

**ÖRME KUMAŞLARIN ISLANMA VE KURUMA
DAVRANIŞLARININ GİYSİ KONFORU AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Cem ÜNSAL**

Anabilim Dalı : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

Program : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2005

**ÖRME KUMAŞLARININ İSLANMA VE KURUMA
DAVRANIŞLARININ GİYSİ KONFORU AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Cem ÜNSAL
(503021708)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 9 Mayıs 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 31 Mayıs 2005**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fatma KALAOĞLU

Doç. Dr. Nuray UÇAR

Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Cevza CANDAN (İ. T. Ü.)

Doç. Dr. Hale Canbaz KARAKAŞ (İ. T. Ü.)

Doç. Dr. Binnaz MERİÇ (U. Ü.)

MAYIS 2005

ÖNSÖZ

Yıllardır tekstilin pekçok sahasında yapılan araştırmalar her sahaya özgü pekçok faydalı ürün vermiştir. Ancak son kullanımda ve müşterilerin ürün tercihinde en çok öne çıkan olgulardan biri olan konfor, giysilerde ve giyim sırasında “Giysi Konforu” olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, giysi konforu olgusunun önemi bilindiğinden, bu olguya en çok etki ettiği düşünülen faktörlerden olan “kuşakların ıslanma ve kuruma davranışları” üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bu çalışma sırasında benden yardımlarını ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli danışmanlarımlar Prof. Dr. Fatma KALAOĞLU ve Doç. Dr. Nıray UÇAR’a, tezinin yazı düzeni konusunda beni ni düşünce ve tecrübelerini paylaşan arkadaşlarımla Tekstil Yük. Mühendisi Umut Kıvanç ŞAHİN’e, ne zaman birşey soracak olsam bana hep güler yüzlü olup moral veren Sayın Prof. Dr. Bülent ÖZİPEK’e, Prof. Dr. Cevza CANDAN’a, Prof. Dr. Emel ÖNDER’e ve Doç. Dr. Hale CANBAZ KARAKAŞ’a, deneysel çalışmamda mesnasında yardımlarını ve hoşgörülerini esirgemeyen İTÜ Tekstil Teknolojileri ve Tasarım Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı çalışanlarına, en sıkıntılı anlarımda hep yanımda olan sevgili aileme ve moral desteklerini benden hiç esirgemeyen çok kıymetli dostlarımla Serdar Fındıkçı’ya, Melt em Kabalcı’ya ve Şebnem İlke’ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

SAYGILARIMLA,

Mayıs 2005

Gem ÜNSAL

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. GYSİ KONFORU	2
2.1. Gysi	2
2.1.1. Gynme İhtiyacı ve Gysi	2
2.1.2. Gysi-İnsan-Çevre Sistemi	3
2.2. Gysi Konforunun Tanımı, Unsurları ve Boyutları	4
2.2.1. Gysi Konforu'nun Tanımı	4
2.2.2. Gysi Konforuna Etki Eden Unsurlar	5
2.2.2.1. Mekanik Konfora Etki Eden Unsurlar	5
2.2.2.2. Termal Konfora Etki Eden Unsurlar	5
2.2.2.3. Fizyolojik Konfora Etki Eden Unsurlar	6
2.2.2.4. Psikolojik Konfora Etki Eden Unsurlar	6
2.2.3. Gysi Konforunun Boyutları	7
2.2.3.1. Psikolojik ve Konfor	7
2.2.3.2. Nörofizyoloji ve Konfor	8
2.2.3.3. Termal Fizyoloji ve Konfor	9
2.2.4. Gysiden Beklenenler	10
2.2.4.1. Kuşakların ve Gysilerin Fizyolojik ve Dokunuş Rahatlığı	12
2.2.4.2. Fiziksel Aktivitelerde Rahatlık	13
2.2.4.3. İklim Şartlarına Karşı Koruyuculuk	15
2.2.4.4. Isı Yalıtım	18
2.2.4.5. Rüzgar Geçirmezlik	21
2.2.4.6. Işınımın Isı Hidesi	23
2.2.4.7. Nem Dengesi	23
2.2.4.8. Dokunma Konforu	29
2.2.4.9. İklim Uygunluk	31

3. KUMAŞLAR ve KUMAŞLARDA KONFOR	33
3.1. Kumaşın Tanımı	33
3.2. Temel Kumaş Yapıları	33
3.2.1. Dokuma	33
3.2.2. Öme	33
3.2.2.1. Akıllı Öme	34
3.2.2.2. Çözümlü Öme	34
3.3. Sık Rastlanan Akıllı Öme Kumaş Yapıları	35
3.3.1. Tek Haka Yapılar	35
3.3.1.1. Süprem	35
3.3.1.2. Stocknette	35
3.3.2. Çift Haka Yapılar	35
3.3.2.1. Ribana	35
3.3.2.2. Haroşa	37
3.3.2.3. İnterlok	37
3.4. Kumaşlarda Konforla İlgili Fiziksel Özellikler ve Prosesler	37
3.4.1. Gysi Konforu'ndaki Fiziksel Prosesler	39
3.4.2. Gyside Isı ve Nem Transferi	39
3.4.3. Kumaşta Dinamik Isı ve Nem Transferi	45
3.4.4. Hyaf ve Hava Arasındaki Nem Alışverişi	48
3.4.4.1. Kumaşların Kuruma Davranışı	48
3.4.4.2. Buharlaşma ve Yoğuşma	51
3.4.4.3. Nem Sorbsiyonu(Çekme) ve Desorbsiyonu(Salma)	52
3.4.5. Sıcaklık ve Nem Duyumlarının Fiziksel Mekanizmaları	55
3.4.5.1. Geçici Sıcaklık ve Nem Duyumu	55
3.4.5.2. Dokunuşta Serinlik	58
3.4.5.3. Sıcaklık Hssi	68
3.4.5.4. Yaşlılık Hssi	69
3.4.5.5. Aktivite Sırasında Yapışkanlık ve Nem Tırtımlama	75
3.4.5.6. Çevresel Tırtımlama	81
3.4.6. Kumaş Mekanik Özellikleri ve Dokunsal-Basınç Duyumları	85
3.4.6.1. Kumaş Batıcılığı (Fabric Prickliness)	87
3.4.6.2. Kumaş Kaşıntıcılığı (Fabric Itchiness)	88
3.4.6.3. Kumaş Sertliği (Fabric Stiffness)	90
3.4.6.4. Kumaş Yuğuşaklığı (Fabric Softness)	91
3.4.6.5. Kumaş Düzgünlüğü, Pürüzlülüğü ve Sırtınması	92
3.4.6.6. Gysi-Beden Uygunluğu ve Basınç Konforu	95
3.5. Kumaşların Termal Konfor Özellikleri ve Prosesleri	99
3.6. Kumaşlarda Islanma ve Kılcal Islanma (Wicking)	106

4. ĖHAZ ve MALZEMELER	112
4.1. Ė hazlar	112
4.1.1. Hassas Tartı	112
4.1.2. Ku maş Kalınlı Ėı Test Ė hazı	112
4.1.3. Ėa maşır Ma kinesi	112
4.1.4. Ta mburlu Ku rutucu	112
4.1.5. K rono metre	113
4.2. Ma lze meler	113
4.2.1. Ku maşlar	113
4.2.2. Lastik Levhalar	116
4.2.3. Ku maş Ėra ma Ė Hzarı	116
4.2.4. Suda Ėözünen ve Ėözünmeyen Mirekkep Kale mleri	116
4.2.5. Loop	116
5. DENEYSEL ĖALIřMA	117
5.1. Ku maşların Ta mĐ nlenđiril mesi İşlemi	117
5.2. Testler	117
5.2.1. Ku maş Yapısal Ö zelli klerini n Tayini	117
5.2.1.1. Ėra ma Ė Ö ğü mü	117
5.2.1.2. Ku maş Kalınlı Ėı Ö ğü mü	117
5.2.1.3. İl nek İ plik Uzunlu Ėı Ö ğü mü	118
5.2.1.4. Ėubuk Sıklı Ėı Ö ğü mü	118
5.2.1.5. Sıra Sıklı Ėı Ö ğü mü	118
5.2.2. Ku ruma Davranışı Testi	118
5.2.3. Transfer Kılcal Islanma Testi	119
5.2.4. Đ key Kılcal Islanma Testi “şerit” Testi	119
6. SONUÇLAR	121
6.1. Ku maşların Ku ruma Davranışları	121
6.2. Ku maşların Transfer (Yatay) Kılcal Islanma Davranışları	134
6.3. Ku maşların Đ key Kılcal Islanma Davranışları	138
7. TARTIşMA	150
KAYNAKLAR	155
Ö ZĖEĖMİ ř	163

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Fizi ksel akti vitelere göre dışarı verilen ısı miktarları	14
Tablo 2.2. Kafes Yapıları ve Sel ülozik liflerin Kristallik Oranları	26
Tablo 3.1. Çeşitli Önemli Böl gelerdeki Glt Çerili m Değerleri	96
Tablo 3.2. Ku maş Esnekli ğinde Konfor Terci hleri	97
Tablo 3.3. Genel Gysi Çeşitleri Taraf ından O uşt urulan Bası nç Değerleri .	98
Tablo 4.1. Ta m D nlenmiş Nü mune Ku maş lar ın Genel Ö zellikleri	114
Tablo 6.1a. Ku ru ma Dav ran ışı Test Sonuç lar ı	122
Tablo 6.1b. Ku ru ma Dav ran ışı Test Sonuç lar ı	123
Tablo 6.1c. Ku ru ma Dav ran ışı Test Sonuç lar ı	124
Tablo 6.2a. Ku maş lar ın B ri m Kü tlelerindeki Su Kü tlesi Miktarları	127
Tablo 6.2b. Ku maş lar ın B ri m Kü tlelerindeki Su Kü tlesi Miktarları	128
Tablo 6.2c. Ku maş lar ın B ri m Kü tlelerindeki Su Kü tlesi Miktarları	129
Tablo 6.3a. Ku maş lar ın B ri m Alanlarına Denk Gelen Su Kü tlesi Değerleri	131
Tablo 6.3b. Ku maş lar ın B ri m Alanlarına Denk Gelen Su Kü tlesi Değerleri	132
Tablo 6.3c. Ku maş lar ın B ri m Alanlarına Denk Gelen Su Kü tlesi Değerleri	133
Tablo 6.4a. Ku maş lar ın Transfer Kıl cal Islan ma Testi Ö ç ü m Değerleri	134
Tablo 6.4b. Ku maş lar ın Transfer Kıl cal Islan ma Testi Ö ç ü m Değerleri	135
Tablo 6.4c. Ku maş lar ın Transfer Kıl cal Islan ma Testi Ö ç ü m Değerleri	135
Tablo 6.5a. Ku maş lar ın D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı (Sıra Doğ r.)	139
Tablo 6.5b. Ku maş lar ın D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı (Sıra Doğ r.)	139
Tablo 6.5c. Ku maş lar ın D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı (Sıra Doğ r.)	140
Tablo 6.6a. D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı na Ait Hesaplanan Değerler	140
Tablo 6.6b. D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı na Ait Hesaplanan Değerler	141
Tablo 6.7a. Ku maş lar ın D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı (Ç ubuk Doğ r.) ..	141
Tablo 6.7b. Ku maş lar ın D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı (Ç ubuk Doğ r.) ..	142
Tablo 6.7c. Ku maş lar ın D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı (Ç ubuk Doğ r.) ..	142
Tablo 6.8a. D key Kıl cal Islan ma Dav ran ışı na Ait Hesaplanan Değerler	143

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Kişinin Konfor Durumunu Belirleyen Değişkenler	7
Şekil 2.2 : Amorflik Derecesi ve Islanma Isısı Arasındaki İlişki	26
Şekil 2.3 : Bağlı Su ve Islanma Isısı Arasındaki İlişki	27
Şekil 2.4 : Nem Çekme ve Su Çekme Arasındaki İlişki.	28
Şekil 3.1 : Temel Ögü Yapıları	36
Şekil 3.2 : Bir Kumaştan Gerçekleşen Bileşke Isı ve Nem Transferi	47
Şekil 3.3 : Kuruma Esnasında Yaş Kumaşların Su İçeriğindeki Değişimi	49
Şekil 3.4 : Sıcaklık ve Aşırı Nem Arasındaki İlişki	50
Şekil 3.5 : Dokunuştaki Serinliğe Verilen Özel Tepkiler	61
Şekil 3.6 : Glt – Kumaş Teması Esnasındaki Kumaş Sıcaklığı Değişimleri	61
Şekil 3.7 : Kumaş – Glt Teması Sırasındaki Glt Sıcaklığı Değişimleri	62
Şekil 3.8 : Kumaş – Glt Teması Sırasında Kumaştaki Su Miktarının Değişimi	62
Şekil 3.9 : Düzenli Kumaş – Glt Temasında Kumaşın İç Yüzeyindeki Sıcaklıklar	63
Şekil 3.10 : Düzenli Kumaş – Glt Temasında Kumaş İç Yüzeyindeki Su İçeriği	64
Şekil 3.11 : Glt Sıcaklığı Değişiminin Maksimum Hızı ve Kumaşın Nem Salma Hızı	64
Şekil 3.12 : Nem Brakma Hızının Lif Çapı ve Hgroskopisitesi ile İlişkisi	65
Şekil 3.13 : Nem Brakma Hızının Ortam Sıcaklığı ve Rutubetiyle İlişkisi	66
Şekil 3.14 : 3-tabakalı Kumaş Modeli	66
Şekil 3.15 : Kumaş – Glt Temasındaki Sıcaklık Değişimleri	71
Şekil 3.16 : Yaşlılık Ağsı Sırasında Yün ve Polyester İçin Kumaş Nem İçeriği Değişimleri	72
Şekil 3.17 : Lif Hgroskopikliği, Aşırı Nem ve Glt Sıcaklığı Düşüşü	73
Şekil 3.18 : Ortam Hava Sıcaklığının Glt Sıcaklığı Düşüşü Üzerindeki Etkisi	74
Şekil 3.19 : Ortam Hava Görel Rutubetinin Glt Sıcaklığı Düşüşü Üzerindeki Etkisi	74
Şekil 3.20 : Aktivite Sırasında Yapış Yapışlılık Ağsı	77
Şekil 3.21 : Aktivite Sırasında Sıcaklık Ağsı	77
Şekil 3.22 : Gysi Mikroiklinde Ölçülen Görel Rutubet	78
Şekil 3.23 : Aktivite Sırasında Glt ve Kumaş Yüzeyindeki Sıcaklık Değişimleri	79
Şekil 3.24 : Aktivite Sırasında Dış Gysi Yüzeyinden Gerçekleşen Isı Akışları	80
Şekil 3.25 : Yağmur Esnasındaki Glt Sıcaklığı Değişimleri	82

Şekil 3 26	: Yağmur Esnasındaki Sıcaklık Profili	83
Şekil 3 27	: Yağmur Esnasında Gysi Mikroi iklimdeki Görelî Rutubet	83
Şekil 3 28a	: Yağmurda Sıcaklık Ağısı	84
Şekil 3 28b	: Yağmurda Yaşlık Ağısı	85
Şekil 3 28c	: Yağmurda Konfor Ağısı	85
Şekil 3 29	: Kumaşların Pürüzlülük Modelleri	93
Şekil 3 30	: İplik Çapının Bir Fonksiyonu Olarak Pürüzlülük Öznel Ağısı	93
Şekil 3 31	: Gysi mde Gerçek Yatay Kumaş Esnemesi ve Misait Esneklik	97
Şekil 3 32	: Tek ve Çok Sayıda Kumaş Katları ile Isı İzolasyonu Kapasitesi Arasındaki İlişki	101
Şekil 3 33	: Tek ve Çok Sayıda Kumaş Katlarındaki Hava Hacmi ile Isı Yalıtım Kapasitesi İlişkisi	102
Şekil 6 1	: Kumaş Numunelerinin Üzerlerindeki Su Kütlelerine Göre Hazırlanmış Kuruma Eğrileri	125
Şekil 6 2	: Birim Kumaş Kütlesi Başına Düşen Su Kütlelerinden Oluşturulmuş Kuruma Eğrileri	126
Şekil 6 3	: Kumaşların Birim Alanlarına Karşılık Gelen Su Kütlesine Dayalı Kuruma Eğrileri	130
Şekil 6 4	: Kumaşların Transfer Kılcal Islanma Davranışlarına At Eğriler	136
Şekil 6 5	: Kumaş Kalınlığı – Transfer Kılcal Islanma Davranışı İlişkisi Grafiği	137
Şekil 6 6	: Karışındaki Pamuk Oranı ile Transfer Kılcal Islanma Kabiliyeti İlişkisi	138
Şekil 6 7	: İlnek Sraları Doğrultusundaki Dkey Kılcal Islanma Davranışları	143
Şekil 6 8	: Sra Doğrultusundaki Dkey Kılcal Islanma Kabiliyeti – Kumaş Gramajı Arasındaki İlişki	144
Şekil 6 9	: İlnek Çubukları Doğrultusundaki Dkey Kılcal Islanma Eğrileri	145
Şekil 6 10	: İlnek Sraları Doğrultusundaki Kılcal Islanma Davranışı ile İlnek Çubuk Sıklığı İlişkisi	146
Şekil 6 11	: İlnek Çubukları Doğrultusundaki Dkey Kılcal Islanma Davranışı ile Kumaş Kalınlıkları Arasındaki İlişki	147
Şekil 6 12	: Kumaşların İlnek İplik Uzunluğu – Çubuk Doğrultusu Dkey Kılcal Islanma Kabiliyeti İlişkisi Eğrisi	148
Şekil 6 13	: Kumaşların Sra Doğrultusundaki Dkey Kılcal Islanma Kabiliyetine Karışındaki Pamuk Yüzdesinin Etkisi	148
Şekil 6 14	: Kumaşların Çubuk Doğrultusundaki Dkey Kılcal Islanma Kabiliyetine Karışındaki Pamuk Yüzdesinin Etkisi	149

ÖRME KUMAŞLARIN ıSLANMA VE KURUMA DAVRANIşLARININ GI YSI KONFORU AÇISI NDAN İ NCELENMESİ

ÖZET

Tekstil yazını nda gi ysi konforu ol gusu ile ilgili çok sayı da çalış ma bulunmaktadı r. Tekstil ürünleri nin gi ysi konforuna etki eden bütün di ğer faktörlerin yanı nda, kumaşların ıslanma ve kuruma davranışları ayrı bir önem arz eder. Bu çalış ma da, birbirlerinden sıklık kalınlık iplik numarası, elastan içeri ği, polyester ve pamuk el yafı karışı moranı, gramaj ve terbiye gibi birtakı mözellikleri bakı mından farklı olan 30 süpre mör ne kumaş üzeri nde ıslanma ve kuruma davranışları incelenmiştir. Deney sonuçları, geç nişteki çalış maların sonuçları yla iyi uyum sergile nektedir.

INVESTIGATION OF WICKING AND DRYING BEHAVIOR OF KNIT FABRICS FROM THE POINT OF VIEW OF CLOTHING COMFORT

SUMMARY

There are many studies about clothing comfort phenomena in textile literature. Besides all the other factors which have effects on clothing comfort of textile products, drying and wicking behavior of fabrics have a different importance. In this study, some tests to investigate these properties of 30 single jersey knit fabrics which are different from each other in some characteristics such as firmness, thickness, yarn number, lycra content, blend ratio of polyester staple and cotton fibre, mass density, and finishing treatment etc. were conducted. Experimental results showed good correlation with early studies' results.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Konfor olgusu, insanoğlu varolduğundan beri önemli olmakla beraber, çağlar boyunca ekonomik kriterlerin gölgesinde kalmıştır. Ancak geçmişe kıyasla ekonomik refaha sahip olan günümüz insanı, gelişen teknolojiyle birlikte üretim maliyetlerinin düşmesi sayesinde de, artık daha iyi yiyeleminin sahip bulunmaktır. Beslenme ve barınma ihtiyacının hemen ardından gelen giyinme ihtiyacı, sosyal kabul görmeyle de yakından ilişkilidir. Giysi öncelikle vücudu dış etkilere korumalıdır, ancak bedene uygunluğu, yakışması, sıkırtı vermemesi, ısıtması gibi özellikleri de olmalıdır. İşte bir giysinin bütün bu özellikleri, Giysi Konforu olgusu içerisinde yer alır.

Bir giysi kumaşındaki su içeriği, giyim sırasında nem duymaya sebep olur. Nem duyma ve cilt üzerinde su birikimi, rahatsızlık (konforsuzluk) hissi oluşturur. Bu önemli faktörlerdir, ve termal ve mekanik duyumlarla birlikte ortaya çıkarlar. Bu yüzden, giysi malzemelerinin ıslanma ve kuruma kabiliyetleri hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir.

Tekstil literatüründe giysi konforu olgusu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Tekstil mallarının giyim konforu üzerinde etkili olan tüm diğer faktörlerin yanında, kumaşların kuruma ve ıslanma davranışları ayrı bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, sıklık, kalınlık, iplik numarası, elastan içeriği, polyester kesik elyafı ve pamuk elyafı karışım oranı, ve gramaj gibi özellikler açısından kendi aralarında farklı olan otuz adet süpremörne kumaşın bu özelliklerini incelemek üzere bazı deneyler gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçları, daha önceki çalışmaların sonuçları ile iyi uyum sergilemiştir.

2. GİYSİ KONFORU

İnsanoğlu, kendini anlamaya başlama yaşından itibaren her konuda ideali arar. Bu yüzden olsa gerek, giysiyi değerlendirirken de, görüntüsü, kesimi, giyim özellikleri ve fiyatının yanı sıra, günümüzde artık fizyolojik özelliklerini de dikkate almaktadır. İşte “Giysi Konforu” kavramı, fizik, kimya, tıp, tekstil ve konfeksiyon tekniğini, moda ve satış özelliklerini de dikkate alarak, giyenin kendini rahat hissedebileceği, sağlığını koruyabileceği ve çalışma verimini sürdürebileceği giysilerin tasarımı ve üretimini sağlayabilecek kuralları tespit etmeye yönelik çabaların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır [1].

2.1 Giysi

Tekstil yüzeylerinin çeşitli tekniklerle insan vücuduna uyumlu biçimde birleştirilmesiyle oluşturulmuş 3 boyutlu tekstil yapısı olan giysi, insan hayatının ayrılmaz bir parçasıdır, ve birçok işlevi bulunmaktadır: süsleme, prestij, iffet, ve koruma.

2.1.1 Giyinme ihtiyacı ve giysi

İnsanlar, dünyada hemen her türlü çevre koşuluna uyum sağlayabilirler. Bunu yalnızca termal yapılarımız sayesinde değil, aynı zamanda giysilerimiz sayesinde başarırız. Giysilerimiz olmasaydı, sadece tropik bölgelerde yaşayabilirdik [1].

Giysi, son moda ve estetik cazibe vasıtasıyla, giyen kişiye süsleme sağlayarak güzel görünmenin ruhsal rahatlığını verir. Uygun ve lüks giysi, giyenin prestijini artırabilir, bu da o kişiye bir tatmin hissi yaşatır. Giysi aynı zamanda, insanın içinde yaşadığı toplum standartlarını karşılamak için vücudu yeterince örtmek suretiyle ruhsal konfor vererek iffet işlevini sağlar ve vücut kusurlarını saklar. Ancak giysinin en önemli görevi, vücudu uygunsuz fiziksel ortamlara karşı koruyan bir engel tabakası ya da tabakaları olmasıdır. Bu koruma, birkaç işlevi yerine getirir: vücudun yaşaması için gerekli olan doğru termal ortam sürdürmek, ve vücudu aşınma,

radyasyon, rüzgar, elektrik, kimyasal ve mikrobiyolojik toksik maddeler ile yaralanmaktan alıkoymaktır.

2.1.2 Giysi –insan – çevre sistemi

İnsan vücudu ve onu saran çevre arasında, giysi, giyinen kişinin rahatlık(konfor) durumunun subjektif (kişisel) algısını belirlemede çok önemli rol oynar. Kişisel konfor algısının nasıl değiştiğini anlamak için insan-giysi sistemini fiziksel, duyuşal, fizyolojik ve enformasyonel bağlanılarda kendisini saran çevreyle dinamik etkileşim durumunda olan bir açık sistem olarak ele alabiliriz. Bu sistemde, giyinen kişinin konfor durumunu belirleyen ve sürekli olarak birbirleriyle etkileşim halinde meydana gelen, Fiziksel Prosesler, Fizyolojik Prosesler, Nörofizyolojik Prosesler, ve Psikolojik Prosesler bulunmaktadır [2].

- a. Giyside ısı ve nem taşıma, giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşimler, ve ışığın giysi tarafından yansıtılması ve absorpsiyonu gibi giyside ve saran çevredeki Fiziksel Prosesler, vücuda fiziksel uyarılar (sinyaller) sağlar.
- b. Vücudun termal dengesi, ve onun giysiyle ve çevreyle dinamik etkileşimleri ve sıcaklık-düzenleyici (thermo-regulatory) tepkileri gibi vücuttaki Fizyolojik Prosesler, kritik koşullar altında vücudun fizyolojik durumunu ve hayatta kalmasını belirler.
- c. Nörofizyolojik Prosesler, duyuşal sinyallerin, vücudun giysi ve kuşatan çevrelerle etkileşimlerinden formüle edildiği, vücudun cilt, gözler, ve diğer organlarındaki duyuşal algı sisteminin nörofizyolojik mekanizmalarıdır.
- d. Psikolojik Prosesler, nörofizyolojik duyuşal sinyallerden duyuşal duyumların kişisel algısını şekillendiren ve sonra çeşitli duyuşal algıları geçmiş deneyimlere ve iç arzulara karşı değerlendirerek ve tartarak nihai subjektif algıyı teşkil eden beynin prosesleridir.

2.2 Gysi Konforu'nun Tanımı, Unsurları ve Boyutları

2.2.1 Gysi konforu'nun tanımı

Konfor, kelimeleri manasıyla Oxford Sözlüğü'nde 'ağrıdan uzak olma, iyi hal içinde bulunma' olarak tanımlanmıştır. Genel giyim yaklaşımında ise, konfor nötr bir durumdur, yani fiziksel ve psikolojik olarak giydiği şey bizi rahatsız etmiyorsa, işte bu konfor durumudur.

Pozitif konfortanımı da yapılabilir, ancak bu daha çok bireyci bir tutum ve az rastlanan bir durum olacağından, son kullanıcı için yapılan konfortanımı genelde nötr durumu yansıtır.

Rahatsızlık (konforsuzluk), giydiği şeyin farkında olmamız ve bu farkındalığın bizi rahatsız etmesi durumudur. Bu tür rahatsızlık durumları, alerjik reaksiyonlar gibi aşırı durumlardan, daha az acı veren kumaşın cildimize yapışmasından dolayı mutsuz olmamız veya bir iş görüşmesinde eski çorap giymemizden dolayı duyduğumuz uygunsuzluk hissi gibi durumlara kadar farklılaşabilir [3].

Gysi Konforu mütthiş karmaşık bir konudur, ve fiziksel, fizyolojik ve psikolojik faktörler arasındaki pekçok etkileşimin bir sonucudur [4].

Gysi konforu oldukça karmaşık bir konudur. Son zamanlarda yayınlanmış olan, gysi konforunun kavranı aştırılması üzerine yeni bir bakış ve konum makalesinde, gysi konforu, "kişinin bir gysi yada çevre içerisinde, fizyolojik, psikolojik ve fiziksel dengede olduğunu gösteren hoşnutluk durumu" olarak tanımlanmıştır. Gysi konforunun bir alt kümesi olan duyusal konfor, bir kumaşın veya giysinin giyinen kişinin duyuları tarafından nasıl algılandığıyla, giyineni hoşnutluğunu ifade eder. Konfor, bir giysinin cilde nasıl bir his verdiği, göze nasıl görüldüğüne, giyinen kişi hareket ettiğinde nasıl ses çıkardığına, nasıl koktuğuna, ve hatta tat verdiği (örneğin bir bebek, sevdiği giysiyi sık sık emerek) bağlıdır. Bu duyuların her biri, özgül fiziksel uyarının sonucudur, ve gysi konforunun genel değerlendirilmesine etki eder [5].

Gysi konforu, insan, malzeme ve çevre'nin etkileşimiyle ilgilir. Gysi konforu, çevre sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar hızı, giyinen insanın metabolizması, ve şüphesiz kumaşın ısı direnci ve su buharı direnci gibi karakteristiklerinden etkilenmektedir.

Renk, moda, insanın fiziksel ve psikolojik durumu gibi daha başka pek çok faktör de konfor hissi ne etki eder [6].

2.2.2 Giysi konforuna etki eden unsurlar

Bir kumaştan gerçekleşen ısı ve su buharı hareketlerinin giysi konforunda muhtemelen ana faktörler olduğuna dair yaygın bir kanaat bulunmaktadır. Diğer önemli faktörler, ağırlık, kalınlık, kumaş dokusu (texture), soluk alabilirlik (breathability) ve dokunsal estetiklerdir. Absorbe edebilirlik, dökünürlük, kaşındırıcılık, sıcaklık, pürüzlülük gibi parametrelerin tamamı, bir kez stil ve giysinin bedene oturması gibi temel karakteristikler uygun olduğunda, artık konfor algısını etkiler.

Kumaşın lif özellikleriyle konfor performansı arasındaki ilişkiyi tespit etmek, (a) kumaş konforunun subjektif değerlendirilmesi, (b) kumaşın fiziksel özelliklerinin tespiti, (c) psikometri'deki istatistikî yöntemlerle veri korelasyonunun tespiti, ve (d) kumaş fiziksel özellikleriyle lif özelliklerinin korelasyonu, işlemlerini iltiva eder [4].

Giysi konforu, mekanik konfor ve termal konfor gibi fiziksel bileşenlerin, fizyolojik konforun, ve psikolojik konforun oluşturduğu nihai bir olgudur. Bu nedenle tüm bu konfor bileşenlerine etki eden unsurlar algılanan genel giysi konforuna etki etmiş olurlar.

2.2.2.1 Mekanik konfora etki eden unsurlar

- a. Liflerin esneklik rijitliği
- b. Liflerin elastiklik rijitliği
- c. Liflerin nem çekme kabiliyeti
- d. Lif inceliği
- e. İplik eğri yöntemi ve iplik yapısı
- f. Kumaşın yüzey özelliği
- g. Giysinin beden uygunluğu (garment fit)
- h. Giysinin giyildiği koşullar (atmosfer koşulları, vücudun durumu, giyim şekli, v.s.)

2.2.2.2 Termal konfora etki eden unsurlar

- a. Liflerin ve kumaş yapısında hapsedilmiş havanın termal iletkenliği

- b. Liflerin özgül ısısı
- c. Kumaş kalınlığı
- d. Kumaşın hacim yoğunluğu (kumaş bünyesindeki hava boşluklarının sayısını, boyutunu ve dağılımını ilgilendirir)
- e. Kumaş yüzeyi (lif tipi, örgü yapısı, tüylendirme zımparalama gibi yüzey işlemleri)
- f. Kumaş ve çevre yüzeyler arası temas alanı
- g. Gltten kumaşa iletimde gerçekleşen ısı kaybı
- h. Gltten kumaşa ve kumaş yüzeyinden konveksiyon ile gerçekleşen ısı kaybı
- ı. Işınım ile gerçekleşen ısı kaybı (Glt ve kumaş yüzeylerinin yayabilirlikleri)
- i. Gltten ya da kumaştan su buharlaşmasıyla gerçekleşen ısı kaybı
- j. Kumaş tarafından su absorpsiyonundan dolayı gerçekleşen ısı kazanımı
- k. Dış atmosfer koşulları (sıcaklık, göreceli rutubet, ve çevre havanın hareketi) [8].

2.2.2.3 Fizyolojik konfora etki eden unsurlar

- a. Vücut aktivitesi
- b. Beslenme
- c. Giyilen giysinin ısı izolasyonu : termal prosesleri etkileyen unsurlar, ve;
 - i. Giysi açıklığı (boyunda, ayak ve el bileklerinde, karın bölgesindeki açıklıklar),
 - ii. Giysi kumaş katlarının sayısı, cinsi ve özellikleri,
 - iii. Giysi beden uygunluğu (garment fit).
 - iv. Giyim koşulları
 - v. Çevre koşulları

2.2.2.4 Psikolojik konfora etki eden unsurlar

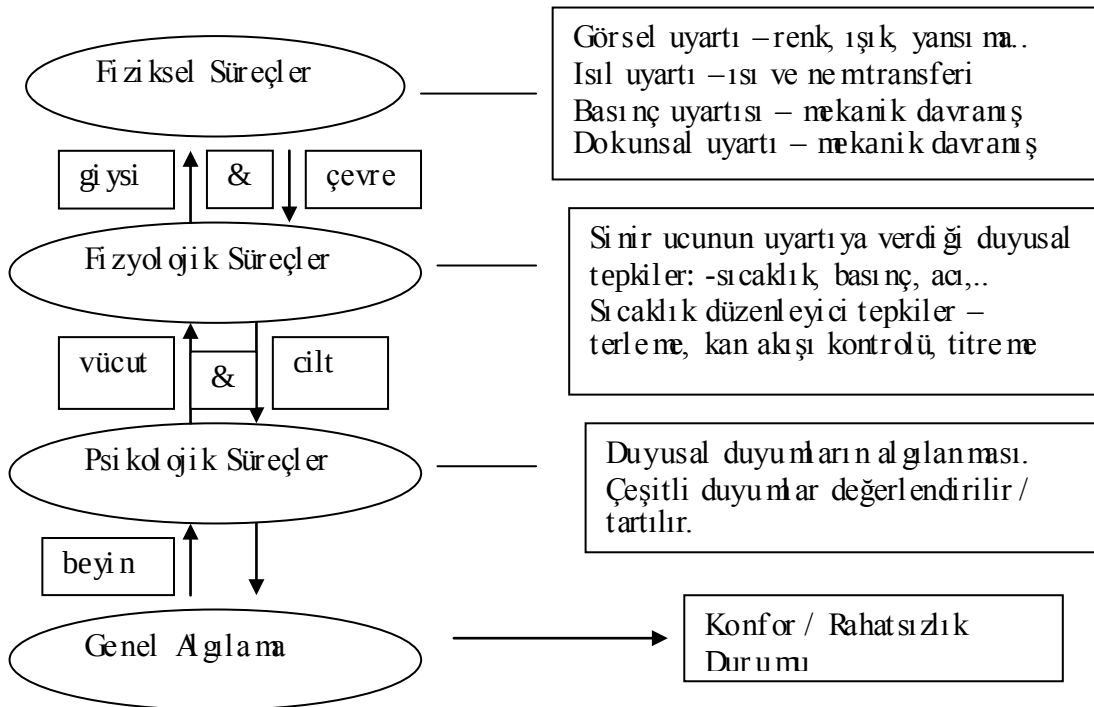
- a. Giysinin Rengi
- b. Giysinin Modeli
- c. Bireyin Kültürü
- d. Sosyal Takdir ve Kabul Görme
- e. Giysiyle İlgili Geçmiş Tecrübeler

2.2.3. Giysi konforunun boyutları

Giysi Konforu, karmaşık ve birçok araştırma sahasının kesişim bölgelerinde geçen bir konu olduğundan, pekçok boyutta ele alınabilmektedir. Kaldı ki, insan vücudunun duyu ve algılama sistemi de akıllara durgunluk verecek kadar karmaşık olduğundan, konfor gibi subjektif yani çok daha ağır basan bir olgunun vücutta bulunan tek bir mekanizma ya da prostesten çok, mekanizmalar sistemi ve prosesler zinciri ile alakalı olduğunu ve böylesine geniş ve karmaşık bir oluşum sürecinin çeşitli boyutlarıyla ele alınmasının yerinde olacağını belirtmek gerekir.

2.2.3.1. Psikoloji ve konfor

Konfor, sonuç olarak, belirli çevre koşulları altında giysiyi giyen kişinin psikolojik duygusu ya da kararıdır. Şekil 2.1’de, giyinen kişinin konfor durumunu etkileyen değişkenlerin etraflıca listelendiği bir Konfor Geşaltı gösterilmektedir. Değişkenler 3 grupta sınıflandırılmıştır: Çevrenin ve giysinin fiziksel değişkenleri, giyinen kişinin psikofizyolojik parametreleri, ve beynin psikolojik filtreleri. Bu şekil, giyinen kişinin konfor durumunun bütün bu değişkenlere ve bunların etkileşimlerine bağlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.1: Kişinin Konfor Durumunu Belirleyen Değişkenler

Bu çizelge, nihai konforun sübjektif algısının formülasyon proseslerini göstermektedir. Fiziksel prosesler, onları alan, nörofizyolojik uyarılar üreten, bu uyarıları beyne gönderen ve terleme oranını, kan akışını, ve bazen ürperme yoluyla ısı üretimi ayarlama eyleminde bulunan, insan vücudunun duyuşsal organlarına sinyaller ya da uyarılar (stimuli) sağlarlar. Beyin, çeşitli bireysel duyumların sübjektif algılarını formüle etmek için duyuşsal sinyalleri işleyecektir, ve daha sonra bunları geçmiş deneyimlere ve arzulara göre değerlendirecek ve tartacaktır, ki bu arzular fiziksel, çevresel, sosyal ve kültürel ortamlardan, ve mevcut durumundan etkilenir.

Konfor psikolojisi, beynin bireysel duyuşsal duyumları nasıl aldığı ve duyumları nihai konfor ve giyim deneyimimiz olan ve ilerdeki satın alma tercihlerimizi etkileyen seçenekleri formüle etmek için nasıl değerlendirdiğini ve tartıştığını incelemektedir [2].

2.2.3.2 Nörofizyoloji ve konfor

Daha önce de belirtildiği gibi giysi, vücut ve çevre arasında arayüzey vazifesi görmektedir. Hem vücutla ve hem de çevreyle etkileşir, ve giyen kişinin konfor algılarını etkiler. Günlük giyimde, vücut, giysi ve çevre, bunların üçü de konfor durumuna ve giyen kişiyi tatminine etmektedirler. Bu üç öge birlikte, duyular (görme, dokunma, devin-duyu, duyma, tatma, ve koklama) vasıtasıyla elde edilen enformasyonların tamamından ibaret olan çoklu-duyuşsal deneyimleri sağlamaktadırlar.

Açıkçası, görsel algı muhtemelen giysinin estetik konforunu etkileyen en önemli faktördür. Devin-duyu (kinestetics), kasın gerilmesini ya da kasılmasını kaydeden sinir uçları vasıtasıyla vücut hareketi algısıdır. Giysi, kas hareketine kısıtlama ve basınç sağlayarak devin-duyu algısını etkileyebilir. Örneğin, sıkı elastanlı bisiklet pantolonları, giyen kişinin bacak kaslarındaki devin-duyu algısını artırabilir. Koku, vücutla alakalı konforda önemli bir faktör olabilir, çünkü hoş olmayan koku rahatsızlık (konforsuzluk) duygusuna nedendir. Bazen, giysinin meydana getirdiği ses, giyen kişinin konfor duyuşsal algısını etkiler. Örneğin, sentetik bir giysiyi üzerinizden çıkarırken meydana gelen elektrik boşalımının sesi, cilt üzerindeki

elektrik yaralarından ötürülen rahatsızlık algısını artırabilir. Muhtemelen tat, giysi konforunu etkileyen en az önemli faktördür.

Günlük yaşantımızın çoğu zamanında vücudumuzun çoğu kısmını örtmek suretiyle giysi, cildin çoğu kısımlarına dinamik ve sık biçimde temas etmektedir. Bu durum çeşitli mekanik, termal, kimyasal, ya da elektriksel uyarılar meydana getirir. O yüzden, giysi içindeki duyuşsal konforumuzun ana belirleyicisi, cilde çeşitli dış uyarılardan uyarılma yoluyla çağrıştırılan çeşitli duyumlar olarak tanımlanabilen dokunma duyumudur. Bu uyarılardan algılanan duyumlar, nihai konfor durumumuza etki etmektedir. Giysilerden algılanan duyum çeşitleri, kumaşın ciltle nasıl etkileştiğine ve hangi duyuşsal alıcıların tetiklendiğine bağlıdır [2].

2.2.3.3 Termal fizyoloji ve konfor

Giysinin temel fonksiyonlarından birisi, insan vücudunu içerisinde kendi termal dengesini ve termal konforunu sürdürebileceği uygun bir termal çevrede tutmaktır. Biyolojik gelişme yolu sırasında, insan vücudu ısı kaybını kontrol etme ve termal dengeyi sürdürme kabiliyetinin çoğunu kaybetmiştir. O yüzden, vücudu iklim etkisinden korumak ve kendi termal kontrol işlevlerine çeşitli çevre koşulları kombinasyonları altında ve çeşitli fiziksel aktivitelerde yardımcı olmak üzere ‘giysi’ye ihtiyaç duyulmuştur. Bu yolla, vücudun termal dengesi sağlanmış, ve cilde bitişik ‘konforlu-rahat’ olarak algılanan bir mikroklimat oluşturulmuştur. Diğer bir ifadeyle, giysinin önemli bir görevi, vücudun sıcaklık-düzenleyici sistemini vücut sıcaklığının ortalama bir aralıkta tutmak üzere desteklemektir –dış çevre ve fiziksel aktiviteler çok geniş bir aralıkta değişim gösterse bile-.

Son 20-30 yılda, durgun-hal koşulları altında insan vücudunun termal dengesinde ve termal konforda giysinin rolüne dair bir anlayış geliştirilmiştir, ve bu anlayış konfeksiyon sanayiinde ve ısıtma-soğutma sanayiinde geniş çapta kullanılmıştır. İnsan vücudu, nadiren termal bir durgunluk halindedir, fakat sürekli olarak fiziksel aktivitede ve çevre koşullarında geçiciliklere maruz kalır. Yün ve pamuk gibi higroskopik lifler, rutubet yükseldiğinde atmosfer havasından nem buharı absorbe ederler, ve ısı salarlar. Benzer şekilde, rutubet düştüğünde, nem salınır, ve lifler tarafından ısı çekilir. Geçici koşullar altında, liflerin bu sorbsiyon davranışı insan

vücudu ve çevre arasındaki ısı alışverişinde ve termal konfor algılarında önemli bir oynayabilir.

İnsanın termal konforu, giysi, iklim ve fiziksel aktivitenin kombinasyonlarına bağlıdır.

Bazı bilimadamları tarafından insan vücudunun çeşitli sıcaklıklara, rutubete ve hava hareketlerine maruz kaldığındaki sıcaklık algısının bir göstergesi olarak, ‘efektif sıcaklık’ tanımlanmıştır. Efektif sıcaklığın ölçeği, verilen koşullar kadar sıcak hissedilen durgun, doymuş havanın sıcaklığıyla belirlenmiştir. Örneğin, herhangi bir atmosfer koşulu, 60°F sıcaklıkta su buharıyla doymuş durgun hava kadar sıcak algılandığıysa, 60°F’lık bir efektif sıcaklığa sahip demektir. Efektif sıcaklık Amerikan Isıtma ve Soğutma Mühendisleri Cemiyeti tarafından, bir dizi sıcaklık, rölatif rutubet ve rüzgar hızlarına maruz kalan giyinik oturan bireylere dair konfor çizelgelerini saptamaya yönelik bir çalışma ölçeği olarak benimsenmiştir.

