumaş (E7) olduğu görülmüştür. Garcia (b.t.), yapmış olduğu çalışmada soya lifi içeren kumaşların su buharı direncinin, pamuk ve kitosan kumaşlardan daha yüksek çıktığı sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada, en yüksek su buharı direnci ve en düşük su buharı direnci değerini alan kumaşların soya karışımlı olduğu görülmektedir. Bu durumun kumaşların kontrollü olarak üretilmemesinden ve kumaşların yapısında bulunan diğer lif tiplerinin kumaş su buharı direncine etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ticari lif üreticisi olan Swicofil, farklı hammaddelere sahip örme kumaş değerlendirmelerinde, akrilik kumaşların ve poliester kumaşların 10 dakikalık emiş hızını, ıslanma alanını ve ıslanma hacmini ölçmüştür. Bu ölçümlerin tümünde poliester kumaşların daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu durum elde edilen su buharı direnç sonuçlarını destekler niteliktedir.

Dinamik terleyen levha da ölçülen su buharı direnci ölçümleri ve MMT ölçümleri arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir. MMT'den elde edilen sonuçlara göre, kumaşın alt ve üst yüzeyindeki emilim oranı yani emiş kabiliyeti incelendiğinde, en düşük emiş kabiliyetinin en yüksek su buharı direncine sahip olan E8 kumaşında elde edildiği görülmüştür. Kumaşların alt ve üst yüzeylerinin ıslanma hızları incelendiğinde ise, su buharı direnci en düşük olan E7 kumaşı ve en yüksek olan E8 kumaşının ıslanma hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($p<0,05$). E7 kumaşının ıslanma hızı E8 kumaşından daha yüksektir. Her iki kumaş için sıvı nemin kumaştaki tüm aktarım kapasitesini gösteren tüm nem tayin kapasitesi göz önüne alındığında, en düşük değere E8 kumaşında rastlanırken, en yüksek

değerin E7 kumaşında olduğu gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, dinamik terleyen levhada gerçekleştirilen su buharı direnci ölçümleri ve MMT'den elde edilen nem tayin özellikleri arasındaki ilişkiler net bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Dokuma kumaşların su buharı direnci değerleri incelendiğinde, aynı sıklık değerine sahip kumaşların su buharı direnci değerleri ortalamaları arasında örgü tipi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p < 0,05$). Bezayağı kumaşlarda su buharı direnci ortalamaları atkı sıklığı değişimi ile anlamlı bir fark göstermemektedir ($p < 0,05$). Kontrollü olarak üretimi gerçekleştirilen 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda ise, atkı sıklığı ile su buharı direnci değeri ortalamaları arasında anlamlı düzeyde bir fark olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Su buharı direnci değerleri incelendiğinde, tüm örgü tiplerinde sıklık artışı ile su buharı direncinde artış olduğu gözlenmiştir. Bu durum ise, sıklığın artması ile kumaş gözenekliliğinde meydana gelecek olan azalmanın kumaşın su buharı transferini engellemesi ile açıklanabilmektedir.

Çalışma sırasında, önkol testi ile elde edilen psikolojik verilerin kendi arasında ve konfor özelliklerini etkileyen kumaş özelliklerinin ölçüm sonuçları ile arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacı ile verilere parametrik olmayan istatistiksel metotlar uygulanmıştır. Kişilerin soğukluk algıları ve ıslaklık algıları arasındaki ilişki incelendiğinde, beklenildiği gibi kişilerin ıslaklık hislerindeki artış ile soğukluk hislerinde de artış olduğu gözlenmiştir. Kişilerden alınan subjektif veriler ile deri yüzey sıcaklık düşüşleri arasında tek anlamlı ilişkinin, kişilerin koluna çevre havası ile dengede olan kumaş temas ettirildiğinde meydana gelen soğukluk hissi ile deride meydana gelen yüzey sıcaklık düşüşü arasında olduğu görülmektedir. Numune kumaşlara fazla rutubet verildiğinde, kişilerin ıslaklık ve soğukluk algıları ile deri yüzey sıcaklık düşüşleri arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Kaplan (2009) da çalışmasında gerçekleştirmiş olduğu önkol testi sırasında deri yüzey sıcaklık düşüşleri ile soğukluk ve ıslaklık algısı arasında anlamlı bir ilişkiye rastlamamıştır. Bu durumu kişilerin koluna kumaşın yerleştirilmesi sırasında oluşan hava akımı ile açıklamaktadır.

Hava geçirgenliğinin, fazla rutubet bulunduran kumaşların temasında ortaya çıkan soğukluk ve ıslaklık algısı üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Kaplan'da (2009) yapmış olduğu çalışmada, kişilerin subjektif soğukluk hissinin kumaş geçirgenliği ve yüzey özellikleri ile ilişkili olduğu sonucuna varmıştır. Dinamik terleyen levhada yapılan su buharı direnci ölçümleri ile subjektif soğukluk ve ıslaklık değerlendirmeleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde, %40 fazla rutubete sahip olan kumaşların teması sırasında kişilerde oluşan soğukluk ve ıslaklık algılarının kumaşların su buharı direnci ölçümleri ile arasında anlamlı fakat ters yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür. MMT'den elde edilen sonuçlar ile subjektif veriler arasındaki ilişkiler incelendiğinde ise, kumaşlarda tek yönlü aktarım kapasitesi olarak tanımlanan kümülatif tek yönlü taşıma endeksindeki artışın, %40 fazla rutubete sahip olan kumaşların teması sırasında oluşan ıslaklık algısını arttırdığı görülmüştür.

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, önkol testi ile konfor ile ilişkili olduğu düşünülen ve objektif yöntemlerle ölçülen kumaş özellikleri arasında beklenildiği kadar çarpıcı bir ilişki gözlenmemiştir. Bu durum, uygulanan subjektif değerlendirme metodunun kişilerin algılarında oluşan farkları ayırdedici niteliğinin az olabileceğini düşündürmektedir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda, kişilere farklı subjektif değerlendirme metotları uygulanarak objektif ölçüm yöntemleri ile ilişkilerin daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi ve önkol testinin subjektif bir değerlendirme metodu olarak işlevselliğinin daha iyi görülmesi mümkündür.