Rohles, 3 saatlik bir maruziyetten sonraki termal duyuları kestirebilmek için çoklu regresyon yöntemini kullanarak bir denklem üretmiştir:

$$\gamma = 0,1509 \text{ Tab} + 0,01 \text{ H} - 8,3719 \quad (2.1)$$

burada, (γ) 1=soğuk, 2=serin, 3=biraz serin, 4=rahat, 5=biraz ılık, 6=ılık, 7=sıcak şeklindeki ölçekteki termal duyum Tab, Fahrenheit(°F) cinsinden kuru ağırlık sıcaklığı; ve H yüzde(%) cinsinden rölatif rutubettir [2].

2.2.4 Giysiden beklenenler

Yeryüzünde çeşitli bölgelerin ve ayrıca yaşanan çeşitli mevsimlerini iklim koşulları birbirinden son derece farklıdır. Bu nedenle, gerek bölgesel ve gerekse mevsimsel iklim çeşitliliğini dikkate alarak en uygun giysileri seçmeliyiz. Günümüzde, giysinin yalnızca fonksiyonunu değil, konforunu da düşünüyoruz [1].

Bir giysi içerisindeki vücudun rahat olması, ancak cilt kuruyken ve vücut ısısı sabitken sağlanabilir. Bu durumda, çeşitli faaliyet ve hava durumlarına uygun giysilerin ve kumaş seçiminin anlaşılabilirliği için insan vücudunun ihtiyaçlarının neler olduğunu bilmek gerekmektedir [7].

Vücut, cilt sıcaklığı 33-35° C olduğunda ve sıvı terlemenin olduğu durumda konfor halindedir. İşte, giysi çevresel değişiklikler olduğunda bu koşulların korunmasını, ve aktivite düzeyi arttığında temel gereksinimlerin karşılanmasını sağlar(cilt tahrişi, yapışkanlık gibi diğer faktörler olduğu sürece). Böylece, bir giysinin birincil fonksiyonu bu çevre değişikliklerine karşı bir kalkan vazifesi görmek, ve cildin sıvı haldeki sudan ayrı tutulmasını sağlamaktır. Vücut, dışardaki sıcaklık yada vücut aktivitesi arttığında, konfor durumunu nem buharlaştırarak soğutma yapmak suretiyle korur. İdeal giysi, ciltten dışarı gerçekleşen buhar iletiminin yüksek sıcaklıklarda gözlenen seviyelerde, yada vücut aktivitesi düzeyinin giysinin olduğu durumdakiyle aynı düzeyde olmasını sağlar. Konforu yetersiz giysi, sıvı haldeki ter birikiminin çok daha hızlı ortaya çıkmasına neden olur. Sıvı ter ortaya çıktığında, ideal giysi onu çabucak uzaklaştırır ve konforu sürdürür; fakat yetersiz giysi terin cilt üzerinde durmasına izin verir ve rahatsızlığa sebep olur. Ciltle temas halindeki kumaş, sıvı suyu ıslaklık hissi vermesini transport edebilir [4].

“Kumaş kalitesi” tabiri, üreticiler ve tüketiciler tarafından, genellikle kumaşa varolan üretim kusurlarının seviyesini, ve mukavemeti, sürtünme dayanımı, toplanma dayanımı gibi seçilmiş bir grup kriterle ifade edilen kumaşın dayanıklılığını yansıtan bir ifade olarak anlaşılır. Fakat, kumaş kalitesini yorumlamadaki bu geleneksel yaklaşımlar, bir kumaşın soğuk veya sıcak havadan koruma sağlama kabiliyeti, dokunsal duymu, 3-boyutlu şekil alma ve şeklini koruma kabiliyeti, ve içgiyim yada dış giyim olarak kullanıldığında ve vücut hareketinden ötürü çok-eksenli gerilim maruz kaldığında kumaşın insan vücudunu yüke maruz bırakma eğilimi, gibi giysi malzemelerinin toplam kaliteleriyle alakalı önemli yönleri yorumlamada yetersiz kalmaktadır. Bu sayılan özellikler, aslında, bir giysinin kullanıcısı tarafından makul sayılmasını ve konfor düzeyini belirler, ve bu yüzden özel son-kullanımlar için kullanılan kumaşların uygunluğunu belirleyen normal fonksiyonel özelliklerden daha önemlidirler. Maalesef, şuanda mevcut olan kumaş kalitesi değerlendirme uygulamaları, bu önemli özellikleri olduğu gibi ihmal etmektedirler.

Bu yüzden, üstün konfor değeri ve tatminkar kullanım ömrü sunan yeni nesil giysi kumaşları geliştirilmenin ilk adımı, kumaş kalitesinin geniş tabanlı bir tanımla olan ihtiyacı farketmektir. Daha ve daha gelişmiş iplikler ve kumaşlar

retmek için yapılan geniş tabanlı araştırma gayretlerinde başarılı olabilmek için, kumaş kalitesini değerlendirmede bütünleşik, kapsamlı bir yaklaşımtarız gereklidir. Böyle bir yaklaşımtarzına duyulan ihtiyaç, yeni iplik ve kumaş üretme teknolojileri ve terbiye işlemleri tarafından ortaya çıkarılan ürünlerin özel karakteristikleri (dokunsal ve estetik özellikler) gözönüne alındığında, daha da göze çarpar olmaktadır. Gysi kumaşlarının baştan aşağı kalitesine etki eden özellikler grubunun yeni baştan bir tanımının yapılması, tüketicinin nihai kaliteyi belirleyen geleneksel-olmayan özelliklerin önemi ne dair farkındalığını artıracaktır [8].

Dolayısıyla, beklentiler koşullara ve bireysel tercihlere bağlı olmakla birlikte, giydiğimiz gysiden temel ve en genel bağlamda, bizi evre koşullarından koruyarak termal dengeimizi sürdürmesini, ve rahatsız edici hislere neden olmasını (yaşlık, yapış yapışlık, batıcılık, kaşındırıcılık, beden uygunsuzluğu, çirkin görünmesi, v.b) bekleriz.

Bu beklentiler, ayrıntılı olarak çeşitli başlıklar altında şöyle izah edilebilir:

2.2.4.1 Kumaşların ve Gysilerin Fizyolojik ve Dokunuş Rahatlığı

İnsan vücudunun iç sıcaklığı yaklaşık 37°C dir. Bu sıcaklık, vücuttaki kas hareketleri ve yürütülen kimyasal olaylar ile üretilen ısıdan sağlanmaktadır. Bu olaya ‘metabolizma’ denir. Eğer insanın iç vücut sıcaklığı 5°C den fazla bir değişime uğarsa, artan sıcaklıkla ısı felci ya da düşen sıcaklığa karşı korunmazlıktan dolayı ölüm gerçekleşecektir. Vücudun sıcaklık dengesinin korunabilmesi için, vücuttan kaybedilen ısı oranı vücutta üretilen ısı oranına eşit olmalı ve i vücut sıcaklığı 37°C de elden geldiğince sabit tutulmalıdır.

Vücudumuz aşırı sıcağın veya soğuğun üstesinden gelebilmek için birtakım doğal tepkilere sahiptir. Soğuk bir ortamda hepimiz ürperme, yani derideki gözeneklerin kapanması ve cilt yüzeyindeki kan dolaşımının ısıyı muhafaza etmek için yavaşlamasına işaret olan ‘morarma’ durumuna şahit olmuşuzdur. Sıcak ortam içindeyken de, ısı kayıp oranını yükseltmek için kan hızlı biinde derinin altında dolaşır ve bu yüzden rengimizde ‘kızarma’ meydana gelir; genişlemiş gözenekler, terin cilt yüzeyine geçmesini ve buharlaşmayla vücudu serinletmesini sağlarlar.

İnsan vücudunun sıcaklığını etkileyen temel faktörler; besin alımı, fiziksel aktiviteler ve giyilen giysilerdir.

Cilde bitişik giyilen kumaşların mekanik ve yüzey karakterlerini, bireyin dokunsal konforunu ve kumaşın kabul edilebilirliğini etkilediği düşünülür. Sert, kalın, kaşıncı, soğuk, yada ağır olarak değerlendirilen kumaşlar, örneğin, cilde bitişik kumaşlar olarak kabul-edilemez bulunabilirler.

Durgun haldeki bir insan vücudunda, giysi kumaşı ağırlığından ötürü bir ağırlık uygular. Vücut hareket ettiğinde, yük, bu harekete yardımcı olmak için kumaşın deformasyonuna eşlik eder. Kumaşın meydana getirdiği yük miktarı, onun gerilme, eğilme, kesilme ve basılma davranış gibi mekanik özellikleriyle alakalıdır [9].

Cilt üzerindeki nem miktarı, giysinin konforlu yada rahatsız olarak nitelendirilmesinde temel etkidir.

Stratum Corneum üst derinin en üst tabakasıdır, insan cildinin yaşayan tabakalarının koruyucu katmanı vazifesi görür. 12-15 ölü keratin tabakasından meydana gelir. SC görece olarak daha kuru bir katmandır, katlanabilirliği ve yumuşaklığı yağı içerdiğinden çok su içerdiğiyle alakalıdır. Canlı deri tabakasındaki ter bezlerinden salgılanan ter, SC içerisinden geçerek yüzeye çıkar, ve gerektiğinde SC tabakası atmosferden su absorblayabilir. SC vücudun su dengesini en uygun düzeyde koruyarak iç organların korunmasını sağlar.

SC sulanması, cild üzerine sürülen kremler, yağlar, artan çevre ve cilt sıcaklığı, topikal maddeler, hava sirkülasyonundan etkilenir. Cilt üzerinde en çok buharlaşma, 25 C sıcaklıkta, %30 – 40 ıslaklıkta gerçekleşir. Hava hareketi de, SC içerisinden su akışını artıran bir etkidir [10].

2.2.4.2 Fiziksel aktivitelerde rahatlık

Vücut, içerisinde bulunduğu fiziksel aktivitenin artması yada çevre sıcaklığının yükselmesi nedeniyle dolaylı olarak açığa çıkan ısı enerjisinden kurtulabilmek amacıyla ilk fırsatta ter üretmeye başlar. Bu olay, vücudun ısı stresten korunmasını niteleyen doğal yoldur. Suyun buharlaşması, vücudu serinletmenin en etkili yoludur, ki 1 litre suyun buharlaşmasıyla 670 W.t. saatlik bir soğutma etkisi elde edilebilir [6].

Vücutun kas hareketleriyle ısı üretilmekte, ve üretilen ısı miktarı hareket derecesiyle oldukça değişmektedir. Tablo 2.1’de de görüldüğü gibi, çeşitli aktivitelerde vücuttan dışarı vurulan ısı, kişinin yaşına, boyuna ve ağırlığına göre değişir. Vücut sıcaklığı 32°C ve 42°C sınırları içerisinde tutulmalıdır. Termal dengede kalabilmek için üretilen metabolik ısı, hissedilebilen ve hissedilemeyen terleme, ışıma (radiation), ve deri yüzeyindeki ısı taşıması (transport) yardımıyla gerçekleşen serinlemeye eşdeğer bir ısı kaybı ile dengelenmelidir.

Tablo 2.1: Fiziksel aktivitelere göre dışarı verilen ısı miktarları

	Kcal / saat
Uyuma	65
Okuma	100
Hızlı yazma	140
Saatte 2.6 mil hızla yürüme	200
Saatte 3.75 mil hızla yürüme	300
Saatte 10 mil hızla bisiklet sürme	390
Yüzme	500
Dağda kayak	540
Saatte 10 mil hızla düz koşmak	900
Süratli koşmak	1250

Vücut sıcaklığının yaklaşık dörtte biri hissedilemeyen terleme yoluyla kaybedilmektedir. Vücutun 80 Kcal civarında ısı depolanması, vücut sıcaklığında 1,4°C’lik bir yükselmeyi doğurur. Bu durum da, kişinin böyle bir sıcaklık yükselmesine sebep olan aktiviteyi durdurmasına ya da yavaşlatmasına neden olacaktır.

Fiziksel hareketlerin arttığı anlarda serinlemek amacıyla giysinin çıkarılmasına ihtiyaç duyulur. Bu durum genellikle vücut sıcaklığının arttığı ve bizim terlemekte olduğumuz anlamına gelmektedir. Üst giysiler, cilt yüzeyinden terin direkt dışarı verilerek maksimum serinleme etkisi elde edilmesi ve serinlemenin hızlandırılması için çıkarılırlar [7].

Yüksek atmosfer sıcaklıklarında, veya yoğun vücut aktivitesi sırasında, giyinli insan bol miktarda terler, ve bu yüzden, cilt üzerine giyilen giysi terlemlerle birlikte doymuş hale gelir. İdeal halde, vücut yüzeyindeki ya da giysinin iç katındaki sıvı, dış tabakaya transfer edilmeli, ve böylece, cilt kuru tutulmalı ve sıvının dış tabaka yüzeyinden buharlaşmasının devamlılığı sağlanmalıdır. Aynı zamanda, bazı hallerde, giysi içerisinde nem buharının yoğunlaşması da gerçekleşebilir, bu da, sıvı transferinin

ters yönde yani dış tabakadan vücuda doğru gerçekleşmesine sebep olur, cilt üzerinde belirgin bir terlenme olmasa bile. Bu yüzden, fonksiyonel spor giyiminde giysi konforu bakımından, transferle kapiler ıslanma (transfer wicking) mekanizmalarını anlamak çok önemlidir [11].

2.2.4.3 İklim şartlarına karşı koruyuculuk

İnsanoğlu, yaşantısının farklı zamanlarında donma derecesinin altından 40°C sıcaklığa değin değişen hava sıcaklıklarına maruz kalabilmektedir. İçinde bulunduğu çevrenin havası durgun olabilir, veya kişi kuvvetli bir rüzgara da maruz kalabilir. Hava kuru ya da rutubetli olabilir. Hatta, kişi karla kaplı bir ortamın ya da yoğun güneş ışınlarının etkisinde de olabilir. İşte giyinmenin işlevi, çok çeşitli iklim koşullarında bize rahatlık (konfor) sağlamasıdır, yani giysi vücut ve çevre atmosfer arasında kalan vazifesi görmektedir. Bu kalkının koruyucu özelliği, kendisini oluşturan kumaşların özelliklerinden ileri gelmektedir. Bu nedenle, hava koşullarına uygun giysi seçmenin yolu, kumaş özelliklerini iyi anlamaktan geçmektedir [7].

Giymenin amacı, elverişsiz koşullar altında, aynı vücut sıcaklığını muhafaza etmektir, ve konforu kararlaştırmada en kritik faktör budur. Fahmy, literatür araştırması yaptığında, aşırı vücut ısısının vücut suyunun buharlaştırılmasıyla çabucak uzaklaştırıldığını, ve serbest buharlaşmayı engelleyen giysi sistemlerinin rahatsızlık verici (konforsuz) olacağını bulmuştur. Gilt yüzeyine bitişik bulunan fiziksel koşullar olduğu kadar, cinsiyet, uyum mevsimi ve ısı-akış koşulları gibi termal konfor koşullarını belirleyen pekçok faktör de bulunmaktadır. Ayrıca, bir kumaşın kendi içinden gerçekleşen ısı hareketine gösterdiği direnç de önemli (kritik) bir değerdir [4].

Şayet, insan vücudu, düşük sıcaklıkta bir ortama maruz kalırsa, güvenli ve konforlu bir termal dengenin ve fiziksel algının tek şartı uygun kıyafetler giymektir. Diğer yandan, vücut sürekli ısı enerjisi ve buhar halinde ter yayar, bu nedenle, ısı ve su buharının giysilerden eş zamanlı transferi, kişinin psikolojik ve fiziksel durumunun belirleyici faktörlerinden biri haline gelir. Örneğin, eğer giysiler buhar yoğunlaşmasından yada absorbsiyonundan dolayı ıslak hale gelirse, bu ıslak giysilerin artan termal iletkenliği, vücut sıcaklığından beklenmeyen sıcaklık düşüşlerine sebep

olabilir, bu da şiddetli soğukların söz konusu olduğu bir çevrede çok tehlikeli bir durumdur.

Bu yüzden, bazı araştırmacılar, sıcaklığın su buharı geçirgenliği direncine etkisini incelemişlerdir. Ve, giysilerin su buharı direncinin, bir dağ tepesindeki gibi düşük sıcaklık koşullarında, arttığını bildirmişlerdir. Diğer yandan, Gibson ve ekibi, basıncın bu direnç üzerindeki etkisinin, sıcaklığınkinden daha belirgin olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu demektir ki, tekstillerin direnci, düşen basınçla, yani artan yükseklikle birlikte, oldukça düşer. Su buharı transferi oranı, su buharı konsantrasyonundaki farka ve maddenin difüzyon katsayısına bağlıdır. Sıcaklık ve basıncın ortak etkisi, bilhassa yüksek irtifa için bir giysi sistemi tasarlarırken gözönüne alınmalıdır, çünkü su buharı difüzyonu katsayısı bu her iki faktöre de bağlıdır.

Sonuçlar, artan yükseklikle birlikte, su buharı direncinin düştüğünü göstermiştir. Verilerin daha detaylı incelenmesi, difüzyon direncinin eşdeğer kalınlığının, yoğunlaşma gözlemlendiğinde, tekstildeki su muhteviyatının artmasıyla, azaldığını ortaya çıkarmıştır. Hatta, yoğunlaşmanın olmadığı durumda bile, eşdeğer kalınlık sabit kalmaktadır. Yoğunlaşmanın, yüksek irtifada düşen buhar difüzyonu direnci ve düşük sıcaklıklarda azalan doymuş buhar konsantrasyonu nedeniyle arttığını unutulmamalıdır. Bu da, düşen su buharı direncinin giysilerde yalnızca yoğunlaşmaya sebep olmayacağını, aynı zamanda rahatsızlık hissi ve hipotermiye tehlikesine de sebep olacağını, ve yüksek irtifa durumunda ölümcül bile olabileceği anlamına gelir [12].

Spor aktiviteleri ve mesleki giyimde kullanılan kötü havadan koruyucu giysiler, dünya çapında tekstil endüstrisi için mütthiş öneme sahiptir. Fakat, farklı iklim ortamlarında soluk-alabilen (yani, su geçirmeyen, ama su buharı geçiren) olarak tanımlanan malzemelere dair piyasadaki şüphe günden güne büyümektedir.

Ancak araştırma sonuçları şunu göstermiştir; özellikle donma noktasının çok altındaki sıcaklıklarda, kötü havadan koruyucu soluk alabilen tekstiller, giyinenlere hala çok büyük fayda sağlamaktadırlar [13].

Soğuk havalarda giysiler, vücuttan ısı kaybını engellemek için giyilirler. Giysilik kumaşlar, nem çekme ve ısı özellikleri bakımından farklılıklar arzederler, ve giysi seçerken bu farklılıkları gözönüne almak gerekir.

Bir tekstil ürününün izolasyon performansını ifade etmenin bir yolu, onun ‘efektif ısı iletkenliği’ bilmekten geçer. Buradaki ‘efektif’ kelimesi, iletkenliği, birim alana düşen ısı akış miktarının, her iki yüz arasındaki sıcaklık farkına bölünmesiyle elde edilmişinden kaynaklanmaktadır. Sadece iletimin düşünülmüşü yanlıştır. Çünkü, ısı transferi, lifler arasındaki iletişime, lifler arasındaki havanın iletimiyle, ve kızılötesi ışınım olaylarının bir bileşimidir. Nem mevcutsa, bu diğer mekanizmalarda dikkate alınmalıdır.

Konfeksiyon tekstillerinin ısı direncine ilişkin araştırma, kuru bir kumaşın ısı direncinin, yada çok küçük miktarlarda su ihtiva eden kumaşlarda ısı direnç değerinin, o kumaşın kalınlığına, ve daha az oranda da olsa kumaş konstruksiyonuna ve lif iletkenliğine bağlı olduğunu göstermiştir. Gerçekten de, standart dengeli-durum yöntemleriyle yapılan ısı iletkenlik ölçümleri, kumaşlar arasındaki ölçüm farklılıklarının temelinde kalınlık etkisiyle oluştuğuna işaret eder. Buna rağmen, tüketiciler, yünü diğer liflere nazaran ‘daha sıcak’ olarak değerlendirirler, ve soğuk havalarda yün giysiler giymeyi tercih ederler, özellikle hafif yağmur veya ahmak ıslatan varsa.

Nemli malzemelerin ısı iletkenliği, kuru malzemelerinkinden oldukça yüksektir.

Nemli kumaşlardaki ısı transferi, 3 yolla gerçekleşir : İletim ışınmı ve yoğunlaşma süreci. Kuru bir kumaşla, sadece iletim ve ışınmı gerçekleşir.

Lif sorbsiyon özelliklerinin, nemli kumaşlardaki ısı ve kütle transferi olayına etkisini, 4 farklı lif tipi için kanıtladık. Lif sorbsiyon özellikleri, buharlaşma sürecini belirler, ve bu nedenle de, suyun buharlaşmasıyla, su buharının difüzyonuyla, ve yoğunlaşma olan ısı ve kütle transferini belirler. Lif sorbsiyon özellikleri, ısı ve kütle transferini, grafik eğrilerinde rutubetle birlikte iletkenliğin artışı ve nemdeki azalmanın olduğu noktaya değin etkiler, sonra bütün lif tipleri benzer davranışlar sergiler. Genellikle, ısı transferi, artan rutubetle birlikte artar, fakat başlangıç aşamasında bu artış en çok absorbe edici olmayan polipropilen için göze çarpar. % 0-200 rutubet aralığında,

efektif ısı iletkenli ğ i n i n en d ü ş ü k o l d u ğ u l i f , y ü n d ü r , v e b u e t k i l i f i n s ı f ı r d a n d o y m a n o k t a s ı n a k a d a r d e v a m e d e n d ü ş ü k r u t u b e t d ü z e y l e r i n d e k e n d i s i n i g ö s t e r i r .

Bu, neredeyse t a m a m y l e l i f s o r b s i y o n ö z e l l i k l e r i n d e n e t k i l e n n e k t e d i r . E n y a y ğ ı n g e r ç e k g i y i m k o ş u l l a r ı n d a , d ü ş ü k r u t u b e t d e ğ e r l e r i s ö z k o n u s u d u r . B u d u r u m d a d a , y ü n i l e , g i y s i l e r i n n e r e d e y s e b ü s b ü t ü n ı s l a k s a y ı l a b i l e c e ğ i y a t l a s e y a h a t g i b i a k t i v i t e l e r s ı r a s ı n d a k i ‘ s ı c a k l ı k ’ a l ğ ı s ı a r a s ı n d a k i p o p ü l e r i l i ş k i y i a ç ı k l a r . P a m u k l u k u m a ş t ü m r u t u b e t d e ğ e r l e r i b o y u n c a , e n y ü k s e k e f e k t i f ı s ı l i l e t k e n l i k d e ğ e r l e r i n e s a h i p o l m u ş t u r [1 4] .

2.2.4.4 Isı yalıtım

G i y s i n i n e n ö n e m l i f o n k s i y o n u v ü c u t t a k i ı s ı k a y ı p h ız ı n ı a z a l t m a k t ı r v e b u n e d e n l e k ö t ü b i r ı s ı i l e t k e n i o l m a l ı d ı r . H e r k u m a ş , l i f l e r i a r a s ı n a y e r l e ş m i ş d u r g u n h a v a i ç e r i r v e b u h a v a k ö t ü b i r ı s ı i l e t k e n i d i r . B u n e d e n l e k u m a ş t a t u t u n m u ş h a v a n ı n h a c m i n e k a d a r f a z l a y s a , k u m a ş ı n ı s ı i z o l a s y o n ö z e l l i ğ i o k a d a r i y i d i r . B a z e n , g e c e k ı y a f e t i o l a r a k k u l l a n ı l a n , ş a r d o n l a n m ı ş n a y l o n ö r ğ ü k u m a ş ı n d a o l d u ğ u g i b i k a b a r t ı l m ı ş p a z e n b i r ç a r ş a f d a n o r m a l b i r ç a r ş a f a o r a n l a d a h a f a z l a h a v a i ç e r i r v e h e r i k i s i d e b u y ü z d e n s ı c a k l ı k s a ğ l a r . T a b i k i k u m a ş ı n k u l l a n ı m s ü r e s i n c e k a l ı n l ı ğ ı n k o r u m a s ı g e r e k i r , b u n e d e n l e b u r u ş t u r u l d u k t a n s o n r a t e k r a r e s k i h a l i n e d ö n e n k u m a ş l a r d a h a ç o k t e r c i h e d i l e n l e r d e n d i r . B u , y ü n g i b i r e z i l y a n s ı y ü k s e k e l a s t i k l i f l e r d e n y a p ı l a n k u m a ş l a r ı n ö z e l l i ğ i d i r , v e b a z ı t e k s t ü r e s e n t e t i k i p l i k l e r d e n v e y ü n d e n m a m u l g i y s i l e r i n s ı c a k l ı k h i s s i s a ğ l a m a s ı n ı n s e b e b i n i a ç ı k l a m a k t a d ı r . Ö n e ğ i n b u y ü z d e n , b a z ı k a b a n l a r ı n y a p ı s ı n d a p o l y e s t e r l i f d o l g u v e y a v a t k a l a r k u l l a n ı l ı r . İ Ŗ t e b u s a y e d e , d ı Ŗ g i y s i k a t ı y l a a l t g i y s i k a t l a r ı y a d a c i l t y ü z e y i a r a s ı n d a k i m e s a f e , d o l a y ı s ı y l a d u r a ğ a n h a v a b o Ŗ l u ğ u s t a b i l h a l e g e t i r i l m e y e ç a l ı Ŗ ı l ı r [7] .

B i r L i f T o p l u l u ğ u n u n I s ı l İ l e t k e n l i ğ i = H a v a m ı n (v e y a l i f l e r a r a s ı n d a k i b u h a r ı n) ı s ı l i l e t k e n l i ğ i + ı Ŗ ı n ı m l a g e r ç e k l e Ŗ e n e f e k t i f i l e t k e n l i k + l i f k a t ı m a d d e l e r i n i n b i r b i r l e r i y l e t e r m a l t e m a s ı y l a i l i Ŗ k i l i i l e t k e n l i k [1 5] .

G i y s i t e r m a l i z o l a s y o n u , t e r m a l k o n f o r u n ö n e m l i b i r p a r a m e t r e s i d i r . S ı c a k b i r o r t a m d a b u l u n a n g i y i m l i i n s a n ı n t e r m a l s t r e s i n i (h e a t s t r e s s) , t e r m a l d e n g e i ç i n g e r e k l i o l a n b u h a r l a Ŗ m a , g e r e k l i t e r o r a n ı , v e c i l t ı s l a k l ı ğ ı y l a a l a k a l ı o l a r a k t e s p i t e t m e d e ; v e s o ğ u k k o Ŗ u l l a r a l t ı n d a u Ŗ Ŗ m e s t r e s i n i (c o l d s t r e s s) g e r e k l i i z o l a s y o n l a a l a k a l ı b i ç i m d e b e l i r l e m e d e k u l l a n ı l ı r . A y n ı z a m a n d a , g i y s i f o n k s i y o n e l t a s a r ı m

etkililiğinin ve giysi sistemlerini niştenen son kullanıcılarına uygunluğunun, önemli bir ölçütüdür.

Giysi termal izolasyonu, terleme sırasında azalmaktadır, ve bu azalma miktarı, giysi katları arasında biriken su miktarına bağlı olarak, %2 ila 8 arasında değişir. Bu bulgu, insanların ağır çalışmaları sonrasında giysiden dolayı hissettikleri “soğukluk-üşüme” etkisini akla getirmektedir. Demek ki, terleme sonrası algılanan bu üşüme hissi, sadece liflerin desorbsiyonu ve su buharlaşması nedeniyle olan ısı absorpsiyonundan değil, giysi termal izolasyon değerinin düşmesinden dolayı da oluşmaktadır [16].

Tekstil lifleri, kumaşa hapsedilmiş durgun havayla kıyaslandığında iyi bir ısı iletkenlerdir. Lif, kumaşın hacminin çok küçük bir oranını teşkil ettiğinden, bunun ısı izolasyonunda bir önemi yoktur. Lifin ısı iletkenliği 20°C’de 200 miliwatt/metredir. Halbuki aynı değer halı için yaklaşık 50 ve durgun hava içinse 25 miliwatt/metre civarındadır.

Hes ve ekibi, geliştirdikleri ve Alambeta adını verdikleri aletle, giysi kumaş katları (iç astar, ara astar, yüzey kumaşı) tarafından sağlanan ısı izolasyonunu ölçmüşlerdir. Sonuçlar göstermiştir ki, kumaş yüzey liflerinin varlığından kaynaklanan kumaş katları arası boşluklar, kumaş katlarının birbirine yapışık olduğu yerlerdekinden %50 daha fazla ısı izolasyonu sağlamaktadır [79].

Giysinin termal izolasyonu sadece kalınlık, ısı iletkenliği, ve hava geçirgenliği gibi fiziksel faktörlerden değil, aynı zamanda dizayn, drape, ve kesim gibi yapısal faktörlerden, ve giysinin ne şekilde giyildiğinden de etkilenir. Giltle malzeme arasındaki hava boşluğu, ve giysi açıklığı dizaynı, açık yada kapalı olması çok önemli faktörlerdir. Dikey sıcak levha kullanılmış daha önceki araştırmalarda, ısı transferinin fiziksel ve yapısal faktörlerin her ikisinden de etkilendiği söylenmiştir [1].

Giysinin termal izolasyonuna, yapı içerisindeki hava boşluğunun önemli etkisini vurgulayan bir araştırmanın yöntemi ve bulguları özetle şöyledir:

- a. Sadece malzeme özelliklerini değerlendiren çoğu yöntemden farklı olarak, bu yeni geliştirilen deney düzeneği, bilinen adıyla ‘terleyen kol’, ısı ve nem transferi

bakı mından çok mühi m öne ne sahip, ku maş lar aras ın daki hava tabakaları nı da di k kate alır.

- b. Ku maş lar ın ısı transferi ve su buhar ı ge çir gen li ğ i gi bi özelli kleri ni n analizi a ma cı yla yapı lan ölç ü mler i ç in çok say ı da yöntem ler mevcuttur. Oysa ger çekte, giysi konforunu asıl etkileyen faktör, ku maş ın kendisi de ğ il, ku maş katları aras ın daki hava tabakaları dır.
- c. Yeni geli ş tirilen terleyen kol modeli yle, ger çekçi ko ş ullar alt ın da ısı ve nem transferi olayları n ın si mulasyonunu yapmak mümkündür. Bu ara ş tır ma nın a ma cı, ısı l izolasyon ve su buhar ı direnç leri ni etkileyen çe ş itli para metreler aras ın daki etkile ş i ni n analizi ni yapmaktır. Bu para metreler, basitçe, sıcaklık, nem derecesi, farklı kol geni ş likleri, hareket eden kol un pompalama etkisi, ve rüz gar hız ı dır.
- d. Ara ş tır ma, hava tabakaları n ın ısı l izolasyon de ğ erleri ni n, mal ze ne ısı l izolasyon de ğ erleri nden 5 ila 50 kat kadar daha fazla oldu ğ unu göster mi ş tir. Geni ş kollar, dar kollara göre ortalama %30 daha fazla ısı l izolasyona sahiptir.
- e. ısı transferi ve nem transferi ni n birbiri ni destekler yönde ger çekleş me di ğ i kanıtlanabilir. Bir örnekte, geni ş kol dar kola göre daha fazla ısı l izolasyon de ğ eri ne sahip oldu ğ u hal de, su buhar ı direnci daha düş üktür.
- f. Giltle giysi aras ın daki hava tabakaları n ın, giysi mal ze ne si ne göre, ısı l izolasyon ve su buhar ı direnci ne farklı etkileri ol abil mek te dir.
- g. Mal ze me ni n, ısı l izolasyon üzeri ndeki etkisi gö re li olarak düş üktür. Yüksek oranda rüz gar ge çir mez (windproof) bir dış tabaka çok daha ö ne mi dir. Hava tabakası n ın ısı l izolasyon de ğ eri, tüm ö rnekler i ç in kullanılan mal ze me ni n ısı l izolasyon de ğ eri nden 5 ila 50 kat kadar daha fazladır.
- h. Su buhar ı direnci yüksek olan mal ze meler den yapı lmı ş giysiler, örne ğ in bir yağ murluk, vücuda çok yapış ık hal de (dar yada sık ı) giyil me li dir, aç ıklıklar dan rahat hava alış veri ş i ne izin veril me li dir.
- i. Hareket eden ön kol vası tası yla sağ lan an hava konveksi yonunun etkisi %-10 ila -60 aras ın da de ğ i ş mek te dir. Dar di kil mi ş kollar, ön kol hareketi sırasında en yüksek azalt ma yı sağ la mı ş tır, özellikle Reta de ğ erinde ol mu ş tur bu azal ma.

- j. Geniş kola sahip A örneğinin ısı izolasyonu, dar olanı nki ne göre çok daha yüksek olmuştur. Ancak, su buharı direnci çok daha düşüktür.
- k. Glt modelinde elde edilen sonuçlar sadece işaret mahiyetinde olabilir, çünkü pratikte hava tabakalarının olmadığı durumlar da mevcuttur. Glt modelinde, düşük bir R_{et} değerine sahip örneklerin, terleyen kol'da hava tabakalarının olmasından dolayı, geçirgenlikleri azalmıştır. Diğer yandan, cilt modelinde, yüksek bir R_{et} değerine sahip örnekler, terleyen kol'da daha da düşük değerler alacaklardır. Dolayısıyla, bütün malzemelerin R_{et} değerleri arasındaki farklar azalmıştır. Şayet, sonuçların bu modifikasyonları, pratikte farkedilebilir derecede ise, bunların tespiti gerekmektedir.

Pratikte, yoğunlaşma çok sık rastlanan bir olaydır. O nedenle, bu araştırmadaki bütün testler, yoğunlaşmaya mani olmak için, izotermal (eşsıl) koşullar altında yapılmıştır. Bununla birlikte, bütün konfor parametrelerini tayin edebilmek için, bazı testlerin izotermal olmayan koşullarda gerçekleştirilmesi zaruridir. Bu durumda, malzeme testten önce ve sonra hassas biçimde tartılarak, yoğunlaşma miktarı ortaya çıkarılır [6].

Poliüretan köpüğü büyük oranda hava içerir ve sıcak kumaşlar, rüzgar dirençli, su geçirmez veya estetik çekicilik gibi özellikleri için seçilen ince kumaşlarla kaplanmasıyla yapılabilir.

Şu da ilginçtir ki kişinin ısı kaybetme oranı kendi boyutlarına bağlıdır. Zayıf bir insan vücut ağırlığına oranla geniş bir yüzey alanına sahiptir, böylece vücut ısısı şişman bir insana oranla daha hızlı düşer. Soğuk havalarda vücut ısısının %10'u örtülmemiş baştan kaybedilir.

Bebek ve çocukların, vücut yüzey alanlarının ağırlığına oranla çok daha geniş olması dolayısıyla dikkatli bir biçimde soğuktan yeterli ve iyi dizayn edilmiş giysilerle korunmaları gerekir.

2.2.4.5. Rüzgar geçirmezlik

Vücut yüzeyindeki atmosferin serinletme etkisi saatte bir mil esen rüzgarda, soğuk havada olduğundan iki kat fazladır. Saatte 10 mil bisiklet sürmek veya 20 mil yelken kullanmak bu hızlarda oluşan rüzgar dolayısıyla soğutma gücünü artırır. Sıcak bir havada hafif bir rüzgar oldukça iyi gelir, çünkü deri yüzeyindeki nemin

buharlaşmasını hızlandırarak insanı serinletir. Soğuk havalarda rüzgar insanın rahatını bozar ve rüzgardan koruyucu dış giysiler değerlidir ve hatta dağcılıkta, serbest paraşütle atlamada ve deniz mürettebatının sualtı kıyafetlerinde olduğu gibi gerçekten ağır şartlarda gereklidir. Bu amaç için hava tesirine karşı yüksek dirençli kumaşlar geliştirilmiştir. Bunlar çok sık dokunmuştur ve bu yüzden havanın geçebileceği delikler çok küçüktür, içinden havanın geçmesini tamamen önleyen kumaşlar giysi için hiç uygun değildir. Çünkü hem rahatlık hemde sağlık içinlerin buharlaşması çok önemlidir. Buhar geçiren kaplamalı kumaşlar rüzgar direnci sağlarken, buhar geçirir bu sayede, örneğin, kayak kıyafetlerinde kullanılır.

Soğuk havada alınan giysi konforu bir dizi faktöre dayanır. Bir tanesi, rüzgarlı bir günde gözlenebilecek, giysili vücuda doğru gerçekleşen hava hareketidir. Hava hareketi, kumaş yüzeyi üzerindeki durgun hava tabakasını zayıflatır, ve ayrıca, kumaşla atmosfer arasında bir basınç farkı yaratarak, havayı kumaş içerisine girmeye zorlar. Bu her iki etki de, ısı kaybı oranını artırır [15].

Kumaş kabarıklığının korunması ısı izolasyonu açısından son derece önemlidir. Rüzgarın dıştaki giysi üzerindeki baskı gücü, altındaki lif yapısının veya kumaşının mevcut havasının dışarı çıkmasına neden olur. İzolasyon kaybı, rüzgarın hızına ve kumaşın geçirgenliğine bağlı olarak %60 kadar yükselebilir [7].

Son zamanlarda araştırılan, rüzgar etkisiyle giysi konforunda meydana gelen azalmayı önlemeye yönelik ilginç bir yöntem giysi yapısına içerisine bir By-Pass tabakası yerleştirilmesini öngörmektedir.

Bir bypass tabakası şöyle iş görür: Dış örtü tabakasından nüfuz eden hava akışının doğrultusunu, alttaki elyaf tabakasından saptırır. Böylece, rüzgarla gerçekleşen ısı kaybına hassasiyet büyük oranda azalır. Hafif rüzgarlarda konfor sağlasın diye tasarlanmış bir giysi, az bir ayarlama yada hiç ayarlama gerek kalmaksızın nispeten konfor sağlayabilir. Fakat, hızlı ve sert rüzgarlarda, ancak bir bypass tabakasına sahipse konfor sağlayabilir. En dış örtü kumaşının geçirgenliği, rüzgarlı koşullardaki izolasyon kapasitesine değil de, nem transfer kabiliyetine bağlı olarak seçilebilecektir.

Çok katlı giysi sistemlerinde rüzgarla artan ısı kaybı, en dıştaki örtü kumaşıyla, altındaki elyaf tabakası arasında hava-akışına direnci çok düşük olan bir katman

yerleştirilerek büyük oranda azaltılabilir. Düşük dirençli katman, biraz geçirgen olan en dış örtü kumaşından nüfuz eden havanın alt elyaf tabakasına işleneksizinin yada çok az işleme suretiyle doluşturılmasıyla, bir bypass vazifesi görür [17].

Yürüne sırasındaki toplam ısı izolasyon ve buharlaşma direnci %20-45 oranında azalmıştır. Çok katlı giysilerde toplam izolasyondaki azalma daha az olmuştur. Yüzeydeki hava tabakası üzerinde rüzgarın azaltıcı etkileri, izolasyon değeri arttıkça daha az olmaktadır. Rüzgarın ve yürümenin etkileri 3 katlı bir kış giysisi için %5-10'dan daha azdır [18].

2.2.4.6. Işın ısı etkisi

Vücut direkt güneş ışınlarından ısı alabilir. Eğer kişi açık güneşli bir havada dışarıda oturuyorsa güneş ısı doğrudan deride sanki ateşin karşısındaymış gibi hissedebilir. Bu sıcaklık hissi tıpkı ışıktaki olduğu gibi, ama görülmeyen ışınları taşıyarak. Çok gevşek dokulu kumaşlar içlerinden ışınların biraz girmesine izin verirlen, ancak ışığın bir kısmı da kumaş tarafından emilir ve kumaşı ısıtır. Ayrıca ışığın bir kısmı da yansıtılır ve bu yansıyan ışık kumaş sıcaklığı üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir. Kumaş yapısının dışında, kullanılan renk de önemlidir. Güneş ışınları siyaha nisbeten beyaz tarafından daha iyi yansıtılır. Sonuç olarak siyah bir kumaş güneşte daha hızlı ısınacaktır. Görülen ışığın dışında, boyanın kimyasal bileşimi de kumaş yüzeyi tarafından emilen veya yansıtılan ışık miktarını etkiler.

Bazı durumlarda ışınları alınan ısı miktarı çok büyüktür, tıpkı ateş ısı gibi ve dış yüzeyi ince alüminyum folyo ile kaplanmış kumaştan yapılmış bir elbise ile koruma sağlanabilir. Bu ışınlamasını oldukça verimli bir şekilde yansıtacaktır ve eğer elbisenin içi ısı iletimini kısıtlayıcı özelliği olan kalın kumaştan yapılmışsa giysiyi giyen kişi ateşe oldukça yaklaşabilir [7].

2.2.4.7. Nem dengesi

Gözenekli tekstillerde ısı transferi mekanizmaları, liflerin katı maddesinin iletimi, araya giren havanın iletimi, ışınlar ve konveksiyon şeklinde sıralanabilir. Sıvı ve nem transferi mekanizmaları, uygun boşluklardaki su buharı difüzyonundan, ve liflerin nem sorbsiyonundan, buharlaşmadan, ve kılcallık etkilerinden ibarettir. Su buharı, tekstil yapısı içinde, konsantrasyon farklarından dolayı hareket eder. Lifler, suyu iç

ki nıyasal kompozisyonlarından ve yapılarından ötürü absorbe ederler. Tekstil yapısındaki sıvı nemakışı, lif malzemelerinin yüzey sınırındaki lif-sıvı etkileşimiyle gerçekleşir; bu da, en başta yüzey geriliğiyle ve efektif kılcal gözenek dağılımı ve kanallarıyla belirlenir. Buharlaşma ve/veya yoğunlaşma, sıcaklık ve nem dağılımına göre ortaya çıkar. Isı transferi süreci, nem sorbsiyonu/desorbsiyonu ve buharlaşma/yoğunlaşma gibi faz değişimleri ile birlikte oluşan nem transferi süreçleriyle bileşik halde gerçekleşir [19].

Terlemenin vücut ısısını azaltıcı rolünü biliyoruz. Şu vurgulanmalıdır ki, bu rolün hayati önemi vardır, kumaş seçimi ve giysinin dizaynı ile önemli bir ilişkiye sahiptir.