Konfor özelliklerini belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilen objektif ölçümler arasındaki ilişkilerin incelenmesi için parametrik istatistiksel metotlar kullanılmıştır. Bu ilişkiler incelendiğinde, su buharı direnci ölçüm sonuçlarının kumaşların termal direnci, hava geçirgenliği ve kalınlığı ile anlamlı fakat ters yönlü bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Kumaş gözenekliliği arttığında, kumaş içerisindeki hava boşlukları artar ve bu da hava geçirgenliğinin artmasına yol açar ve bu durum su buharının iletiminin daha da kolaylaşmasını sağlayıp, kumaşın suyun geçişine karşı direnç gösterememesine sebep olmaktadır. Termal direnç ve hava geçirgenliği arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamasına rağmen, termal direnç ve su buharı direnci arasında elde edilen ters yönlü ilişki de, kumaşların gözeneklilik durumu ile

açıklanabilmektedir.. Çünkü kumaş içerisindeki gözeneklilik artışı ile geçirgenlik özelliklerinde artış gözlenir. Havanın güçlü bir yalıtım malzemesi olması nedeniyle, hava geçirgenliği artışı ile termal direnç değerinde artış olurken, su buharı geçirgenliğinin artması ile su buharı iletimi kolaylaşmakta ve su buharı direncinde düşüş gözlenmektedir. Kumaşların termal direnç değerlerinin, kumaş kalınlığı ile zayıf fakat anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, kalın giysilerde termal direncin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Soğuk havalarda, çevre sıcaklığının vücut sıcaklığından daha düşük olması ile, vücut-çevre arasında ısı transferi meydana gelir. Böyle durumlarda, vücuttan çevreye olan ısı transferini azaltan, kalınlığı ve bağlantılı olarak termal direnç değeri yüksek olan giysiler tercih edilmektedir. Fakat bu ilişkinin zayıf olması da, kışın ısınabilmek için kalın giysiler giymek yerine, üst üste ince giysiler giyerek de termal yalıtımın sağlanabileceğini gösterir niteliktedir. Kumaşın kalınlık ve gramajındaki artışın, kumaşın alt ve üst yüzeyinin ıslanma hızını, oluşan maksimum ıslak daire çevresini ve tüm nem tayin kapasitesini azalttığı görülmüştür. Kümülatif tek yönlü taşıma endeksinin yani tek yönlü aktarım kapasitesinin ise kalınlık ile; alt yüzeydeki sıvı emilim oranının ise kumaş gramajı ile ters yönlü ama anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Dinamik terleyen levha sistemi ile MMT ölçüm sonuçları arasındaki ilişkiler incelendiğinde ise, kumaşlarda termal direnç değeri arttıkça, kumaşın alt ve üst yüzeyinin ıslanma süresinde bir artış olacağı görülmüştür. Kumaşın üst ve alt yüzeyinde oluşan maksimum ıslak daire çevresi ve kumaşın alt ve üst yüzeyinin ıslanma hızı kumaşın su buharı direnci ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Kumaşın kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ve tüm nem tayin kapasitesinin de su buharı direnci ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Objektif konfor ölçümlerinin gerçekleştirildiği bu iki cihaz arasında anlamlı ilişkiler kurulabilmesinin, gelecekte yapılması muhtemel çalışmalar için oldukça yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Konforun belirlenmesi için günümüzde çok sayıda objektif ölçümler içeren çalışma yapılmasına karşın, bu kavramın psikolojik bir boyutunun da olması yapılan

Çalışmaların tam anlamıyla konforu değerlendirmek için yetersiz kalmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmanın temel amaçlarından biri, konfor özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilen objektif ölçümlerin sonuçları ile subjektif değerlendirmeler arasındaki ilişkilerin incelenip, objektif ölçümler ile subjektif değerlendirmelerin ilişkilendirilmesi ve kumaş özelliklerinden yararlanılarak giysi konforunun tahminlenmesi amacıyla yürütölen çalışmalara katkı sağlamaktır. Ayrıca, hava geçirgenliği ölçüm cihazı, dinamik terleyen levha sistemi ve MMT ile çeşitli kumaşlarda yapılan ölçümlerin bulgularının da alışma Grubumuz tarafından “Konfor Tahminlemeleri” için oluşturulmaya başlanan veri tabanına katkıda bulunulacağı düşünülmektedir. Bundan sonra gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalar, bu veri tabanının piyasada mevcut çeşitli hammadde ve yapısal özelliklere sahip ve özellikle termal açıdan avantajlı olduğu iddia edilen ürünler ve farklı iplik ve kumaş üretim tekniklerini de içerecek şekilde genişletilmesi ve farklı subjektif değerlendirme metotları ile elde edilen psikolojik verilerin ve farklı objektif ölçüm yöntemleri ile ölçümü gerçekleştirilen kumaş özelliklerinin kendi ilerinde ve aralarındaki ilişkilerin farklı istatistiksel metotlar ya da yapay sinir ağı modeli oluşturularak değerlendirilmesidir. Böylelikle konforun tahminlenebilmesine yönelik çalışmalara katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Bunların yanı sıra, gelecekte psikolojik verilerin toplandığı önkol testinden daha etkin subjektif değerlendirme yöntemleri üzerinde çalışılacak ve subjektif değerlendirmelerin gerçekleştirildiği ortam koşullarının elde edilen değerlendirme sonuçları üzerine etkisi üzerinde durulacaktır.

KAYNAKLAR

AATCC Test Method 195-2009 Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics

Arens, E., Zhang, H., ve Huzienga, C. (2006). Partial- and Whole-body Thermal Sensation and Comfort- Part I:Uniform Environmental Conditions. *Journal of Thermal Biology*, 31 (2006), 53-59.

Babalık, C. F. ve Gündüz Cengiz, T. (2004). Klimalı Otomobil Sürücü Koltuğunda Termal Konfor Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *Mühendis ve Makina*, Cilt:45, Sayı:539.

Bell, R., Cardello, A. V. ve Schutz, H. G. (2005). Relationship between Perceived Clothing Comfort and Exam Performance. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 33/4: 308.

Brazaitis, M., Kamandulis, S., Skurvydas, A. ve Daniuseviciute, L. (2010). The Effect of Two Kinds of T-shirts on Physiological and Psychological Thermal Responses during Exercise and Recovery. *Applied Ergonomics*, 4/2010, pp:1-6.

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

Chen-Yu, J. H., Guo, J. ve Kemp-Gatterson B. (2009). Effects of Household Fabric Softeners on Thermal Comfort of Cotton and Polyester Fabrics After Repeated Launderings. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 37/4;535.

Choi, K., Cho, G., Kim, P. ve Cho, C. (2004). Thermal Storage/Release and Mechanical Properties of Phase Change Materials on Polyester Fabrics. *Textile Research Journal*, 74/4;292.

- Cimilli, S., Nergis, B.U., Candan, C. ve Özdemir, M. (2010). A Comparative Study of Some Comfort- Related Properties of Socks of Different Fiber Types. *Textile Research Journal*, Vol:80, No:10, 948-957.
- Crockford, G. W. (1988). *The Measurement of Clothing Air Exchange and Its Role in Clothing Design*. Mekjavic, I.B., Banister, E. W. ve Momson, J. B., (Ed.), Enviromental Ergonomics, s:184-194. Taylor& Francis.
- 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 Textile Institute* , 91, 3, 383-396.
- DeBoos, A. G., Naylor G. R. S., Slota, I. J. ve Stanton, J., The Effect of the Diameter Characterictics of the Fibre Ends on the Skin Comfort and Handle of Knitted Wool Fabrics. *IWTO Commercial Technology Forum Report No: CTF 01*, Nice.
- Fan, J. ve Tsang H. W. K. (2008). Effect of Clothing Thermal Properties on the Thermal Comfort Sensation During Active Sports. *Textile Research Journal*, 78/4: 111.
- Frydrych, I., Dziworska, G. ve Bilska, J. (2002). Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics Made of Natural and Man- Made Cellulose Fibres. *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, October/December 2002.
- Garcia, M. F. (b.t.). Soy and Chitin: Textile Biopolymers. (19.06.2010), <http://www.technicaltextilesguide.com/pdf/08.pdf>
- Ghali, K., Jones, B. ve Tracy, J. (1994). Experimental Techniques for Measuring Parameters Describing Wetting and Wicking in Fabrics. *Textile Research Journal*, 64(2), 106-111.

- Goldman, R. F. (2005). *The Four "Fs" of Clothing Comfort*. Tochihara, Y. ve Ohnaka, T., (Ed), Elsevier Ergonomic Book Series, Volume:3, Environmental Ergonomics (315-320). Elsevier.
- Güneşoğlu, S. (2005). *Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 195 s.
- Ha, M., Tokura, H., Yanai, Y., Moriyama, T. ve Tsuchiya, N. (1999). Combined Effects of Fabric Air Permeability and Moisture Absorption on Clothing Microclimate and Subjective Sensation during Intermittent Exercise at 27 degrees C. *Ergonomics*, Vol:42, No:7, 964-979.
- Han, T. ve Huang, L. (2004). A Model for Relating a Thermal Comfort Scale to EHT Comfort Index. *SAE World Congress, 2004-01-0919*, Detroit, Michigan.
- Havenith, G. (2002). The Interaction between Clothing Insulation and Thermoregulation. *Exogenous Dermatology*, 1(5) 221-230.
- Hes L., Offermann P. ve Dvorakova I. (2001). The Effect of Underwear on Thermal Contact Feeling Caused by Dressing up and Wearing of Garments. *Tecnitex 2001 Autex Conference*, pp. 236-245.
- Hes, L., Machova, K., Offermann, P. ve Hoffmann, G. (2004). Experimental Study of Heat and Moisture Transfer by Free Convection in Garments. *II. International İstanbul Textile Congress*, İstanbul, Türkiye.
- Ho, C., Fan, J., Newton, E. ve Au, R. (2008). Effects of Athletic T-shirt Designs on Thermal Comfort. *Fibers and Polymers*, Vol: 9, No:4, 503-508.
- Hollies, N. R. ve Fourt, L. (1970). *Clothing Comfort and Function*. Marcel Dekker Inc. Newyork, USA.

Huang, J. (2006). Sweating Guarded Hot Plate Test Method. *Polymer Testing*, 25 709-716.

Jun, Y., Park, C. H., Shim, H., ve Kang, T. J. (2009). Thermal Comfort Properties of Wearing Caps from Various Textiles. *Textile Research Journal*, 79(2); 179-189.

Kalaoğlu, F. (1995). Giysi Konforunu Etkileyen Faktörler. *Konfeksiyon Teknik*, Ağustos: 74-75.

Kanat, Z. E., (Eylül 2007). *Farklı İpliklerden Dokunan Kumaşların Konfor Özelliklerinin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 92s.

Kaplan, S. ve Okur, A. (2005). Kumaşların Geçirgenlik-İletkenlik Özelliklerinin Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri. *Tekstil Maraton*, Mart-Nisan 2005: 56 65.

Kaplan, S. ve Okur, A. (2008). The Meaning and Importance of Clothing Comfort: A Case Study for Turkey. *Journal of Sensory Studies*, 23, 688 – 706

Kaplan, S. ve Okur, A. (2009). Subjective Evaluation Methods and Physiological Measurements Used to Determine Clothing Thermal Comfort. *14th. Biomedical Engineering Meeting (BIYOMUT)* ,İzmir, Türkiye.

Kaplan, S. ve Okur, A. (2010). A New Sweat Dynamic Hot Plate System for Steady-State and Dynamic Thermal Comfort Measurements. *Measurement Science and Technology*, Volume 21, Number 8.

Kaplan, S. (2009). *Kumaşların Mekanik Özelliklerinden ve Geçirgenlik Özelliklerinden Yararlanılarak Giysi Konforunun Tahminlenmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 236 s.

- Kaynaklı, Ö., ve Kılıç, M. (2004). Vazodilatasyonun İnsan Fizyolojisine Etkisi ve Terleme ile Karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:9, Sayı:1.
- Kılınç, F. S. (2004). *A Study of Nature of Fabric Comfort: Design-Oriented Fabric Comfort Model*. PhD Thesis, Auburn University, Auburn, Alabama, USA.
- Kıssa, E. (1996). Wetting and Wicking. *Textile Research Journal*, 66(10) :660-668.
- Kim, S. H. ve Jeong W. S. (2002). Influence of Illumination on Autonomic Thermoregulation and Choice of Clothing. *International Journal of Biometeorology*, Vol: 46: 141-144.
- LaMotte, R. H., Hollies, N. R. S. ve Goldman R. F. (1977). *Clothing Comfort*. Ann Arbor Science Publishers Inc. Michigan, USA, pp:85-105.
- Lau, L., Fan, J., Siu, T. ve Siu, L. Y. C. (2002). Comfort Sensations of Polo Shirts with and without Wrinkle Free Treatment. *Textile Research Journal*, 72/11; 949.
- Limare, A., Duvaut, T. ve Bachmann, J. (2003). Photopyroelectrical Measurement of the Thermal Properties of Knitted Textile Samples, Influence of Composition, Structural Parameters and Water Content. *International Journal of Thermal Sciences*, 42: 963-972.
- Li, Y. (2001). *The Science of Clothing Comfort*, Textile Institute Publications. Textile Progress, Volume: 31, Number: ½, 138 s., UK.
- Lin, Z. ve Deng, S. (2008). A Study on the Thermal Comfort in Sleeping Environments in the Subtropics- Developing a Thermal Comfort Model for Sleeping Environments. *Building and Environment*, 43: 70-81.