Sıcak koşullarda veya yorucu egzersizlerde meydana gelen ve vücut sıcaklığını düzenleyen buharlaşmanın hızı derinin nemine ve havanın içerdiği nem miktarına bağlıdır. Yani havanın rölatif rutubetiyle ilişkilidir.

Serin koşullarda, açık havada veya iyi havalandırılmış bir odada, deri yüzeyi temel olarak taşınım ve ışımla oldukça kuru ve serin tutulabilir. Bu iki faktörün neden olduğu ısı kaybı vücut ısısının altına düşer düşmez ısı kaybının başka bir metodu olan terleme ortaya çıkar.

Terleyen vücut ile temas halindeki hava sıcak ve neme doymuş hale getirilirse ve eğer giysi serbest harekete izin verirse, ısı taşınım akımları oluşur. Kapalı, nemli ve sıcak bir günde kalabalık bir odada, hava vücut sıcaklığında neme neredeyse doymuştur. Dolayısıyla buharlaşma engellenmiştir ve kişi havanın boğuculuğundan dolayı rahatsızlık hisseder. Bu gibi durumlarda hava sirkülasyonu, buharlaşma yüzeyine doymuş havayı getirdiği için önemlidir. Ayrıca, gözenekli yüzey üstünde esen hava giysinin yüzeydeki buharlaşmayla yardımcı bir emme etkisi oluşturur.

Limit koşullarda, vücutta terleme miktarı fazla iken veya hava buharlaşamayacak kadar nemli iken, deri oldukça ıslak hale gelir ve iç çamaşırın, deriye yapışıp onu sarmasından ve vücut sıcaklığındaki artıştan kaynaklanan rahatsızlığı önlemek için terin hızla uzaklaşması sağlanmalıdır. Daha önceleri bu amaçla ulaşılacak için sadece emici malzemenin deri ile teması gerektiği düşünülürdü. Kumaş nemlendiğinde aynı zamanda buharlaşmaya elverişli yüzeyin artması da sağlar, böylelikle deriyi serinletme oranında cıplak deriye kıyasla artış olur. Son zamanlarda yapılmış olan deri yüzeyinden sıvı nemin taşınmasıyla ilgili çalışmalar, pamuk ve

akrilik liflerinin lif yüzeyi boyunca doğal ve iyi bir şekilde nem kapiler etki ile iletme (kılcalık etkisi) özelliği taşıdığı fakat diğer sentetik liflerin ve yünün bu özelliği taşımadığını gösterdi. Fakat poliester gibi sentetik liflerin, nem emme özelliği değiştirilmeden, lif kesitini değiştirmekle ve hidrofil yüzey kaplaması uygulamakla kapiler etki ile nem iletme özellikleri gelişmektedir [7].

Araştırmalar şunu göstermiştir ki, emici olmayan fakat kılcalık etkisine elverişli olan bir katman (polipropilen lifi bu maksada son derece uygundur) cilt ile temas halindeyken sıvının dışındaki emici kumaş katmanına transferi giyen kişiye büyük rahatlık vermektedir.

Kışın aktif dış hava koşullarında sıcak ve kuru kalınaya çalışmak, her zaman bir meydan okuma olagelmıştır. En kötü durumda, birey çok ağır çalışır, bol bol terler, ve sonra dinlenir. Çalışma esnasında, sıvı su, cilt üzerinde birikir ve cilt üzerindeki giysi tabakasını (yada tabakalarını) ıslatmaya başlar. Terin bir kısmı hem ciltten ve hem giysiden buharlaşır, ve giysi içerisinden geçerek uzaklaşır gider. Sıcaklığa ve giysideki nem oranına bağlı olarak, su buharı, giysiyi terk edebilir veya yoğunlaşabilir ve giysi dış katlarının bir yerlerinde donar kalır.

Bir kişi, çalışmayı bırakıp dinlenmeye başladığında, aktif terleme kısa sürede sona erer, cildin ve giysi katlarının ergeç kurumasına imkan verir. Fakat bu esnada, vücuttan gerçekleşen ısı kaybı hayli fazla olabilir. Vücuttan alınan ısı, hem ciltteki ve hem giysideki teri buharlaştırmak için kullanılır. Ciltten çıkıp giysi içinden geçen ısı akışı, giysi çok ıslak olduğunda son derece büyük boyutlara erişebilir, çünkü su giysinin termal izolasyonunu düşürür.

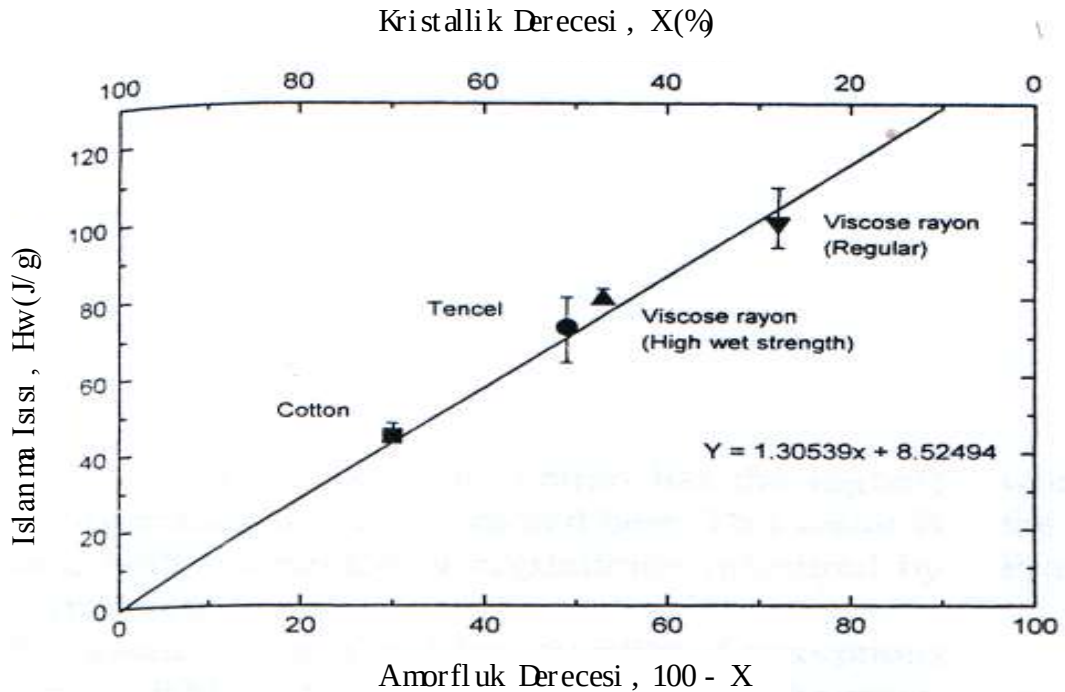
Cilde bitişik kuru bir tabaka, ıslak olandan daha konforludur. Şayet birisi, cildine bitişik hiç nem çekmeyen ancak nemin kendi katları içinden olduğu gibi geçmesine izin veren bir giysi giyebilirse, dinlenme sırasındaki ısı kaybı azaltılmış olacaktır. Bu sebeplerden ötürü, sentetik lifler kış sporu giysilerinde poplarite kazanmıştır [20].

Giysinin giyim konforu, lifli malzemelerin nem çekme özellikleriyle ve liflerin nem aktarma özellikleriyle yakınılıştır. Yün, yüksek ıslanma ısısından ötürü, kış için sıcak ve konforlu giysi malzemesi yapılabilir. Giysi konforunu etkileyen diğer bir önemli faktör de, liflerin bu ıslanma ısılarının korunmasıdır.

Tablo 2.2, kristal yapıları (kafes tiplerini) ve çeşitli selülozik liflerin kristallik oranlarını listeler. Pamuk ve rejenere selülozik lifler, farklı kristal yapılara sahiptirler. Pamuğun, yüksek kristallik oranından ve lif yapısından ötürü, minimal bir seviyeye şiştiği iyi bilinir. Şekil 2.2, kristallik oranı (%X) yada amorflik oranı (%100-X) ve ıslanma ısıları arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Islanma ısıları, numunenin kristallik oranı ile ters orantı içindedir, yani kristallik oranı arttıkça ıslanma ısıları azalır. Şekil 2.2, ıslanma ısılarının lif yapısından belirgin biçimde etkilendiğini, ancak numunenin kristallik oranından etkilendiğini işaret eder.

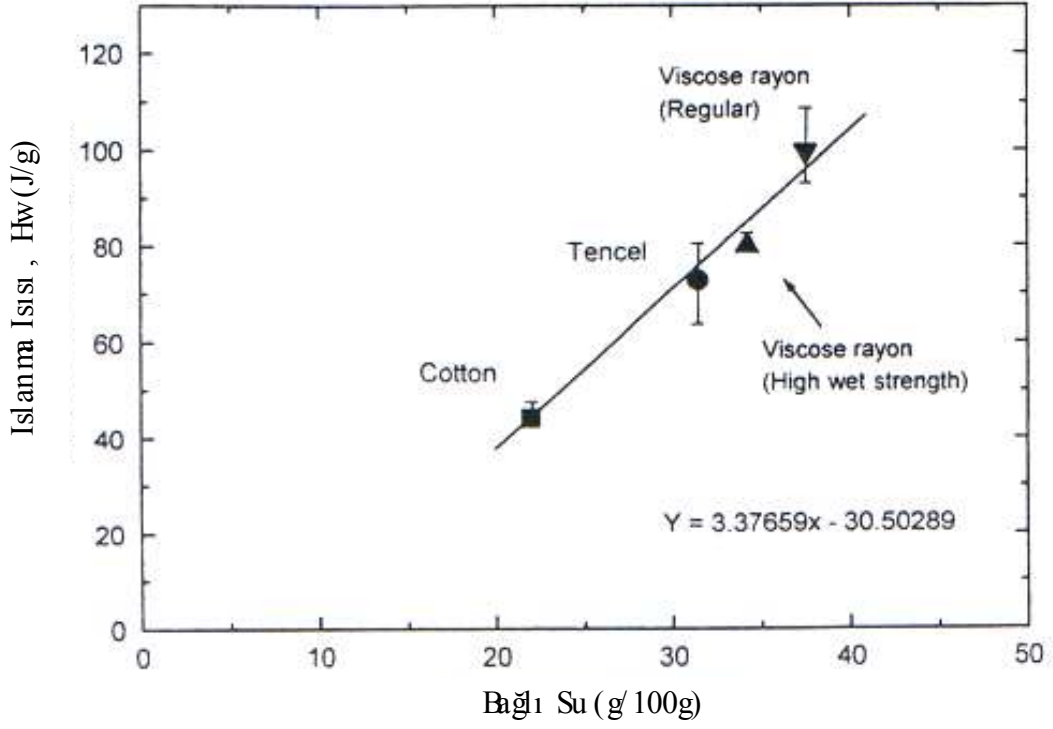
Tablo 2.2: Kafes Yapıları ve Selülozik Liflerin Kristallik Oranları

Numune	Kristal Yapı (kafes tipi)	% Kristallik
Pamuk	selüloz I	70
Tencel	selüloz II	51
Viskoz Rayon		
High wet strength	selüloz II	41
Regular	selüloz II	28



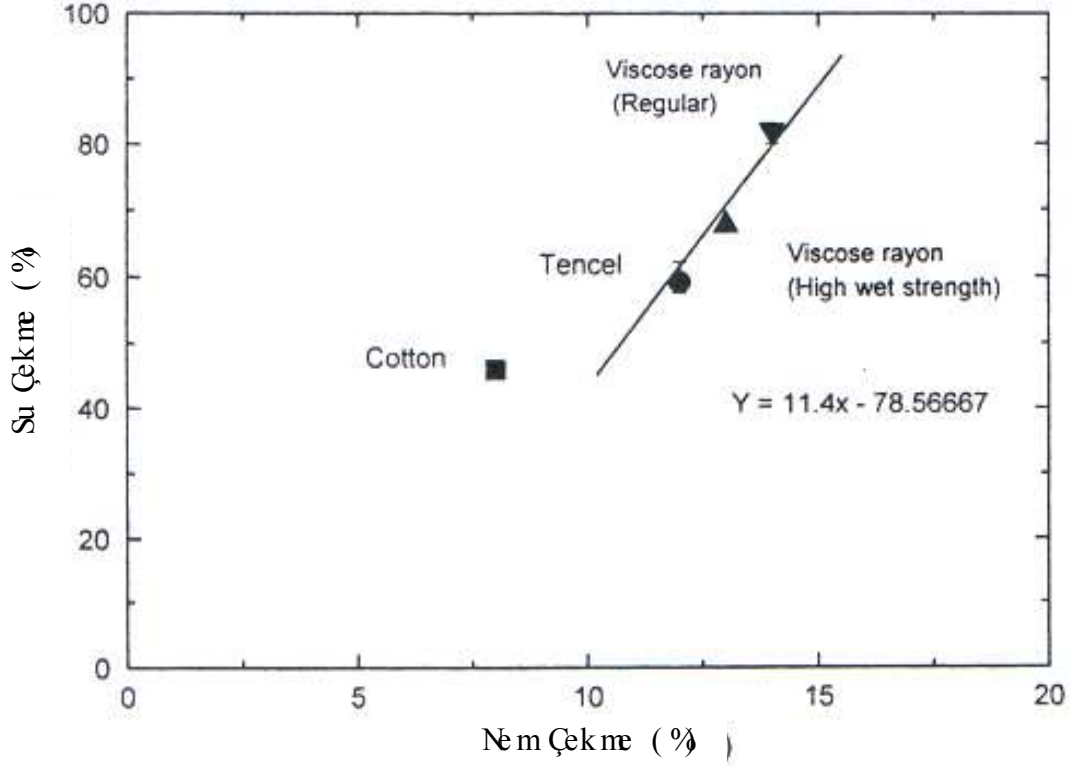
Şekil 2.2: Amorflik Derecesi ve Islanma Isısı Arasındaki İlişki

Şekil 2.3, selülozik lifler için, bağlı su miktarı ile ıslanma ısıları arasındaki ilişkiyi gösterir. Şekil, ıslanma ısılarının, selülozik liflerin bağlı suları ile doğru orantılı olduğunu, ve bağlı su miktarı arttıkça arttığını ortaya koymaktadır. Sonuçta görülen odur ki, ıslanma ısıları, selülozik liflerin amorf bölgelerindeki hidroksil gruplarıyla suyun etkileşimine bağlıdır.



Şekil 2.3 : Bağlı Su ve Islanma Isısı Arasındaki İlişki

Nem çekme ve su çekmeyle ıslanma ısıları arasındaki ilişki, Şekil 2.4'de verilmiştir. Şekilde, vizkoz rayon, yüksek mukavemetli vizkoz rayon, ve Tencel gibi rejenere lifler için, nem çekmenin su çekmeyle doğru orantılı olduğu görülmüştür.



Şekil 2.4 : Nem Çekme ve Su Çekme Arasındaki İlişki.
(semboller beş farklı testi temsil etmektedir.)

Araştırılan lifler arasında en yüksek kristallik oranına sahip olan Pamuk'tur. Bu sonuç, Xışını kırınımıyla ölçülen kristallik derecesiyle de uyumludur.

Yüksek kristallik derecesi, su veya nem çekmeye uygun amorf selülozun azlığına işaretler. Ancak bu gerçeğe rağmen, yine de pamuğun nispeten yüksek bir su çekme değeri vardır; çünkü pamuk, gözenekli kılcal yapıya ve lümen yapısına sahiptir. Önceki çalışmalarımız, kimyasal olarak modifiye edilmiş pamuk liflerinde, su çekmenin, bağlı suyla doğru orantılı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Serbest suyun ve bağlı suyun hacim oranı 1:1'dir. Bu yüzden, su çekme, hembağlı sudan ve hemde serbest sudan etkilenir; nem çekme ise, sadece numunedeki bağlı sudan etkilenmektedir. Islanma ısısı, sadece bağlı su muhteviyatıyla doğru orantılıdır. Islanma ısısı, serbest su miktarından belirgin biçimde etkilenmediğinden; ıslanma ısısı, su çekmeyle doğru orantılı olacaktır, fakat direkt kütle temelinde değil [21].

2.2.4.8 Dokunma konforu

Konforla ilişkili olan çeşitli dokunsal duyumlar mevcuttur. Bunlar çok subjektif, fakat payı olan faktörlerdir; buna ek olarak, farklı insanlar için farklı manalara sahiptirler. Geçmişte kullanılmış olan terimlerden bazıları, sarıp sarımalayan, yapışkan, kaşındırıcı, kalın, yumuşak, sert, ağır, hafif gibi sıfatlardır [4].

Cilde bitişik giyilen kumaşların mekanik ve yüzey karakterlerinin, bireyin dokunsal konforunu ve kumaşın kabul edilebilirliğini etkilediği düşünülür. Sert, kalın, kaşındırıcı, soğuk, yada ağır olarak değerlendirilen kumaşlar, örneğin, cilde bitişik kumaşlar olarak kabul-edilemez bulunabilirler [9].

Cildin bir giysiyle teması sonucu oluşan duyarlılık, cildin altındaki duyu alıcılarının uyarılması ile ortaya çıkar. Dokunma, ısı ve acı alıcılarıyla taşınan duyumlar, etkilenme bölgesinin, alanının ve de duyumun süresinin tam ve kesin bir şekilde belirlenmesini sağlar.

Kumaş temasıyla ortaya çıkan duyarlılık çeşitleri karıncalanma, tahriş, kumaşın verdiği soğukluk hissi, lif dökülmesi, bölgesel gevşeklik vücudu saran nemli ve yapışkan giysi ve alerjiktetikiler ile tarif edilebilir. Genellikle yumuşak deriler sert derilere oranla daha hassastır ve deriyi yumuşatan suyun (veya terin) varlığı ve deri sıcaklığındaki artış duyarlılığı artırır [7].

Giysi konforunun duyusal yönleriyle ilgilenen geniş bir literatür, giysideki yada ciltteki nem miktarı ve çeşidi, ve bunun giysi konforu duyusuna etkisi ile lif/iplik/kumaş özellikleri arasındaki ilişkisinin karmaşıklığına işaret etmektedir [5, 76].

Terli cildin etkisiyle kumaş yapışkanlığının neden olduğu bu rahatsızlıklar kalıntıları varsa devam eder. Çok pürüzsüz kumaş yüzeyinin bu durumlarda yapışmaya eğilimli olduğu ve öte yandan tüylü yüzeyler sayesinde kumaşın deri ile olan temas alanında küçülme olduğu için tüylü yüzeyin yapışkanlığı azalttığı bulunmuştur. Tüyler, kumaş ile deri arasında belirli bir mesafe sağlar, kurumayı kolaylaştırır ve böylece rahatlığa olumlu bir destek sağlar.

Kumaş yapısının ve giysi dizaynının, bazen belli kıyafetlerin giyimiyle tecrübe edilen rahatsızlık hislerini çoğunun belirleyicisi oldukları bulunmuştur. İddia edilen

alerjiler düşünülduğünde, kumaş temasına derinin tepkisi değişmez bir şekilde sadece mekanik hareket veya lif uçlarının ve kumaş yüzeyinin cilt üzerindeki etkisiyle meydana gelmektedir. Gerçek alerjik reaksiyonlar, belli plastikleştiricilerin, epoksi reçinelerin, boyar maddelerin ve kumaş terbiye proseslerinden kalan artık maddelerden kaynaklanmaktadır.

Yapılan çalışmalar, acı algılayıcılarının çıkartı yapan sert lifler tarafından cilde uygulanan baskıya tepki verdiklerini göstermiştir. Deriye temas eden lif uçlarının uyguladığı kuvvet 75-100 mg'dan az ise, önemli bir karıncalanma uyarısı oluşturmayacağı ifade edilir. Kısa, kaba sert lifler rahatsızlığa neden olurken, uzun yumuşak lifler daha rahattır. Kumaştan lifleri fırçalanmak ve kabartmak böyle bir rahatlığı artırabilir ama zamanla dışarı çıkan lif sayısında aşırı bir artma riski vardır ve bu da karıncalanma potansiyelini artırır. Silikon ve yumuşatıcıların uygulanması liflerin kıvrılmasını azaltmanın bir yoludur. Sonuçta bu işlemler daha az karıncalanma hissi oluştururlar. Tabii ki derinin kendine özgü tepkisi acı alıcılarının derideki yoğunluğuna ve derinliğine bağlıdır. Karıncalanmaya karşı hassas olan insanlara iç giyimde sadece ince yünlü giysileri ve dış giyimde ise kaba yün kumaşları kullanmaları önerilmektedir.

Kılcalık mekanizmalarıyla su transport özellikleri bakımından hidrofil pamuk liflerinden maul örnek kumaşlar, polyester örmelere göre daha yüksek kabiliyet sergilemektedirler. Lif yapıları bakımından farklı olan (ince polyester, kalın polyester, penye pamuk) geometrik ve hacimsel yapı bakımından, dolayısıyla enerji yayılım oranlarının olduğu kadar, hesaplanmış konfor limitleri, su buharı ve hava geçirgenliği yönünden de benzer olan tek plaka örnek 3 kumaş, terle ıslandıkları koşullar altında giyildiklerinde, bu 3 kumaşın verdiği rahatlık farklı olacaktır. Kişilerin giyim konforu bakımından bir fark algılanmasıyla kalıyacak, aynı zamanda kumaş altındaki cildin sulanmasının (terlenmesinin) da farklılaşacağı beklenebilir [22].

Genelde, EWL (buharlaşmayla su kaybı) oranları, kumaşların nem muhteviyatı arttıkça artar. Bir kumaşın liflerindeki nemin etkileri (esneklik rijitliğindeki değişimler ve bunu takiben kumaşın cilt yüzeyine çökmesi) ve liflerin nem absorpsiyon kabiliyetlerindeki farklılıklar, EWL oranlarını etkiliyor gibi görünmektedir [23].

Yapay liflerden yapılmış kumaştan kaynaklanan rahatsızlığın üstesinden gelmek için kumaşla cilt arasında temas noktalarının sayısının azalmasını temin eden, pamuklifu uzunluk aralığına eşit çeşitli ştapel uzunluklu liflerin kumaşlarından yerleştirilir.

Genellikle belirli kullanım ve iklim durumları için giysilerin tasarımı, cildin temas ettiği kumaşın yapısına verdiği fizyolojik tepkinin kavranmasıyla kolaylaşmaktadır.

2.2.4.9 İklim uygunluk

Şimdiye kadar dikkatlerimiz hep giysi için gerekli olan kumaş nitelikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Soğuk koşullar için, kumaş iyi ısı izolasyonu sağlamalıdır ve bu, yüksek oranda hava tutan hafif yünlü kumaşlar veya gözenekli kumaşlar gibi kumaşların seçilmesiyle sağlanabilir. Kalın kumaşlar, tabii ki ince kumaşlara oranla ısı izolasyonunu daha iyi sağlarlar ve kalınlığı sürdürebilmeleri için şeklini koruyabilen esnek lifler kullanılmalıdır. Rüzgarın serinletme etkisini azaltmak için dış tabakada rüzgar geçirmez kumaş kullanılır. Rahatlık için, iç çamaşırı ve yatak giysileri emici ve dış tabakaya nem geçirmez özelliğine sahip olmalıdır. Bu kriterler hangi giysilerin giyilmesi gerektiğinin belirlenmesine yardımcı olacaktır. Bu prensipler sadece günlük kıyafetlerde değil üniforma ve koruyucu kıyafetlerde de uygulanmalıdır. Özelleştirilmiş giysiler sadece hareketi ve yaşamı destekleyen normal seviyede rahatlığı sağlar, aynı zamanda alev direnci ve çeşitli zararlı maddelere karşı engel olma gibi ilave koruyuculuk özellikleri de içerirler.

Deriye yakın kıyafetler için örme kumaşlar idealdir, çünkü bu kumaşların esneme özelliği vardır ve sıkıcı değildirler, dokunuşları yumuşak ve hacimlidir. Bunlar, geçirgenliği sağlayacak emiciliften veya liflerden yapılırlar. Sıcaklık, tekstüre olmuş filament ipliklerin dokunmasıyla yükseltilebilir. Tevizlik için kumaş yıkanabilir olmalıdır.

Soğuk havalarda sıcaklık için giyilen alt giysi üzerine giyilmesi gereken diğer giysi tabakalarında ise hacimli kumaşlar kullanılabilir. Ama ev ve kamu binalarında genellikle oturarak yapılan hareketler nedeniyle en uygun sıcaklığı korumak için tek katlı sıcak tabaka yerine çok katlı giysilerin kullanımı tercih edilir. Bu, kumaş veya giysinin tabaka sayısının ayarlanmasıyla vücut sıcaklığının düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Giysi tabakaları arasında hapsolan hava, ısı izolasyonuna büyük bir katkı sağlar. Çok kaba ipliklerden bir ağ gibi dokunan ve deri üzerine giyilen atletler, deri

ve diğ er giysi tabakaları arasında havayı hapsetmektedirler. İşte bu hava izolasyon tabakasıdır ve düşük ağırlıklı bir sıcaklık sağlar. Çoğunlukla tüm aktiviteler için düşük ağırlıklı (hafif) kıyafetler tercih edilir.

Açık havada kullanımı için, dış giyimde rüzgar geçirmez giysilere ihtiyaç duyulur. Yağmura karşı koruma sağlayabilmek için giysilik kumaşlar sıkı konstruksiyonlu dokunurlar ve ayrıca su geçirmezlik terbiyesine tabi tutulurlar. Uygun yapıdaki yün, keten ve polyester lif karışımları bu kategoriye dahil edilebilir, ancak tabii ki kaplama kumaşlar özellikle elementlere uzun süreli korunma için uygundur. Rüzgar geçirmez dış katman içeren iç yapısı yüksek hava boşluğu vatka, hafif ağırlıklı sıcaklık sağlar ancak kumaşın hacimliliği giysi dizaynlarında renk katılmasından ve bazı yüzey dizayn özelliklerinden farklı olarak kısıtlamalar getirir.

İnsanoğlu, dünyanın sıcak bölgelerinden soğuk bölgelerine hareket ettiğinde soğuk hava giyimi önem kazandı. Pantolonlar ve eskimolar tarafından giyilen tunikler, bütün vücudu saran sıkı oturan giysilerden oluştukları için kutup giysileri olarak isimlendirildiler. Sıkı oturan bu giysiler, vücut yüzeyinde havanın devrini ve dolayısıyla ısı kaybını azaltır. Öe yandan sıcak hava giysileri açık, hafif ve gevşek yapıldığından, böylece buharlaşma ve terlemenin yayılması engellenmez.

Ayrıca giysiler cildi güneş ışınlarından korumak için ve tabii ki günlük aktivitelerden yıpranma riskine karşı engelleyici bir rol oynamaktadırlar. Dış kıyafetlerin güneş ışınlarından ısı korunmasını sağlayabilenleri boyalı kumaşın ışık yansıtma kapasitesine bağlıdır. Beyaz yüzeyler ışınların pek çok dalga boyunu yansıtırken siyah nesneler pek çok dalga boylarını emerler ve o yüzden de ısınırlar.

Oldukça zararlı UV dalga boylarına karşı koruma sağlayan ve bu nedenle insan fizyolojik ihtiyaçları bakımından önemli olan ozon tabakasının ilerleyen yıkımının yaygın nedenlerini göz önüne almak gerekir [7].

3. KUMAŞLAR ve KUMAŞLARDA KONFOR

3.1. Kumaşın Tanımı

Direkt olarak liflerin çeşitli tekniklerle birarada tutulmasıyla, ya da liflerin eğilmesi sonucu elde edilen çeşitli yapıdaki ve özellikteki ipliklerin birbirleriyle çeşitli şekillerde iç içe geçmesiyle elde edilen tekstil yüzeyleridir. Kumaşlar, yapı ve tekniklerine göre Dokuma, Örme, Dantel, Nonwoven ve Kaplama ve Lamine kumaşlar olarak sınıflandırılabilirler. Gysiler en çok dokuma ya da örme kumaşlardan imal edilirler.

3.2. Temel Kumaş Yapıları

3.2.1. Dokuma

Dokuma, ‘atkı’ ve ‘çözü’ olarak bilinen iki grup ipliğin dik açıyla birbiri içinden geçirilmesiyle üretilir. Çözgü iplikleri kumaş uzunluğu boyunca kenara paralel gider ve her çözgü ipliğine ‘tel’ ya da ‘uç’ adı verilir. Atkı iplikleri kumaşın bir kenarından diğer kenarına geçerler.

Atkı ve çözgünün birbirine geçmiş şekli dokuma olarak bilinir. Burada bahsetmemiz gereken birkaç dokuma türü vardır ki, bunlar Foulard, Gabardin, Poplin, Saten ve Taffeta gibi yaygın kullanılan kumaşların yapılarında çok sık kullanılırlar. Dokuma türü sadece kumaşın görünüşünü değil, tutumunu ve kullanımındaki davranışını da etkiler. 3 ana dokuma konstrüksiyonu, Bezayağı, Dini ve Atlas (saten)’dir. Diğer bütün dokuma kumaş konstrüksiyonları bu üç temel yapıdan türetilmişlerdir [7].

3.2.2. Örme

Örme kumaş, iplikten oluşturulan ve ‘ilnek’ adı verilen eğrisel kıvrımların yatay ve dikey yönde düzenlenerek birbirleri içinden geçirilmesi sonucunda oluşan tekstil yüzeyidir.

Örme cilik teknik bir ifade ile tek veya bir grup ipliğin örücü ve yardımcı elemanlar vasıtasıyla temel örgü elemanları haline getirilmesi, bunlar arasında da yan yana ve boylamasına bağlantılar oluşturması ile bir tekstil yüzeyi ve dokusu elde etme işlemidir.

İplik yapım, dokuma ve dikiş gibi tekniklerin MÖ 5000-6000 yıllarından beri uygulanıyor olmasına rağmen el örmeciliği çok daha sonraları, MS 600'lü yıllarda Mısır'da keşfedilmiştir. El örmeciliği günümüzde yerini büyük ölçüde makine örmeciliğine bırakmıştır. Örne makinelerinin icadı ve tarihsel gelişimi incelendiğinde, mekanik olarak ilmek oluşturma mekanizmasının temelinde değişmediği görülür [24].

Makine örmesi, kumaş üretimi için önemli bir metottur. Hızlı üretim miktarlarına ilave olarak, bir zamanlar adıyla beraber anılan örme kumaşların ve kullanım alanlarının sınırlı olması günümüzde artık öyle bir noktaya gelmiştir ki, dokumayla yapılan kumaşlarla yarışır durumdadır.

Makine örmesinin iki ana endüstriyel kategorisi vardır: atkılı (tek iplikli, enine) örme ve çözümlü örme. Esas olarak her ikisinde de kumaşlar ilmeklerle birbirine bağlanmış ipliklerden oluşur.

3.2.2.1. Atkılı örme

Atkılı örmeye, ilmekler, kumaş enince (enine yönde) hareket ettikçe oluşurlar. Her yeni ilmek sırası kumaşta bir önceki ilmek sırasından çekilir. Özel renk efektleri istenmedikçe bir sıradaki bütün ilmekler tek bir iplikten oluşturulur. Ancak açıktır ki, atkılı örme kumaşta bir ilmek koparılsa, kumaş kaçmaya maruz kalır ve sıra sıra sökülebilir.

Her yatay ilmek satırına 'ilemek sırası' (may sırası) ve her dikey ilmek bağlantı yapısına da 'may' denir. Bu tanımlama hem atkılı hem de çözümlü örme için geçerlidir [7].

3.2.2.2. Çözümlü örme

Çözümlü örme, normal olarak her ilmek çubuğu başına en az bir ilmek olmak üzere, çözgü ipliklerinin kumaş uzunluğunca, birbirine paralel bir şekilde örülmesiyle oluşturulur. Bu iplikler aşağıya örme bölgesine beslenir ve her bir iplik devamlı bir

şekilde hep aynı ilmek çubuğuna örülürse, karşımıza birbirinden ayrı ilmek zinciri çıkar. Bu sebepten dolayı, kumaş yapabilmek için ilmek çubuğu hizasındaki ilmek zincirlerinin birbirine bağlanması gerekir. Bu da komşu maye örülmek üzere ipliğin belirli zaman aralıklarında yana hareket ettirilmesiyle olur. Çözgüleri örme kumaşlarda kaçık olmaz ve sıra sıra sökülmezler.

3.3 Sık Rastlanan Atıklı Örme Kumaş Yapıları

3.3.1 Tek plaka yapılar

3.3.1.1 Süpreme

Sadece bir iğne yatağı üzerinde üretilen en basit fakat en sık kullanılan örgü türüdür. Kullanılan iğne yatağı üzerindeki tüm iğneler örme işlemine katılır. Kumaşın ön yüzünde iğne, arka yüzünde platin ilmekleri baskındır. Temel kumaş özellikleri şöyle sıralanabilir:

- a. Kumaşın ön ve arka yüzlerinin görünüşü farklıdır.
- b. Dengesiz bir kumaş yapısıdır, bu yüzden kenarlarda kıvrılma görülür.
- c. Kumaş yapısı içinde ilmek kaçığınay boyunca yukarı ve aşağı ilerler.
- d. Kumaşı başlangıç ve bitiş sıralarından sökmek mümkündür.
- e. Kumaşın enine esnekliği boyuna esnekliğinin yaklaşık iki katıdır [24].

3.3.1.2 Stockette

Ön ve arka yüzleri oldukça farklı görünüşte olan ve kıvrılmaya müsait oldukça esnek bir kumaştır. Desenler askı ve atlama ilmeklerinin kullanılması ile elde edilir. Bu kumaşlar yüksek hızda ancak tek iğne yataklı yuvarlak veya düz örme makinelerinde üretilir. Kazak, T-Shirt, iç çamaşır ve parça kumaşlarda kullanılır. Örme makinasında tamamen bitirilmiş, yani giymeye hazır “Fully Fashioned” giysiler genelde bu yapıdadırlar [7].

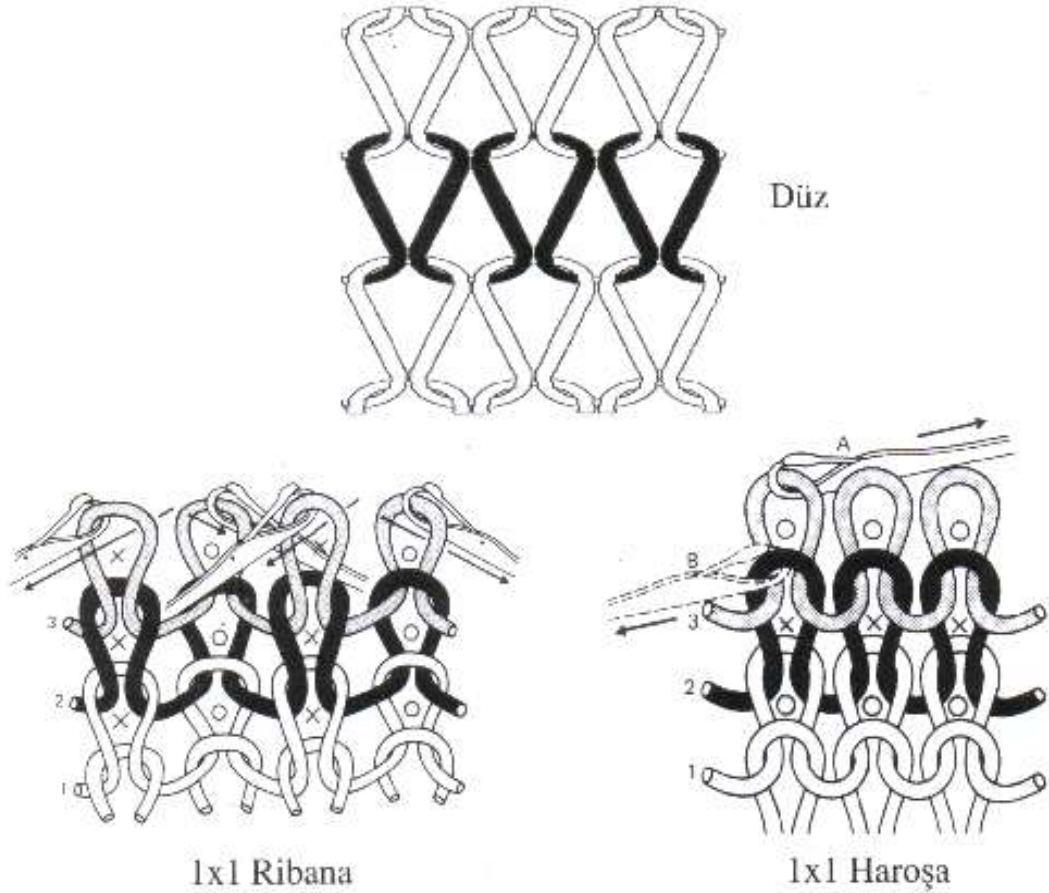
3.3.2 Çift plaka yapılar

3.3.2.1 Ribana

Her iki iğne yatağı da kullanılarak üretilen çift plaka örgülerdir. En basit ribana kumaş tipi olan 1x1 ribana örgü yapısı Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Bu yapıyı

ol uştur mak i in her iki i ęne yatağı ndaki t ümi ęneler kullanılır. Farklı yapı lar da rib ö rg ü ler ön ve arka i ęne yata kları nda yer al an aktif i ęneler in konu mlan dırılı şı na göre ü retil ebilir. Ö neği n i ęne yata kları nda her ü  i ęneden biri ni n ö r ne i ş le ni ni n dı şı nda bırakıl nası halinde yine çok yaygın olarak ü retil en 2x2 ribana ö rg ü yapısı elde edilebilir. Tem el ku maş özellik leri şunlar dır:

- a. Ö n ve arka yü zey gör ünü çü aynı dır.
- b. Ku maş ı n eni ne esnekli ęi dü z ö rg ünün yakla şık 2 katı dır. Boyuna esnekli ęi ise dü z ku maş yapısıyla he men he men aynı dır.
- c. Ku maş ta ol uşan il nek ka ı ęı aynı may boyunca aşağı doğru ilerler.
- d. Dengeli ku maş lar dır, kenar lar da kıvrıl ma ol ma z.
- e. Ku maş il k ö r ü l düğü sı radan s ö k ü l e n e d i ęi nden giysi kenar lar ı nda bel lasti ęi vb. a ma lı olarak kullanılırlar [24].



şekil 3.1: Tem el Ö rg ü Yapıları

3.3.2.2 Hırş

Bu tip örgülerin en büyük özelliği aynı may boyunca ters ve düz ilmeklerin oluşturulabilmesidir. Bu amaçla kullanılan düz makinalarda iki ucu kancalı iğnelerle üretilmektedir. Böyle bir makineye ait ilmek oluşum süreci şöyledir: Önyataktaki ilmek oluşumu (düz ilmek) tanımlandıktan sonra iğne, diğer örme elemanlarının yardımıyla arka yatağa aktarılır ve burada da ilmek oluşumu (ters ilmek) gerçekleştirilir. Temel kumaş özellikleri şunlardır:

- Dengeli, düzgün yüzeyli kumaşlardır ve bu yüzden kenarlarda kırılma olmaz.
- Enine esneklikleri süprem kumaşla aynı, boyuna esneklikleri düz kumaşların yaklaşık 2 katıdır.
- Kumaş ilk ve son ilmek sıralarından sökülebilir.
- Kumaş yapısındaki ilmek kaçığı may boyunca yukarı ve aşağı olmak üzere her iki yönde ilerler [24].

3.3.2.3 İnterlok

2 tane birlikte örülmüş 1x1 Ribana kumaşı içeren bu yapı 2 ipliğin sırayla kumaşın önünü ve arkasını örmesiyle oluşur. Bundan dolayı, her iki taraf da benzer yumuşak görünüme sahiptir ve kumaş çift taraflı kullanılabilir. Pekçok atkılı örme kumaşta kıyasla kırılma, daha sağlam ve uzaması daha azdır. Aynı iğne sıklığına sahip olan İnterlok örgü, Ribana örgüye göre daha ağır ve kalındır, fakat azaltılması için daha ince iplikler kullanılır. Ribana örmeye göre üretimi daha düşüktür ve 1 veya daha fazla renkli iplikle desenlendirme yaygın olmasına rağmen ilmekle desen oluşturmanın daha sınırlıdır. Her bir sette, set uzunluğu boyunca iğnelerin dizildiği 2 yatak bulunan özel makinalar gereklidir [7].

3.4 Kumaşlarda Konforla İlgili Fiziksel Özellikler ve Prosesler (süreçler)

Tekstil malzemelerinde giysi konforuna etki eden prosesler ayrıntılı biçimde incelenmeden önce bazı kavramların ve olguların ne olduğunu ve nasıl gerçekleştiğini bilmek gerekir.

a. Liflerin Nemi Etkileşimi

Su ve su buharı çok polar maddelerdir. Onedenle, nemin pamuk, naylon, ve yün gibi polar polimerler içine difüzyon yapabileceği rahatlıkla söylenebilir. Bütün doğal lifler –hem hayvansal ve hem bitkisel lifler- çok polardır, ve önemli miktarlarda su absorbe ederler. Diğer yandan, poliolefin'ler ve diğer sentetik non-polar polimerler su absorbe etmezler. Su lifi içerisine absorbe edildiğinde bir dizi olay meydana gelir. Yeni, güçlü sekonder bağlar ısınnın serbest kalmasını kolaylaştırır; su yüzeyden lifin merkezine doğru spesifik kinetik kanunlarını izleyerek difüzyon yapar; ve nemin absorpsiyonuyla birlikte lifin fiziki özellikleri değişir. Kuru bir lif alındığında ve yüksek miktarda su buharı içeren bir ortama maruz bırakıldığında, öncelikle, su buharı adsorbe olur ve lif yüzeyi üzerinde yoğunlaşır, bu suretle polimerin sekonder bağ yapısında değişikliğe, yüzey maddesinin ısınmasına, ve çeşitli özelliklerde değişime sebep olur. Su şişmiş (swollen) polimer içinde difüzyon yapar, ve lif merkezine difüzyon oldukça yerel (lokal) ısınma devam eder. Bu şişme prosesi, lif denge düzeyi miktarı kadar suyla tamamen doygun hale geldiğinde sona erer. Absorpsiyon karışık bir olaydır.

b. Nem Absorpsiyon Isısı

Suyun absorpsiyonu, sıvıdan, buhardan, ya da her ikisinden gerçekleşebilir. Su, buhardan absorbe edildiğinde, önce etkili biçimde lif yüzeyi üzerinde yoğunlaşır. Potansiyel yoğunlaşma ısı (buhar durumdan sıvı duruma hal değiştirme ısı) büyüktür, yaklaşık 2450 J/g kadar. Bu etki sonradan ele alacağımız başka termal etkileri gölgede bırakabilir. Rölatif rutubet %99 civarını görürse ya da aşarsa, o halde yoğunlaşmış suyun tamamı lifler tarafından absorbe edilmez. Bir miktar buğu, lifler üzerinde yada arasında kapiler su halinde kalacaktır.