Luo, X., Hou, W., Li, Y. ve Wang, Z. (2007). A Fuzzy Neural Network Model for Predicting Clothing Thermal Comfort. *Computer and Mathematics with Applications*, 53: 1840–1846.

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

Milk Fiber Casein (b.t.). Alınma tarihi (20.06.2010),
http://www.swicofil.com/products/212milk_fiber_casein.html

M 290 Nem Kontrol Cihazı Kullanma Kılavuzu

M290 MMT Moisture Management Tester, (b.t.). Alınma tarihi (16.04.2010),
<http://www.sdlatlas.com/product/203/MMT-Moisture-Management-Tester>

Oglakcioglu, N., Celik, P., Bedez Ute, T., Marmarali, A., Kadoglu, H. (2009). Thermal Comfort Properties of Angora Rabbit/Cotton Fiber Blended Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*, Vol 79(10), p.888-894.

Önder, E. ve Sarier N. (2006). Sıcaklık Düzenleme İşlevi Olan Akıllı Tekstil Ürünlerinin Tasarımı, TÜBİTAK MISAG 238 Nolu Proje.

Özdamar, K. (2004). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (5. Baskı)*, Kaan Kitabevi, Eskişehir.

Özdil, N., Marmaralı A. ve Kretschmar Dönmez, S. (2006). Effect of Yarn Properties on Thermal Comfort of Knitted Fabrics. *International Journal of Thermal Sciences*, Volume 46, Issue 12, pp: 1318-1322.

Searle, C. M. (1990). *Evaluation of the Comfort Properties of Selected Lingerie Fabrics*. PhD Thesis, Kansas State University, College of Human Ecology, Manhattan, Kansas, USA.

Shim, M. H., Park, C. H. ve Shim, H. S. (2009). Effect of Ceramics on the Physical and Thermo-physiological Performance of Warm-up Suit. *Textile Research Journal*, 79/17: 1557.

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

Tarafdar, N. (1995). Selection of Appropriate Clothing in Relation to Garment Comfort. *Man Made Textiles in India*, January: 17-20.

The Six Basic Factors, (b.t.). Alınma tarihi (15.12.2009),
<http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm>

Toksoy, M. (1993). Isıl Konfor. *1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiri Kitabı*, s:589-640, İzmir.

TS EN 14970 Tekstil- Örülmüş Kumaş- Tek İplikli Örme Kumaşlarda Örgü İlmeği ve İplik Doğrusal Yoğunluğunun Tayini.

TS EN 14971 Tekstil- Örülmüş Kumaşlar- Birim Uzunluk ve Birim Alan Başına Örgü İlmeği Sayısının Tayini.

TS 3328 ISO 4602 Takviyeler- Dokunmuş Kumaşlar- Atkı ve Çözümlü Doğrultusunda Birim Uzunluktaki İplik Sayısının Tayini.

TS 7128 EN ISO 5084 Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini.

TS EN ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi.

TS EN ISO 8996 Termal Çevre Ergonomisi- Metabolik Hızın Tayini.

TS EN 12127 Tekstil- Kumaşlar- Küçük Numuneler Kullanarak Birim Alan Başına Kütlenin Tayini.

TS 255 Dokunmuş Kumaşlar- İmal Tarzı- Analiz Metotları- Kumaştan Çıkarılan İpliğin Doğrusal Yoğunluğunun Tayini.

TS EN 31092 Tekstil- Fizyolojik Özelliklerin Tayini- Kararlı Şartlarda Isıl Direncin ve Su Buharına Karşı Direncin Ölçülmesi (Buğuya Karşı Korunmuş Kızgın Plaka Deneyi).

TS EN ISO 139 Tekstil- Şartlandırma ve Deney İçin Standart Ortamlar.

TS 391 EN ISO 9237 Tekstil- Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini.

Vernieuw, C. R., Stephenson, L. A. ve Kokla M. A. (2007). Thermal Comfort and Sensation in Men Wearing a Cooling System Controlled by Skin Temperature. *Human Factors*, Vol:49, No:6, pp:1033-1046.

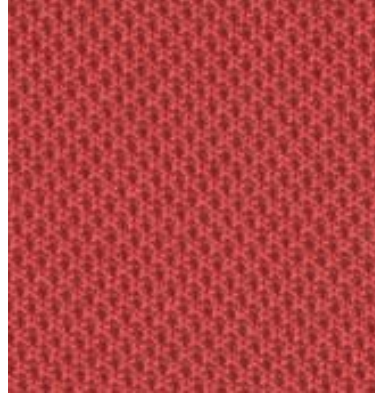
Wang, Z. W. (2002). *Heat and Moisture Transfer and Clothing Thermal Comfort*. PhD Thesis, Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.

Wang, G., Zhang, W., Postle, R., ve Phillips, D. (2003). Evaluating Wool Shirt Comfort with Wear Trials and the Forearm Test. *Textile Research Journal*, 73(2), 113-119.

Wang, D., Zhang, H., Arens, E. ve Huizenga, C. (2006). Observations of Upper Extremity Skin Temperature and Corresponding Overall-Body Thermal Sensations and Comfort. *Building and Environment*, 06-035.

- 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.
- Wong, A. S. W., Li, Y., Yeung, P. K. W. ve Lee, P. W. H. (2003). Neural Network Predictions of Human Psychological Perceptions of Clothing Sensory Comfort. *Textile Research Journal*, 73/1:31.
- Wong, A. S. W. ve Li, Y. (2004). Relationship between Thermophysiological Responses and Psychological Thermal Perception during Exercise Wearing Aerobic Wear. *Journal of Thermal Biology*, 29: 791–796.
- Wu, H. Y., Zhang, W. Y. ve Li, J. (2009). Study on Improving the Thermal-Wet Comfort of Clothing during Exercise with an Assembly of Fabrics. *Fibers&Textiles in Eastern Europe*, Vol.17, No:4 (75), pp.46-51.
- Yiğit, A. ve Atmaca, İ. (2007). Dünya’da ve Türkiye’de Isıl Konfor Çalışmaları. 8. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiri Kitabı*, s:305-315, İzmir.
- Yoo, H. S., Hu, Y. S. and Kim E. A. (2000). Effects of Heat and Moisture Transport in Fabrics and Garments Determined with a Vertical Plate Sweating Skin Model. *Textile Research Journal*, 70 (6):542-549.
- Zimniewska, M.ve Kozlowski, R. (2004). Natural and Man-Made Fibers and Their Role in Creation of Physiological State of Human Body. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 418:1, 113-130.