Moleküller sekonder bağlar teşkil ederler, çünkü böyle yaparak sistemin toplam enerjisini indirgerler. Pamuk veya yündeki moleküller, sekonder etkileşimleri maksimize eden bir uyuma düzenlenmede zorluk çekerler. Kristaller, en uygun sekonder bağ etkileşimini -fakat gelişme için amorf bölgelerde yer eden sekonder bağ etkileşimini- hesaba katarlar. Sekonder bağ ihtiyacını karşılamak kabiliyetindeki bir sıvı ya da buhar lifle temas getirildiğinde, amorf bölgelerdeki moleküller sekonder etkileşimleri maksimize etmek için küçük uyum ayarlamaları yaparlar.

Sekonder bağ oluşturma boyutunu geliştirerek suretiyle, sistemin enerjisi indirgenmiş olur, ve fazla enerji ısı biçiminde serbest bırakılır. İşte bu ısı, ‘absorbsiyon ısısı’dır. Absorbsiyon ısısı, suyun polimer molekülleri ile reaksiyona girdiğinde –bu reaksiyon, polimer ve su molekülleri arasında hidrojen bağlarının oluşumudur– salınan ısı olarak tahayyül edilebilir. Benzer bir etki, tesirli bir sıvının bir polimerle temas geçtiğinde gözlenir. Buna, ‘çözünme ısısı’ denmektedir [25].

3.4.1. Giysi konforu’ndaki fiziksel prosesler

Önceki bölümlerde, konforun psikolojik, nörofizyolojik ve termal fizyolojik yönleri ele alındı. Psikolojik algılar, çeşitli duyu sinir uçlarından türetilmiş olan nörofizyolojik sinyaller temelinde formüle edilmiştir. Vücudun termofizyolojik düzenleme tepkileri de yine vücudun her yanında bulunan termal alıcılardan gelen sinyallerle tetiklenmektedirler. Sinir uçlarından gelen sinyaller, aslında dış çevrelerden, bilhassa vücudumuzun büyük kısmını kaplayan giysiden gelen çeşitli fiziksel uyarılar tarafından meydana getirilirler.

Bu uyarıları meydana getiren fiziksel prosesler, iletim konveksiyon ve ışıma yoluyla ısı transferini; difüzyon, sorbsiyon, kılcalıslanma (wicking) ve buharlaşma yoluyla nem transferini; ve basınç, sürtünme ve dinamik düzensiz temas şeklindeki mekanik etkileşimleri ihtiva etmektedir. Geçtiğimiz 20-30 yılda giysideki ısı ve nem transfer mekanizmalarını araştırmak için kapsamlı araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Fakat, giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşim mekanizmaları çok esaslıca incelenmemiştir.

3.4.2. Giyside ısı ve nem transferi

Giysinin ısı ve nem transferi davranışının insanın hayatıyatı için son derece önemli olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Bu sahada çok emek harcanmıştır.

Bir lif topluluğundan nem geçiş özelliklerinin ayrıntılı bilinmesi giysiler malzemelerinin konforunu geliştirmek bakımından bir ön koşuldur [26].

Özel aktiviteler için üretilen giysiler dünya çapında çoğalmaktadır. Kımyasal işlemlerle üretilen pek çok sentetik elyaf bugün piyasasadır, ve doğal elyaf ile sentetik elyaf karışımı çok sayıda giysi üretilmiştir. Spor, Endüstriyel işler, sıcak yada soğuk havalara uyumlu olarak üretilmiş çok çeşitli giysiler vardır. Bir giysinin konforu belli

bazı özelliklerle ilişkilidir: hafiflik ısı ve buhar taşıma, ter absorpsiyonu ve kuruması, rüzgar ve su geçirmezlik. Örneğin, kış sporları giysileri yüksek buhar transfer kabiliyetine sahip olmalıdırlar. Bir giysinin konforu, onun her bir kumaş katının özelliklerine ve kumaş katlarının hepsinin bileşke özelliklerine bağlıdır. Bir Trençkot veya yağmurluk, yapısında değişik katlar bulundurur. Dışta bir su geçirmez tabaka, içte bir astar ve bazen de ikisinin arasında bir ara tabaka.

Bir giysi içerisindeki su buharı konsantrasyonu, doyma noktasına aştığında, giysi içinde yoğunlaşma meydana gelir. Yoğunlaşma ortaya çıktığında, vücuttan çevreye verilen ısı, sıvı suyun ısı iletkenliği artırmasından dolayı artar. Bu yüzden yoğunlaşma, yalnız günlük yaşamda göze batan bir rahatsızlık faktörü değildir, aynı zamanda, kutup bölgeleri ve çok yüksek irtifalarda varolan aşırı düşük sıcaklıklarda kendini gösteren hayati bir faktördür de. Artan irtifayla beraber yoğunlaşma kütle akışının da arttığı bilinmektedir. Bunun sebebi, artan irtifayla düşen sıcaklığın su buharı difüzyon direncini ve doymuş su buharı yoğunlaşmasını azaltmasıdır. Bu da, su buharı direncindeki bir düşüşün giysilerde yalnız yoğunlaşmayı arttırmadığı, fakat aynı zamanda, rahatsızlık hissi ve ıslak olan giysilerin düşüktür mal dirençlerinden ötürü oluşabilecek ‘hypothermia’ (vücut iç sıcaklığının hayati alt sınırı olan 28°C’nin altına düşmesi) durumunun ortaya çıkma şansını arttırdığını gösterir. İşte bu sebepten dolayı, giysideki yoğunlaşma önlenmek zorundadır, özellikle de yüksek irtifada.

Buhar doyma konsantrasyonu sıcaklık seviyesiyle belirlenirken, su buharı transferi oranı konsantrasyon değişimiyle belirlenir. Böylece, hem su buharı konsantrasyonu ve hem de sıcaklık değişimi, giysideki su buharı transferinde ve yoğunlaşmada belirleyici faktörlerdir [27].

Yüksek performanslı bir giysi yapabilmek için, tasarımı, modayı ve diğer teknik faktörleri dikkate alır: elyaf doğası ve boyutu (mesela mikroelyaf’ın özel bazı özellikleri vardır), liflerin yüzey modifikasyonları (hidrofobik yada hidrofilik apre işlemleri), kumaş katına hidrofobik zar (örneğin Gortex) veya hidrofilik zar tatbik edilmesi, dokuma veya örme konstruksiyon raporları, ve kumaş yüzeyi aşındırma-tüyendirme.

Her bir kumaştan ısınmın ve suyun nasıl taşındığını bilebilmek için, ısı iletkenliği, buhar difüzyon hızı, hava geçirgenliği gibi fiziksel özelliklerin laboratuvarlarda ölçülmesine ihtiyaç vardır [28].

Daha yüksek bir dış basınç, transfer ıslanmanın daha erken başlamasına sebep olur. Maksimum su transferi için bu dış basıncın optimum bir değeri bulunmaktadır. Başlangıçta ıslak kumaşa tutulan su miktarı ne kadar büyükse, transfer edilen su miktarı da o kadar büyük olacaktır. Kürk kumaşlarda, kuru katın tüylü yüzeyi ıslak kürk kumaşın her iki yüzüne de temas ettiğinde belirgin bir transfer ıslanma olmazken; şayet, kuru katın düz yüzeyi ıslak kürk kumaşın her iki yüzüne de temas etse, kattan kata transfer edilen su miktarı, kumaşlar yüzyüze olduğunda, yüz-arkaya olduklarındaki duruma göre daha büyük olmaktadır. Giysi sistemleriyle sıvı arasındaki etkileşimin araştırılması göstermiştir ki; her bir kumaş katının birbiriyle temas şeklinin olduğu kadar, perforasyonları da, transfer edilen sıvı miktarını etkiler. Bütünleşik çift yüzü ‘Aquaator’ kumaşlar, giysi sisteminde ilk tabaka olarak bulunurlar, ve ıslak tabakadan giysi sistemine diğer kumaşların yapabildiğinden daha fazla sıvı transfer ederler. Aquaator kumaşların ilk tabaka olarak yer aldığı bir giysi sistemine bir kürk kumaş yerleştirilirse, bu durum giysi sistemine olan sıvı transferini artıracaktır. Fakat, ilk tabaka olarak ‘kuşgözü’ yapısında bir polyester örme kumaşın bulunması durumunda, bir kürk kumaşın bu giysi sistemine yerleştirilmesi, ıslak tabakadan giysi sistemine transfer edilecek sıvı miktarını azaltır [11].

Tekstil yapılarındaki su çekmenin lif tipiinden bağımsız olduğu, bütün kumaşların su çektiği, ve kurumaları için gereken zamanın başlangıçta çektikleri suyun miktarıyla orantılı olduğu bulunmuştur.

Ayrıca, çalışmakta olan bir insanın giysisiyle alakalı özelliklerini, kuru bir kumaşın altından yada içerisinden su buharlaştırabilmek için yada ıslak bir kumaşın kurutabilmek için gereken enerjiye ve kattan-kata ıslanmaya bağlı olduğu, lif tipine bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Küçük negatif basınç yönellerinde, numune içindeki he men he men bütün kılcallar suyla dolmuş haldedir. Bir numune gözenegindeki kılcallık basıncı, o gözenegin yarıçapıyla ters orantılı olduğundan, negatif basınç yönelleri arttıkça, su yalnızca

büyük gözeneklerden geri çekilir. Farklı negatif basınçlarda çekilen hacimden, gözeneklerin hacimlerinin çeşitli boyutlarda olduğu sonucu çıkarılabilir.

Kumaş yapısında olduğunda, tüm lif tiplerinin su çektiği, ve bu su çekme miktarının kumaş kalınlığıyla ve yüzde kütle olarak değil de mutlak ifadelerle gösterilen su çekme miktarıyla güçlü bir korelasyon içinde olduğu anlaşılmıştır.

Bir kumaş katından diğerine kılcallık etkisiyle bulaşan su miktarı (amount of water wicked), gözenek boyutlarına ve karşılık gelen hacimlerine bağlıdır [20].

İlgili bir araştırma, en dıştaki katları dışta az geçirgen dış kılıf ve hemen altında bir hafif bir izolasyon tabakası (elyaf tabakası)ndan oluşan çok katlı giysi sistemleriyle ilgilidir. Rüzgar-tüneli testleri, böyle giysi sistemlerinde rüzgarla-artan ısı kaybının, dış kılıfla alttaki elyaf tabakası arasında hava akışına direnci düşük olan bir tabakanın yerleştirilmesiyle, büyük oranda azaltılabileceğini göstermiştir. Düşük dirençli tabaka, bir bypass işlevi görür, ve dış kılıftan geçen havanın iç elyaf tabakasından biraz nüfuz etmesini yada hiç nüfuz etmemesini sağlar [17].

Su buharı ile giysi katları arasında etkileşim görülmektedir, bu yüzden, giysi sisteminin su buharı geçişine gösterdiği direnç, her bir giysi katının ayrı ayrı gösterdiği dirençler toplamından daha düşük olmaktadır. Demek ki, bütün bir giysi takımından gerçekleşen nem buharı taşınımı, gerçekçi bir sıcaklık etkisi altında incelenmelidir.

Giysi sisteminden gerçekleşen su buharı iletimi, giysi katlarının su buharı transport özelliklerine olduğu kadar, termal dirençlerine de bağlıdır. Mikrogözenekli su geçirmez soluk-alabilen bir dış kattan oluşan yüksek izolasyonlu bir giysi sistemi, dinamik kuvvetin taşıyabileceğinden daha az su buharı iletir. O yüzden, hissedilir terleme esnasında, niylon gibi yüksek izolasyon sağlayan bir tabakayı çıkarmak, giyinen kişinin konfor düzeyini artırır, çünkü bu katın direnci ortadan kaldırılmış olacaktır. Fakat konfordaki toplam artış, niylon tarafından sağlanan konfordan daha büyüktür, çünkü su geçirmez soluk-alabilen tabaka daha yüksek bir sıcaklıkta tutulacak, bu da dış tabakaya doğru daha büyük bir dinamik kuvvet sağlayacaktır. Yoğuşma da daha az görülecektir, çünkü sıcaklık yükseldikçe, belirli bir buhar basıncı için bağıl nem oranı düşer [29].

Giysi de ısı transferi, konvektif ısı kaybı, buharlaşma ısı kaybı, ışıma ısı kaybı ve iletimle ısı kaybı mekanizmalarıyla gerçekleşir.

Tekstillerdeki sıvı ve nem transferi mekanizmaları, uygun boşluklardaki su buharı difüzyonundan, ve liflerin nem sorbsiyonundan, buharlaşmadan, ve kılcalık etkilerinden ibarettir. Su buharı, tekstil yapısı içinde, konsantrasyon farklarından dolayı hareket eder. Lifler, suyu içki mnyasal kompozisyonlarından ve yapılarından ötürü absorbe ederler. Tekstil yapısındaki sıvı nem akışı, lif malzemelerinin yüzey sınırındaki lif-sıvı etkileşimiyle gerçekleşir; bu da, en başta yüzey geriliğiyle ve efektif kılcal gözenek dağılımı ve kanallarıyla belirlenir [19]. Bir katı maddenin, sıvıyla ıslanma mekanizmasından yola çıkarak tekstil yapılarının ıslanmasını inceleyen bir araştırma, %100 tek bir liften mamul dokuma kumaşların ıslanma özelliklerinin, o kumaşları teşkil eden liflerin tek tek ıslanma özellikleriyle aynı olduğunu; karışım kumaşların ıslanma özelliklerinin de yine kendilerini teşkil eden polimerlerin kimyasal bileşimlerine ve kumaş yapısının gözenekliliğine bağlı olduğunu göstermiştir [30].

Giysi malzemelerinin su buharı geçirgenliği, giyinen kişinin termal dengesini korunması gereken giysi sistemleri için çok önemli(kritik) bir özelliktir. Yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olan giysi malzemeleri, ter üretimi ve buharlaşma sayesinde insan vücuduna serinlemeyi sağlarlar. Yüksek su buharı geçirgenliği, ayrıca, soğuk havalarda giysi içerisindeki su birikmesini engellemek yada en aza indirmek için de önemlidir [31].

Giysi sistemlerinin psikometrik sahasını incelemeye yönelik bir çalışmada, bir giysi sisteminin termal özelliklerinin, onun ısı transferine direnci (R_c) ile ve nem transferine direnci (R_e) ile belirlendiğine dikkat çekilmiştir.

$$R_c = A(T_s - T_a) / H \quad (3.1)$$

$$R_e = A(B - P_a) / H \quad (3.2)$$

$$i_m = 0,45 (R_{c \text{ giysi}} / R_{e \text{ giysi}}) \quad (3.3)$$

Bir giysiden nemin transferine etki eden en önemli giysi parametresi, nem geçirgenlik indeksi (i_m)'dır. Giysi mükemmel bir buhar bariyeri iken, $i_m = 0$;

giyi mi ve %100 terle-ıslak bir insan havalandırmalı bir ıslak-ampul termometrenin tam buharlaşma potansiyelini gerçekleştirirken, $i_m = 1$ 'dir.

Dirençin bu iki değeri vasıtasıyla, minimum çevre-hava (ambient) sıcaklığı ve maksimum kuşatan-hava sıcaklığının belirlenebileceği belirtilmiştir. Minimum çevre-hava sıcaklığı, insan vücudunun sıcaklık-düzenleyici sisteminin “soğuk aralık”ta (yani, cilt bitişiğindeki nem konsantrasyonu çevreninkine yakındır, bu yüzden nemakışı ihmal edilebilir) olduğu sıcaklık olarak tanımlanmıştır. Maksimum kuşatan-hava sıcaklığı, insan sıcaklık-düzenleyici sisteminin üst sıcaklık sınır aralığına eriştiği sıcaklıktır; ki burada giysi sisteminin giyen kişinin belli konfor koşulları altında ‘iç sıcaklığı’nın yükselmesini ‘buharlaşma soğutması’ kullanarak önlemelidir. Maksimum ve minimum çevre-hava sıcaklıkları arasındaki fark, “giysi sisteminin psikrometrik aralığı” olarak adlandırılır.

Isı ve nemtransferine direnç, ve psikrometrik aralık, Hohenstein Enstitüsü tarafından geliştirilmiş olan bir termal manken ve bir cilt modeli kullanılarak ölçülebilir. Parametreler, giysideizayına ve giymişekline, tekstil malzemesine, ve rüzgar hızına bağlıdır.

Giysinin termal izolasyonu birkaç faktöre bağlıdır: katların kalınlıklarına ve sayıları, beden uygunluğu (fit), dökümlülük (drape), lif yoğunluğu, katların elastikiyeti, ve kapayan kısımların yeterliliği.

Giysideısı ve nemtransferi ile ilgiliye kadar yapılmış olan araştırmaların çoğu, ısı ve nemtaşınım proseslerini 2 bağımsız proses saymışlardır, ki bu düşünce çeşitli durgun hallerdeki giyimdurumları için büyük oranda uygulanabilir. Geçici rutubet sırasında, ısı ve nemtaşınım prosesleri bileşiktirler. Giysinin termal izolasyonu, tekstil liflerinin nem sorbsiyonu tarafından etkilenmektedir. O nedenle, ölçüm metotları ve kriterler, dinamik giyimkoşulları altındaki giysinin termal konforunun değerlendirilmesi için uygun olmayabilir. Son 10 yılda, giysinin dinamikısı ve nem taşınım davranışı ve bunların termal ve nemalgıları üzerindeki etkisi, giysi konforu sahasındaki araştırmaların temel odağı haline gelmiştir [2].

Lifli ortamın akış özellikleri üzerine çalışmaların çoğu durgun-hal özelliklerine yoğunlaşmıştır. Diğer yandan, cilt ve giysi tabakaları arasındaki mikroi iklim ve çevresel şartların sabit hızda değiştiği, koruma giysileri gibi uygulamalar için, tekstil

tabakasının dinamik davranışı önemli hale gelebilir. Geçişken sorbsiyon süreçleri, gözenek yapısından, lif çapından, akış debisinden, ve gözenekli higroskopik tekstil tabakasından ısı ve kütle taşınımını ifade eden denklemlerin bileşkesinden büyük oranda etkilenir. Zamanın bir fonksiyonu olarak kumaş geçirgenliğindeki değişimin geçişken ölçümleri, lif şişmesinden kaynaklanan yapısal değişimlerin ortaya çıkabilmesi için biraz zaman (dakikadan saate kadar) geçmesi gerektiğini anlamamıza yardımcı olmuştur; ve kumaştan sadece birkaç saniyelik akış geçiren tekstil test metodları tarafından genellikle gözden kaçırılmıştır [32].

3.4.3 Kumaşta dinamik ısı ve nem transferi

Tekstil kumaşlarındaki bileşik ısı ve nem transferi yaygın biçimde, giyim sırasındaki giysinin dinamik termal konforunu anlamak açısından çok önemli kabul edilmiştir. Bir tekstil kitlesi içerisine geçici (transient) nem ve ısı difüzyonuna dair literatürde sunulan denklemler, esasen kütle ve enerjinin korunumu prensibine, ve lif nem muhteviyatının çevre-havanın nem muhteviyatıyla ilişkilendirilmesine dayanmaktadır.

Giyimdeki nem duyumu, giyim konforu algılarını etkileyen pek çok duyumdan sadece bir tanesidir. Lif muhteviyatı, iplik ve kumaş yapısı, kumaş terbiyesi gibi faktörlerin neden olduğu diğer duymalar, giyim konforu üzerindeki etkilerini tespit etmek için psikofiziksel teknikler kullanılarak incelenebilirler [5].

Düşük sıcaklıklarda soluk alabilen (breathable) koruyucu tekstillerden su buharı taşınımını ele alan bir çalışma, su geçirmez tekstillerin koruyucu giysi giyenler üzerindeki fizyolojik etkilerini incelemiştir. Geyim deneyleri, atmosfer sıcaklığının +20, 0, ve -20°C olarak ayarlandığı iklim koşullarında gerçekleştirilmiştir. Soluk alabilen (breathable) malzemelerin fizyolojik fonksiyonlarının, su buharı geçirneyen yapıyla ölçümü karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki, tüm sıcaklık koşullarında, buhar geçirgen yapılar, giyinenlere açık bir fayda sağlamaktadır: soluk alabilen koruyucu giysilerdeki ve soluk alabilen bütün giysi sistemlerindeki nem birikimi soluk alana nazaran çok daha düşük seviyede olmaktadır. Artı olarak, buharlaşan ter/üretile ter oranı (EP), soluk alan yapılarda çok daha yüksektir. $p > 0.995$ veya daha büyük olduğunda, farklar istatistikî olarak anlamlıdır. Hidrofil membran tabakalarının su buharı direncinin sıcaklığa bağlı

olduğuna dair herhangi bir işaret yoktur, ancak sonuçlar şunu göstermiştir; özellikle donma noktasının çok altındaki sıcaklıklarda, kötü havadan koruyucu soluk alabilen tekstiller, giyinenlere hala çok büyük fayda sağlamaktadır [13].

Cilt üzerinde ter biriktiği zaman rahatsızlık (konforsuzluk) oluşur. Cilde yakınlığı higroskopik giysi tarafından su buharı sorbsiyonu ve giysi vücuttan uzaklaştığında salınması, terin uzaklaştırılmasını artırır. Böyle bir proses cilde yakın bölgede atmosferdekienden daha yüksek olan bağıl nemle bağlıdır, ve ağır terlemeye eşlik edebilir. Deneyler ve teorik modeller buna benzer küçük bir etkinin giyside meydana geldiğini göstermiştir.

İnsanlar sıcak ortamlarda ve egzersiz sırasında rahat kalmak ve aşırı ısınmayı önlemek için terin buharlaşmasına güvenirlirler. Bazı durumlarda, ıslak ciltten buharlaşma oranı ter salgılanma oranından daha düşüktür. Terin cilt üzerinde birikmesinden ve buharlaşmayla ısı kaybının yetersizliğinden dolayı rahatsızlık (konforsuzluk) durumu meydana gelir.

Higroskopik kumaşlar, rutubetli hava ile çevrili olduklarında su buharını absorbe ederler, ve bünyelerinde depolanmış suyu kuru havaya bırakırlar. Terleme koşulları altında, cilt yakınındaki bağıl nem vücuttan uzaktaki bağıl nenden daha yüksektir. Netice itibarıyla, terleyen cilde yakın olan higroskopik bir kumaş su buharını absorbe (emilim) edecektir, ve sonra çıkarıldığında bu su buharını desorbe (salınım) edecektir. Net etki, kumaş sorbsiyonu olduğu duruma kıyasla, ciltten çevre ortama daha fazla bir su buharı akışı olacaktır. Hidrofil kumaşlar sıvının vücuttan buharlaşmasına izin vererek sıvıyı ciltten alabilirken, higroskopik kumaşlar nemi cilt üzerinde sıvı ter birikimi olmaksızın uzaklaştırabilirler, sağlanan bu etki yeterli miktardadır [33].

Şekil 3.2’de gösterildiği gibi, bir nem değişimi ve bir sıcaklık değişimi etkisine maruz bırakılmış liflerle paketlenmiş bir malın ve kalınlıktaki küçük bir kumaş parçasında, su buharı lifler-arası boşluklardan arasında geçerek lifler tarafından absorbe edilirler ya da desorbe edilirler. Prosesin matematiksel bir izahını basitleştirmek için, birkaç varsayım yapılmıştır: a. değişen nem muhteviyatından kaynaklanan liflerin havim değişimleri ihmal edilebilir; b. lifler vasıtasıyla olan nem taşınımı, liflerdeki suyun difüzyon katsayısının havadakiyle kıyaslandığında ihmal

edilebilir olduğu için gözardı edilebilecektir; c. liflerin kumaştaki yönelimleri (oryantasyonları), liflerin çapları küçük olduğu ve su buharı hava içerisinde lifler içerisindekinden çok daha hızlı ilerleyebildiği için, su buharı taşınım prosesinde minimum bir rol oynamaktadırlar; d. lifler ve lifler-arası boşluktaki gaz (buhar) arasındaki anlık termal denge, proses esnasında gerçekleşir, çünkü çoğu tekstil lifleri çok küçük çaplılardır ve çok büyük bir yüzey/hacim oranına sahiptirler.



Şekil 3.2: Bir Kumaştan Gerçekleşen Bileşke Isı ve Nem Transferi

Bu varsayımlar temelinde, nem birikimini hava ve liflerin her ikisi ile, ve nem taşınımını hava boşluğunda gerçekleştiriyor sayan bir kütle dengesi denklemi, şu şekilde yazılabilir:

$$\varepsilon \frac{\partial C_a}{\partial t} (1 - \varepsilon) \frac{\partial C_f}{\partial t} = \frac{D_a \varepsilon}{\tau} \frac{\partial^2 C_a}{\partial x^2} \quad (3.4)$$

Bu denklemde, eşitliğin sol tarafındaki ilk terim lifler-arası boşluktaki su buharı birikimini tanımlamakta; ve ikinci terim lifler içerisindeki absorbe edilmiş su birikimini tanımlamaktadır. Lifler-arası boşluktaki gerçekleşen nem taşınım, eşitliğin sağ tarafındaki terimle tanımlanmıştır.

Isı enerjisinin korunumu için ikinci bir denklem birkaç procesten ortaya çıkan hacim elemanının ısı muhteviyatındaki değişimleri varsayarak türetilir. Elemanın içine yada dışına iletilen su buharının evresindeki değişim (sorbsiyon veya desorbsiyon), ve liflerin ve lifler-arası boşluktaki havanın sıcaklık değişimleri. Enerji korunumu için denklemler şöyle yazılabilir:

$$C_v \frac{\partial T}{\partial t} - \lambda(1 - \varepsilon) \frac{\partial C_f}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (35)$$

Bu denklemde, C_v ve λ , lifler tarafından absorbe edilmiş suyun konsantrasyonuna bağlıdır. Bu iki denklem lineer değildir, ve 3 bilinmeyen ihtiva ederler (G , T , ve C_a). Bir çözüme varabilmek için, C_a ve G arasındaki -yani lif ve çevreleyen hava arasındaki su alışverişi- ilişkiyi tanımlayan bir 3. denklem gereklidir [2].

3.4.4 Hıf ve hava arasındaki nem alışverişi

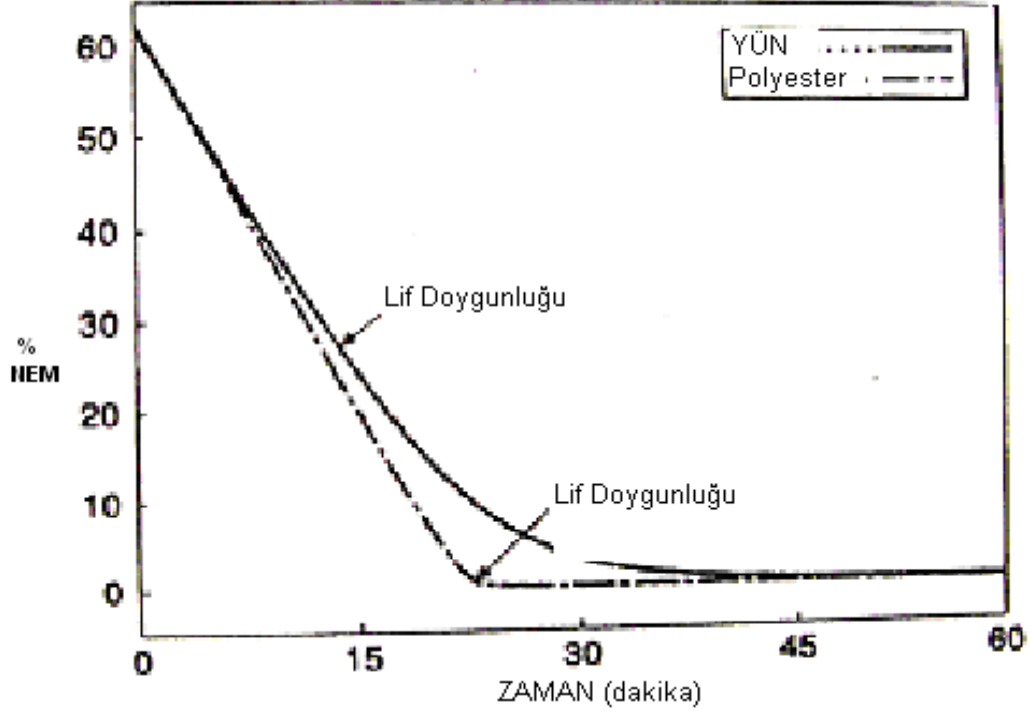
3.4.4.1. Kuşların kuruma davranışı

Bir lif ve bitişindeki hava arasındaki nem alışverişi karmaşık bir süreçtir, nemin lif yüzeyi üzerinde sıvı halde olmasına veya iç yapıda depolanan buhar halinde olmasına bağlıdır. Bunun en iyi örneği, kuşların kuruma davranışıdır.

Tekstil malzemelerinin kuruma prosesi, 3 ayrı evrede gerçekleşir. İlk evrede, ıslak kuş, sıcaklığını ve nem akışlarını kendisini çevreleyen ortama ayarlar. İkinci evre, bir ‘sabit kuruma oranı’ periyodudur, bu süre içerisinde ısı transferi ve buharlaşma oranları dengeye ulaştığından, kuruma oranı sabit kalmaktadır. Sıvı nem kuş bünyesinde yüzeyde bir doygun koşul sağlamak için hareket eder. Üçüncü evre bir ‘azalan kuruma oranı’dır, bu evrede yüzeye olan nem akışı doygunluk sağlamak için yetersizdir ve buharlaşma düzlemi kuş içerisine kayar. Lifler, kuş ve çevre arasında dengeye ulaşıncaya kadar nemdesorbe etmeye başlarlar.

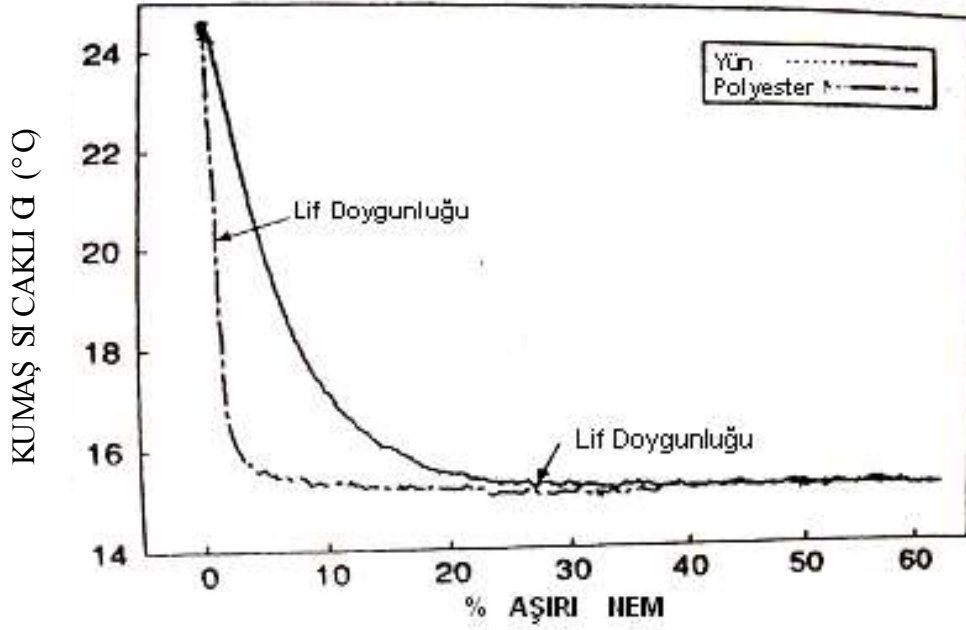
Şekil 3.3, 25 C sıcaklık ve %25 rölatif rutubette yün ve polyester kuşların kuruma davranışını zamanın bir fonksiyonu olarak göstermektedir. Düşey eksen, yüzde(%) fazla nem yani denge nem çekme (regain) üzerindeki su muhteviyatı olarak ifade edilmektedir. Kuş su muhteviyatı lif doygunluk nem muhteviyatının üzerinde olduğu zaman, her iki kuşın kuruma oranları sabittir ve aşağı yukarı aynıdır, çünkü kuruma prosesi ‘yüzey buharlaşma prosesi’ ile belirlenmektedir. Kuş su muhteviyatı doygunluk nem muhteviyatının altına düştüğünde, lif yüzeyindeki sıvı su buharlaştığı ve lifler içerisinde absorbe edilmiş su bırakıldığı için kuruma oranı düşüş gösterir. Bu kuruma prosesi, kuşatan-hava koşullarıyla dengeye erişilinceye kadar devam eder. Yün ve polyester kuşlar arasındaki fark şudur ki, polysterinin doygunluk nem muhteviyatı %4’in altında olduğu için ‘buharlaşmayla sabit oran

periyodu' polyester kumaşı için uzun sürmektedir. Bu arada, 'azalmış periyot' yünde uzun sürer, çünkü yünün çok daha yüksek bir doygunluk su muhteviyatı vardır (%6'ya kadar) [2].



Şekil 3.3 : Kuruma Esnasında Yaş Kumaşların Su İçeriğindeki Değişim

Kuruma prosesi sırasında tekabül eden kumaş sıcaklığı Şekil 3.4'te gösterilmektedir. Kumaşların su muhteviyatı doygunluk nem çekme'nin üzerinde olduğunda, her iki kumaşın sıcaklıkları da yaklaşık olarak aynıdır ve atmosfer sıcaklığının altındadır, çünkü dominant(hakim) proses 'serbest suyun buharlaşması'dır. Su muhteviyatları kendilerinin denge nem çekme'lerine ulaştıkça, sıcaklıkları tüm fazla nem buharlaşmaya ve çevreyle denge sağlanmaya kadar yükselmeye başlar. Kuruma prosesi sırasında yün kumaşın sıcaklık değişimi polyesterin sıcaklık değişiminden bariz farklı davranış sergilemektedir. Yün kumaş polyester kumaşa göre sıcaklıkta ıslaktan kuruya daha uzun bir geçiş göstermektedir. Bu durum yünün çok daha fazla olan nem sorbsiyon kapasitesini ve onun kumaş ve çevre arasındaki ısı ve nem alışverişine etkisini yansıtmaktadır.



Şekil 3.4: Sıcaklık ve Aşırı Nem Arasındaki İlişki

Deneysel araştırmalar göstermiştir ki, sıvı transferi giysideki ısı taşıma prosesleri ve giysinin termal konforu ve dokunsal konfor performansı üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Fourt ve ekibi [50], sık sık merak edilen bir soruya, yani hangi kumaşın daha hızlı kuruyacağına ilişkin bir cevap bulmaya çalışmışlardır. Kumaşların kuruma hızını etkileyen faktörleri açığa çıkarmak için farklı kumaş tiplerini karşılaştırmışlardır. Araştırmanın neticesinde, bütün kumaşların aynı koşullar altındayken aynı hızda kurudukları, kuruma süresinin başlangıçta kumaş tarafından tutulmuş olan suyun miktarıyla alakalı olduğu, bu yüzden bazı kumaşların diğerlerinden daha çabuk kurudukları bulunmuştur. Kuruma süresinin büyük kısmı sabit kuruma hızı sergiler, fakat yine de ana kuruma sürecine kıyasla kısa süreli olan ve kuruma hızının azaldığı bir son süreç bulunur. El yaf tipi ve nem tutmadaki büyük farklılıklar da yine su tutma kapasitesini etkiler. Fakat bu faktörlerin kuruma hızı üzerinde hemen hiç etkisi yoktur, çünkü kuruma hızı hava tabakalarının ısı geçişine direnci ile belirlenmektedir. Bulgular sonucunda ayrıca kumaş yüzeyinin daha tüylü olmasıyla buharlaşma yüzeyini büyüttüğü, dolayısıyla kuruma hızını arttırdığı da ortaya çıkmıştır. Fakat bu sadece tüylülük değerlerinin çok çok yüksek olduğu durumlarda doğrudur, çünkü artan tüylülük, durgun hava tabakasının kalınlığının artmasına sebep olarak kuruma hızı üzerinde ters etki yapar.

Coplan [51], kuruma süresine etki eden faktörlerle ilgili inceleme yapmış, ve tekstillerin kuruma davranışının klasik üç-aşamalı kuruma teorisinden farklı olduğunu göstermeye çalışmıştır. Coplan'ın gerçekleştirdiği kuruma deneyleri, tekstillerin kurumasını anlamaya yönelik faydalı sonuçlar vermiştir: (a) düzgün yüzeyli, kıvrımsız ya da düzenli kıvrımlı, ve ince liflerden oluşan kumaşlar daha yüksek başlangıç nem tutma kapasitesine sahip olmaktadır. Islatma sonrasında bir kumaş tarafından tutulan fiili su miktarı, toplam mevcut müsait hacim hidrostatik etkileri ve mekanik kuruma yöntemleri ile fonksiyonel bir ilişki içinde gibi gözükmektedir. (b) Lif içeriğiyle ilgisiz ve genel geometrisinden bağımsız, çalışılan sınırlar dahilinde, kumaşlar buharlaşmayla kurumalarının ana parçası süresince eşit kuruma hızları sergilemişlerdir. Bir filament kumaşında tüylülüğün olmaması, sabit-hızda kuruma süreci sırasındaki buharlaşmada küçük bir artışa sebep olur. Yüksek kılcallık seviyesi, yarı-durgun konvektif kuruma sürecindeki net buharlaşma hızını etkilemiyor gibi görünmektedir. Fakat, elyafçı difüzyonun, sıvı suyun son miktarlarının uzaklaşması sırasındaki buharlaşma olayında bir rol oynadığına inanılmaktadır. Yüksek difüzyon oranı, kılcal odacıklarda kalan son su buharlaştıkça, kuruma hızındaki düşüşü engeller. (c) Kumaşlar, nem içerikleri özgül %100 RH eşdeğer rutubet değerlerinin altına inmediği sürece kuru hissedilmezler. Pek çok durumda, “yaşlılık ya da nemlilik – dampness” olarak adlandırılan psikofiziksel duyum %65 RH eşdeğerinin üzerindeki bir rutubet değerinde, birkaç kumaş için yokolmuştur. Coplan, raporunu şu sonuçla bağlar: ‘kuruma için gerekli olan sürenin uzunluğu esasen, buharlaşma birim yüzey alanı başına o kumaş tarafından emilen başlangıç sıvı suyun miktarına bağlıdır’. Bu su miktarı, kumaşın müsait hacmi, bir genel geometri sabiti, ve elyafla-ilgili bir kumaş karakteristiği olan kılcallık ile alakalıdır. Lif tarafından emilen (abzorbe edilen) su, kuruma süresinin uzunluğuna gerçek uygulamalı durumları açısından göreceli olarak etkisiz sayılabilir.

3.4.4.2 Buharlaşma ve yoğunlaşma

Lif doygunluk nem çekme değerinin üzerindeki bir kumaş su muhteviyatı miktarı, kumaş yapısındaki kılcallar (kapilerler) içerisinde ya da lif yüzeyinde mevcut olan sıvı sudur. Bu durumda uygulanabilecek denklem olan Denklem 3-6, buharlaşma-yoğunlaşma prosesini matematiksel olarak tanımlar. Su alışverişi bir buharlaşma-yoğunlaşma prosesi dir [2].

$$\frac{\partial C_f}{\partial t} = h_{cf} S_y (C_{fs} - C_a) \quad (3.6)$$

burada C_s lif yüzeyindeki su konsantrasyonudur (kg/m^3); C_a bitişik havadaki su konsantrasyonudur (kg/m^3); h_{cf} lif yüzeyindeki kütle transferi katsayısıdır ($1/\text{s}$); ve S_v kumaşın özgül hacmi dir ($1/\text{m}$).

3.4.4.3 Nem sorbsiyonu (çekme) ve desorbsiyonu (salma)

Kumaş su muhteviyatı lifin doygunluk nem çekmesi'nin altında olduğu zaman, su alışverişi bir sorbsiyon ya da desorbsiyon prosesi olarak ele alınabilir. Liflerin su muhteviyatının değişim oranı, ve havanın ve lifin rölatif rutubeti arasındaki mutlak fark arasında şöyle bir ilişki mevcuttur [2]:

$$\frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial C_f}{\partial t} = (H_a - H_f) x \quad (3.7)$$

burada,

$$x = k_1 (1 - \exp[-k_2 |H_a - H_f|]) \quad (3.8)$$

ve k_1 ve k_2 deney sonuçlarına göre ayarlanabilir parametrelerdir.

Gıysi içinde bileşik ısı ve su buharı taşınımını izah etmek için geliştirilen bazı nümerik modellerde, absorbe edilen suyun kütle sinin direkt olarak rölatif rutubetle doğru orantılı olduğu varsayılmıştır; ayrıca suyun 3 hali de (buhar, sıvı, ve absorbe edilmiş su) birbirleriyle yerel (lokal) olarak denge halinde kabul edilmiştir. O yüzden, bu modeller, nem sorbsiyonu izoterminin ve tekstil liflerinin sorbsiyon kinetiğinin karışıklığını hesaba katmamışlardır.

Bir kumaşın hava boşluklarından gerçekleşen nem akışı üzerinde lifler tarafından yapılan nem sorbsiyonunun etkisini ele alan araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan bazılarında, lif bünyesindeki difüzyonun çok çabuk olduğu varsayılmaktadır ve lif yüzeyinde lif nem muhteviyatının daima havayla denge halindedir. Bu nedenle, sorbsiyon prosesi için dominant kütle transferi direncinin su moleküllerinin havadan lif yüzeyine difüzyonu olduğu varsayılmıştır. Kimi yaklaşımlara göre ise, lifin

sorbsiyon kinetiğinin Fick difüzyonu olduğu varsayılmaktadır, ve dominant kütle transferi direnci, lifin iç kısmındaki su moleküllerinin moleküler difüzyonudur. O yüzden, lif nem muhteviyatı, lif yüzeyindeki havanın nem muhteviyatındaki değişimlerden geri kalmaktadır. Bu her iki yaklaşımda da, nem absorpsiyonu ve sorbsiyon ısıları arasındaki etkileşim ihmal edilmektedir.

Bazı bilimadamları, yün tarafından su buharı alımının kinetiğini araştırmışlar, ve bunun 2-aşamalı bir proses olduğunu bulmuşlardır. İlk aşama Fick'in difüzyon kanununa uymaktadır, denge-benzeri noktaya absorpsiyona kadar konsantrasyona-bağımlı bir difüzyon katsayısına sahiptir. İkinci aşama ilkiden çok daha yavaştır, ve lifler bünyesinde yapısal değişimler eşliğinde gerçekleşir. İkinci aşamayı toplamalı ve rölatif katkıları, lifin başlangıç nem çekmesi'ne ve absorpsiyon aşamasına bağlıdır [2].

Bu bulgular temelinde, lifin su buharı alım oranının, sorbsiyonun tanımlanmış 2 aşamasıyla ilişkili olan 2 bileşenden ibaret olduğunu farzedilmiştir. İlk aşama Fick difüzyonu ile açıklanmıştır; ve ikinci aşama sorbsiyon, eksponansiyel bir ilişki izlenmektedir. Bu nedenle, su alışıveriş denklemi şöyle yazılabilir:

$$\frac{\partial C_f}{\partial t} = (1 - p)R_1 + pR_2 \quad (3.9)$$

burada R_1 ve R_2 sırasıyla ilk aşama sorbsiyon oranı ve ikinci aşama sorbsiyon oranıdır, ve p ikinci aşamada meydana gelen alım oranıdır.

İlk aşama sorbsiyon oranı, R_1 , sorbsiyon-desorbsiyon prosesini Fick difüzyonu sayarak elde edilebilir. Silindirik bir ortamdaki radyal (yarıçap vektörü doğrultusunda) nem difüzyonunun şu ilişkiyle gerçekleştiği bilinmektedir:

$$R_1 = \frac{\partial C_f}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r D_f \frac{\partial C_f}{\partial r}) \quad (3.10)$$

Bu modelde, lif yüzeyindeki nem muhteviyatının bitişteki havanın nem muhteviyatıyla anlık dengede olduğu varsayılmaktadır. Buradan,

$$C_f(x, R_f t) = f \{C_a(x, t)\} = \rho W_c(H_f) \quad (3.11)$$

burada, R liflerin ortalama yarıçapıdır (m), W lif yüzeyindeki fraksiyonel (küçük miktarda) su muhteviyatıdır, H bitişikteki havanın fraksiyonel rölatif rutubeti dir, ve R_0 liflerin yoğunluğudur (kg/m³metreküp). W ve H arasındaki ilişki, tekstil liflerinin sorbsiyon izotermilerinden tespit edilebilir.

Elde edilen deney verilerine göre, ikinci aşama sırasındaki alı moramı (p) şöyledir [2]:

$$W < 0.185, t < t_q \text{ iken } p = 0.0 \quad (3.12)$$

$$W \geq 0.185, t < t_q \text{ iken } p = 0.5 \quad (3.13)$$

$$t \geq t_q \text{ iken } p = 1.0 \quad (3.14)$$

burada t_q denge-yağınına erişmek için gereken süre ($t_q = 540$ saniye).

İkinci aşama sorbsiyon oranı (R_2), kumaş içindeki her bir noktada lifin kısmi sıcaklık rutubet, ve sorbsiyon geçnişiyle alakalıdır, ve şu şekilde olduğu varsayılır:

$$R_2 = s_1 \text{sign}(H_a - H_f) \exp(s_2 |H_a - H_f|) \quad (3.15)$$

burada s_1 ve s_2 deneyle saptanabilecek sabitlerdir.

Lifli bir malzemenin, bir sıvının taşınamı etkili biçimde gerçekleştirebilmesi için, liflerin sıvı tarafından kolayca ve tam olarak ıslatılması gerekir. Lifler arası gözenekler, yeterli kılcallık basıncı üretebilmek için uygun boyutlara, sıvının taşınamı için tenas noktalarından oluşan kanallara, ve sıvıyı tutabilmek için tüm yapının gözenekliliğine sahip olmalıdır. Kılcallık teorisi, gözenek boyutları küçüldükçe kılcallık basıncının arttığını, ve sıvının yayılma mesafesinin uzadığını göstermektedir. Diğer bir deyişle, sıvı hareketi, gözenek boyutlarını küçülterek kolaylaştırılabilir. Lifli malzemenin sıvı tutma kapasitesi, diğer yandan, yalnızca gözenek boyutlarıyla değil, aynı zamanda tüm yapının gözenekliliğiyle de ilgilidir.

En uygun absorbsiyon perforansı, yayılan sıvının ilerleme mesafesi, veya toplam sıvı tutma miktarıyla ölçülür, ve gözenek büyüklüğünün ve dağılımının ayarlanmasıyla elde edilir. Sıvının ilerleme mesafesi küçük gözenek içinde daha

büyüktür, ancak bu gözenek içerisindedetutulabilensu miktarı da bir o kadar küçüktür. Daha fazla sututulması, ancak daha büyük gözeneklerle olur; ancak bu durumda da, sıvının ilerlememesafesi sınırlanmış olacaktır. O nedenle, lifli malzemelerde hızlı sıvı yayılım küçük, düzgün dağılımlı ve birbirleriyle bağlantılı gözeneklerle kolaylaşırken; yüksek sıvı tutma kapasitesi de, böyle gözeneklerin çok sayıda olmasıyla veya yüksek bir toplam gözenek hacminin sağlanmasıyla elde edilebilecektir.

Lifli bir malzemede sutaşım ve absorbsiyon kabiliyeti, lif-su etkileşimine, ve lifli malzemenin geometrik konfigürasyonuna bağlıdır. Bu iki bileşende yapılan değişimler de, malzemedeki sıvı taşım ve absorbsiyon kabiliyetini değiştirir. İslanma ve kılcal ıslanma (wicking) olaylarının karışıklığından ötürü yüzey ıslanması ve gözenek geometrisinin katkılarının ayıredilmesi, yeni lifli yapıların tasarımı ve değerlendirilmesi açısından çok önemlidir [34].

3.4.5. Sıcaklık ve nem duyularının fiziksel mekanizmaları

3.4.5.1. Geçici sıcaklık ve nem duyuları

Modern yaşam koşullarında, pekçok işyeri ve seyahat şekli iklim kontrollüdür (klimalıdır), bu yüzden sıcak tutan giysiye talep önemli derecede düşmüştür. Sonuç olarak, giysilerimizin çoğu genellikle ciltle temas halindedir. Tüketiciler artık giydikleri elbiselere karşı duyuşsal algılarında daha bilinçlidirler. Yaz mevsiminde, dinamik anlık temas esnasındaki serinlik algısı, giyinen kişiler tarafından talep edilen hoş bir duyumdur. Çın tarihinde, pamuk, keten ve ipek kumaşlar, serinlik ve hafifliklerinden dolayı uzun bir zaman önce yazlık giymişin rahat malzemeler olarak bilinmekte ve kullanılmaktaydı. Yün için pazar genişletme girişiminde, ve ‘sıcak tutan lif’ imajını değiştirmek için, Uluslararası Yün Sekreterliği son yıllarda sert-bükümlü ipliklerden mamul olan ‘hafif yün kumaşlar’ (‘cool wool’ olarak adlandırılmıştır) üretmiş ve tanıtmıştır.

Kış mevsiminde, tekstillerin dokunuş sıcaklığı, giyinen kişilere konfor ve hoş duyular sağlar. Yağmurlu havada, insanlar kuru ve sıcak hissetmekten haz duyarlar. Egzersiz sırasında, elbisenin ‘soluk alması’ (yani yapış yapış olmasını), ve ısı stresini azaltmak için fazla ısıyı uzaklaştırabilmesini isterler. Ani çevresel değişimlere maruz kalındığında, elbisenin kendilerini bu değişimlere karşı

korumasını isterler. Bütün bu termal ve nemle-alakalı duyular, giyim esnasında tecrübe edilen nihai konfor algısına etki etmektedirler [2].

Gözenekli malzemelerden ısı'nın ve sıvı neminin birlikte transferi, tekstil mühendisliğinin endüstriyel uygulamalarında ve giysilerin fonksiyonel dizaynlarında yaygın biçimde görülür. Gözenekli tekstillerdeki ısı transfer mekanizmaları çeşitli olmakla beraber, liflerin kuru maddelerinin birbirleriyle temasıyla, dolaşımında bulunan havanın temasıyla, ışınlama ve konveksiyonla olmak üzere sıralayabiliriz. Bu esnada, sıvı ve nem transfer mekanizmalarını da, sıvı ve nemin gözenekli yapıdaki boşluklara difüzyonu ve lifler tarafından emilmesi, buharlaşma ve kılcalılık yoluyla şeklinde sayabilmekteyiz. Su buharı, tekstillerde ıslak yerlerden kuru yerlere doğru yayılma eğilimindedir (yada su buharı konsantrasyonunun yüksek olduğu yerlerden düşük olduğu yerlere doğru). Lifler, kimyasal bileşimlerine ve yapılarına bağlı olarak su buharı emerler. Sıvı neminin tekstil içerisinde yayılmasında, lif yüzeyinde gerçekleşen lif-sıvı arasındaki moleküler çekimdir, ki bu da yüzey gerilimiyle ve etkin kılcal gözenek dağılımı ve kanallarıyla alakalıdır. Isı transferinin nem transferiyle birlikte gerçekleşmesi, sorbsiyon-desorbsiyon ve buharlaşma-yoğuşma gibi faz değişimlerinde kendini gösterir.

Gözenekli malzemelerden ısı'nın ve sıvı haldeki nemin birlikte transferine kalınlık ve gözenekliliğin ilgisi konulu bu araştırmada, polyester ve pamuk süprem kumaş örnekleri, kendi aralarında 0,5 gözeneklilik ve 0,9 gözeneklilik oranlarındadır. Ve bu farklı gözeneklilik oranı, su buharı konsantrasyonunun da farklılaşmasına sebep olur. Yani, su buharının geçiş süresi, gözeneklilik oranıyla ters orantılıdır. Kumaş kalınlığıyla ise doğrusal bir ilişki gösterir.

Su buharının geçişine kıyasla, sıvı haldeki suyun nüfuz etmesi çok daha ani olur.

Sıvı haldeki suyun kumaşa nüfuzunun, pamuklu kumaş örneğimizin gözeneklilik oranıyla doğru orantılı biçimde olduğunu görürüz. Yine kumaş kalınlığı ters etki göstererek, nüfuz etme hızını azaltır.

Polyester kumaşlar içinde benzer durumlar söz konusudur. Ancak pamuklu kumaşlara kıyasla sıvının daha hızlı nüfuz ettiğini görüyoruz. Çünkü, suyla polyester arasındaki temas açısı suyla pamuk arasındaki temas açısından daha küçüktür. Bu da

kılcal kanallardan suyun daha kolay girmesine neden olur. Kalın kumaşlar için, denge konumuna gelmek ince kumaşlara kıyasla daha çok vakit alır.

Su buharının pol yester ve pamuklu kumaşlar içerisinden geçişine baktığımızda ise, daha higroskopik olan pamuklu kumaştan bu geçişin pol yester kumaşa olduğundan belirgin biçimde daha yavaş olduğunu görürüz. Çünkü bir kısmı su buharı pamuk liflerini içine nüfuz edecektir. Pol yesterin düşük higroskopisitesi, su buharının çok az miktarda tutulmasını sağlayacağından daha hızlı nem geçişine olanak verir.

Sıvı neminin difüzyonu sırasındaki kumaş yüzey sıcaklıklarına bakarsak, ilginç bir sonuçla karşılaşırız. Denge konumunda, düzeneğindeki kumaş örneğinin yüzey sıcaklığının maksimum değerine, geçiş süresinin artmasıyla beraber, yani kumaş kalınlığının artması ve gözenekliliğinin azalmasıyla beraber ulaştığını görüyoruz. Ancak bu etki, pamuklu kumaşlarda daha belirgin gözlenebilmektedir. Bu da, higroskopinin ısı ve nemin birlikte transferinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir.

İlk durumdaki bu sıcaklık yükselmesi liflerin nem çekme sırasında yaydıkları ısıdan dolayıdır. Mesela, kumaş yüzeyindeki liflerle kumaş merkezindeki liflerin sıcaklık farkı, pamuk için 1 ila 31,2 °C arasında değişirken, pol yester kumaş için bu fark 0,1 ila 2,7 °C arasında bir değerdir. Higroskopisite arttıkça, sorbsiyon ısı da artar, ve sonuçta daha yüksek sıcaklıklar var olur. Fakat bu ısının bir kısmı daha sonra bir miktar nemin buharlaşması için kullanılacağından, biraz sıcaklık düşüşü gözlenir. Ve bir süre sonra ısı dengeye ulaşılır. Düzenekte, 2,5 dakika ve daha sonrasında tüm kumaş kesitinde sabit sıcaklığa ulaşılmıştır.

Özet olarak, kuru bir kumaş rutubetli havaya maruz kaldığında, 3 aşamaya gerçekleşir:

- a. lifler arasında su buharı difüzyonu ve sıvı su difüzyonu
- b. liflerin nem çekmesi (sorbsiyonu)

Kalın pamuklu kumaşlardaki buharlaşma ve yoğunlaşma olayları, ince pamuklu kumaşlardakinden daha uzun sürede denge konumuna ulaşır.

c. son aşamada ise, denge konumuna ulaşılır. Bu durumda, bütün ısı ve nem taşınması durgun haldedir. Ve birlikte hareketleri en az düzeydedir. Sıcaklık

dağılımları, su buharı konsantrasyonu, liflerin su içeriği, ve mevcut sıvı hacmi ve buharlaşma oranı zamanla değişmez hale gelir.

Kumaşın üst yüzeyinde sıvı halde bulunan suyun buharlaşmasıyla, sıvı su kılcal borular yardımıyla kumaş içerisinden yüzeye doğru çekilir [35].

3.4.5.2 Dokunuştaki serinlik

Dokunuştaki kumaş serinliği, kumaş ve cilt arasındaki geçici ısı ve nem transferine bağlı olan bir cilt duyumudur. Bu duyumu ılık ve sıcak ortamlardaki konfor algısı üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir.

İnsan derisi genelde onu saran elbiselerden daha sıcaktır. Öyle ki, ikisi birbirine temas ettiğinde, ısı iletilmesinden ötürü kısa süreli bir serinlik oluşur. Bu hissedilen serinlik insan vücudunun metabolik ısısını önemli bir ölçüde değiştirmez, bu aslında fiziksel rahatlıktan çok psikolojik olarak etkiler. Dokunduğunda serinlik veren kumaş, sıcak ve nemli çevre koşullarında giyildiğinde kişinin hissettiği sıcaklıktan daha rahat giyilebilen hissi vermektedir.

Temastaki serinlik ve elbisenin kendisini soğuktan koruyaması, yetersizliği sonucunda oluşan soğuk aynı zamanda oluşmaz. Isı izolasyonu yüksek olan bir giysi; ilk giyildiğinde cilde temas eden yüzeyi çok düzse, kısa süreli yaşanan serinlik hissi oluşurabilir. Örneğin, içi dolgu, astarlı bir anorak gibi.

Temas halindeki serinliğe bir çok faktör neden olur. Bu faktörlerden birisi de, cilde temas eden kumaşın dış yüzeyinin izolasyonunun niteliğidir. Kumaş yüzeyi düzleştikçe temas esnasında verdiği serinlik hissi de o kadar fazladır. Hafif kumaşların tipik olarak düz (finish) dokusu vardır bu da cilt ve kumaş arasındaki iletimi maksimum düzeye çıkarır ve kumaştaki ısı değişimleri hızlıca cilde geçer.

Hes ve ekibi, giysi kumaş katlarının birbirine çok sayıda noktadan birleştirilmiş olduğu haldeki temasla ısı transferinin, kumaş katlarının birbirinden bağımsız olduğu (iç astar, ara astar) durumdadır. Bu nedenle %32 daha fazla olduğunu, bunun da %32 daha serin algılanacağı manasına geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca kumaş katının sıcaklığı arttıkça termal direncinin de azalma eğiliminde olacağı bulunmuştur [79].

Burton ve Edhol metraftaki bazı çevresel koşullarda giysi mikroklimadaki nisbi nemliliğin etraftaki havadan cilde daha az yakın olabileceğine işaret ediyorlar. Bu şudur demektir, deriye doğru azalan nispi nemlilik eğilimi olabilir.

Giysi cildi sarıya başladığında bu nispi nemlilik değişimliklerine maruz kalması na yol açar ve onun sonucundaki davranış, doku parçalarının nem sorpsiye özellikleri tarafından etkilenebilir.

İnsan vücudu kendi mikroklimasını oluşturur, nispi nem ve ısı derecesi deriye olan uzaklığa göre değişir. Giysisiz vücutta oluşan nem kaybı fiziksel yayılımı tarafından oluşur. Nispi nem ve su buharı basıncıyla ilgili olarak yağın, yayılımı bu iki bölge arasındaki farklılıktan ziyade su buharı basıncında cilt ve etrafındaki hava arasında gerçekleştirilir.

Vücut hiçbir zaman hareketsiz değildir. Dinlenme halinde bile nefes alıp vermeye bağlı kafa ve dudaklarda v.s. hareketlilik olur. Elastik olmayan ve çok sıkı vücudu saran giysi hareket edebilir yada etraftaki nispi nem geçerek vücut ve çevresinde ileri ve geri doğru gidip gelir.

Çevre atmosferinin rölatif rutubetinde meydana gelen herhangi bir değişime uyum sağlamak için giysi dokuları kendi nem muhteviyatlarını ayarlamaya çalışırlar. Bu özellik “higroskopisite” olarak bilinir. Tüm organik tekstil malzemelerinde yaygın bulunan bir özelliktir. En yüksek higroskopikliğe temsilen genellikle yün, en düşük higroskopikliğe temsilen ise polyster örnek gösterilir.

Bu yüzden kumaşlar nispi nemin az olduğu vücutta (deriye) doğru yaklaştığında biraz nem desorbe edecektir. Desorpsiye süreci enerji gerektirir (sorpsiye ısısı). Böylece kumaş sıcaklığı buna kumaşın vücutta temas sırasında elde ettiği serinliği ilave ederek düşecektir.

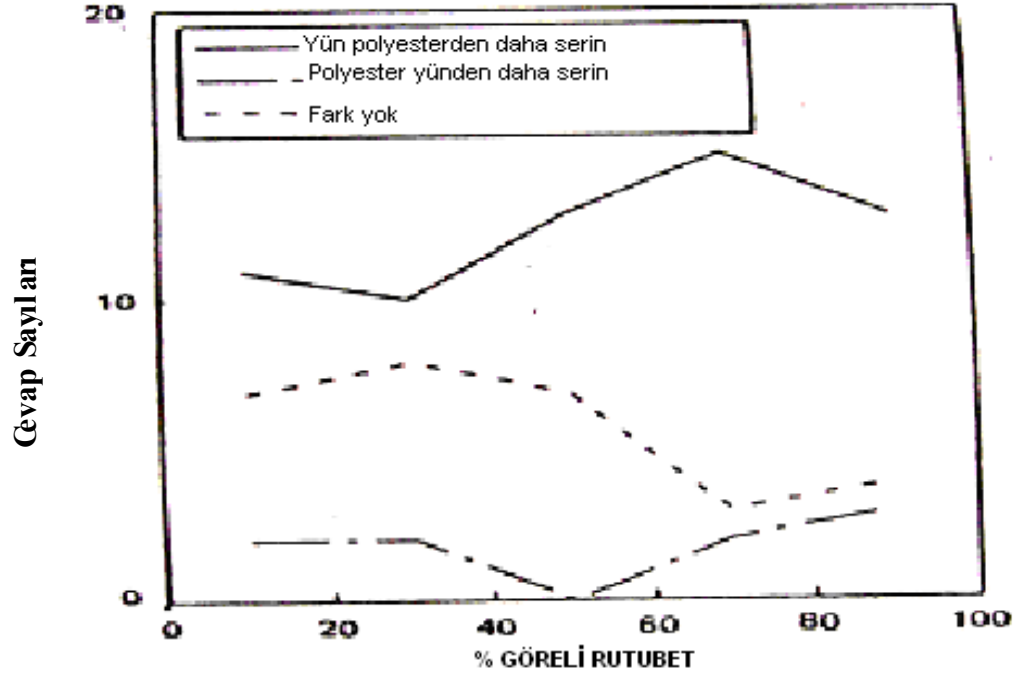
Kumaşla vücut arasındaki kısa temas sırasında ortaya çıkan serinlik hissinin algılanması lif nem sorpsiye kabiliyetine de bağlıdır. Kumaşın yapıldığı dokuların önkol testlerinde denek kişiler yapısal olarak benzer dört kumaş paneli arasındaki ayrımı yapabildiler, fakat nem sorpsiye kapasiteleri büyük ölçüde onların vücutla temasları sürecinde ortaya çıkan serinlik temlinde birbirinden ayrıldıklarıdır.

He m ku ma ş ya pı s ı, he m de et ra ft a k ı ha va n ı n r  l at ı f ru tu be t or a n ı se ri n li k hi s si ne et ki eden  n  n li fa k t  r le r d  r. Li f hi gr os ko pi si te si ni n et ki si de, test edil en t  m ku ma ş ya pı la r ı ve r  l at ı f ru tu be t or an la r ı n da yi ne  n  n li ol mu ş tu r. İl k te ma s so nu cu me y da na ge len v  c  t ı s ı s ı n ı n d   ş me de re ce si ku ma ş la r ı n hi gr os ko pi si te si ile il gi li d  r [36].

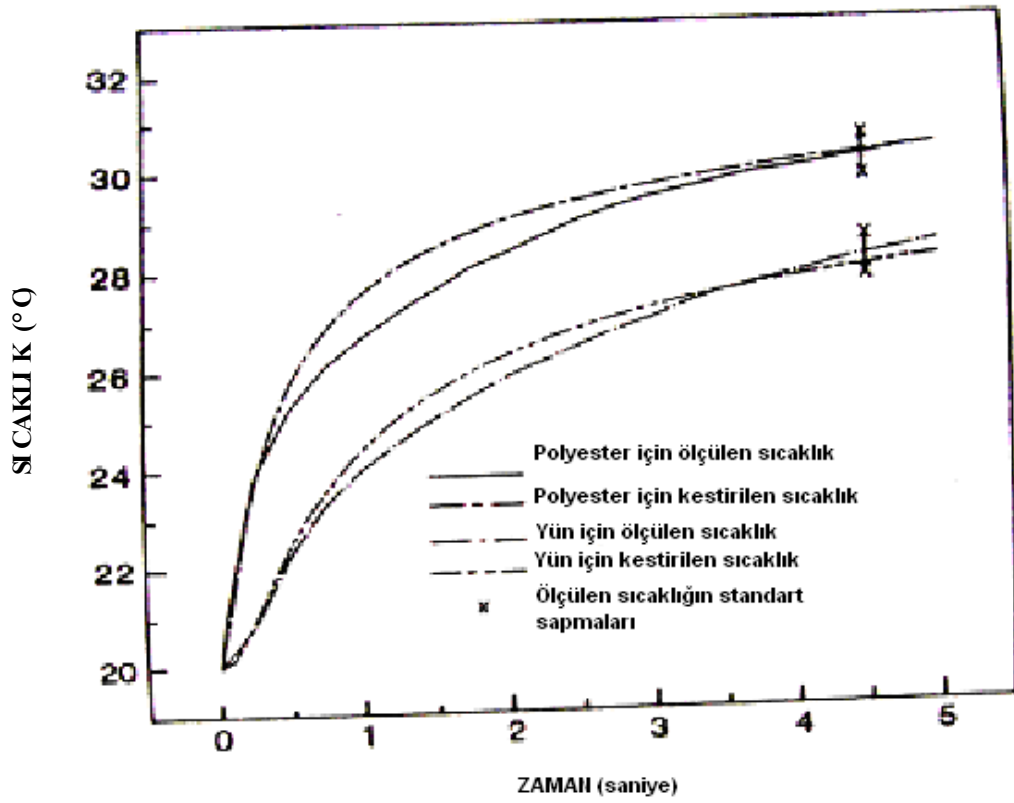
Schnei der, p  r öz s öz, ha f ı f bir y  n ku ma ş ı n ı, ben zer kon str uk si yon da k ı po ly es ter gi bi da ha az hi gr os ko pi k ku ma ş la ra g  r   ı l ı k ru tu be t li or ta m la r da te ma s sı ra s ı n da da ha se ri n al g ı lan d ı ğ ı n ı ra por et mi ş tir. İ n ce le ne le r de, kon str uk si yon ve y öz ey   ze l li k le ri ba k ı m ı n dan ben zer, fa kat fa r k l ı li f  e ş  t le ri n den ma m  l ol an ku ma ş  i ft le ri, s  b j ek ti f ol ar ak de ğ er len di ri l mi ş tir. Ku ma ş nu m  n e le ri, test öz ne le ri ni n  n ko ll a r ı n ı ni   y öz ey c  l di ne yer le ş ti ri l mi ş tir. De ğ er len di ri me, 20  C ve 28  C ku ş a t ı n - ha va s ı ca k l ı k l a r ı n da, ve %10 - %90 r  l at ı f ru tu be t ar a l ı ğ ı n da ge r  ek le ş mi ş tir. Ti pi k bir ne ti ce Ş e ki l 3.5'te g  s te ri l mi ş tir. Y  n ku ma ş, test edil en t  m i k li m ko ş ul la r ı i  in po ly es ter ku ma ş t ı n de va m l ı su re t te da ha se ri n al g ı lan m ı ş tir.

Bu  a l ı ş m a da ay n ı za ma n da, y  n ku ma ş t ı n de so r be edil en ne m m  k ta r ı n ı n, po ly es ter den ge r  ek le ş en den  n  n li de re ce de fa z la ol d   ğ u, ve po ly es ter ku ma ş a k ı ya s la y  n ku ma ş la te ma s t ı n so n ra c  l t s ı ca k l ı ğ ı n ı n da ha h ı z l ı az al d ı ğ ı ve da ha ya va ş to pa r lan d ı ğ ı da g öz le n i l en mi ş tir. P  r öz s öz, ha f ı f ku ma ş la r ı n dok u nu ş ta se ri n li ğ ı n ı n (li fl er den çok k     k bir su m  k ta r ı n ı n de so r b si yon u n dan do la y ı) li f hi gr os ko pi si te si ile art t ı ğ ı da be li r til mi ş tir.

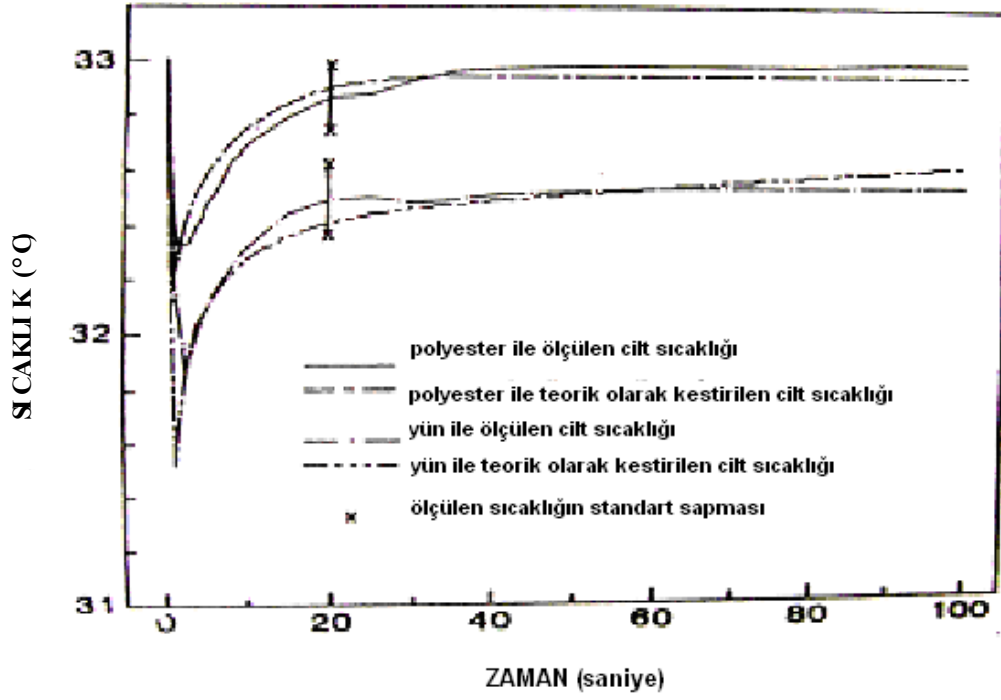
Li, te ma s es na s ı n da c  l t ve ku ma ş a ra s ı n da k ı di na m  k ı s ı ve ne m al ı ş ve ri ş i ni ta n ı m la ma k i  in 'bi le ş i k ı s ı ve ne m tr an s fe ri mo de li' ni uy gu la m ı ş tir. Ter mo ku pl e le r ku ll an m  k su re ti y le, te ma s es na s ı n da k ı c  l t ve ku ma ş ı n y öz ey s ı ca k l ı k l a r ı n ı  l  n  k i  in bir de ne y ge r  ek le ş ti ri mi ş tir.     l en y  n ve po ly es ter ku ma ş s ı ca k l ı k l a r ı, mo de l den ke sti ri len s ı ca k l ı k l a r la kar ş ı la ş t ı r ı l m ı ş tir (Bkz. Ş e ki l 3.6). He m  l   l en ve he m ke sti ri len s ı ca k l ı k l a r da, po ly es ter ku ma ş, y  n ku ma ş t ı n  n  n li or an da da ha y  k sek bir s ı ca k l ı k art ı ş or a n ı na sa h ı p  ı k m ı ş tir [2].



Şekil 3.5: Dokunuşta Serinliğe Verilen Öznel Tepkiler

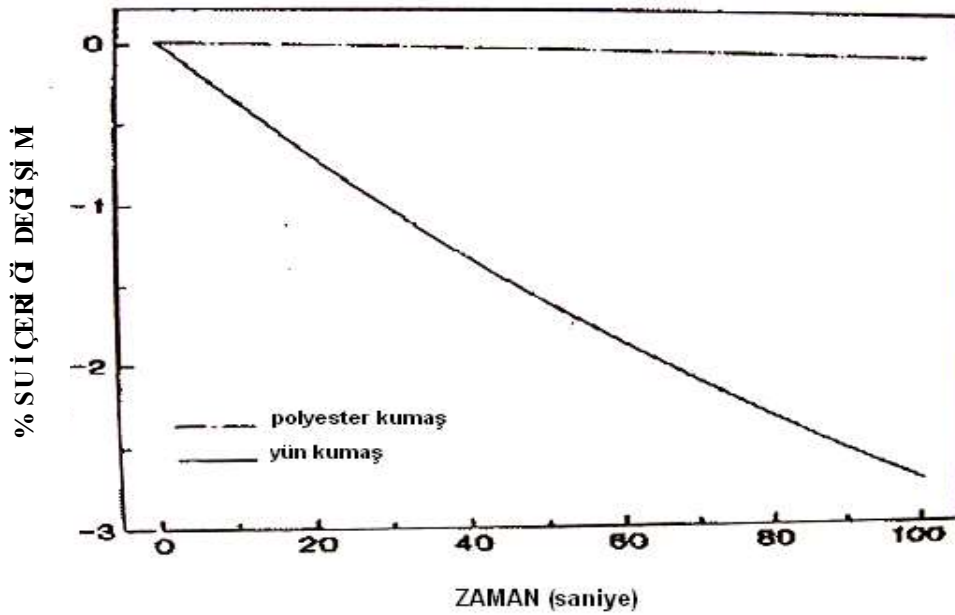


Şekil 3.6: Glt – Kumaş Teması Esnasındaki Kumaş Sıcaklığı Değişimleri



Şekil 3.7: Kumaş – Glt Teması Srasındaki Glt Sıcaklığı Değişimleri

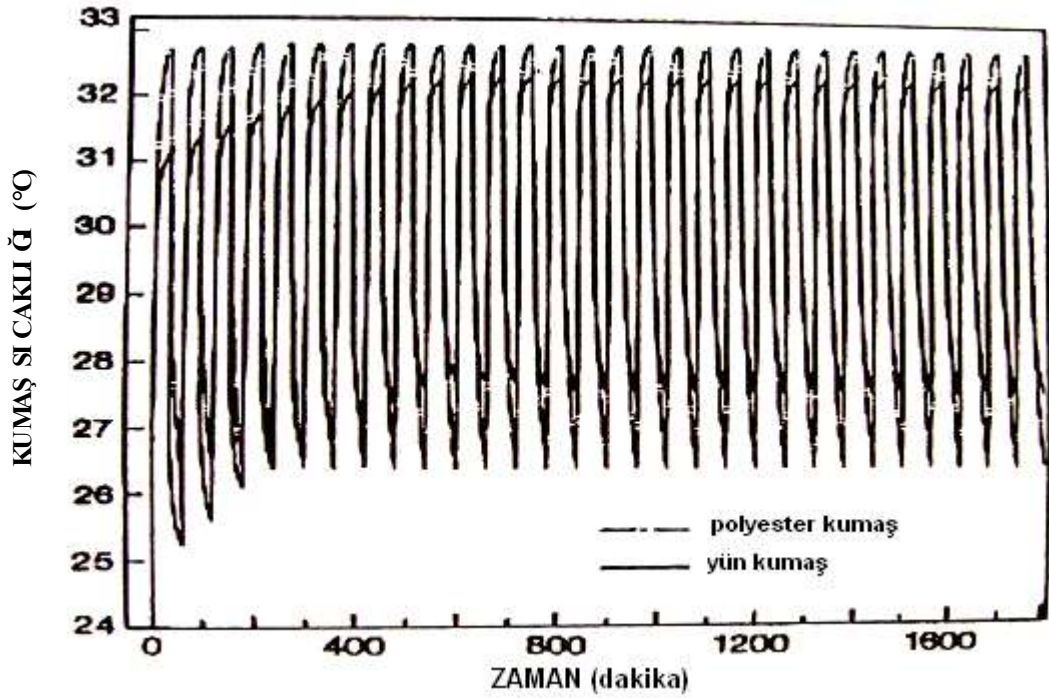
Eş zamanlı cilt sıcaklığı değişimleri de karşılaştırılmıştır (Bkz. Şekil 3.7). Temas esnasında, cilt sıcaklığı yün kumaşla polyester kumaşla olduğundan daha büyük bir başlangıç düşüşü göstermiştir, ölçülen ve kestirilen sıcaklık eğrilerinde görüldüğü gibi [2].



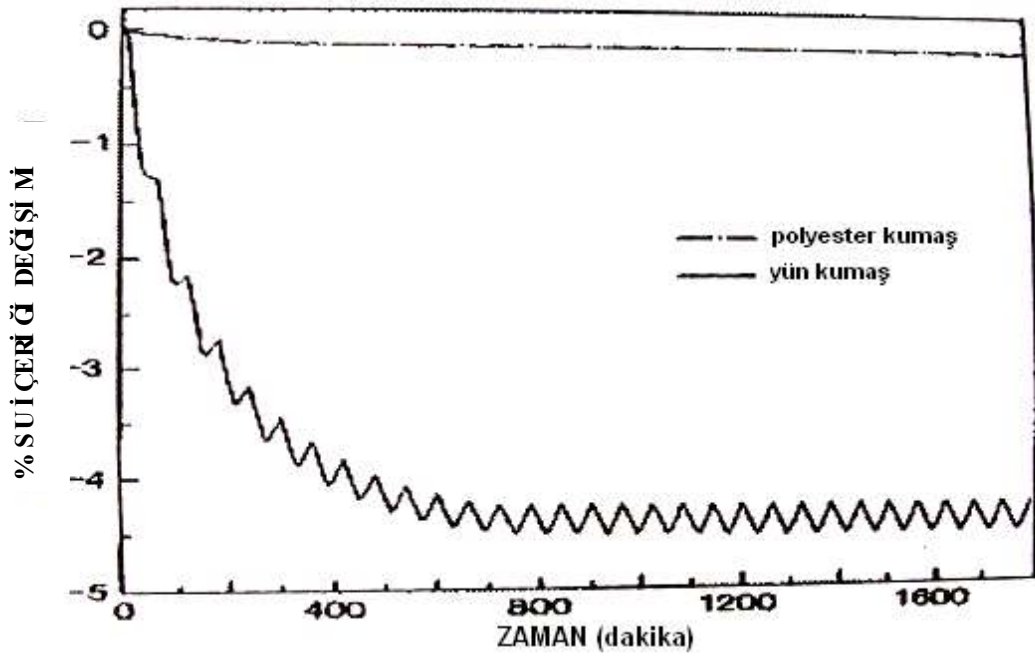
Şekil 3.8: Kumaş – Glt Temasında Kumaştaki Su Miktarının Değişimi

Kumaş ve cilt sıcaklıklarında yün ve polyester kumaşlar arasındaki farkın, kumaş yüzeyindeki lifler tarafından yapılan nem desorbsiyonuyla alakalı olduğu bulunmuştur. Şekil 3.8’de, yün kumaşın iç yüzeyindeki kestirilmiş su-muhteviyatı değişimi, polyester kumaşınıkinden çok daha hızlı azalmıştır. Deney neticesinde, yün ve polyester arasında nem muhteviyatı bakımından benzer bir fark gözlenmiştir.

Bu deneylerde, test edilen kumaşlar, ciltle anlık temas geçirilmeden önce kuşatan-hava koşullarıyla denkleştirilmişlerdir. Gerçek giyim mesnasında, elbiseler çevreleyen ortam ile denge halinde değildirler, cilt ve kuşatan-hava koşulları arasında bir yerlerde dirler; kumaş ciltle aralıklı olarak temas eder ve ayrılır. Matematiksel model ayrıca bir giyim koşuluna da uygulanmıştır, koşullar şöyledir: Kumaş başlangıçta ciltten 5 mm uzaklıktadır, ve o noktadaki lokal çevreyle denge halinde olduğu varsayılmaktadır; daha sonra kumaş periyodik olarak ciltle 30 saniyelik temas ettirilir, ve ciltten 5 mm mesafeye 30 saniyelik uzaklaştırılır. Şekil 3.9 ve 3.10’da görüldüğü gibi, yün ve polyester kumaşlarının iç yüzeylerindeki sıcaklık ve su muhteviyatındaki kestirilmiş değişimler farklı olmuştur. Bu 2 şekil, dokunuşta serinliğin, gerçek giyim koşulları altında liflerin higroskopisitesi ile artırılabilceğini göstermektedir [2].

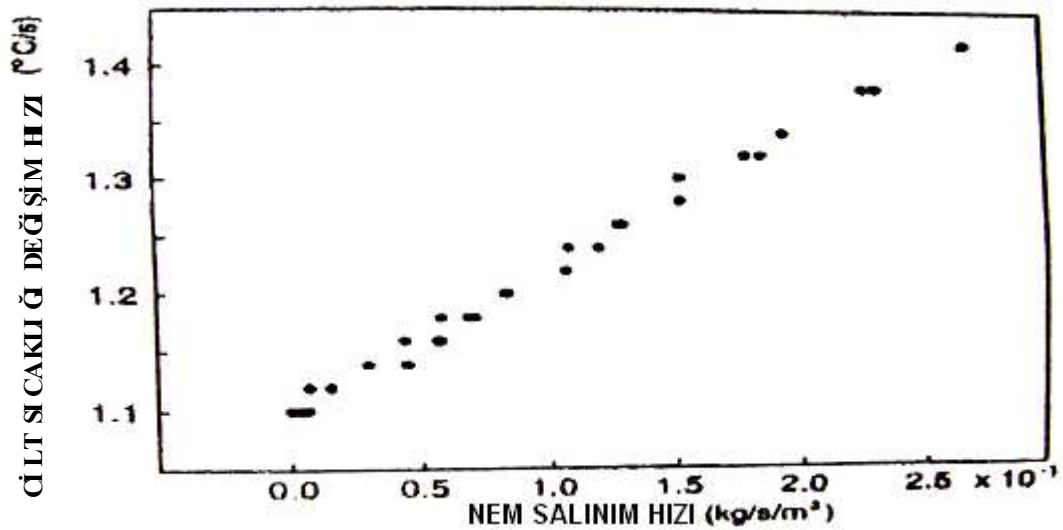


Şekil 3.9: Düzenli Kumaş – Cilt Teması nda Kumaşın İç Yüzeyindeki Sıcaklıklar



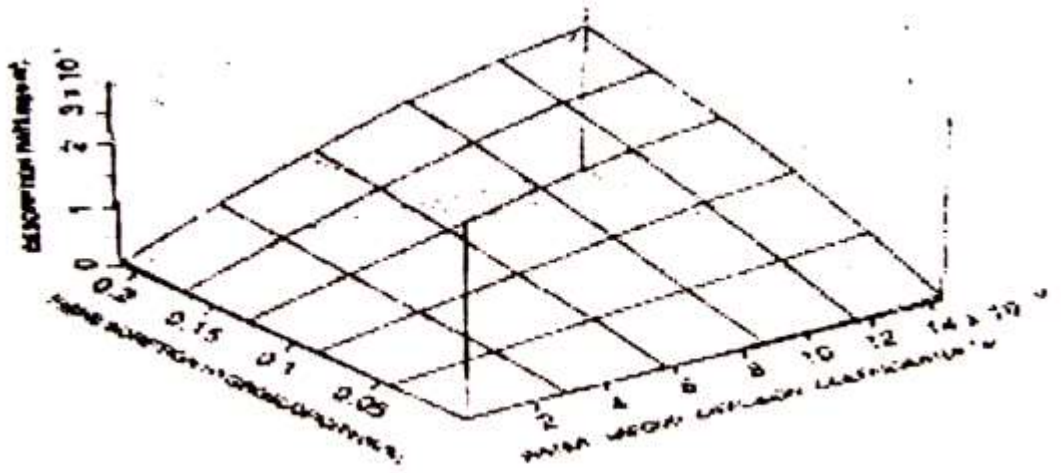
Şekil 3.10 : Düzenli Kumaş – Glt Temasında Kumaş İç Yüzeyindeki Su İçeriği

Li, daha sonra, ihtiva edilen mekanizmaları araştırmıştır. Kumaşlarda bileşik ısı ve nem transferini tanımlayan model, cilt sıcaklığı değişimlerine tepki veren bir cilt termoreseptörleri modeli ile yüzleştirilmiştir. Yazarlar, cilt sıcaklığındaki değişimin cilde temas eden kumaş yüzeyindeki nem sorbsiyonu ile ilgili olduğunu bulmuşlardır, Şekil 3.11’de gösterildiği gibi. Termoreseptörlerden gelen tepkiler, cilt sıcaklığına ve bu sıcaklığın değişim oranına bağlıdır, ki bu değişim oranı dokunuştaki serinlikteki sübjektif farklılaşmayı belirlemektedir [2].