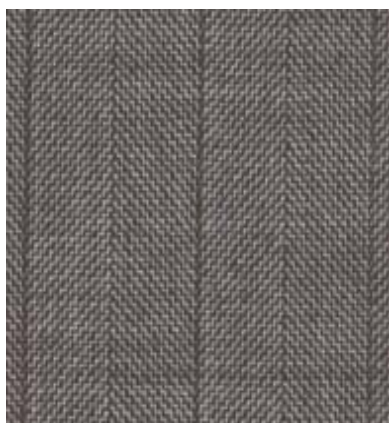
EK-1
KUMAŞ YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ
Örme Kumaşlar

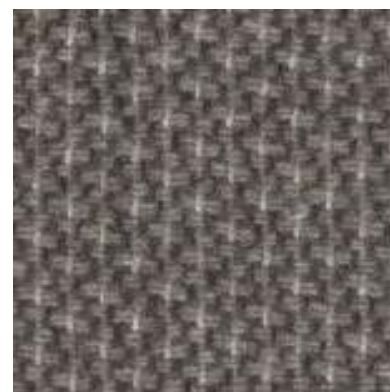
**E1****E2****E3****E4****E5****E6**

**E7****E8****E9****E10****E11**

Dokuma Kumaşlar**K1****K2****K3****K4****K5****K6**

**K7****K8****K9****A1****A2****A3**

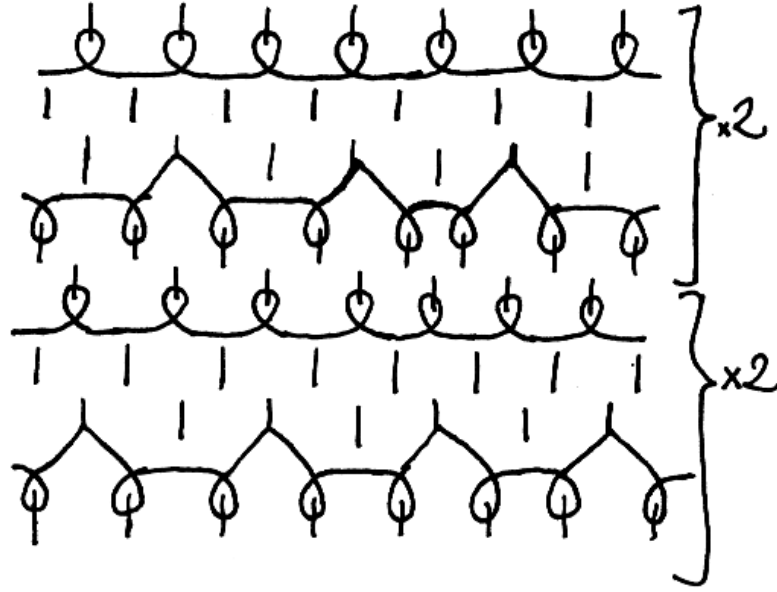
**A4****A5****A6****A7****A8****A9**

**A10****A11****A12****A13**

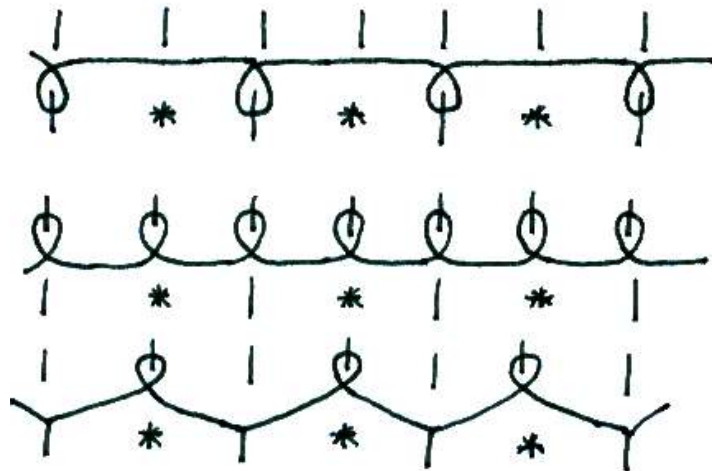
EK-2

A1 VE E8 ÖRME KUMAŞLARININ ÖRGÜ YAPISI

1. A1 kumaşı örgü yapısı



2. E8 kumaşı örgü yapısı



EK-3

MMT ÖLÇÜM HESAPLAMALARI İÇİN CİHAZ YAZILIMINDA KULLANILAN FORMÜLLER

Cihazda, üst sensör normalde cilt ile temas eden yüzeyi, alt sensör ise atmosfer ile temas eden yüzeyi simüle etmektedir.

Islanma hızı (mm/sn): Cihaz ıslanma hızını hesaplarken, bu değeri merkezden maksimum ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızı olarak tanımlamaktadır. Halkanın ($i=1,2,3,4,5,6$) t_i süresinde ıslandığı varsayılarak, $i-1$ halkasından i halkasına sıvı nem yayılma hızı (S_i) ise,

$$S_i = \frac{\Delta R_i}{\Delta t_i} = \frac{R}{t_i - t_{i-1}} \quad (1)$$

R sabit sayısı, halkanın çevresidir.

Buradan kümülatif yayılma hızı (SS):

$$SS = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{i=1}^N \frac{R}{t_i - t_{i-1}} \quad (2)$$

N, maksimum ıslak halka sayısıdır.

Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (R): R sayısı kumaşın iki yüzü arasındaki kümülatif nem miktarı farkıdır.

$$R = (\text{Alan } (U_{alt}) - \text{Alan } (U_{üst})) / \text{Toplam test süresi} \quad (3)$$

U_{alt} ve $U_{üst}$: toplam su miktarı eğrileri

Tüm nem tayin kapasitesi (OMMC):

1. Alt kısımdaki nem emilim oranı (BAR)
2. Tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi (R)

3. Alt kısımdaki nem kuruma hızı, kümülatif yayılma hızı ile gösterilir (BSS)

$$OMMC = C1 * BAR_{ndv} + C2 * R_{ndv} + C3 * BSS_{ndv} \quad (4)$$

C1, C2 ve C3: BAR_{ndv} , R_{ndv} ve BSS_{ndv} için ebatsız değerlerin ağırlıklarıdır. Burada, C1:0,25, C2: 0,50 ve C3: 0,25'tir.

3 endeks için ebatsız proses metodu; BAR, R ve BSS:

$$(1) \quad BAR_{ndv} = \begin{cases} 1 & , BAR \geq BAR_{\max} \\ \frac{BAR - BAR_{\min}}{BAR_{\max} - BAR_{\min}} & , BAR \in [BAR_{\min}, BAR_{\max}] \\ 0 & , BAR \leq BAR_{\min} \end{cases}$$

$$(2) \quad R_{ndv} = \begin{cases} 1 & , R \geq R_{\max} \\ \frac{R - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}} & , R \in [R_{\min}, R_{\max}] \\ 0 & , R \leq R_{\min} \end{cases}$$

$$(3) \quad BSS_{ndv} = \begin{cases} 1 & , BSS \geq BSS_{\max} \\ \frac{BSS - BSS_{\min}}{BSS_{\max} - BSS_{\min}} & , BSS \in [BSS_{\min}, BSS_{\max}] \\ 0 & , BSS \leq BSS_{\min} \end{cases}$$

Bunun için; $OMMC \in [0,1]$

EK-4

VARYANS ANALİZİ TABLOLARI

1. Örme kumaşlarda termal direncin kumaş tipi ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	0,0000733	0,0000147	7,44	0,002
Error	12	0,0000237	0,0000020		
Total	17	0,0000970			
S= 0,001404 R-Sq= 75,61% R-Sq(adj)= 65,44%					

2. Örme kumaşlarda su buharı direncinin kumaş tipi ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	1,1801	0,2360	3,83	0,026
Error	12	0,7386	0,0615		
Total	17	1,9187			
S= 0,2481 R-Sq= 61,51% R-Sq(adj)= 45,47%					

3. Dokuma kumaşlarda termal direnç ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,0000017	0,0000008	0,80	0,493
Error	6	0,0000063	0,0000010		
Total	8	0,0000079			
S= 0,001022 R-Sq= 21,01% R-Sq(adj)= 0,00%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,0000118	0,0000059	10,59	0,011
Error	6	0,0000034	0,0000006		
Total	8	0,0000152			
S= 0,0007479 R-Sq= 77,92% R-Sq(adj)= 70,56%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	0,0000007	0,0000007	3,56	0,132
Error	4	0,0000007	0,0000002		
Total	5	0,0000014			
S= 0,0004315 R-Sq= 47,11% R-Sq(adj)= 33,89%					

4. Bezayağı kumaşlarda termal direncin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,0233193	0,0116597	6528,94	0,000
Error	6	0,0000107	0,0000018		
Total	8	0,0233300			
S= 0,001336 R-Sq= 99,95% R-Sq(adj)= 99,94%					

5. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda termal direncin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,0000006	0,0000003	0,39	0,681
Örgü Tipi	1	0,0000026	0,0000026	3,48	0,083
Error	14	0,0000104	0,0000007		
Total	17	0,0000135			
S= 0,0008609 R-Sq= 23,35% R-Sq(adj)= 6,93%					

6. Dokuma kumaşlarda su buharı direnci ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,1685	0,0842	2,11	0,203
Error	6	0,2398	0,0400		
Total	8	0,4082			
S= 0,1999 R-Sq= 41,27% R-Sq(adj)= 21,69%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,0603	0,0302	1,05	0,407
Error	6	0,1725	0,0288		
Total	8	0,2328			
S=0,1696 R-Sq= 25,91% R-Sq(adj)= 1,22%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	0,0664	0,0664	2,45	0,192
Error	4	0,1083	0,0271		
Total	5	0,1747			
S= 0,1646 R-Sq= 38,00% R-Sq(adj)= 22,51%					

7. Bezayağı kumaşlarda su buharı direncinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,2681	0,1340	2,69	0,147
Error	6	0,2995	0,0499		
Total	8	0,5675			
S= 0,2234 R-Sq= 47,24% R-Sq(adj)= 29,65%					

8. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda su buharı direncinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	1,84930	0,924652	30,63	0,000
Örgü Tipi	1	0,15520	0,155199	5,14	0,040
Error	14	0,42260	0,030186		
Total	17	2,42710			
S= 0,1737 R-Sq= 82,59% R-Sq(adj)= 78,86%					

9. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve üst yüzey ıslanma süresi arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	373,17	74,63	16,35	0,000
Error	24	109,55	4,56		
Total	29	482,72			
S= 2,136 R-Sq= 77,31% R-Sq(adj)= 72,58%					

10. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve alt yüzey ıslanma süresi arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	322,96	64,59	18,47	0,000
Error	24	83,95	3,50		
Total	29	406,92			
S= 1,870 R-Sq= 79,37% R-Sq(adj)= 75,07%					

11. Dokuma kumaşlarda üst yüzey ıslanma süresi ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	1,00	0,50	0,33	0,724
Error	12	18,18	1,51		
Total	14	19,18			
S= 1,231 R-Sq= 5,24% R-Sq(adj)= 0,00%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	2,8289	1,4144	60,65	0,000
Error	12	0,2799	0,0233		
Total	14	3,1087			
S=0,1527 R-Sq= 91,00% R-Sq(adj)= 89,50%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	2,317	2,317	10,48	0,012
Error	8	1,770	0,221		
Total	9	4,087			
S= 0,4703 R-Sq= 56,70% R-Sq(adj)= 51,29%					

12. Bezayağı kumaşlarda üst yüzey ıslanma süresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	4,25	2,12	1,28	0,312
Error	12	19,84	1,65		
Total	14	24,09			
S= 1,286 R-Sq= 17,63% R-Sq(adj)= 3,90%					

13. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda üst yüzey ıslanma süresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,93365	0,46682	5,32	0,012
Örgü Tipi	1	1,55496	1,55496	17,71	0,000
Interaction	2	1,16892	0,58446	6,66	0,005
Error	24	2,10746	0,08781		
Total	29	5,76499			
S= 0,2963 R-Sq= 63,44% R-Sq(adj)= 55,83%					

14. Dokuma kumaşlarda alt yüzey ıslanma süresi ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,84	0,42	0,27	0,765
Error	12	18,38	1,53		
Total	14	19,22			
S= 1,237 R-Sq= 4,37% R-Sq(adj)= 0,00%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	2,6808	1,3404	47,32	0,000
Error	12	0,3399	0,0283		
Total	14	3,0207			
S=0,1683 R-Sq= 88,75% R-Sq(adj)= 86,87%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	2,317	2,317	11,22	0,010
Error	8	1,653	0,207		
Total	9	3,970			
S= 0,4546 R-Sq= 58,37% R-Sq(adj)= 53,16%					