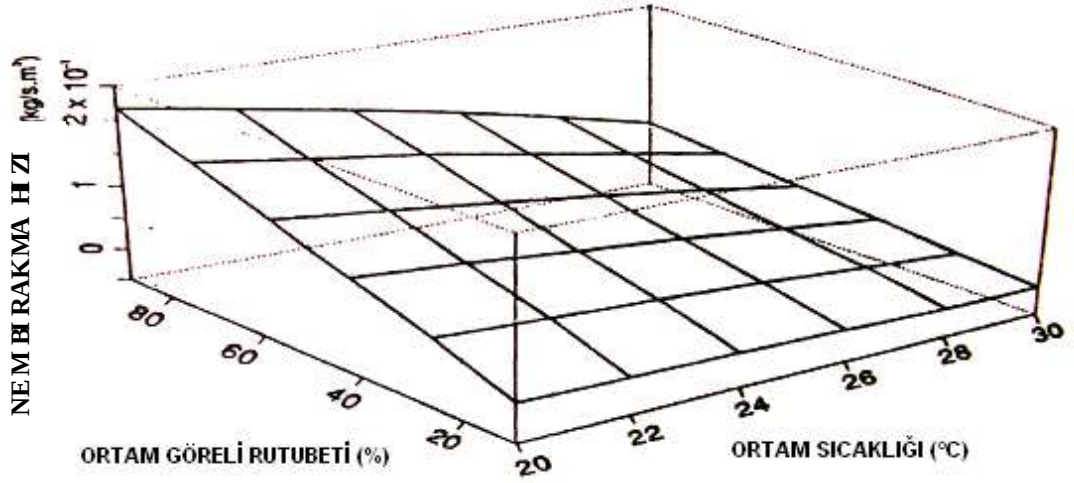
Şekil 3.11 : Glt Sıcaklığı Değişiminin Maksimum Hızı ve Kumaşın Nem Salınma Hızı

Nem desorbsiyonu oranı, lif higroskopisitesi ve liflerdeki su buharının difüzyon katsayısının aşağı yukarı lineer bir fonksiyonudur (Bkz. Şekil 3.12). Lif higroskopisitesi, %10-80 rölatif rutubet aralığında nem desorbsiyonu izoterm eğrisinin ortalama eğmi olarak tanımlanmıştır. Tekstil lifleri için tipik higroskopisite değerleri, polyester için olan %0.006'dan yün için olan %0.205'e kadar değişmektedir. Şekil 3.12, dokunuşta kumaş serinliğini lif higroskopisitesi ve su difüzyonu katsayısının bir fonksiyonu olduğunu varsayarak, nem desorbsiyonu oranının lif higroskopisitesi ve difüzyon katsayısı ile hermen hermen doğrusal biçimde arttığını göstermektedir.



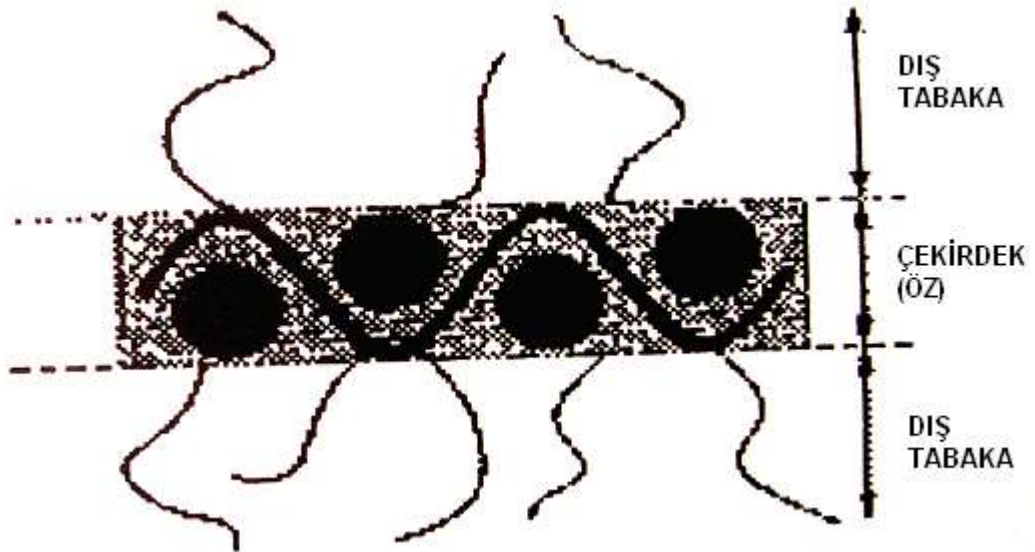
Şekil 3.12 : Nem Brakma Hızının Lif Çapı ve Hgroskopisitesi ile İlişkisi

Yazarlar aynı zamanda, modeli kullanarak, desorbsiyon oranının lif çapıyla ve lif higroskopisitesiyle ilişkisini de araştırmışlardır. Şekil 3.13, 28°C ve %70 rölatif rutubet'lik aynı iklim koşulları altında, $5,8 \times 10^{-13}$ m²/s'de sabitlenmiş su buharı difüzyon katsayısıyla, gerçekleşen sonuçları göstermektedir. Desorpsiyon oranı, lif çapı ile negatif, non-lineer bir ilişki içerisindedir. Yaklaşık 15 mm'nin altında, desorbsiyon oranı, çaptaki daha fazla azalışla epeyce artmıştır. Şurası aşıkardır ki, lif çapını azaltmak suretiyle, kumaş serinliği artırılabilir. Fakat, çap azalmasının etkisi, higroskopisite artışının etkisinden çok daha küçüktür. Ultra-ince ve zayıf higroskopik sentetik bir kumaşın desorbsiyon oranıyla, normal pamuklu ve yün kumaşlarındaki karşılaştırsak, dokunuşta serinlik performansının hala kuvvetli biçimde doğal lifleri öne çıkardığını görürüz.



Şekil 3.13 : Nem Bırakma Hızının Ortam Sıcaklığı ve Rutubetiyle İlişkisi [2].

Dokunuşta serinlik duyularına, en çok ılık- rutubetli koşullarda ihtiyaç duyulur. Schneider, lif higroskopisitesi ile alakalı kumaş serinliğinin rölatif rutubetle genellikle pozitif ilişki içerisinde olduğunu göstermiştir. Li, kumaşı çevreleyen havanın sıcaklığının ve rölatif rutubetinin, maksimum cilt sıcaklığı değişimi arasındaki desorbsiyon oranı üzerindeki etkisini göstermek için model kullanmıştır (Bkz. Şekil 3.14). Desorbsiyon oranı, %20 den %80'e kadarki rutubet aralığı boyunca rölatif rutubet ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Fakat, kuşatan-hava sıcaklığı ile negatif bir ilişki sergilemiştir.



Şekil 3.14 : 3-tabakalı Kumaş Modeli

Bu sonuçlar, dokunuştaki kumaş serinliği ne birkaç termal parametrenin rölatif etkilerini göstermektedir. Lif higroskopisitesi, araştırılmış olan liflerin özellikleri arasında, nemdesorbsiyonu oranını etkileyen en belirgin faktör olarak gösterilmiştir. Temas esnasındaki nemdesorbsiyonu oranı, su buharı difüzyon katsayısı, lif çapı, kuşatan havanın rölatif rutubeti ve sıcaklık gibi diğer parametreler tarafından daha az bir boyutta etkilenmektedir.

Bu çalışmalar, tekstil liflerinin nem sorbsiyonu davranışının, kumaş-cilt teması esnasındaki dokunuştaki kumaş serinliği üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Higroskopisite ve çap gibi lif özellikleri ile etkilenen ısı ve kütle transferi prosesi, cilt yüzeyindeki sıcaklık değişimini ve dolayısıyla duyuusal serinlik tepkisini belirler.

Diğer yandan, cilt ve kumaş arasındaki ısı ve nem transferi prosesi, büyük oranda cildin ve kumaşın yüzey özellikleri ile belirlenen kumaş-cilt temasının durumuyla da yine çok fazla etkilenmektedir. Schneider ve Holcombe, dokunuştaki serinlik'e etkieden kumaş özelliklerini araştırmışlardır. Şekil 3.14'de gösterildiği gibi, kumaş yapısının bir 3-kat modelini geliştirmişlerdir. Bir kumaşın 3 tabakaya sahip olduğu varsayılmıştır: yoğun bir çekirdek ve büyük kısmını havanın ve az bir sayıdaki yüzey çıkıntı liflerinin oluşturduğu 2 dış tabaka. Ve neticede, dış tabakaların kalınlığının, kumaş-cilt teması esnasında subjektif serinlik algısının ve cilt yüzeyindeki sıcaklık düşüşünün oranı üzerinde, negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir.

Serinliğin subjektif algısının, kumaş gözenekliliği, lif çapı ve kumaş tüylülüğü ile negatif ilişkili; fakat lif higroskopisitesi ile pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu parametreler arasında, lif higroskopisitesi, kumaş gözenekliliği ve kumaş tüylülüğü en önemli etkenlerdir. Benzer yapıdaki bir yün kumaş, polyester kumaştan 1.5 kat daha serin olabilir. Kumaş gözenekliliği 0,95'den 0,65'e düştüğünde, bir yün kumaşın dokunuştaki serinliği %55 kadar artabilmektedir. Şayet, bir yün kumaşın yüzey tüylülüğü 80 numaradan 0 numaraya değiştirilirse, kumaş serinliği %84 artabilmektedir [2].

Temas sırasındaki maksimum ısı akışının, kumaşa dokunuştaki sıcaklık-soğukluk hissinin bir belirleyicisi olduğuna dair; ısı akışı ve ısı kapasitesi, termal iletkenlik ve

ter mal difüzi vite gibi ter mal temas özelliklerini n tekstil mal zemenlerini n sıcaklık hissi ni belirledi ği ne dair çeşitli görüşler mevcuttur. Li, ku maş serinli ği nin sübjektif algısı, ve temas esnasındaki maksimum ısı akışı ve psiko-duyu msal yoğunluk (Psycho-Sensory Intensity - PSI) gibi ölçülen kriterler arasındaki ilişki yi karşılaştırmıştır. Psi ko-duyu msal yoğunluğun, maksimum ısı akışına nisbeten sübjektif algı ile daha yakın bir korelasyon içerisinde olduğu bulunmuştur.

Bir ku maşın dokunuşta verdiği serinlik hissi, düşük yalıtım (izolasyon) ile karıştırılma malıdır. İzolasyon, temelde ‘toplam ku maş kalınlığı’na dayanır. Yani, ince bir ku maş dahi, şayet tüylü bir yüzeye sahipse, dokunuşta sıcaklık hissi verebilir.

“Cool Wool” ku maşlar, bir pürüzsüzlük terbiyesi görmüşler, böylece toplam kalınlıkları azaltılmış, ve o nedenle de ter mal dirençleri (ter mal direnç, ku maş kalınlığıyla büyük bir doğru orantı gösterir) düşmüştür. Böylece, hem düşük ter mal direnç ve hem de dokunuşta serinlik gösterirler.

İnsan cildini n başka bir vücuda dokunduğu andaki sıcaklık yada serinlik hissi, bir geçici (anlık) ısı ile timi olgusudur. Bir giysi yüzeyiyle temasa geçen cilt, normal olarak giysiden daha yüksek sıcaklıktadır, ve ciltten giysiye ısı akışı gerçekleşir. Isı kaybı, cilt sıcaklığının düşmesi ne neden olur, bu da cildin deri tabakasında bulunan termoreseptörler ile hissedilir. Isı akışı miktarı arttıkça, termoreseptörlerin yakınındaki sıcaklık düşüşü daha hızlı olacak, ve serinlik hissi daha şiddetli olacaktır.

Ter mal dokunma hislerine etki eden ku maş özelliklerini belirlemeye yönelik bir araştırmada, deneyler, bir ku maşa temas eden cildin ter mal tepkisinin simülasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre, ciltteki sıcaklık düşüşü miktarı, ki bu serinlik hissinin bir ölçüsüdür, ku maşın dış yüzey tabakası kalınlığıyla korelasyon içindedir. Bu kalınlık sadece iki hafif basınç altındaki numune kalınlığı ölçümleriyle tespit edilebilir [37].

3.4.5.3 Sıcaklık hissi

Giysinin sıcaklığı, nispeten bağımsız fakat ilişkili 3 şeyle alakalıdır: durgun-hal ve geçici koşullar altında giysinin ter mal izolasyonu, ve ku maş-cilt teması sırasındaki

sıcaklık duymu. Dokunuşt a sıcaklık duymu, dokunuşt a serinlik kavramının zıttıdır. Dokunuşt a sıcaklık ve serinlik'in her ikisinde de aynı fiziksel mekanizma uygulanmaktadır. Geçici koşullar altında termal izolasyon, dinamik giyimhalleriinde elbiselerintermal izolasyon değeri ve kişiye olan termal duymu artıran 'sorbisyon ısısı' kavramıyla ilişkilidir. Salınan toplam sorbisyon ısısının %30 ila %50'sinin kumaştan gerçekleşen ısı kaybını azaltmada etkili olduğu bilinmektedir. Bu etkiye, giysinin 'termal tamponlama davranışı' denmektedir.

Hifroskopik ve higroskopik-olmayan lifler arasında ısı alışverişi bakımından önemli farklar bulunur.

Ortaya çıkarılan toplam sorbisyon ısısının %34 ila 42 kadarının, kişinin duymulanabilir ısı dengesini etkilemede etkili olduğu bulunmuştur. İnsan denekler üzerinde, cilt sıcaklığı değışiimleri ve -rutubet geçişkenlikleri esnasında yünün polyesterden daha sıcak alglandığı- termal duymunun sübjektif termal algıları bakımından, yün ve polyester arasında önemli farklar gözlemlenmiştir [2].

Tek parmaklı eldiven (kolçak) üzerinde yapılan araştırmalar neticesinde, kuru bir atmosferden nemli bir atmosfere geçtikleri zaman higroskopik kumaşlarca salınan sorbisyon ısısının, giyinen kişilerin sıcaklık algısını etkilemek için yeterli olduğunu bulunmuştur.

Yapılan giyimdenemelerinde de, rutubet geçişkenliklerindeki nem sorbisyonundan dolayı gerçekleşen ısı değışiimlerinin, halihazırda algılanmak için yeterince büyük olduğu gözlemlenmiştir.

3.4.5.4 Yaşlık hissi

Giysideki nem yaygın biçimde, rahatsızlık duymalarına neden olan en önemli faktörlerden biri olarak bilinmektedir. Fiziksel aktiviteler sırasında kişinin cilt ıslaklığı, rutubet duymuna sebep olmaktadır; ve yaşlık duymu giyside birikmiş olan termal ıktarıyla alakalıdır. Cilt ve giysi ıslaklığının sübjektif duymaları, giysinin termal işlevinin değerlendirilmesi açısından hassas kriterlerdir.

Pekçok araştırmacı nem duymundaki mekanizmaları araştırmıştır. Li ve ekibi [42], cildin dört kumaşlategmısındaki sıcaklık tepkilerini simüle ederek ve termal reseptör (alıcı) tepki modeline cilt yüzeyindeki sınır koşullarını uygulayarak, dokunuştaki

kumaş serinliğini mekanizmasını incelemişlerdir. Modelden, ciltle temas ettirilen test kumaşlarının herbirine soğuk reseptörlerinde oluşan tepkinin kestirimini (tahminlenme) yapmışlardır. Sonuç olarak anlaşılan odur ki, cildin soğuk reseptöründen elde edilen çıkış frekansını integral değeri, kumaş serinliğini iyi bir belirteci olmaktadır.

Sweeney ve Branson [5, 47], tek bir kumaş tipi için vücudun bir bölgesinde kişilerin nem duymu ve nem uyarı büyüklüğü (yani, su içeriği) arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya yönelik psikofiziksel bir yaklaşım kullanmışlardır.

Plante ve ekibi [46], kumaş nemliliği algısının kumaş nem içeriği, lif higroskopikliği, ve ortam havasının bağıl rutubetinin bir fonksiyonu olduğunu göstermişlerdir.

Başka bir araştırmasında Li ve ekibi [45], kumaştaki ve kumaş-cilt arayüzündeki ısı ve nem transferini inceleyerek, kumaş nemliliğinin algılanması sırasındaki fiziksel mekanizmaları incelemişlerdir. Farklı nem içeriği düzeylerinde çeşitli elyaf tiplerinden yapılmış kumaşlardaki ısı ve nem taşıma süreçlerini açıklayan bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Daha sonra, kumaş-cilt teması sırasında kumaştaki ve cilt yüzeyindeki sıcaklık değişimlerinin bir dizi fizyolojik ölçümlemelerini gerçekleştirmişlerdir. Sonuçta, kumaş nemliliği öznel (subjektif) algısının, geliştirdikleri matematiksel model kullanılarak kestirimi yapılabilen, cilt sıcaklığı düşüşünün bir fonksiyonu olduğu bulunmuştur.

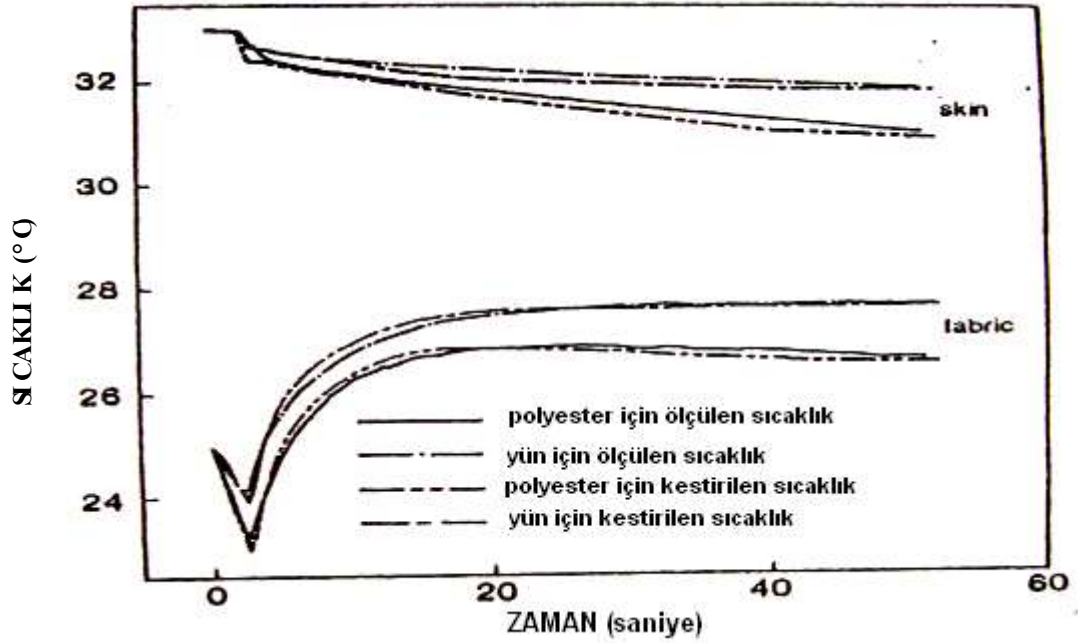
Terleme duymu, giysi içerisine %10 ila 20 kadar su katmak suretiyle suni olarak oluşturulabilmektedir. Kişinin ‘subjektif nem algısı’, ‘giysi kumaşının dinamik yüzey ıslaklığı’ ile yakın korelasyon içindedir. Dinamik yüzey ıslaklığı, ‘lif çeşitleri’ ile etkilenmektedir. Bu da demektir ki, gerçek giyim koşullarında giysideki nem konfor algılarına önemli derecede etkilidir.

Yaş kumaşlar, cilt (ön kol cildi) üzerine yerleştirildiğinde, nemli kumaşlarla temas halindeki ‘cilt’te sıcaklık düşüşüyle korelasyon gösteren bir ‘üşüme duymu’ meydana gelir. Aynı zamanda, ciltteki bu sıcaklık düşüşü, kumaş konstruksiyonu ve yüzey tüylülüğü ile ilişkili olan kumaş-cilt temas derecesi ile de önemli derecede etkilenmektedir.

Li, çeşitli nem muhteviyatı düzeylerindeki yün ve polyester kumaşlar arasında sübjektif kumaş yaşlığı algıları bakımından önemli farklar bulunduğunu bildirmektedir. Ayrıca başka bir çalışmada da, kumaş yaşlığı algısının, kumaş nem muhteviyatı, lif higroskopisitesi ve saran-havanın rölatif rutubetinin bir fonksiyonu olduğu gösterilmiştir [2].

Tüm bu tespitler, yaşlık algısı prosesinin, kumaşlardaki dinamik ısı ve nem prosesleriyle ilişkilendirilebilecek karmaşık mekanizmaları ihtiva ettiğine işaret etmektedir.

Li'nin çalışmaları neticesinde, kumaş yaşlığı algısının sübjektif değerlendirme puanlarının, cilt sıcaklığı düşüşünün bir fonksiyonu olduğu bulunmuştur (Bkz. Şekil 3-16). Temas sırasındaki cilt sıcaklığındaki ve kumaş sıcaklığındaki değişimler, Şekil 3.15'te gösterilmektedir; okunan değerler hem teorik kestirimlerden ve hem de deneysel gözlemlerden elde edilmiştir.

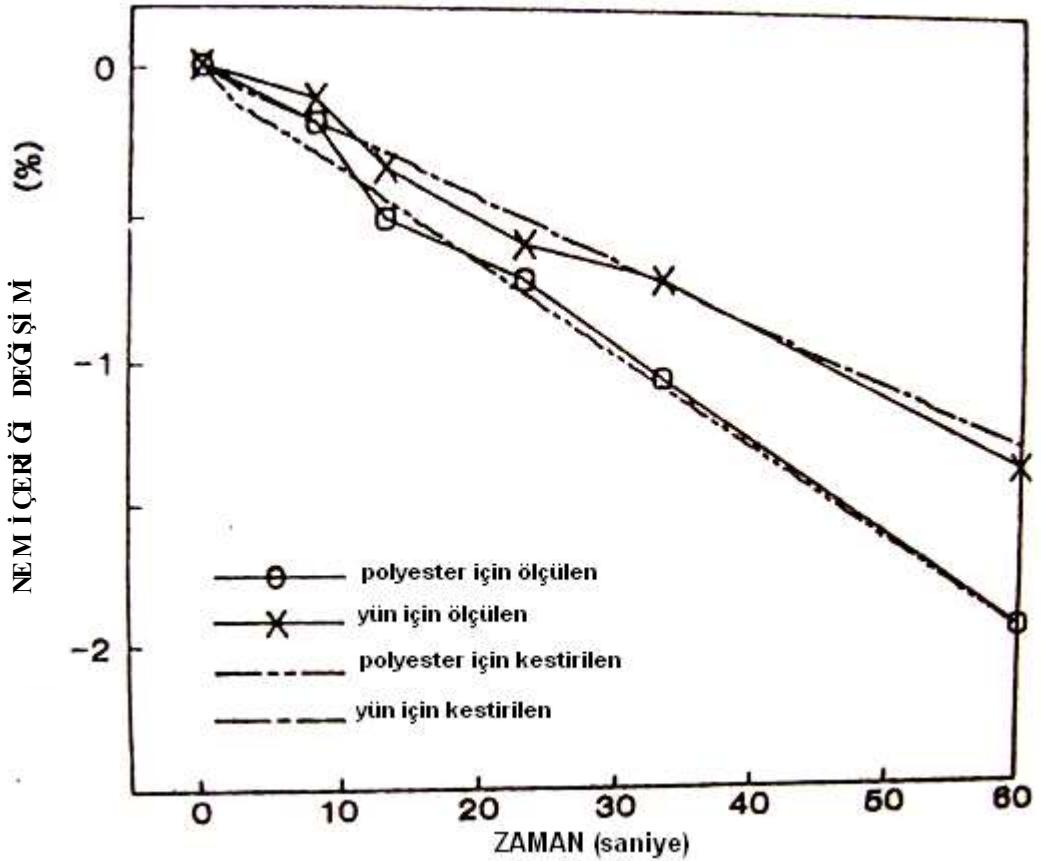


Şekil 3.15 : Kumaş – Gilt temasındaki Sıcaklık Değişimleri

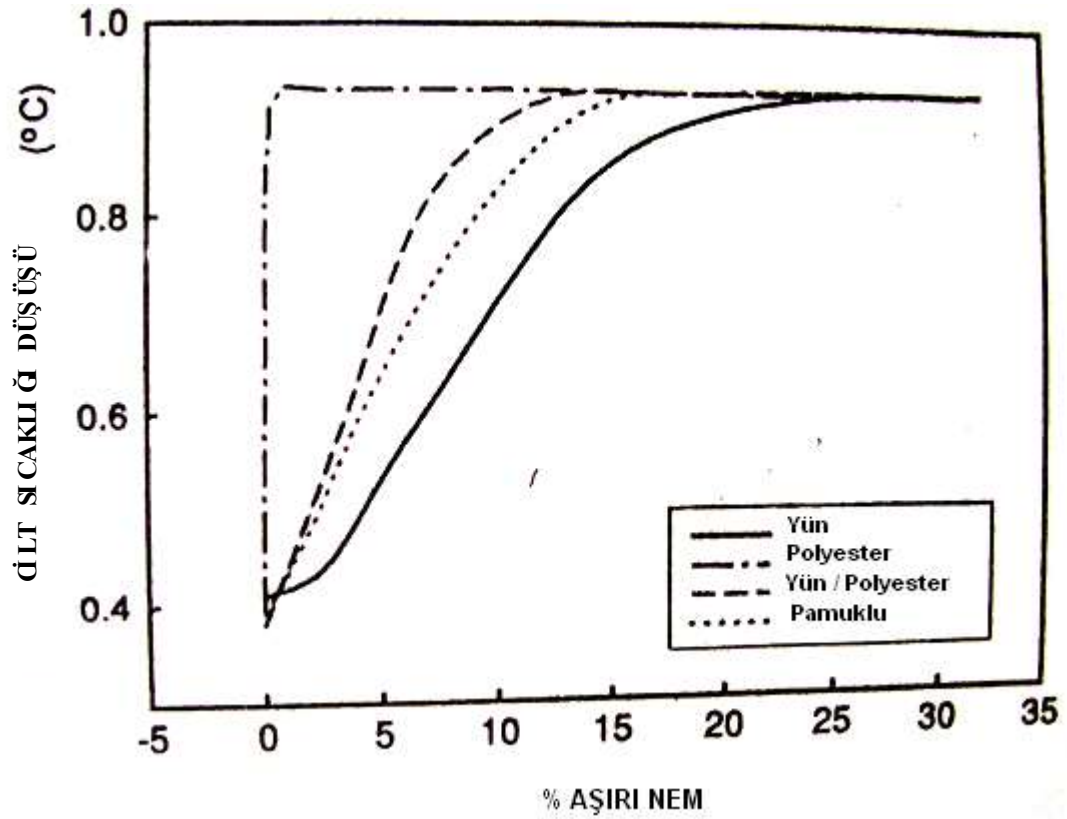
Gilt ve kumaş sıcaklığı değişimlerinin, kumaşların nem muhteviyatındaki değişimler ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Şekil 3.16'da resmedildiği gibi, nem değişimi oranları, yün ve polyester kumaşlar arasında önemli derecede farklıdır. Bu durum lifler ve onları çevreleyen hava arasındaki nem değişimleri mekanizmalarıyla ilişkilidir. Denge nem çekme değeri'nin üzerindeki %4'lük bir aşırı (fazlalık) su

seviyesinde, polyester kumaş, polyester lifinin doygunluk nem çekme değerinin gayet üzerinde olan %5 civarında bir toplam nem muhteviyatına sahip olmaktadır. Buradaki nem alışverişi prosesi bir yüzey buharlaşması prosesi dir.

Aynı aşırı su muhteviyatında, test koşulundaki yün kumaşın toplam su muhteviyatı %11 civarındadır, ki bu değer onun doygunluk nem çekmesini gayet altındadır. Bu yüzden, buradaki nem alışverişi prosesi, bir desorbsiyon prosesi dir –ki bu proste, nem lifler içinden desorbe olur ve sonra kumaştan çevreye difüzyon yapar-. Bu durum liflerdeki ve kumaşlardaki gerçek ısı ve nem taşıma proseslerinin, cilt ve kumaşlar arasındaki ısı alışverişini belirlediği anlamına gelmektedir –ki, ısı alışverişi de sırasıyla, fiziksel uyartıların büyüklüğünü (şiddetini) belirler, ve subjektif yaşlık algısını etkiler-.



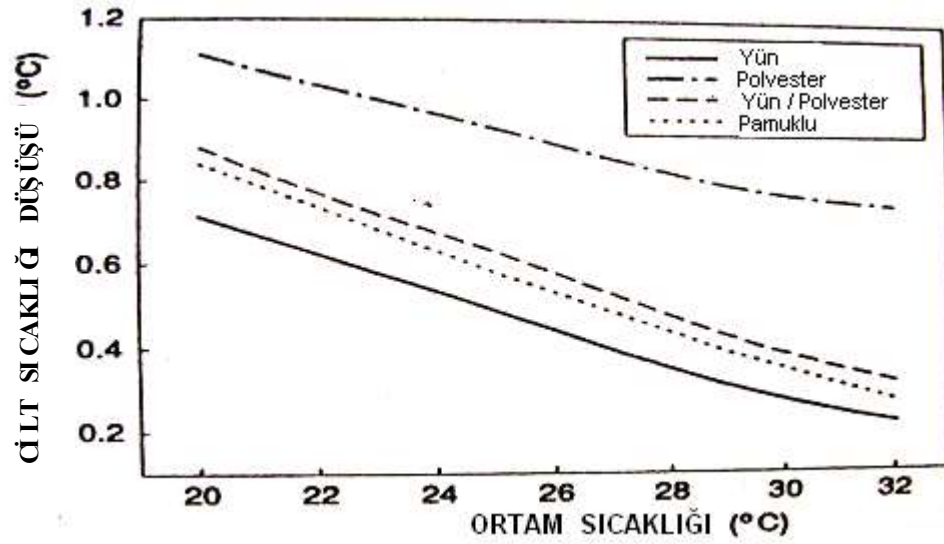
Şekil 3.16 : Yaşlık Algısı Sırasında Yün ve Polyester İçin Kumaş Nem İçeriği Değişimleri [2]



Şekil 3.17: Lif Higroskopisitesi, Aşırı Nem ve Cilt Sıcaklığı Düşüşü

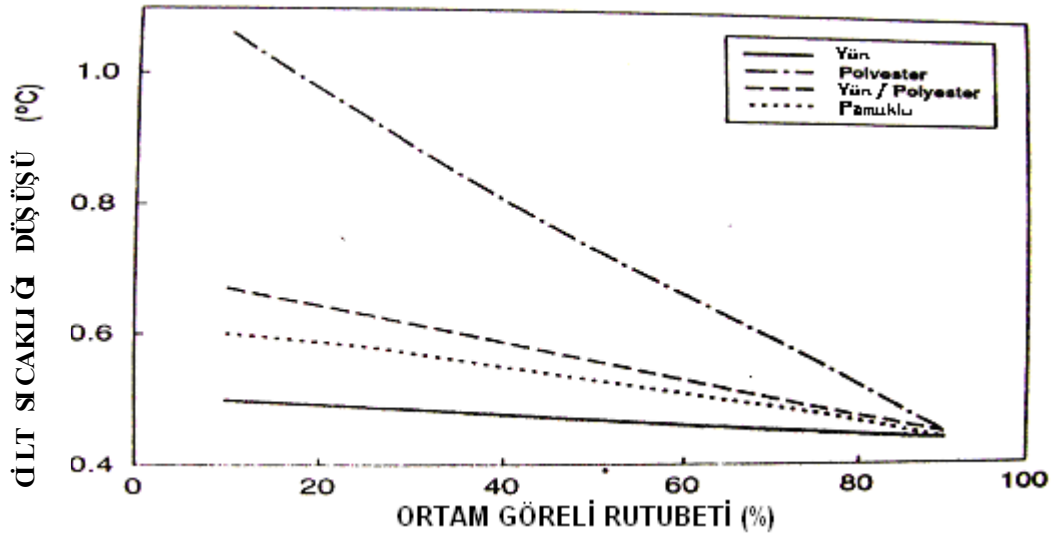
Lif higroskopisitesi, kumaştaki bileşik ısı ve nem transferi davranışını belirleyen kritik bir faktör olduğundan, temas sırasındaki cilt sıcaklığı düşüşü üzerinde önemli bir etkisi vardır. Modeli kullanarak, Li ve arkadaşları, bir kumaş-cilt teması sırasındaki cilt sıcaklığı düşüşünün, Şekil 3.17'de gösterildiği gibi aşırı nemin artan düzeyiyle artış gösterdiğini, ve lifler doygunluk nem muhteviyatına eriştiklerinde maksimum bir değere ulaştığını göstermişlerdir. Farklı higroskopisite dereceleriindeki kumaşlar karşılaştırılarak, lif higroskopisite derecesi arttıkça, cilt sıcaklığı düşüş miktarının aşırı nem düzeyiyle birlikte daha yavaş şekilde arttığı bulunmuştur.

Sıcaklık ve rölatif rutubet gibi çevre-hava koşulları, cilt sıcaklığı düşüşünü önemli derecede etkiler. Şekil 3.18'de gösterildiği gibi, çevre-hava sıcaklığı arttıkça, cilt sıcaklığı düşüşü azalır, çünkü temas öncesi sıcaklık farkında azalma olmuştur. Fakat, çevre-hava sıcaklığının, farklı lif çeşitleri arasında cilt sıcaklığı düşüşü farkları üzerinde ihmal edilebilir bir etkisi bulunmamaktadır, çünkü çevre-hava sıcaklığı esasen kuru ısı transferi prosesini etkiler, nem alışverişi prosesini değil [2, 12, 16, 17].



Şekil 3 18 : Ortam Hava Sıcaklığının Cilt Sıcaklığı Düşüşü Üzerindeki Etkisi

Çevre-hava rölatif rutubeti, diğer yandan, hem tüm lifler için cilt sıcaklığı düşüşü üzerine ve hem de lifler arasındaki farklar üzerine önemli etki gösterir (Bkz. Şekil 3.19). Çevre-havanın rölatif rutubeti arttığında, kumaş ve çevre arasındaki nem konsantrasyonu farkı azalır, bu durumda cilt ve kumaş arasında daha küçük bir sıcaklık farkına (gradient) sebep olur, bu da cilt-kumaş teması sırasında daha küçük bir cilt sıcaklığı düşüşü demektir. Lifler arasındaki farklar, çevre-havanın rölatif rutubeti düşük olduğu zaman çok daha büyüktür. Rölatif rutubet doygunluğa yaklaştığında, lifler arasındaki farklar ‘yadsınabilir’ hale gelir [2].



Şekil 3 19 : Ortam Hava Görelî Rutubetinin Cilt Sıcaklığı Düşüşü Üzerindeki Etkisi

3.4.5.5 Akti vite sırasında yapı ş kanlık ve nem tamponlama

Lau ve ekibi [49], farklı giysi uygulamalarıyla gömlek giyen insanların konfor duyularını incelemişlerdir. Öznelerden, egzersiz öncesi ve sonrasındaki konfor duyularını derecelendirmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda, egzersiz öncesi toplam konforun büyük oranda dokunsal duyu mlarla (örneğin, batıcılık ve kaşıncılık); egzersiz sonrasında toplam konforun neredeyse tamamen nemle alakalı duyu mlarla (örneğin nemlilik ve yapış yapışlık gibi) belirlendiği farkedilmiştir.

Giysinin nem tamponlaması kavramı ilk kez 1939 yılında ortaya atılmıştır. Higroskopik giysi tarafından nemsorbsiyonunun ısı yayacağı hipotezi giysi konforu sahasında son derece önemli bir yere sahiptir. Ki bahsedilen bu durum sıcak kuru bir atmosferden, soğuk yaş bir atmosfere geçtiğinde ani bir değişimi yaşayan giyen kişinin ısı dengesi ve termal algıları üzerinde önemli etkisi olan bir olgudur.

Higroskopik lifler, çevre atmosferinden önemli bir miktar nem absorbe etme kabiliyetine sahiptirler. Rutubet geçişkenlikleriyle, higroskopik lifler bitişik havadan nem absorbe edebilir ya da bitişik havaya nem desorbe edebilir, bu da giysimi mikroi iklimdeki nemdeğişimi geciktirebilir. Teorik olarak, bu etki genellikle, ani rutubet değişimlerine karşı ‘giyen kişi’ lehine bir kalkan vazifesi görür. Fakat, böyle bir tamponlama efektinin etkililiği, literatürde bildirildiğine göre, çok değişkenlik göstermektedir.

Yaş ve soğuk kış koşullarında gerçekleştirilen giyim deneylerinde sorbsiyon ısıısının önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Umbach, sentetik ve pamuklu içgiyimlerin tamponlama etkisini araştırmıştır. 27°C sıcaklık ve %50 rölatif rutubetteki çevre-hava koşullarında 7 km/saat hızla yürüyen kişiler ile giyim deneyleri gerçekleştirilmiştir. İki ayrı liften mamul içgiyimler arasında nem tamponlama davranışı bakımından önemli farklar bulunmuştur. O yüzden, ciltte bitişik giyilen giysinin konforunda liflerin nem sorbsiyonunun kesin bir rolü olduğuna işaret eden bir kanıtın olduğu sonucuna varmışlardır [2].

Birçok araştırmacı tarafından gerçekleştirilen çeşitli giyim deneylerinden de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu deneylerde, terleme oranı, stratum corneum su muhteviyatı, ciltten su buharlaşması, enerji çıkışı, mikroi iklim sıcaklığı, ve rutubet

gi bi çeşitli fizyolojik parametreler ölçülmüştür. Yün gi bi yüksek higroskopik liflerden ma mul ku maş lar, ve polyester ve propilen gi bi düşük higroskopik liflerden ma mul ku maş lar arasında ö ne mli farklar bulunma mıştır. Gözlenen küçük farklar, fiziksel aktivite yoğunluğunun artmasıyla, istatistiki bakı mdan ancak anlamlı hale gelebilmiştir.

Diğer yandan, higroskopik ve non-higroskopik lifler arasında nem t amponlama bakı mdan ö ne mli farklar bildir miş olan birkaç araştır ma yayını da mevcuttur. Bu çalış malar da, higroskopik gi yisini nta mponlama etkisi res medil miş, ve si müle edil miş bir terleme aracı kullanılarak ku maş ların rutubet ve sıcaklık farklarına tepkisi incelenmiştir. Neticede, yaşlık hissinde de etkili olan ‘d inamik yüzey ıslaklığı’nın, gi yimsirasındaki konfor algısıyla korelasyon göster di ğ ini bildir mişlerdir.

Tekstillerdeki d inamik yüzey ıslaklığı ve nem transferi üzerinde pa muklu, polyester ve karış ı mku maş ların etkisi ile ilgili bir araştır ma da, terleyen ciltle yüzyüze gelen ku maş iç yüzeyindeki nem biriki minin ta ma men-pa muklu ku maş lar da en yavaş oldu ğ u, bunu pa muk-polyester karış ı mlarının, ve en son sırada ta ma men-polyester ku maş ların izledi ğ i bulunmuştur. M evki sırası, lif higroskopisitesi düzeyiyle uyumludur.

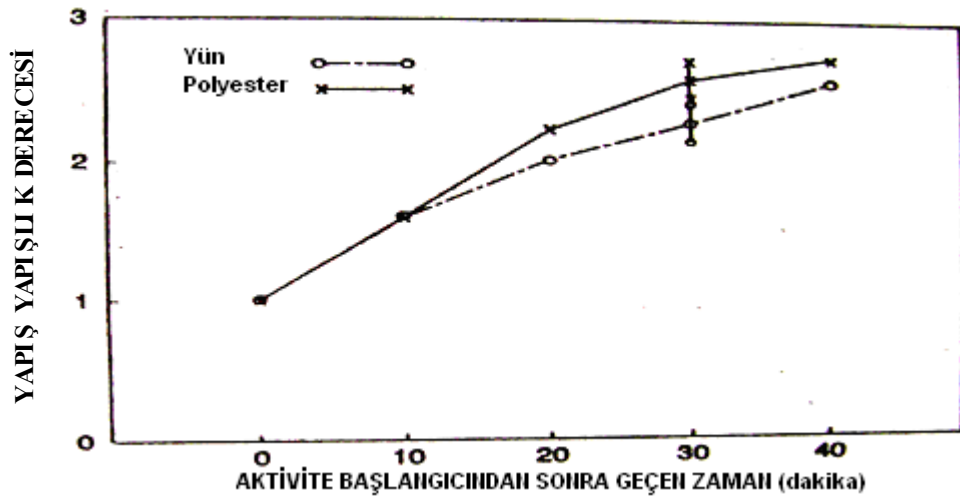
Farklı higroskopisite düzeylerindeki ku maş ların karşılaştırıldı ğ ı başka bir araştır ma da, geçici davranış ın süresinin (süreklili ğ inin) ku maş ın nem sorbsiyon kapasitesine kuvvetli biçimde ba ğ lı oldu ğ unu bul muşlardır. Bir yün ku maş bir rutubet farkına maruz kald ı ğ ında durgun-ol mayan koşul 1 saatten fazla sürebilirken, eylemsiz (inert) gözenekli bir bariyerden gerçekleşen nem akışı, saniyeler içersinde durgun bir hale erişebilir. Geçici periyot süresince, yüksek-rutubetli çevreden eksilen toplam nem miktarı pamuk gi bi yüksek higroskopik bir ku maş ile, polyester gi bi düşük higroskopik bir ku maş ile gerçekleşenden daha fazladır.

Yün ve naylon gi ysilerin karşılaştırıldı ğ ı bir araştır ma da, bir yün elbise gi ydi ğ i zaman buharlaş ma limitine daha geç erişildi ğ i, ve terleme ve yapış ma algısının gecikti ğ i tespit edilmiştir.

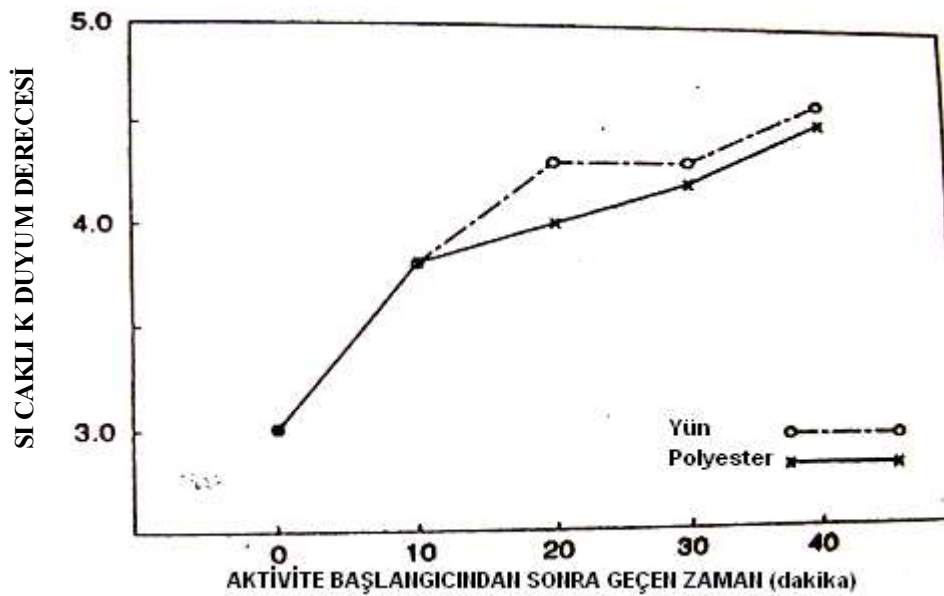
Terleme oranları üzerinde liflerin nem sorbsiyon kabiliyetlerinin etkisini araştır mayaya yönelik bir çalış ma da, sıcak koşullar altında (33°C ve %60 rölatif rutubet) yapılan gi yim dene mesi neticesinde, polyester gi yen kişilerin daha fazla miktarlarda ter

kaybettikleri, ve pamuklu giyildiğindeki mikroklima rutubetinin önemli derecede daha fazla olduğu bulunmuştur.