15. Bezayağı kumaşlarda alt yüzey ıslanma süresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	4,42	2,21	1,33	0,301
Error	12	19,98	1,66		
Total	14	24,40			
S= 1,290 R-Sq= 18,12% R-Sq(adj)= 4,47%					

16. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda alt yüzey ıslanma süresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,74081	0,37040	4,25	0,026
Örgü Tipi	1	1,38202	1,38202	15,84	0,001
Interaction	2	1,19950	0,59975	6,87	0,004
Error	24	2,09370	0,08724		
Total	29	5,41603			
S= 0,2954 R-Sq= 61,34% R-Sq(adj)= 53,29%					

17. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve üst yüzey sıvı emilim oranı arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	4840	968	4,10	0,008
Error	24	5666	236		
Total	29	10505			
S= 15,36 R-Sq= 46,07% R-Sq(adj)= 34,83%					

18. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve alt yüzey sıvı emilim oranı arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	10086	2017	10,74	0,000
Error	24	4507	188		
Total	29	14593			
S= 13,70 R-Sq= 69,12% R-Sq(adj)= 62,68%					

19. Dokuma kumaşlarda üst yüzey emilim oranı ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	7,1	3,5	0,16	0,856
Error	12	268,8	22,4		
Total	14	275,8			
S= 4,733 R-Sq= 2,57% R-Sq(adj)= 0,00%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	1370	685	2,53	0,121
Error	12	3248	271		
Total	14	4619			
S=16,45 R-Sq= 29,67% R-Sq(adj)= 17,94%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	244,5	244,5	19,40	0,002
Error	8	100,8	12,6		
Total	9	345,3			
S= 0,4703 R-Sq= 56,70% R-Sq(adj)= 51,29%					

20. Bezayağı kumaşlarda üst yüzey emilim oranı ile atkı sıklığı ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	1749,1	874,6	28,13	0,000
Error	12	373,1	31,1		
Total	14	2122,2			
S= 5,576 R-Sq= 82,42% R-Sq(adj)= 79,49%					

21. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda üst yüzey emilim oranının atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	2312,48	1156,24	4,48	0,021
Örgü Tipi	1	66,93	66,93	0,26	0,615
Error	24	6710,73	258,10		
Total	29	9090,14			
S= 16,07 R-Sq= 26,18% R-Sq(adj)= 17,66%					

22.

22. Dokuma kumaşlarda alt yüzey emilim oranı ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	268,7	134,4	3,74	0,054
Error	12	430,6	35,9		
Total	14	699,3			
S= 5,990 R-Sq= 38,43% R-Sq(adj)= 28,17%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	180,3	90,1	1,14	0,351
Error	12	945,8	78,8		
Total	14	1126,0			
S=8,878 R-Sq= 16,01% R-Sq(adj)= 2,01%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	85,7	85,7	4,50	0,067
Error	8	152,4	19,1		
Total	9	238,1			
S= 4,365 R-Sq= 35,98% R-Sq(adj)= 27,98%					

23. Bezayağı kumaşlarda alt yüzey emilim oranının atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	54,4	27,2	0,57	0,580
Error	12	572,6	47,7		
Total	14	627,0			
S= 6,908 R-Sq= 8,68% R-Sq(adj)= 0,00%					

24. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda alt yüzey emilim oranının atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	420,42	210,210	2,97	0,069
Örgü Tipi	1	22,38	22,377	0,32	0,579
Error	26	1838,03	70,693		
Total	29	2280,83			
S= 8,408 R-Sq= 19,41% R-Sq(adj)= 10,12%					

25. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve üst yüzey maksimum ıslak daire çevresi arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	656,67	131,33	13,70	0,000
Error	24	230,00	9,58		
Total	29	886,67			
S= 3,096 R-Sq= 74,06% R-Sq(adj)= 68,66%					

26. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve alt yüzey maksimum ıslak daire çevresi arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	594,17	118,83	21,94	0,000
Error	24	130,00	5,42		
Total	29	724,17			
S= 2,327 R-Sq= 82,05% R-Sq(adj)= 78,31%					

27. Dokuma kumaşlarda üst yüzey maksimum ıslak daire çevresi ve atkı sıklığı
a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	53,33	26,67	8,00	0,006
Error	12	40,00	3,33		
Total	14	93,33			
S= 1,826 R-Sq=57,14 % R-Sq(adj)= 50,00%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	23,33	11,67	2,80	0,100
Error	12	50,00	4,17		
Total	14	73,33			
S=2,041 R-Sq= 31,82% R-Sq(adj)= 20,45%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	0,000	0,000	*	*
Error	8	0,000	0,000		
Total	9	0,000			
S= 0 R-Sq= *% R-Sq(adj)= *%					

28. Bezayağı kumaşlarda üst yüzey maksimum ıslak daire çevresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	10,00	5,00	0,75	0,493
Error	12	80,00	6,67		
Total	14	90,00			
S= 2,582 R-Sq= 11,11% R-Sq(adj)= 0,00%					

29. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda üst yüzey maksimum ıslak daire çevresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Sıklık	2	46,667	23,3333	9,33	0,001
Örgü Tipi	1	13,333	13,3333	5,33	0,030
Interaction	2	26,667	13,3333	5,33	0,012
Error	24	60,000	2,5000		
Total	29	146,667			
S= 1,581 R-Sq= 59,09% R-Sq(adj)= 50,57%					

30. Dokuma kumaşlarda alt yüzey maksimum ıslak daire çevresi ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	40	20	4,80	0,029
Error	12	50	4,17		
Total	14	90			
S= 2,041 R-Sq= 44,44% R-Sq(adj)= 35,19%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	53,33	26,67	16,00	0,000
Error	12	20,00	1,67		
Total	14	73,33			
S= 1,291 R-Sq= 72,73% R-Sq(adj)= 68,18%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	0,000	0,000	*	*
Error	8	0,000	0,000		
Total	9	0,000			
S= 0 R-Sq=*% R-Sq(adj)= *%					

31. Bezayağı kumaşlarda alt yüzey maksimum ıslak daire çevresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	13,33	6,67	1,14	0,351
Error	12	70,00	5,83		
Total	14	83,33			
S= 2,415 R-Sq=16,00% R-Sq(adj)= 2,00%					

32. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda alt yüzey maksimum ıslak daire çevresinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	26,6667	13,3333	16,00	0,000
Örgü Tipi	1	13,3333	13,3333	16,00	0,001
Interaction	2	26,6667	13,3333	16,00	0,000
Error	26	20,0000	0,8333		
Total	29	86,6667			
S= 0,9129 R-Sq=76,92% R-Sq(adj)= 72,12%					

33. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve üst yüzey ıslanma hızı arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	53,602	10,720	28,13	0,000
Error	24	9,146	0,381		
Total	29	62,747			
S= 0,6173 R-Sq=85,42% R-Sq(adj)=82,39%					

34. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve alt yüzey ıslanma hızı arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	54,776	10,955	50,86	0,000
Error	24	5,169	0,215		
Total	29	59,946			
S= 2,327 R-Sq= 82,05% R-Sq(adj)= 78,31%					

35. Dokuma kumaşlarda üst yüzey ıslanma hızı ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,003	0,002	0,00	0,997
Error	12	6,599	0,550		
Total	14	6,602			
S= 0,7416 R-Sq=0,05% R-Sq(adj)= 0,00%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,9367	0,4684	23,98	0,000
Error	12	0,2344	0,0195		
Total	14	1,1711			
S=0,1398 R-Sq=79,99% R-Sq(adj)=76,65%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	1,0756	1,0756	20,15	0,002
Error	8	0,4270	0,0534		
Total	9	1,5026			
S= 0,2310 R-Sq= 71,58% R-Sq(adj)= 68,03%					

36. Bezayağı kumaşlarda üst yüzey ıslanma hızının atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,898	0,449	0,68	0,526
Error	12	7,962	0,663		
Total	14	8,860			
S= 0,2310 R-Sq= 71,58% R-Sq(adj)= 68,03%					

37. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda üst yüzey ıslanma hızının atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,49093	0,245466	8,11	0,002
Örgü Tipi	1	0,31916	0,319156	10,54	0,003
Interaction	2	0,75992	0,379962	12,55	0,000
Error	24	0,72651	0,030271		
Total	29	2,29653			
S=0,1740 R-Sq= 68,36% R-Sq(adj)= 61,77%					

38. Dokuma kumaşlarda alt yüzey ıslanma hızı ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	1,375	0,687	3,72	0,055
Error	12	2,219	0,185		
Total	14	3,594			
S= 0,43 R-Sq= 38,25% R-Sq(adj)= 27,96%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,857	0,429	2,17	0,157
Error	12	2,372	0,198		
Total	14	3,230			
S= 0,4446 R-Sq= 26,54% R-Sq(adj)= 14,30%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	0,0473	0,0473	0,60	0,461
Error	8	0,6293	0,0787		
Total	9	0,6766			
S= 0,2805 R-Sq=6,98% R-Sq(adj)= 0,00%					

39. Bezayağı kumaşlarda alt yüzey ıslanma hızının atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	1,767	0,883	2,98	0,089
Error	12	3,559	0,297		
Total	14	5,325			
S= 0,5446 R-Sq=33,17% R-Sq(adj)= 22,03%					

40. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda alt yüzey ıslanma hızının atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	3,78260	1,89130	9,41	0,001
Örgü Tipi	1	0,45540	0,45540	2,27	0,144
Error	26	5,22576	0,20099		
Total	29	9,46376			
S= 0,4483 R-Sq= 44,78% R-Sq(adj)= 38,41%					

41. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve kümülatif tek yönlü taşıma endeksi arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	45022	9004	10,10	0,000
Error	24	21404	892		
Total	29	66426			
S=29,86 R-Sq= 67,78% R-Sq(adj)=61,07%					

42. Dokuma kumaşlarda kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	10727	5363	8,28	0,005
Error	12	7769	647		
Total	14	18496			
S= 25,44 R-Sq=58,00% R-Sq(adj)= 51,00%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	20340	10170	18,93	0,000
Error	12	6446	537		
Total	14	26785			
S=23,18 R-Sq= 75,94% R-Sq(adj)= 71,93%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	367	367	1,74	0,224
Error	8	1687	211		
Total	9	2054			
S= 14,52 R-Sq= 17,86% R-Sq(adj)= 7,59%					

43. Bezayağı kumaşlarda kümülatif tek yönlü taşıma endeksinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	90689	45345	61,35	0,000
Error	12	8869	739		
Total	14	99558			
S= 27,19 R-Sq= 91,09% R-Sq(adj)= 89,61%					

44. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda kümülatif tek yönlü taşıma endeksinin sıklık ve örgü tipi ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	3011,7	1505,85	2,87	0,075
Örgü Tipi	1	2294,3	2294,25	4,38	0,046
Error	24	13623,5	523,98		
Total	29	18929,5			
S= 22,89 R-Sq= 28,03% R-Sq(adj)= 19,73%					

45. Örme kumaşlarda kumaş tipi ve tüm nem tayin kapasitesi arasındaki ilişki

	DF	SS	MS	F	P
Kumaş Tipi	5	0,68291	0,13658	30,54	0,000
Error	24	0,10732	0,00447		
Total	29	0,79023			
S= 0,06687 R-Sq= 86,42% R-Sq(adj)= 83,59%					

46. Dokuma kumaşlarda nem tayin kapasitesi ve atkı sıklığı a:18 iplik/cm, b:22 iplik/cm ve c:26 iplik/cm olan kumaş tipleri arasındaki ilişkiler

a)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,006663	0,003332	8,97	0,004
Error	12	0,004457	0,000371		
Total	14	0,011120			
S= 0,01927 R-Sq= 59,92% R-Sq(adj)= 53,24%					

b)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	2	0,024200	0,012100	15,10	0,001
Error	12	0,009619	0,000802		
Total	14	0,033819			
S=0,02831 R-Sq=71,56% R-Sq(adj)= 66,82%					

c)

	DF	SS	MS	F	P
Örgü Tipi	1	0,002208	0,002208	6,21	0,037
Error	8	0,002845	0,000356		
Total	9	0,005053			
S= 0,01886 R-Sq= 43,70% R-Sq(adj)= 36,66%					

47. Bezayağı kumaşlarda nem tayin kapasitesinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,115159	0,057580	117,55	0,000
Error	12	0,005878	0,000490		
Total	14	0,121037			
S= 0,02213 R-Sq= 95,14% R-Sq(adj)= 94,33%					

48. Kontrollü üretilmiş 2/1 dimi ve 3/1 dimi kumaşlarda nem tayin kapasitesinin atkı sıklığı ile ilişkisi

	DF	SS	MS	F	P
Atkı Sıklığı	2	0,0087389	0,0043695	6,08	0,007
Örgü Tipi	1	0,0044044	0,0044044	6,12	0,020
Error	24	0,0187000	0,0007192		
Total	29	0,0318434			
S=0,1740 R-Sq= 68,36% R-Sq(adj)= 61,77%					