Başka bir giyim deneyinde, deney kişiler, bir yürüyüş bandı üzerinde 5.6 km/saat hızda 40 dakika kadar yürümüşlerdir. Egzersiz sırasında üst vücuttan gerçekleşen ter kaybında yün giymek ve polyester giymek arasında fark bulunmamıştır. Ancak, yün elbiseler, polyester giysilerden önemli derecede daha çok ter çekmişlerdir. Aynı şekilde kişiler, 10 dakika ila 30 dakika arası bir periyot süren egzersiz sırasında yün giyerken polyester giyerkenki duruma göre daha az yapış yapış ve daha sıcak hissettiklerini bildirmişlerdir (Bkz. Şekil 3.20 ve 3.21).



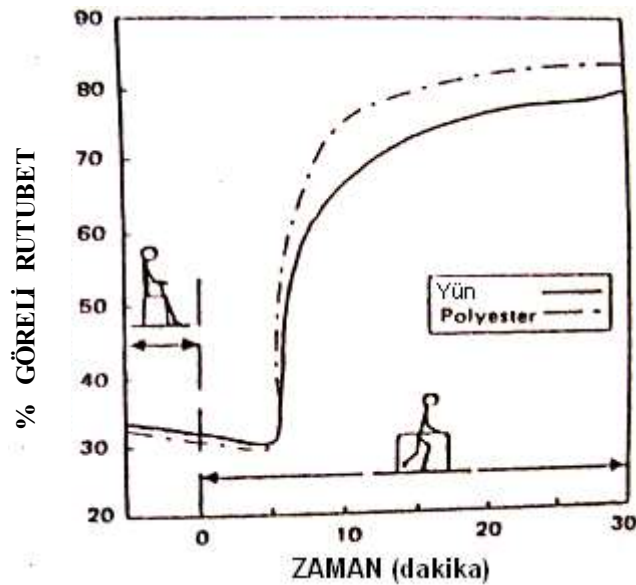
Şekil 3.20 : Aktivite Sırasında Yapış Yapışlık Algısı



Şekil 3.21 : Aktivite Sırasında Sıcaklık Algısı

Aktiviteler sonrasında, higroskopik giysiler tarafından gerçekleştirilen nem tamponlama periyodunun uzunluğu ve rutubet artışı gecikmesinin büyüklüğü, kumaşın giyside mikroklimadaki nem oluşum (birikim) hızına göre nem uzaklaştırma kabiliyetiyle bağlantılıdır (mikroklimadaki nem oluşum hızı, çevre-hava koşullarıyla, giysi malzemesi ve stiliyle, ve kişilerin egzersiz yoğunluğuyla ilişkilidir). O yüzden, literatürde bildirilmiş giysi tamponlama efekti ile ilgili görünüşteki çelişkiler, büyük oranda araştırmalarda kullanılan iklim ve egzersiz koşullarındaki farklardan kaynaklanmaktadır.

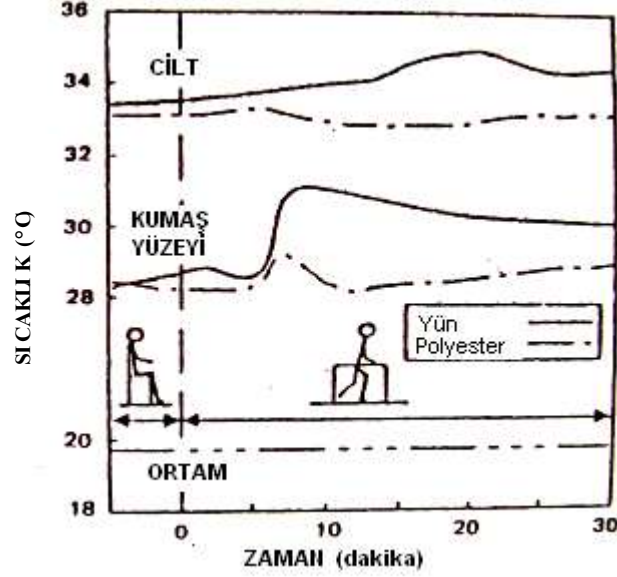
Egzersiz sırasındaki sıcaklık-düzenleyici tepkiler üzerinde lif higroskopisitesinin etkisinin bir araştırmasında, Li ve Holcombe, 20°C sıcaklık ve %35 rölatif rutubette bir giyside nemlenmesi gerçekleştirerek suretiyle yünü polyester ile karşılaştırmışlardır. Deneklere, ağırlığı her bir bireyin yaş-ağırlıklı maksimum kalp atış hızının %70'i kadarlık bir kalp atış oranı elde etmek için ayarlanmış bir yükte, bir bisiklet ergometresi üzerinde pedal çevirerek egzersiz yaptırılmıştır. Giysilerinin mikroklimada ölçülen rölatif rutubetini, polyester giyerken, yün giyerkenki duruma göre daha hızlı yükseldiği bulunmuştur (Bkz. Şekil 3.22). İkiisi arasındaki fark, egzersiz sonrasında 10 ila 20 dakika arası periyotta belirgin olmuştur [2].



Şekil 3.22 : Giysi Mikroklimasında Ölçülen Göreceli Rutubet

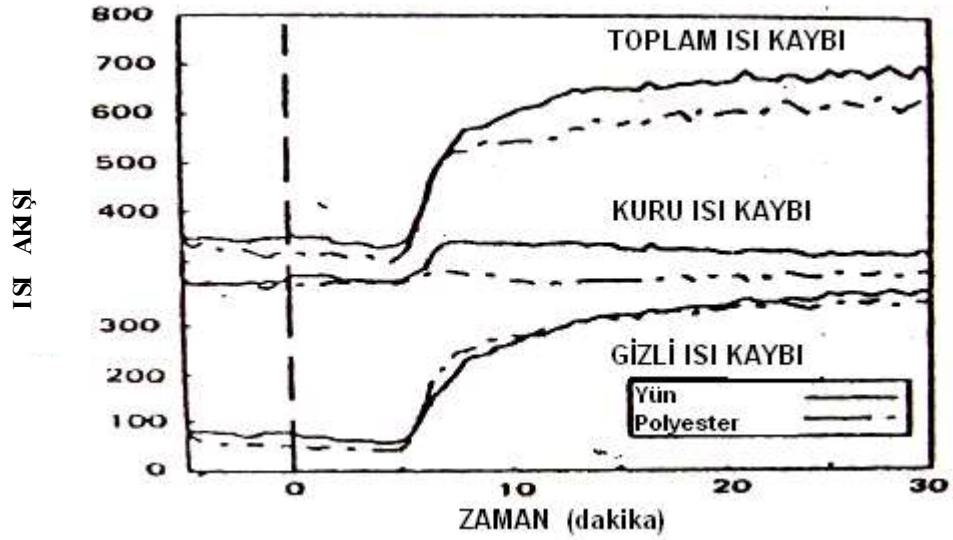
Cilt ve kumaş yüzeyinde ölçülen mukabil (tekabül eden) sıcaklıklardan, yazarlar, yün ve polyester giymek arasındaki belirgin farkı gözlemlemişlerdir. Terleme sonrasında, elbise sıcaklığı ve mukabil cilt sıcaklığı, Şekil 3.23'te gösterildiği gibi yün giyerken,

pol yester gi yerkenki duru na göre öne mli derecede daha fazla art mıştır. Fark gittikçe gerçekleşen 2 azalış arasındaki farkı izleyerek terle nenin başla nısından sonraki ilk 20 dakika için istatistiki olarak anla nılmıştır. Diğer yandan, yün gi yerken vücut-içi sıcaklık daha yavaş artıyor görüldüyse de, ortalama vücut-içi sıcaklığı yün ve pol yester gi yme koşulları arasında anla nılmış bir fark göster memiştir.



Şekil 3.23 : Akti vite Sırasında Glt ve Ku maş Yüze yi ndeki Sıcaklık De ği şim leri

Yazarlar, ölçülmüş sıcaklık ve nem farklarına göre gi ysi dış yüzeyi ndeki kuru ve potansiyel (gi zli) ısı akışlarını hesaplamışlardır. Şekil 3.24'te res nedi l di ği gi bi, kuru ve gi zli akışlar arasında, terle nedden önce fark gözlen memiştir. Terle ne sonrası, gi ysi dış yüzeyi ndeki kuru ısı akışı yün gi yilen durumda pol yester gi yilen durumdaki nden anla nılmış derecede daha yüksektir. Yün ve pol yester arasında gi zli ısı akışı bakı mından anla nılmış bir fark bul unmamıştır. Terle ne sonrası bir el bise ni n dış yüzeyi ndeki topl a m ısı akışı, egzersiz peryodunun sonuna kadar yün ile pol yester ile gerçekl eşenden %13 ci varı nda daha fazladır; bu fark 0.01 düzeyi nde anla nılmıştır.



Şekil 3.24 : Aktivite Sırasında Dış Giysi Yüzeyinden Gerçekleşen Isı Akışları

Bu neticeler, ‘lif higroskopisitesi’ nin, geçici egzersiz periyodu sırasında vücudun termal tepkisi ve vücut-giysi sisteminin ısı dengesi üzerinde önemli bir etkisi olduğuna işaret etmektedir. Terleme başladığında, yüksek higroskopik lifler, önemli miktarlarda ter absorbe ederler ve sıcaklıkları yayımlanan sorbsiyon ısısından dolayı artar. Yükselen kumaş sıcaklığı, daha yüksek cilt sıcaklığına uyarak ve ter oranını artırarak vücut ile etkileşir.

Terin bir kısmı daha, kumaş tarafından absorbe edilir, ve bu durum sorbsiyon ısısı yayılımına ilave yapar ve elbise dış yüzeyindeki kuru ısı kaybını artırır. Böylece, vücut, egzersiz sırasında daha fazla ısı atabilir. Polyester gibi düşük higroskopik lifler tarafından nem sorbsiyonu ve yayımlanmış sorbsiyon ısısı oldukça düşüktür. Elbise içinde varolan terin çoğu sıvı şeklindedir ve bu terin elbiselerin dış yüzeyindeki kuru ısı kaybı üzerinde az bir etkisi bulunmaktadır. O nedenle, düşük higroskopik liflerden mamlu giysinin rolü daha pasiftir ve egzersiz sırasındaki ısı kaybını artırışı daha azdır [2].

Giymesinde higroskopik kumaşların su buharı tamponlama özellikleri, teorik modellerle ve giyimdenemeleriyle araştırılmıştır. Hem teorik kestirimler, ve hemde gözlemler göstermiştir ki, yün gibi yüksek higroskopisiteye sahip lifler, polyester gibi düşük higroskopisiteli olanlara göre belirgin derecede daha fazla ter absorbe ederler. Yün kumaş, polyester kumaşa göre, mikroklimodan daha fazla nem uzaklaştırır, ve giyimdenemelerinde cilt üzerinde biriken nemden dolayı duyulan rahatsızlık algısını azaltır. Kestirim tekniği önceden yayımlanmış giyimdenemeleri ne

uygulanmış, farklı giyim koşullarında gözlenen sonuçları açıklamada kullanılmıştır. Hi groskopi k tanponlama, kuru çevre şartlarındaki giyim sırasında, yani hafif-orta aktivite koşullarında etkindir [38].

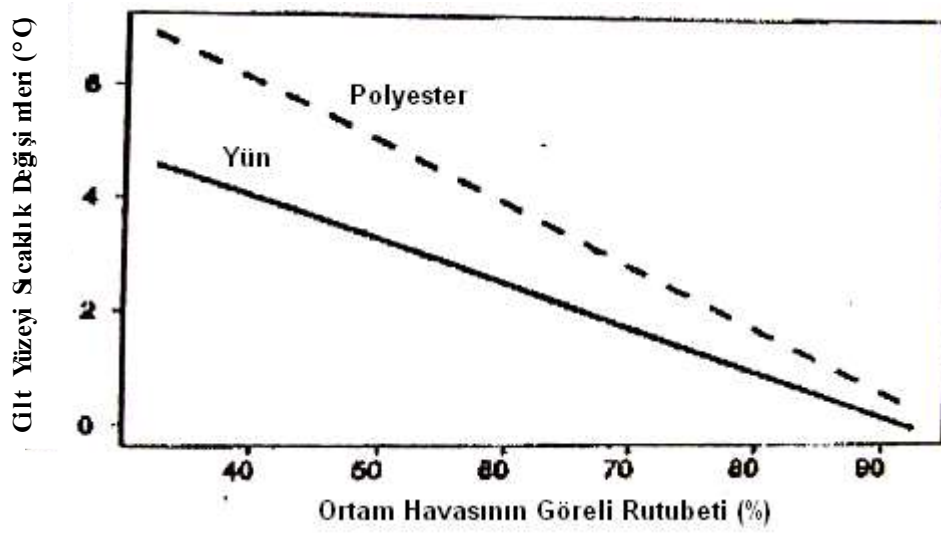
3.4.5.6 Çevresel tanponlama

Çevresel değişimlerden kaynaklanan rutubet geçişkenlikleri sırasında, hi groskopi k giysinin tanponlama efektinin, giyen kişinin termal dengesi ve konforu üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Genellikle, kişi, dış termal çevrede çeşitli ani ve büyük değişimler yecrübe eder. Örneğin, bir kişi kılmalı bir iç mekan ortamından sıcak ve rutubetli yaz dış mekan ortamına yürüdüğünde, sıcaklık ve rutubet bakımından 10 C sıcaklık ve %30 rölatif rutubetten daha fazla farklara maruz kalabilir. Soğuk bölgelerde, kılmalı iç mekan ortamıyla dış mekan kış ortamı arasındaki sıcaklık farkı 20 C'den daha fazla olabilir. İşte giysi, böyle ani ortam(çevre) değişimlerine karşı vücudu korumak için çok önemli bir bariyerdir.

Bir elbisenin yüzeyine temas eden bir yağmur damlacığının fiziksel sürecinin analizi neticesinde, kuru giysi yüzeyi ve yağmur damlacıklı yüzey arasında sıcaklık ve rutubet bakımından önemli farklar bulunduğu saptanmıştır. Farklar, çevre-hava sıcaklığının ve çevre-hava rölatif rutubetinin bir fonksiyonudur. Çevre-hava rölatif rutubeti düştükçe, sıcaklık farkı büyür. Bu farklardan dolayı, yağmur damlacıkları bir giysi üzerine etki ettiği anda giysi dış yüzeyindeki sıcaklık azalabilecek ve rölatif rutubet %100'e yükselcektir.

Böyle dinamik değişimleri bir giysi yüzeyindeki sınır şartlarında tanımlamak suretiyle, yün ve polyesterden mal tek-kat bir elbisenin tanponlama efektinin büyüklüğü, giyside ısı ve nem taşınım proseslerini ve onların sıcaklık-düzenleyici sistemiyle etkileşimini simüle eden bir model kullanmak suretiyle kestirilmiştir (tahminlenmiştir). 25 C sıcaklıktaki bir çevre-hava sıcaklığında ve %30'dan %90'a kadar değişen bir rölatif rutubette, bir kişi yün ya da polyester elbiseler giydiği ve ani den yağmura tutulduğu zaman, cilt yüzeyindeki sıcaklık değişimi kestirilmiştir ve Şekil 3.25'te gösterilmiştir. Yün giyerken gerçekleşen cilt sıcaklığı değişimlerinin, polyester giyildiğinden daha küçük olacağı kestirilmiştir. Çevre-hava rölatif rutubeti arttıkça, sıcaklık değişimi her iki lifi giyerken de daha küçük hale

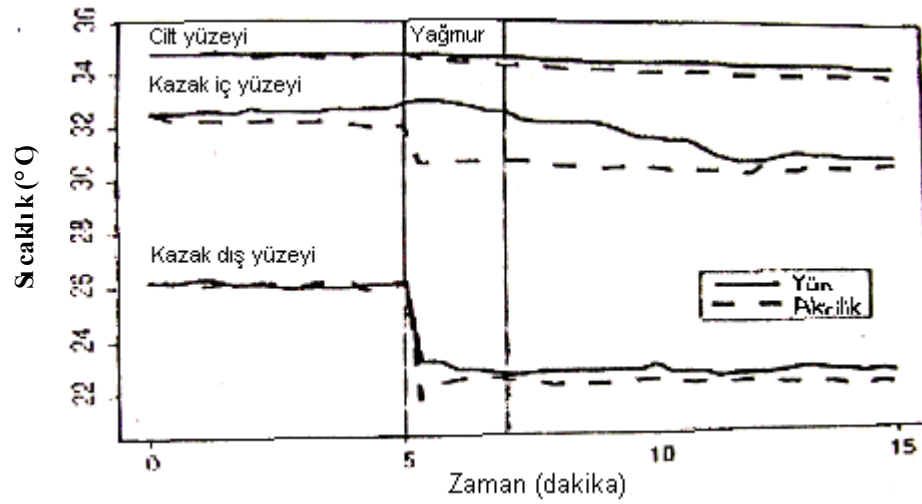
gelmiştir. Aynı zamanda, yün ve polyester arasındaki cilt sıcaklığı değişimi farkları, artan çevre-hava rölatif rutubeti ile azalış göstermektedir.



Şekil 3.25 : Yağmur Esnasındaki Cilt Sıcaklığı Değişimi

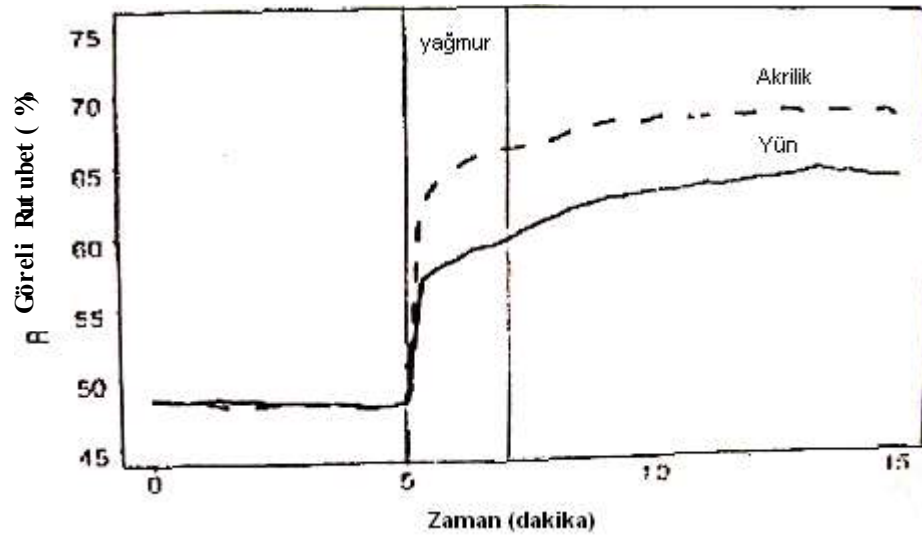
Bu kestirimler, yağmurlu-soğuk'a karşı tamponlama bakımından yün ve polyester lifler arasında -higroskopisitenin sınırlarını gösteren- farklar olduğunu ileri sürmektedir. Higroskopisite bu sınırlar arasında olan pamuk ve akrilik gibi başka tekstil lifleri için tamponlamanın etkililiğinin higroskopisiteyi boyutlarıyla ilişkili olması beklenir. Lif daha higroskopik oldukça, tamponlama efekti de daha güçlü olacaktır.

Bu kestirimleri sınamak için yün ve akrilik kazaklar kullanılarak bir dizi fizyolojik giyim deneyleri gerçekleştirilmiştir. Cilt yüzeyinden giysi iç yüzeyine, giysi iç yüzeyinden giysi dış yüzeyine kadar mevcut sıcaklık profili, Şekil 3.26'da gösterildiği gibi, ölçülmüştür. Yağmur başladığında, kazakların yağmur damlalarının direkt olarak vurduğu dış yüzeyindeki sıcaklık 1 dakika içerisinde yaklaşık 3-4°C düşmüştür. Yün kazaklarda, sıcaklık düşüşü akrilik kazaklarda olduğundan daha küçük olma eğilimindedir. İç yüzeyde, yün ve akrilikliyi arasındaki fark daha aşırıdır. Yün'de sıcaklık 10 dakika boyunca yavaş yavaş düşerken, Akrilik'te, hızlı bir sıcaklık düşüşü (1 dakika içerisinde 1,2°C civarında) gözlenmiştir. Bu farklar, cilt yüzeyi düzeyine kadar sürmüştür. Denek kişi akrilik giyerken, cilt sıcaklığı yün giyerkenki durumda göre daha fazla azalmıştır (%08 düzeyinde anlamlı) [2].



Şekil 3.26 : Yağmur Esnasındaki Sıcaklık Profili

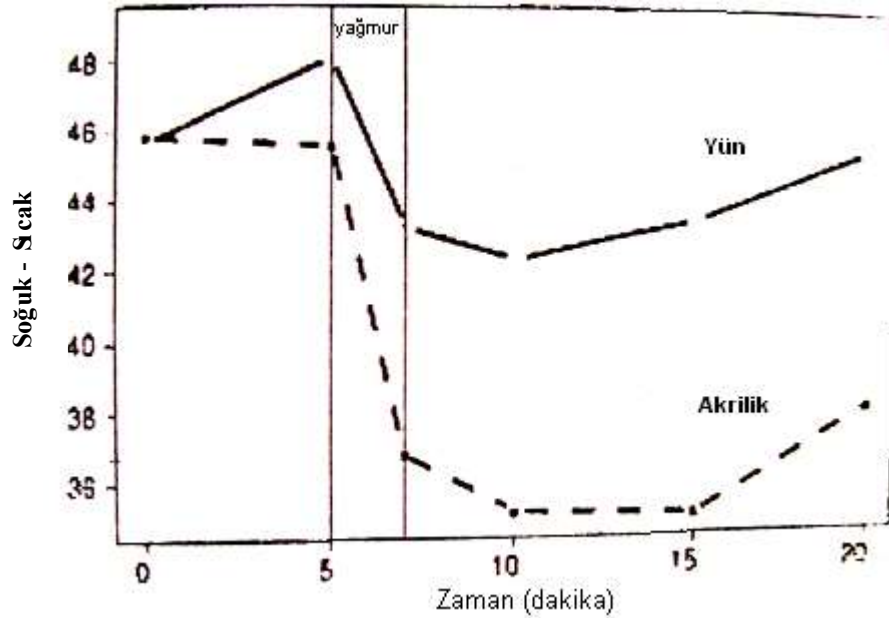
Her iki kazağın cilt yüzeyindeki ve iç yüzeyindeki mukabil rölatif rutubetleri de ölçülmüştür (Bkz. Şekil 3.27). Her iki yüzeyde de, yağmurun ilk dakikası sırasında rölatifrutubet hızlı biçimde artmıştır, sonra yavaşça yükselmeye devam etmiştir. Yün ve akrilik arasındaki rutubet artışı farklılıkları yağmur sonrası %9 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Akrilik giyerken, rutubetteki artış yün giyerkenki durumdan daha fazla ve daha hızlı olmuştur. Bu deney sonuçları, yün gibi yüksek higroskopik liflerin, sıcaklıktaki ve rutubetteki ani değişimlere karşı vücudu daha etkili tamponlayabildiğine dair kestirimleri doğrular niteliktedir.



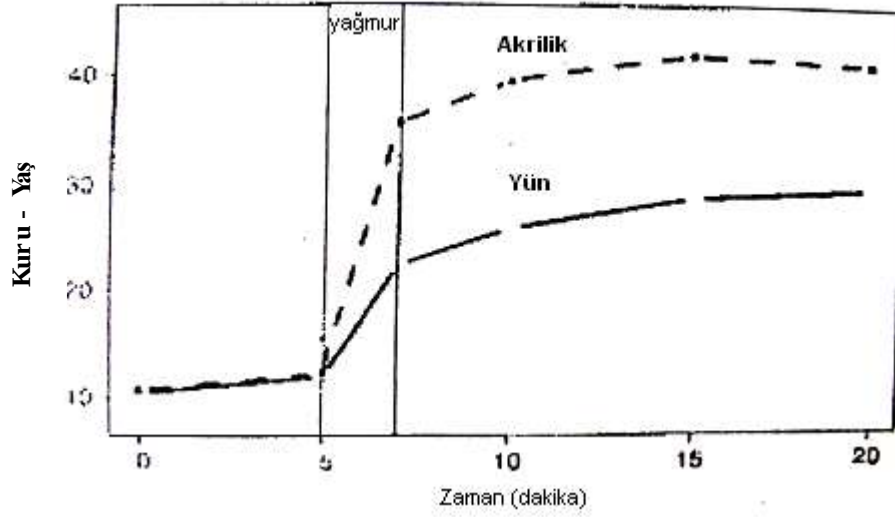
Şekil 3.27 : Yağmur Esnasında Gysi Mikroklimindeki Görel Rutubet

İlave olarak tamponlama efektinin ‘algılanabilir’ olup olmadığını sınınamak için bir dizi giyimdenemeleri gerçekleştirilmiştir. 20 kişi üzerinde, sıcaklık, yaşlık ve konfor hakkındaki öznel puanlamalar elde edilmiştir. Yün ve akrilik kazaklar arasında sübjektif derecelendirmeler bakımından önemli farklar bulunmuştur. Yağmur başlarken sıcaklık algısı yok olmuş ve yaşlık algısı epeyce artmıştır, ve yağmur kesildikten sonra yavaşça toparlanmıştır, Şekil 3.28’de görüldüğü gibi. Sıcaklık algısındaki düşüş (Şekil 3.28a) ve yaşlık algısındaki artış (Şekil 3.28b), yağmurun termal, nem ve konfor algıları üzerindeki etkisinin algılanabilir olduğuna ve yün kazakların akrilik kazaklardan daha güçlü bir tamponlama efekti bulunduğuna işaret edercesine, akrilik kazaklarda yün kazaklara göre epeyce fazladır.

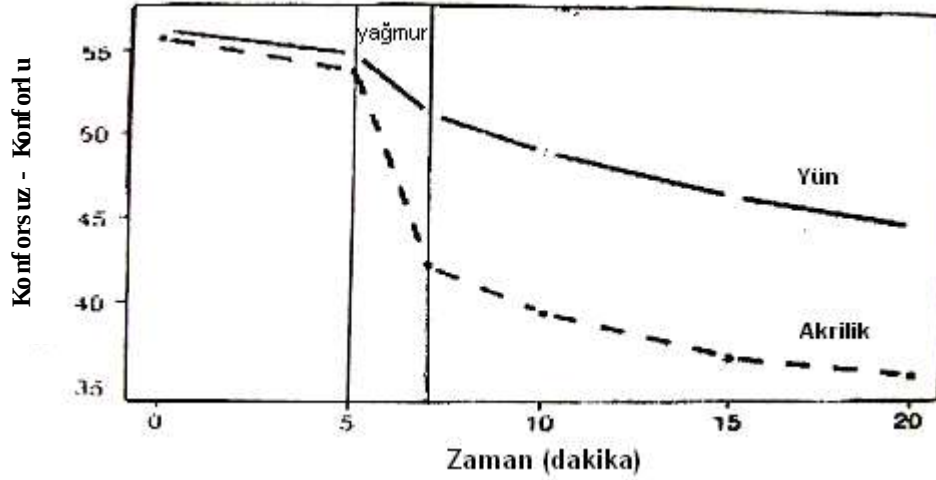
Aynı zamanda, toplam konfor algısı yağmur esnasında hızlıca azalmış, ve sonra azalmaya devam etmiştir (Şekil 3.28c). Yün ve akrilik arasında önemli farklar gözlenmiştir. Akrilik kazaklar giyilirken, toplam konfor reytingleri yağmur esnasında yün kazaklar giyildiği durumdakinden daha hızlıca düşmüştür, bu durumda yünün sıcaklık ve nemdeğişimine karşı tamponlama efektinin kişilerin toplam konfor algısı üzerinde bir etkisi olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 3.28a : Yağmurda Sıcaklık Algısı



Şekil 3.28b : Yağmurda Yaşlık Algısı



Şekil 3.28c : Yağmurda Konfor Algısı

3.4.6. Kumaş mekanik özellikleri ve dokunsal-basınç duyuları

Giyi termal ve nem konforu sahasından farklı olarak, giysi dokunsal ve basınç konforu'nun fiziksel mekanizmaları henüz tam gelişmemiştir. Ancak, lif'ten-kumaş'a özellikler ve çeşitli dokunsal ve basınç duyuları arasındaki ilişkiler hakkında epeyce bir miktarda araştırma çıktıları rapor edilmiştir.

Literatür genellikle Giysi Konforu'nu 3 ayrı kategoriye sokar: (a) Termal Konfor, (b) Dokunsal Konfor, ve (c) Estetik yada Psikolojik Konfor. Bunlardan Termal Konfor, birincil olarak, giymiş insan vücudundan gerçekleşen ısı dağılımının etkililiğiyle ilgilidir. Giyim kumaşının termal direnci, su buharı geçirgenliği, sıvı su transportu

giyim termal konfor performansı nı belirleyen özelliklerin, çeşitli transport özellikleri yle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Hatta daha sonra bu özelliklerin, büyük oranda, bütünü teşkil eden liflerin iplik içerisinde nasıl paketlen di ği yle belirlendi ği söylenmiştir. Diğer yandan, ‘dokunsal konfor’, giysi malzemesi yle insan vücudu arasındaki mekanik etkileşimle alakalıdır. Fakat mekanik etkileşimle ilgili bilgi birikimimiz yetersizdir, ve kumaş fiziksel özellikleri yle dokunsal konfor arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaya yönelik herhangi bir girişimin, etkileşimin temel modlarının kalitatif izahıyla sınırlı çok temel yapıda bir çalışma olması gerekmektedir.

Yine de, fiziksel etkileşime dair basit bir düşünce bile, giymi bir insan vücudunun daha karışık bir mekanik yüke maruz kalacağını hemen ortaya koyabilir. Bu kompleks yük, giysinin ağırlığı, yada vücut hareketine uyum sağlamak için giysi kumaşının deformasyonuna eşlik eden yük olabilir. Yük, vücutta, birkaç cilt-kumaş temas bölgesinden iletilir. Temasın ayrıntılı mikroskopik tabiatı, kumaş yüzey karakteristikleri yle belirlenir, bu yüzden de temelde lif tipi yle değişir. Dokunsal konfor, esas olarak kumaş içerisinde ne kadar yük ortaya çıktığı nın ve cilt üzerinde nasıl bir dağılım gösterdiği nin bir sonucudur.

Normal giyim koşulları altında dahi, giysi kumaşı üzerine pekçok deformasyon çeşitleri etki eder: esneme, eğilme, kesilme, basılma, vb. Gerçekte, günlük aktivitelerimiz sırasında çeşitli giysi deformasyonlarıyla karşı karşıya kaldığımız bilinmeyen birşey değildir. Örneğin, Kırk ve İbrahim tamdiz bükümü esnasında dizcivarındaki kumaş esnemesinin %50’den daha büyük olabildiğini söylemiştir. Vücut hareketinin kolaylığı ve bir vücut hareketi sırasında kumaş içerisinde oluşan yükün düzeyi, açık biçimde kumaş mekanik özellikleri yle alakalıdır, ve bu yüzden, bir giysi konforu araştırması kumaş mekanik özelliklerini hesaba katmak zorundadır.

Kumaş mekanik ve yüzey özelliklerinin incelenmesi, bir dizi polyester/pamuk karışımı üzerinde gerçekleştirilmiş, ve birkaç sonuç vermiştir. Normal giyim koşullarında karşılaşılan deformasyon aralığında, hem gerilim ve hem eğilimdeki kumaş mekanik davranışı, birincil olarak iplikler arası sürtünmeye ve iplik eğilim özelliklerine bağlıdır. Sürtünme davranışı, görece olarak lif tipine az bağımlılık gösterir, fakat eğilim özellikleri lif tipine çok bağımlıdır, çünkü iplik paketlenme yoğunluklarındaki farklılıklar lif tipinden ileri gelir.

Kumaşların yanal basılma davranışı, pamuklu kumaşın basılma ya en yüksek direnç gösterdiğini, ve direncin kumaşlardaki polyester muhteviyatıyla birlikte azaldığını göstermiştir. Bu durum kumaş yüzeyindeki dışa dönük liflerin sayısının pamuk muhteviyatıyla artacağı gerçeğiyle alakalıdır. Bu da, peşpeşe, pamuk liflerini niplik yapısında düşük paketlenme yoğunluğuna kadar uzanabilir. Pamuklu kumaşın yüzey liflerinin çok sayıda olması, kumaş-kumaş sürtünme katsayısını artırıcı, fakat kumaş-lastik sürtünme katsayısını düşürücü bir etki yapmaktadır [39].

3.4.6.1. Kumaş batıcılığı (Fabric Prickliness)

Kumaş-kaynaklı batma, cilde-bitişik giyilen giysi için en sınırlı bozucu rahatsızlık duymu olarak teşhis edilmiştir. Kumaş batması algısının nörofizyolojikte meli iyi belirlenmiştir. İnsan cildinde, 0.75 mN civarında bir kuvvet eşikliğiyle tetiklenen ve batma duyumundan sorumlu özel bir acı sınırı bulunur. Kumaş yüzeyinden dışarıya doğru uzanan her bir yüzey (çıkıntı) lif ucu, cilde temas ederken acı sınırı uçlarını tetikler. Bir grup acı sınırından gelen tepkilerin toplamı, eşik değeri aştığı zaman batma duymalarının algılanması gerçekleşir.

Yapılan subjektif testlerde, denek kişilerin çoğunun, yüksek yük taşıyan lif uçlarının 10 santimetre kare başına 3 taneden daha az bir yoğunlukta olduğu kumaşlardan batma algıladığı gözlemlenmiştir. Kumaş batması algısının yoğunluğu (şiddeti), kumaş yüzeyindeki yüksek yük taşıyan lif uçlarının yoğunluğunun ve kumaş ve cilt arasındaki temas alanının bir fonksiyonudur. Bu da, lif mekanik özelliklerinin ve kumaş yüzey özelliklerinin her ikisinin de kumaş-kaynaklı duymaları belirleyen önemli faktörler olduğunu göstermektedir.

Çıkıntı lif uçlarının kritik eğilme yükü, P_e , acı reseptörlerini tetiklemekten sorumlu uyarılar olarak teşhis edilmiştir. Ve şu şekilde ifade edilebilir:

$$P_e = \pi^2 (EI/4l^2) \quad (3.16)$$

burada, E , lifin Young modülüdür;

I , eylemsizlik momentidir ($I = \pi d^4 / 64$, bir dairesel kol için); ve,

l , çıkıntı lif uçlarının uzunluğudur.

Subjektif batma algısı, lif çapı, kumaşın görüldüğü işlem ve kumaş terbiyesi arasında şöyle bir ilişki bulunur:

$$MPE = -3,65 + 2,83 (\text{çap}) - 0,60 (\text{işlem}) - 0,25 (\text{terbiye}) \quad (3.17)$$

Burada MPE, ‘ortalama batma kestirimi’dir. ‘İşlem’, işlemgörmemiş kumaş için ‘0’ şeklinde, ve Kroy/silikon işlem görmüş kumaş için ‘1’ şeklinde kodlanır. ‘Terbiye’, buharlı relaksasyon terbiyesi için ‘0’ ve bir sulu yıkanma için ‘1’ olarak kodlanmaktadır. Bu denklem sübjektif algının lif çapı ile arttığını, ve anti-batma işlemi ve terbiye prosesleri tarafından lif-lif sürtünmesi düşürülmesi ile azaldığını göstermektedir.

Başarılı terbiye proseslerinden kaynaklanan kumaş batıcılığındaki azalışlar ve artışlar farkedilebilecek derecede olmaktadır. Tek-plaka örnek kumaşların batıcılığı, bir eşik değeriinden büyük çaplara sahip liflerin yüzdesi ile korelasyon içersindedir. Aynı zamanda, benzer lif çapı dağılımlarına sahip kumaşların, yakın batıcılık düzeylerine sahip oldukları da bilinmektedir. Farklı lif çapı dağılımlarına sahip tek-plaka örnek kumaşların batma duyularının, kumaşın birim alanına düşen kalın lif uçlarının yoğunluğundan kestirilebileceği bulunmuştur. Belli bir eşik değeriinden büyük çaptaki lif uçlarının yüzdesi, temel faktör olarak saptanmıştır.

Dokuma kumaşlarda kumaş batıcılığını etkileyen 3 faktör, lif çapı, kumaş örtü faktörü, ve terbiye olarak teşhis edilmiştir.

Kumaş mekanik özelliklerinin rahatsızlık duyularına etkisi üzerine giyim denemeleriyle yapılan bir araştırmada, kumaş batması duyusunun lif çapı, düşük yüklenedeki kumaş kalınlığı ve kumaş yüzeyi pürüzlülüğü ile pozitif korelasyon içinde olduğu bulunmuştur.

3.4.6.2 Kumaş kaşındırıcılığı (Fabric Itchiness)

Kumaş batmasına benzer olarak, ‘kaşındırma’nın da bazı yüzeysel ağrı reseptörlerinin aktivasyonundan kaynaklandığı bulunmuştur. Batan bir kumaş, genellikle kaşındırma duyumu vasfına da sahiptir. Birkaç fizyolojik giyim deneğinde, giysideki kaşındırıcılığın algısının batıcılığın algısı ile yüksek korelasyon içersinde olduğu bulunmuştur. Her iki duyum da, dokunsal duymasal faktör içersinde sınıflandırılmaktadır. O nedenle, kumaş batıcılığına etki eden faktörlerin kumaş kaşındırıcılığını da etkileyeceği beklenebilir.

Kumaş uzama kabiliyeti, kumaş yüzey tüylülüğü ve ısı yalıtım gibi fiziksel özelliklerle, giyim deneyimlerinden elde edilmiş olan rahatsızlık algıları arasında bağlantı kurmaya çalışılmak zorundadır. Rahatsızlık algıları, genellikle birden çok fiziksel faktörün ortak etkisinden kaynaklanırlar. Uygulamaya baktığımızda ise, örneğin, gıdıklanma hissi vereni veren temel faktör gözönüne alınır, ve kumaş tüylülüğüne bakılır. Fakat aslında giysi beden uygunluğu (yada kalıbın bedene oturması) da önemli bir faktördür. Beden uygunluğu, kumaş ve cilt arasındaki bağli hareket miktarını belirler, ve kumaş cilt üzerinde ne kadar çok defa hareket ederse, giyen insan o kadar çok gıdıklanma hissi duyar.

Birden çok özelliğin bir cilt algısına etki ettiği biliniyorsa, bu özelliklerin ağırlık faktörleri son değerlendirme yapılabilmek için uygulanmalıdır. Bu durum bir kumaş fiziksel düzenekler test edildiğinde, daha önemli özelliklerin, az önemli özelliklerin gölgesinde kalması açısından önemlidir [3].

Kaşıncılık algısının, lif çapı, düşük ve yüksek basınçlardaki kumaş kalınlığı, ve kumaş yüzey pürüzlülüğü ile korelasyon içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Pekçok çalışma açıkça göstermiştir ki, terlemenin olmadığı pekçok normal giyim koşullarında, farklı giysilerin algılanma düzeyleri arasındaki farklar çok küçüktür. Çok kaygan ve düzgün yüzeyli giysi kumaşlarının her daimsoğuk ve nemli olması, yada muhtemelen çok pürüzlü ve kaşıncı kumaşın da iklim veya insan aktivitesine bağlı olarak yine bu duyuları verecek olması gibi kural istisnaları vardır. Diğer yandan, günümüzün en yaygın giysileri üzerinde algılama-kontrollü giysi araştırmaları göstermiştir ki, bu giysiler orta dereceden çok fazla'ya kadar bir terlemenin bir sıcaklatan yada üşüten sıcaklıkla bileştiği hallerde ve genelde insan aktivitesindeki bir değişimle birleştiğinde 'rahatsız' olarak duyulanmaktadır.

Giysi içi terleme, %10 ila %20 arası çok az bir miktar su birikimine neden olur. Giysinin, giysi-cilt arayüzeyinde bu nem düzeylerini tutabilme kabiliyetindeki farklar, bazı kumaşların ciltle çok yüksek temaslarının olduğu kadar, bu rahatsızlık duyularını artıran ana giysi özellikleridir.

Terleme başlangıcı, termal, metabolik yada hissel yoldan tetiklenebilir, ve normal giyimde, kapalı & açık hava giyiminde bu olayın gerçekleşme sıklığı, kaydedilebilecek konfor farkları için pekçok elverişli durum vermektedir. Glt

üzeri ndeki ne mdüzeyleri, havanın sıcaklığı, havanın bağıl nemini, veya giyinen kişinin metabolik düzeyi değiştiği zaman, bu duyumlar kolaylıkla hissedilir. Duyum Değişim marası iyi uyum küçük çaplı giyimden emelleriyle dahi, algıların çok evrensel olduklarını ve pekçok giysi opsiyonunun normal giysi giymi sırasındaki bu duyumları mini mize etmek için işe yarayabileceğini akla getir mektedir [40].

3.4.6.3. Kumaş sertliği (Fabric Stiffness)

‘Shirley Bending Tester’ kullanılarak yapılan eğilme-histerizi ölçüm emellerinden elde edilen ‘elastik rijitlik’in, kumaş sertliğinin sübjektif kestirimi ile iyi korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Sübjektif sertlikteki ve elastik rijitlik arasında logaritmik lineer ilişki bulunmaktadır.

Daha yeni araştırmalarda, sertliğin objektif ölçüsü olarak, ‘Cantilever’ ile ölçülen ‘elastik rijitliği’ yerine, ‘Cusick Drape meter’ vasıtasıyla ölçülen ‘dökümülük katsayısı’ seçilmiştir. Dökümülük katsayısının kullanılması nın temel sebebi, kriterlerin bir insanın ki ne benzer tüneşik bir ölçü sunabilmesi olarak gösterilmiştir. ‘cantilever’ reddedilmiştir, çünkü ölçüm emeller ‘tarafı’ ve büyük sapmalıdır. Yine bu yeni yaklaşımda da, sübjektif sertlik kestirimi ve dökümülük katsayısı arasında iyi bir logaritmik lineer ilişki elde edilmiştir.

Kumaş sertliği, Kawabata ve Nwa’nın Japonca’da “KOSHI” olarak adlandırılan kendi kumaş tuşesi değerlendirme sistemi tarafından kullanılan primer tuşe ifadelerinden biri olarak tanımlanmıştır.

Literatürde yaygın olarak kullanılan ‘sertlik’ ile ilişkili objektif olarak ölçülebilir fiziksel özellikler, eğilme sertliği, kalınlık, alansal yoğunluk, kesme sertliği/histerizi ve basılabilirlik olarak özetlenebilir.

Giysi sertliğinin sübjektif değerlemelerini, 3 çeşit mekanik özellik ile ilişkili olduğunu tespit edilmiştir [2]:

- Lif çapı ve kopma gerilmesi yükü;
- Düşük ve yüksek basınçta kalınlık, basılma enerjisi-kalınlık eğrisi, basılma-kalınlık eğrisinin eğimi ve basılma esnekliği(resilyans)-kalınlık eğrisi, gibi kumaş basılma özellikleri;

c. Ortalama sürtünme katsayısı ve sürtünme katsayısının ortalama sapması gibi kumaş sürtünme özellikleri.

3.4.6.4 Kumaş yumuşaklığı (Fabric Softness)

Kumaş yumuşaklığı, müşteriler tarafından giysi konforunu tarif etmede en sık kullanılan terimlerden biridir. Kumaş yumuşaklığı, kumaşın kullanıma ve son kullanıma bağlı olarak, kumaşların basılması ve/veya pürüzsüzlüğü ve elastikiği ile ilişkilendirilebilecek pek çok anlama sahiptir.

İlk zamanlarda, kumaş yumuşaklığı, eğilme uzunluğu ile ölçülebilen ‘sertlik’in zıttı olarak ele alınmıştır. Daha sonraları, yumuşaklık, kalınlık testleriyle ölçülen sıklığın veya katılığıntersi olarak kabul edilmiştir.

Daha yeni bir yaklaşım kumaş yumuşaklığını, kumaşın ‘basınca yenilme kolaylığı’ olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşım göre, kumaş yumuşaklığı, sübjektif parmak-basınç testi ile takdir edilmektedir. Kumaşın basılma yükü ile sübjektif yumuşaklık algısı arasında Logaritmik Lineer İlişki tespit edilmiştir.

Yumşaklık algısı, kumaş basılması (uygun bir basınç artışıyla öz kalınlıktaki azalış olarak tanımlanır) ile yüksek korelasyon içersindedir. Öz kalınlık, ancak hissedilebilen bir basınca maruz kalmış bir kumaş tarafından işgal edilen boşluğun kalınlığıdır. Ayrıca, sübjektif yumuşaklığıni dokuma ve non-woven kumaşlarda kumaş kalınlığı ile korelasyon göstermekte, ve dokuma kumaşlarda (non-woven kumaşlarda değil) kumaş yoğunluğu ve özgül hacim ile korelasyon içersinde olmaktadır.

Kawabata’nın tuşe değerlendirme sisteminde, kumaş yumuşaklığı birincil tuşe değerlerinden biri olarak sayılmaktadır. ‘NUMERI’ye göre, yumşaklık, pürüzsüz, esnek ve yumuşak hislerinin bir kombinasyonundan gelen karışık bir histir. Bu tanıma uyan tipik kumaş, kaşmir liflerinden dokunmuş bir kumaştır. ‘FUKURAM’ boyutunda, yumşaklık, hacim, dolgun ve düzgün-biçimli izlenimlerinin bir kombinasyonundan gelen hisle ilişkilidir. Basılma ve kalınlıktaki bir esneklik özelliği, bir sıcaklık hissiyle birlikte, yine yumşaklıkla ilişkilendirilmiştir. ‘SOFUTOSA’ya göre, yumşaklık büyük oranda ‘NUMERI’ ve ‘FUKURAM’dan ve az miktarda da ‘KOSHI’ (sertlik)den gelen bir histir [2].

İngilizceye dolgunluk ve yumuşaklık olarak çevrilen FUKURAM, Kawabata tarafından tanımlanan birincil-tuşelerden birisidir. FUKURAM'nin, düşük basınçtaki kumaş kalınlığı (To), çelik-kumaş sürtünme katsayısı (MU), geometrik pürüzlülük (SMD) ve kumaş basılma enerjisi (WC) ile yakından ilişkili olduğunu bulunmuştur.

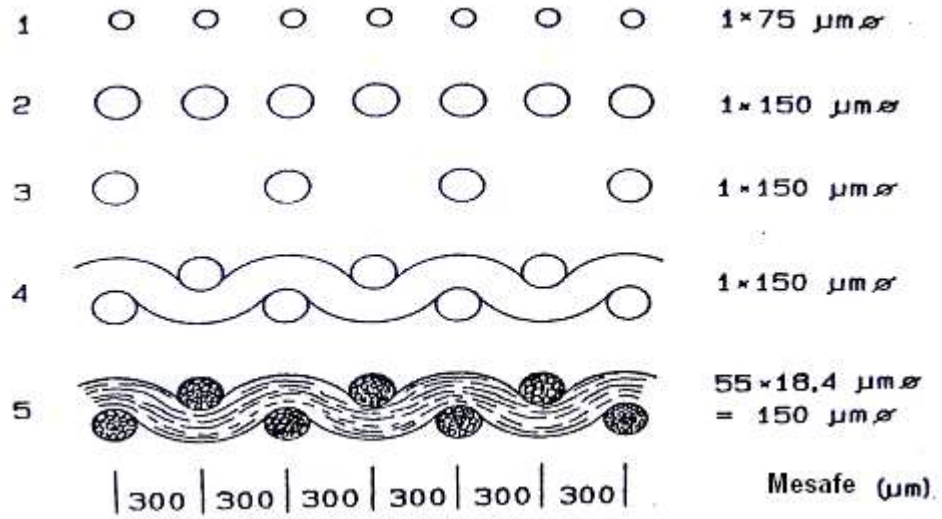
Literatürde yumuşaklık ile alakalı fiziksel özellikler şöyle özetlenebilir: Eğilme, basılma ve gerilme özellikleri, kesilme sertliği ve histerizi, alansal yoğunluk ve sürtünme.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, giyim esnasındaki sübjektif elbise yumuşaklığı algısının kumaş basılma özellikleri (düşük ve yüksek basınçlardaki kalınlık, rezilyans, ve basılma enerjisi-kalınlık eğrisi), kumaş gerilme özellikleri (maksimum uzağa, ve yük-uzağa eğrisinin lineerliği), lif çapı, ve kopma yükü ile korelasyon gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Bunlar, önceki araştırmalar tarafından saptanmış olan kumaş yumuşaklığının 3 yönünü yansıtır: basılma, elastikiyet ve pürüzsüzlük (düzgünlük).

3.4.6.5. Kumaş düzgünlüğü, pürüzlülüğü ve sürtünmesi

Bir kumaş cilt üzerinde hareket ettirildiğinde, cildin yer değişimi artar ve kumaş pürüzlülüğü ya da düzgünlüğü aklara gelir. Temas sırasında kumaş ve cilt arasındaki sürtünme ve mekanik etkileşim pürüzlülük, düzgünlük ve sürtünme algısını belirleyen temel faktörlerdir. Pürüzlülüğün ve sürtünmenin cilde-bitişik giyimin konfor performansını belirleyen önemli dokunsal duyumlar olduğu tespit edilmiştir. Düzgün bir yüzeye sahip bir kumaşla cilt arasındaki sürtünme, daha pürüzlü yüzeye sahip bir kumaşla cilt arasındaki sürtünmeden daha azdır. Gilt yüzeyindeki nem algılanan kumaş pürüzlülüğünün yoğunluğunu değiştirebilmektedir. Nemi muhteviyatı arttıkça, cildin sürtünmesi ve yer değiştirme artar, ki bu durum da daha çok dokunma reseptörünü tetikler. O yüzden, düşük rutubet koşulları altında konforlu (rahat) olarak algılanan bir kumaş, yüksek rutubet koşulları ya da terleme koşulları altında rahatsız olarak algılanabilir.

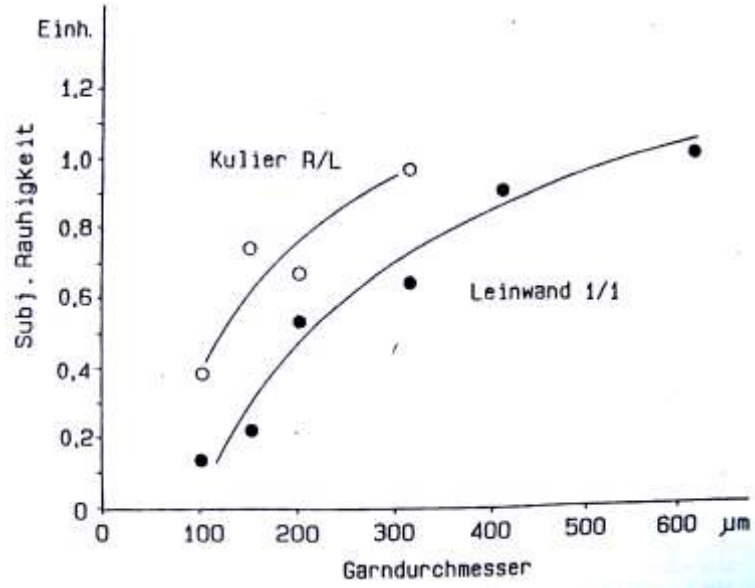
Pürüzlülük, yüzeydeki -geometrik olarak pürüzlülük öğelerinin ölçüsüyle ya da mekanik olarak sürtünme katsayılarıyla tarif edilebilen- düzensizlikler olarak tanımlanmaktadır. Bir pürüzlülük modeli, Şekil 3.29'da gösterilmektedir.



Şekil 3.29 : Ku maş lar ın Pür üzl ü l ü k M o d e l l e r i

Tek tel naylon filament dokuma ve ör me ku maş lar kullanılarak gerçekleştirilen bir dizi sübjektif algılama deneyi neticesinde, pürüzlülük algısının ‘pürüzlülük mesafesi’ (roughness spacing) ile belirlendiği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca Şekil 3.30’da gösterildiği gibi, pürüzlülük algısı iplik çapı ile logaritmik olarak azalmakta, ve aynı iplik çapında, ör me ku maş ‘daha pürüzlü’ olarak algılanmaktadır.



Şekil 3.30 : İplik Çap ının B ir F onk si y onu Oarak Pür üzl ü l ü k Ö z n e l A l g ı s ı

Pürüzlülük algısının, ku maş yüzeyi pürüzlülüğü (maksimum kuvvet, ortalama yüzey pürüzlülüğü katsayısı, ve yüzey pürüzlülüğü katsayısının sapması), basılma

özellikleri (yüksek ve düşük basınçlardaki kumaş kalınlıkları, ve basılma enerjisi-kalınlık eğrisi), ve kumaş gerilme özellikleri (maksimum gerilme uzaması, uzama iyileşmesi yükü) ile korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, sübjektif sürtünme algısı, kumaş gerilme özellikleri (maksimum gerilme uzaması, gerilme yükü enerjisi-uzama eğrisi, ve gerilme yükü-uzama eğrisinin eğimi), kumaş yüzeyi pürüzlülüğü (maksimum pürüzlülük kuvveti, ortalama yüzey pürüzlülüğü katsayısı, ve yüzey pürüzlülüğü katsayısının sapması), kumaş basılma özellikleri (düşük ve yüksek basınçlardaki kalınlık, basılma eğrisinin lineerliği, basılma enerjisi-kalınlık eğrisi, ve basılma-kalınlık eğrisinin eğimi) ile ilişkilidir.

Literatürdeki bulgular kumaş pürüzlülüğü (ve de, düzgünlüğü) algısının pürüzlülük, sürtünme, batma, kesme ve eğilme sertliği, kalınlık, ve alansal yoğunluk gibi objektif olarak ölçülen birkaç fiziksel özellikle ilişkili olduğunu göstermiştir. Kawabata'nın KES sisteminde, kumaş düzgünlüğü 'NUMERI' olarak adlandırılan ve düzgün, esnek ve yumuşak duyularının bir kombinasyonundan gelen karışım bir his olarak tanımlanan, önemli bir birincil tuşe özelliğidir. Tipik kumaş, kaşırmden mal bir dokuma kumaş olarak saptanmıştır.

Daha yeni bulgulardan birisi, kumaş düzgünlüğünün, düşük basınçtaki kumaş kalınlığı, geometrik pürüzlülük, eğilme rijitliği, basılma kalınlık eğrisinin lineerliği, kumaşı 5 N/cm²ye uzatma enerjisi, birim alan başına kumaş kütlesi, eğilme momentinin histerizisi, ve kumaşı 5kPa altında bastırma enerjisi ile ilişkili olduğudur.

Farklı liflerden mal kumaşlar arasında pürüzlülük ve batıcılık dereceleri bakımından önemli farklar olduğu tespit edilmiştir. Lif çapları 23 mikron'dan az ve elyaf hacimliliği 32 cm³/g'dan fazla olan kumaşlar, ortalama nispeten daha düzgün ve daha az batıcı olarak değerlendirilmektedirler. Lif çapları 34 mikron'dan fazla ve elyaf hacimliliği 21 cm³/g'dan az olan kumaşlar, daha sert ve daha batıcı olarak algılanmaktadır [2].

3.4.6.6 Giysi-beden uygunluğu ve basınç konforu

Müşteriler, çekici elbiselerde rahatça giyinmeye dair bir içsel arzuya sahiptirler. Rahatça giyinmek, vücut üzerine etki eden elbise kısıtlaması'nın azaltılmasını ve kumaşın 'açılma' kabiliyetinin artırılmasını gerektirmektedir. Bu demektir ki, elbise düzgünce biçimli ve giyen kişinin dinamik hareketlerine ilişkin saklı bir konforu da sürdürebilirdir.

Esasen, cilt gerilme gereksinimlerini karşılamak için 3 temel bileşen bulunur: giysi beden uygunluğu (garment fit), giysi kayganlığı (garment slip), ve kumaş esnekliği (fabric stretch). Giysi uygunluğu, cilt gerilimi için boşluk payı sağlar, ve esasen giysi ölçüsünün beden ölçüsüne oranıyla ve giysi dizaynının tabiatıyla belirlenmektedir. Giysi kayganlığı, esasen cilt ve kumaş arasındaki ve elbisenin farklı katları arasındaki sürtünme katsayısıyla belirlenmektedir; ve bir elbise için cilt gerilmesi ne uyum sağlamanın bir başka mekanizmasıdır. Kumaş esnekliği, basınç konforu için önemli bir faktördür, ve büyük oranda kumaşın elastik karakteristiklerine ve elastikileşme (recovery) özelliklerine bağlıdır. Bir elbisenin kayması ya da esnemesi, kumaştaki gerilme kuvvetlerinin ve cilt ve kumaş arasındaki sürtünme kuvvetlerinin dengesine bağlıdır. Şayet bir kumaş, esnemeye düşük bir direnç ve cilt veya kumaşa karşı yüksek sürtünmeye sahipse, kaymaktan çok esnemeye meyledecektir. Şayet kumaş düşük sürtünme ve yüksek gerilme direncine sahipse, bunun tersi doğrudur. Şayet bir kumaş, hem yüksek sürtünme direncine ve hemde yüksek esneme direncine sahipse, vücut üzerine uygulanan giysi basıncı yüksek olacaktır, ki bu da rahatsızlık duyularına neden olacaktır.

Vücudun kritik gerilme bölgeleri, dizler, kalça, sırt ve dirsekler olarak saptanmıştır. Maksimum lokal cilt gerilmesi, cilt üzerine düzenli aralıklarla bir dizi çizgi çizmek ve kritik vücut hareketlerinde oluşan cilt boyutlarındaki değişimleri ölçmek suretiyle ölçümlenebilir. Tablo 3.1, belli başlı bölgelerdeki cilt gerilmesi değerlerini özetlemektedir:

Tablo 3 1 : Çeşitli Önemli Bölgelerdeki Glt Gerilim Değerleri [2]

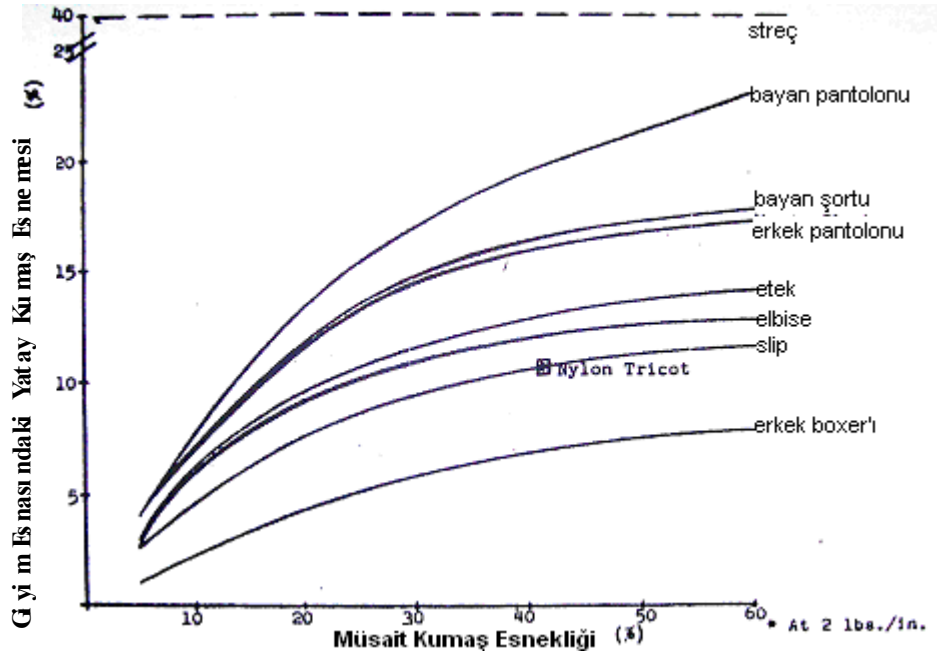
Vücut Bölgesi	Vücut Hareketi	Lokal Cilt Gerilimi (%)			
		Yatay		Dikey	
		Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
Diz	Ayakta → Oturma	21	19	41	43
Diz	Ayakta → Diz çökme	29	28	49	52
Dirsek	Düz → tam bükülü	24	25	50	51
Popo	Ayakta → oturma : bir uçtan bir uca (kalçadan kalçaya)	20	15	27	27
Popo	Ayakta → oturma : lokal kasıklar lokal butlar	42	35	39	40
Popo	Ayakta → eğilme : bir uçtan bir uca	21	17	27	27
Popo	Ayakta → eğilme : lokal kasıklar lokal butlar	41	37	45	45
Lokal Cilt Gerilimi (%)					
Sırt	Düz → ileriye uzatılmış kol	33	31		
	→ dirsekler masa üstünde	28	28		
	→ dirsek bükülü	16	16		
	→ ayakkabı bağlarken	47	47		

Bu sonuçlar, cildin yüksek düzeyde bir 2-yönlü gerilmeye sahip olduğunu, ve erkeklerle kadınlar arasında cilt gerilmesi yüzdelerindeki farkların az olduğunu göstermektedir. Glt gerilmesi gerçek giysi esnekliğinden epeyce fazladır, bu nedenle giysi uygunluğu ve giysi kayganlığının cilt gerilmesi ne uyumsağlamada önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Ayrıca, mevcut kumaş esnekliği ve gerçek esneklik arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur. Mevcut esneklik yükseldiçe, kullanımdaki esneklik de yükselmektedir. Buna ilaveten, mevcut ve gerçek esneklik arasındaki ilişki, farklı elbise çeşitleri için farklı olmaktadır, bu da giysi ölçüsü ve beden ölçüsü arasındaki rölatif oranın ve aynı zamanda bedentemas noktalarının da etkisine işaret etmektedir.

Giysinin Vücut Üzerindeki Basıncı (P), şu denkleme göre hesaplanabilir:

$$P = T_h / V_h + T_v / V_v \quad (3.18)$$

burada, T_h aynı gerilme düzeyinde Instron üzerinde ölçülen zorlanma gerilmesi; ve V_h ilgili vücut parçalarının eğrilik yarıçapıdır. 'h' ve 'v', sırasıyla yatay ve dikey doğrultuları belirtmektedir.



Şekil 3.31 : Giyimde Gerçek Yatay Kumaş Esnemesi ve Müsait Esneklik

Konfor bağlamında esneklik düzeyi ile ilgili bir tüketici tercihleri araştırmasının neticesinde, daha düşük bir güçle daha yüksek bir esnekliğin daha tercih edildiği, ve kişilerin esneklik tercihlerinin son kullanıma bağlı olarak %25 - %45 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, esnemenin vücuda göreceli doğrultusunun da, konfor üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Bu konfor araştırmasının sonuçları Tablo 3.2'de özetlenmiştir.

Tablo 3.2 : Kumaş Esnekliğinde Konfor Tercihleri

Son Kullanım	Esne- me Doğrultusu	Sürenin en az %75'inde tercih edilen esneklik	Esne- me Düzeyi (%) Doğrultu
Erkek Klasik Ceket	H	30	H
Erkek Klasik Pantolon	H,V*	30	H
Erkek Spor Pantolon	H	30	H
Erkek Şortu	H	30	H
Erkek Gömlek - kolları	H,V*	25	V
Erkek Gömlek Gövdesi	H	25	H
Erkek Boxer	H,V*	25	H
Bayan Pantolonu	H,V*	35	H
Bayan Şortu	H	35	H
Bayan Dar Pantolonları	V	45	V
Etek	H	25	H
Elbise	H	30	H
Slip	H	30	H

*Son kullanıma göre esneme doğrultuları karşılaştırılmıştır. H : yatay, V : dikey.

Konforla ilişkili olan başlıca 4 mekanik faktör bulunur: ağırlık hareket kolaylığı, esneklik ve ventilasyon (hava dolaşımı). Cebindekilerle birlikte ortalama bir erkek ceketinin ağırlığının 1,5 kilo civarındadır. Bu ağırlık genellikle vücudun nisbeten küçük bir alanı tarafından taşındığı için, rahatsızlık algılarına neden olabilecektir; ağırlık tarafından cilt üzerinde oluşturulan basınç konfor düzeyinin üzerinde olabilecektir. Hareket kolaylığı, büyük oranda elbise dizaynı (tasarım)na ve beden ve giysi arası rölatif ölçüye bağlıdır. Bol ölçü (loose fitting), hareket kolaylığı sağlar fakat pekçok durumda cazip olmayabilir. Dar ölçü (tight fitting), belli sonuçları için uygun olabilir; ancak, vücut yüzeyinin belli bazı bölgelerine basınç uygulayabilir ve rahatsızlığa neden olabilir. Ventilasyon, normalde 2 bacakta, 2 koldaki ve boyundaki açıklıklardan gerçekleşir ve giysi uygunluğu ve modelinden etkilenmektedir.

Genleşebilen ve herhangi bir buruşma ya da kırışma olmaksızın büzülebilen esnek kumaşın kullanılması, giysinin beden şekline uymasının bir başka yoludur. Şayet bir elastik giysi ilk başta hafif rahatsız ediciyse, bir süre sonra kabul edilebilir hale gelmekte; giysi ilk başta çok rahatsız ediciyse, zamanla geçtikçe katlanılmaz hale gelmektedir.

Rahatsızlığın basınç eşiğini 70 g/cm^2 civarında olduğu bulunmuştur, ki bu değer cilt yüzeyine yakın ortalama kılcal kan basıncı (80 g/cm^2) değerine yakındır. Araştırmacılar tarafından sunulan çeşitli tipteki elbiselerin basınç aralıkları Tablo 3.3'te özetlenmiştir.

Tablo 3.3: Genel Giysi Çeşitleri Tarafından Oluşturulan Basınç Değerleri

Giysi Çeşidi	Basınç (g cm^{-2})
Mayo	10–20
Modern Korse	30–50
Modern Kuşak	20–35
Elastik Çorap Bantları	30–60
Tıbbi Uzun Çorap	30–60
Şekil Veren Giysiler	< 20
Pantolon Askılığı	60

%100 pamuklu denim kot pantolonlarının konforuna ve beden uygunluğuna dair bir araştırmada, bedeni-saran ya da dar ölçülü olmalarıyla karakterize edilen klasik kot

partolonların yalnızca sütun gibi bir biçime değil, bunun yanında uzun vadede muhtemel vücut fonksiyonu bozukluklarına da sebep olabileceği tespit edilmiştir.

Yapılan tıbbi araştırmalar, vücut oturma ya da çömelme pozisyonundayken dar giysinin etkili bir turnike olarak davranabileceğini, ve bu durumun trombozis (kanın durağanlaşarak damar içinde pıhtılaşması)'e neden olabileceğini belirtmektedirler. Bu araştırmalar, giyim ürünlerinin tasarımı veya geliştirilmesinde önemli olan şeyin, bunları giyecek kişilerin fiziksel gereksinimlerinin giysi tarafından karşılanması olduğunu savunmaktadırlar. Bu ihtiyaç doğrultusunda, kumaş konstruksiyonunun kendine has özellikleri cilt-gerilimini azaltmak ve vücudun şekillendirilmesine katkı sağlamak için değerlendirilebilir. Bu, kalçadan-kalçaya, kasıklar ve but bölgelerindeki cildin esneme gereksinimlerini karşılamak üzere sırt-üst dişi açısının gerçek verev açısına yakın bir değere ayarlanmasıyla başarılabılır. Ayrıca, kot partolonların ön ve arka panelleri ön-şekillendirilme tabi tutulabilir, ki bu sayede hareket kısıtları azaltılabilir ve vücut hatlarının yerleşebileceği lokal boşluklar sağlanmış olur [2].

3.5 Kumaşların Termal Konfor Özellikleri ve Prosesleri

Kumaşlar, termal izolasyon için kullanıldıklarında, genellikle amaçlanan insan vücudunu çevre sıcaklığının uç sınırlarına (sıcak ya da soğuk) karşı korumaktır. Kumaşlar, vücudu izole etmek için doğrudan giysi ya da yataktaki m vasıtasıyla ya da dolaylı olarak halılar ve perdeler kullanmak suretiyle tümodayı izole etmek için kullanılabilirler.

İzolasyon kabiliyeti, pekçok bölgede kışık dış-giyimi için kullanılan kumaşların değerlendirilmesinde son derece önemlidir.

'tekstil kumaşlarının termal izolasyonu' ile ilgili tespitler şöyle sıralanabilir [77]:

- a. Tekstillerin termal iletkenlikleri yoğunlukla artar. Benzer koşullar altında ölçül düğünde, farklı liflerin iletkenlikleri arasındaki çok az fark mevcuttur.
- b. Tekstil kumaşlarının termal izolasyonu, öncelikle kumaşlar ve iplikler bünyesinde ihtiva edilen durgun havadan kaynaklanır. Lif çeşidi az bir önem sahiptir, ve belli

bir termal-izolasyon değerindeki bir kumaş, yeterince kalın ve uygun biinde dokunmuş herhangi bir lif malzemesinden üretilebilir.

c. Kumaş kalınlığı, tekstillerin termal izolasyonunu yöneten en önemli faktördür.

d. Kalınlıkları eşit olan 2 kumaştan, düşük-yoğunluklu kumaş daha büyük termal izolasyona sahiptir, fakat altındaki değerlerde konveksiyon etkilerinin önemli hale geldiği ve termal izolasyonun ortadan kalktığı bir kritik yoğunluk değeri mevcuttur ($0,06 \text{ g/cm}^3$ civarında).

e. Tekstillerin termal iletkenliği, nem muhteviyatları ile artar.

f. Bir kumaşın termal izolasyonu, sıcak vücut ve kumaş arasındaki hava boşluğundaki bir artışla önemli derecede artar. Üzerindeki mesafelerde izolasyonun yok olduğu bir maksimum hava boşluğu vardır, bu değer 0,3 ila 0,4 in kadardır. Bunun üzerinde büyüklüğe sahip bir hava boşluğu, artan konveksiyon etkilerinden dolayı izolasyonun ortadan kalkmasına neden olur.

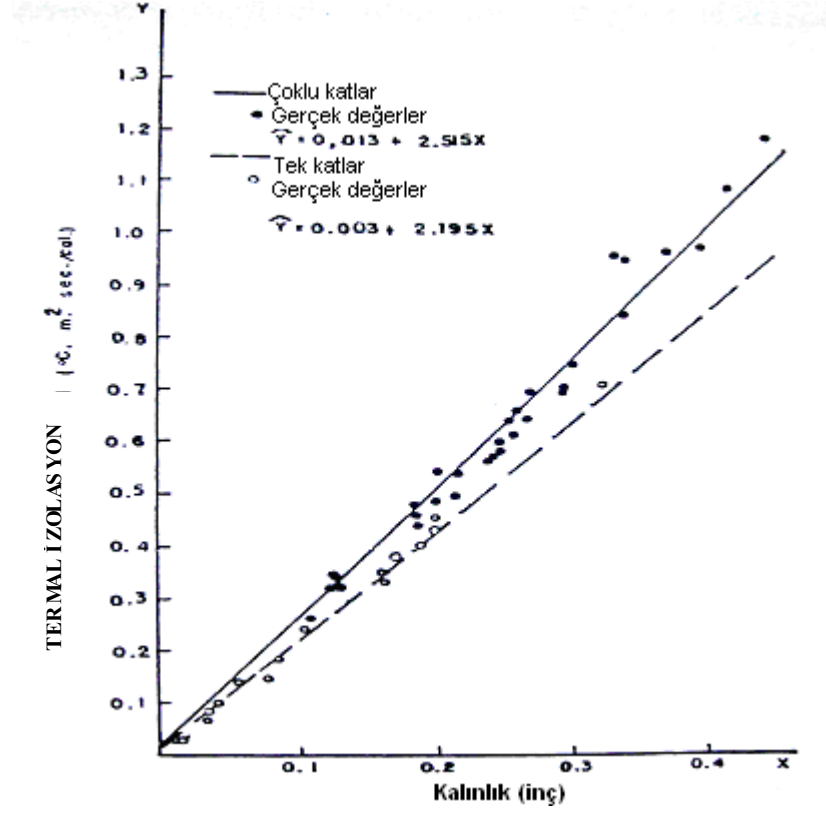
g. Artan rüzgar hızı, bir kumaşın durgun havadaki izolasyonuna kıyasla termal izolasyonunu azaltır, bu etki sık dokulu kumaşlarda en az seviyede gerçekleşir.

h. İnce, sık dokulu bir dış kumaşla kaplandığında bir kumaşın termal izolasyonu önemli derecede artar. Şayet oldukça fazla bir hava hareketi (rüzgar) varsa, iyileşme çok belirgindir.

ı. Termal izolasyon değeri (TI_V) ve kumaşın birim alan başına kütlesi arasındaki ilişki çok belirgin değildir, fakat artan kütle/birim alan ile TI_V de çok az bir artış olmaktadır.

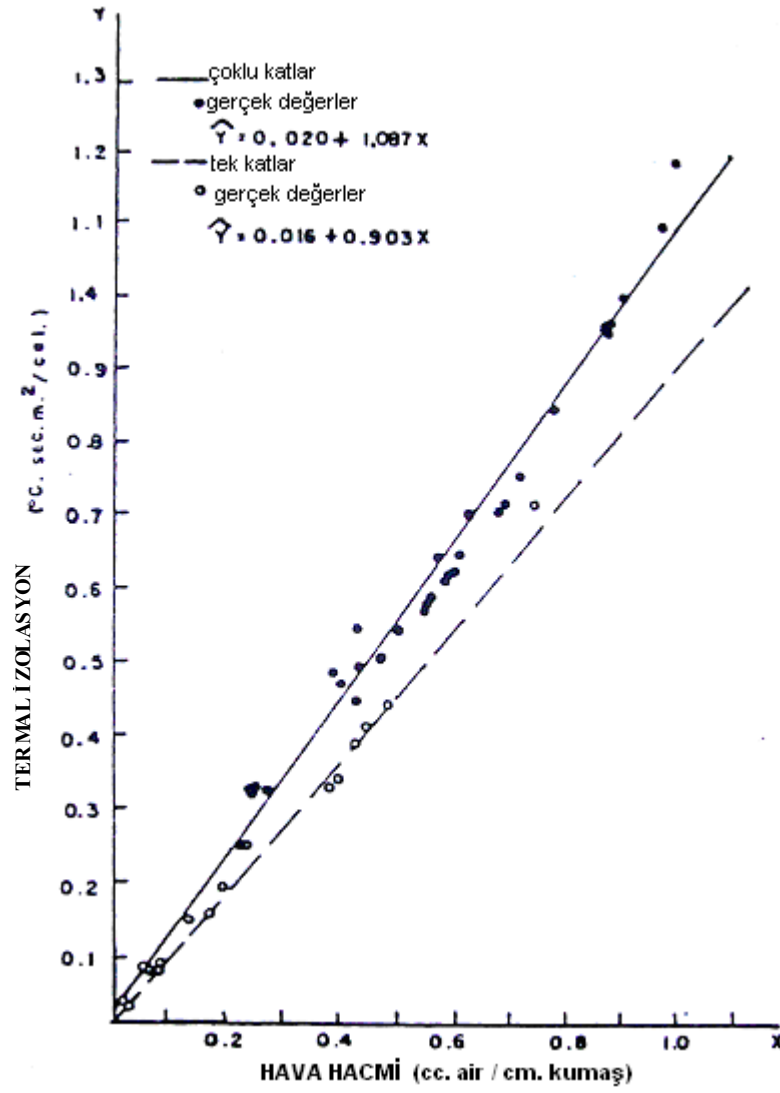
İnsanlar, giysilerini genellikle birkaç kat halinde giyerler, ya da tek giysi katı giymiş olsalar bile bu giysinin kendi bünyesinde birden çok kumaş katı bulunabilir. Kumaşların çok katlı halinin izolasyonunun hassas kestirilmesi, her bir kumaş katı için ayrı değerler eklemek suretiyle elde edilebilir; fakat bu, kumaşlar düzgün yüzeye sahipse uygulanabilir. Şayet kumaş katları pürüzlü veya düzgünsüz yüzeyli ise, doğrudan kumaş kombinasyonu ölçümlenmelidir. Tek kat kumaşların termal izolasyon özellikleri, kalınlık ölçümlerinden faydalanılarak çok hassas biçimde kestirilebilir. Ayrıca, kumaşların tek ve çoklu katlarının her ikisi için de, termal

izolasyon ve birim alana düşen havanın hacmi arasında yakın bir doğrusal ilişki mevcuttur. Kalınlığın ve hava hacminin termal izolasyon ile yüksek korelasyon gösterdiği bilinmektedir. Buradan yola çıkılarak çeşitli tekstil malzemelerinin termal izolasyon kapasiteleri arasındaki farklar izah edilebilir (Bkz. Şekil 3.32 ve Şekil 3.33).



Şekil 3.32 : Tek ve Çok Sayıda Kuşak Katları ile Isı İzolasyonu Kapasitesi Arasındaki İlişki [77]

Kuşakların ve kuşak-köpük laminatlarının termal direncinin, kalınlık ile doğrusal (lineer) ilişkili olduğu bilinmektedir.



Şekil 3.33 : Tek ve Çok Sayı da Kumaş Katlarındaki Hava Hacmi ile Isı Yalıtım Kapasitesi İlişkisi

Çok katlı bir iç giyim malzemesinin (%50 yün, %50 pamuk) termal iletkenliği ile ilgili şunlar söylenebilir [77]:

- Termal iletkenlik (geçirgenlik anlamında), çevreleyen havanın basıncına bağlıdır.
- Su buharı, havadan daha zayıf bir termal iletkendir.
- Gevşek bir lifli malzeme bastırıldığında (sıkıştırıldığında), termal iletkenliği azalır, bir minimumdan geçer, ve sonra artar.
- Termal iletkenlik artan yoğunluk ile artar.

Tekstil malzelerini kendi yapılarını çevre koşullarına uygun olarak ayarlaması bir tabii eğilimi olduğu bilinen bir gerçektir. Böylece, kışın rutubet genellikle yüksek iken, lifler şişmeye başlayacaklardır, böyle yapmak suretiyle, lifli yapının bariyer-benzeri karakteristiklerini geliştirirler. Yazın, lifler arasındaki boşluklar, daha büyük hale gelmeye başlarlar, ve ışık difüzyonunu azaltmaksızın hava sirkülasyonu sağlarlar.

Lifli malzelerin efektif termal iletkenlikleri üzerinde ısı transferi mekanizmalarının etkisi şöyle özetlenebilir:

a. Işınım düşük-yoğunluklu malzemeler için daha büyük önem taşımakta ve yüksek termal iletkenlik değerlerine öncülük etmektedir.

b. Katılarda iletim yüksek-yoğunluklu malzemelerde önemlidir, ve böyle malzemelerin termal iletkenlik değerinde bir artışa neden olabilir.

c. Bir malzemenin ortalama sıcaklığını artırmak, onun termal iletkenlik değerinde bir artışa neden olur. Bu durum bilhassa ışınımın gerçekleştiği durumlarda, dolayısıyla düşük yoğunluklarda aşırıdır.

Çevre koşulları, insan-giyisi sisteminin termal dengesi üzerinde doğrudan etkilidir.

Kişiyi kışın kışın —elleri ve yüzü açıkta— artan hava akışıyla birlikte, vücudun açıkta alanından (baş ve ellerden) toplam ısı transferine yüzde katkı payı artmakta; gövde, kollar ve bacaklardan gerçekleşen yüzde katkı payı sabit kalmakta; ve ayaklardan gerçekleşen yüzde katkı payı azalmaktadır. Aslında vücudun belli bir kısmını izole etmek için bir giysi parçasının eklenmesi, örneğin, mankenin baş kısmı üzerine bir başlık (bere) yerleştirilmesi, bir komşu kısmı üzerindeki izolasyonu da artırabilir.

Bir içgiyim kumaşının (birim alan $\times$ kalınlık) başına kütle'nin hacim yoğunluğunun $0,1 \text{ g/cm}^3$ civarında olduğu düşünülürse, bir içgiyimin yaklaşık %10 lif ve %90 hava olduğu söylenebilir. Sıcak içgiyim kumaşları, yüksek kalınlığa ve düşük hacim yoğunluğuna sahiptir. Maksimum izolasyon için, bir kumaşın ne çok fazla ışınım ve hava sirkülasyonuna imkan verecek kadar çok gevşek, ne de liflerin çok fazla ısı ileteceği kadar çok yoğun olması gereklidir; ayrıca elbise vücudun mümkün olduğunca çoğunu kaplamalıdır. Dış ortamlarda giyildiğinde bir içgiyimin sıcaklığını

sürdürmek için dış giyim et kili bir rüzgar bariyeri teşkil etmelidir. ‘Termal’ içgiyim genellikle 0,4-0,6 tog (şayet kumaş tüylendirilirse bu değer 0,8 tog’a artırılabilir) civarında bir termal dirence sahiptir; bu ‘normal’ içgiyimininki nin yaklaşık 2 katıdır.

Şayet bir kişi vücudundan ısı kaybını ‘hissedilmez’ seviyesine buharlaşması yoluyla uzaklaştırıyorsa, giyilen giysi katının termal direnci, ‘cilt ve giysinin maruz kalan yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı’nın, ‘ciltten çevre atmosfere gerçekleşen ısı kaybı miktarı’na oranı, ile gösterilir. Çevre atmosferin termal direnci, giysinin maruz kalan yüzeyi ve çevreleyen atmosfer arasındaki sıcaklık farkının aynı ısı kaybı miktarına oranı ile gösterilmektedir. Vücuttan ısı kaybı oranı bu yüzden dizi halinde işleyen 2 termal-direnç değeri -giysinin ve çevreleyen atmosferin- tarafından belirlenmektedir; ve bu ısı kaybı oranının büyüklüğü, cilt ve çevre arasındaki sıcaklık farkının 2 termal direnç değerinin toplamına oranı ile gösterilmektedir.

Soğuğa karşı koruyucu giysi giyilen koşullarda, cilt sıcaklıkları tekrarlı soğuk etkilerinin bir sonucu olarak düşer, ve bilhassa parmaklarda soğukluk ve ağrı-acı şikayetleri düşer.

Yeni-yün örnek içgiyim kumaşlarıyla ve bir dizi sentetik liften, bu liflerin karışımından ve bir yün karışımından mamul elbiseler karşılaştırıldığında, tamamen yün kumaşların karşılaştırılan malzemeler kadar iyi ya da onlardan daha iyi bir termal konfor performansına ve tüketiciler tarafından yüksek bir kabul edilebilirlik derecesine sahip oldukları görülmüştür.

Bir dizi polyester lifi, pamuk ve polyester lifi/pamuk karışım kumaşın termal taşıma özelliklerinin belirlendiği bir araştırmanın sonuçları, hem kumaş konstruksiyonunun ve hem de bileşen lif özelliklerinin termal taşıma etkilediğini göstermektedir. İdeal bir giysilik kumaşın, termal konfor yönünden, şu vasıflara sahip olması gerektiği sonucuna varılmıştır:

- a. Soğuktan korunmak için yüksek termal direnç.
- b. Ilıman bir termal-stress koşulu altında etkili ısı transferi için düşük su-buharı direnci.

c. Yüksek bir termal-stres koşulu altında ısınmın etkili biçimde transferini sağlamak ve sudan kaynaklanan hoş olmayan dokunsal duyunları yok etmek için hızlı-sıvı-taşınım karakteristikleri.

Ayrıca, polyester lifinin termal direncinin, polyesterin kimyasal yapısını değiştirmek zorunda kalmaksızın, liflerin iplik içersindeki paketlenme faktörünü düşürmek suretiyle iyileştirilebileceği de tespit edilmiştir.

Kumaş içine doğru ve ipliklerle çevre arasında gerçekleşen ışınmın, kumaş yüzeyindeki toplamısı akışının %6'sı ile 8'i arasında olduğu bulunmuştur. Toplam ışınmı-ısı-akışı, iplikten-ipliğe ışınmın gerçekleştiği yer olan kumaş içinde daha fazladır. Bu ısı transferi biçimi, temasla iletim kadar önemli olmasına rağmen, sıcaklık optimize edilerek istendiğinde dikkate alınması gerekebilir.

Bir giysinin ağırlığını artırmaksızın sağladığı sıcaklığı iyileştirmek için, o giysi malzemesinin yoğunluğu düşürülmelidir. Ancak malzeme yoğunluğunun çok fazla düşürülmesi durumunda, amaçlanan sıcaklık iyileştirme tehlikeye girebilir. Malzemenin yoğunluğu düşürüldükçe, sayet ince lifler kullanılmış ise iyi izolasyon özellikleri sürdürülebilir. Bir tekstil malzemesinin termal eylemsizliğinin, büyük oranda kumaş paketlenmesi yoğunluğunu belirleyen kumaş konstruksiyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir; çünkü, liflerin çoğu benzer termal iletkenliklere (0,15-0,25 W/m K), benzer özgül ısılara (1-2 kJ/kg K) ve benzer yoğunluklara sahiptir. Bir kumaşın paketlenme yoğunluğu azaldıkça, hava/lif karışımının termal iletkenliği ve ısı kapasitesi de düşer. Bu yüzden, tüylendirilmiş bir kumaşın yüzeyi, sıkça dokunmuş, yüzeyi traşlanmış malzemenin ¼ ü kadar bir termal eylemsizliğe sahiptir ve dokunulduğunda traşlı kumaştan epeyce daha sıcak hissedilecektir [77].

İçgiyim kumaşlarının kalitesi, onların termal özellikleri ile, bilhassa ısı kaçması (heat dissipation) ile yakından ilişkilidir. Ayrıca, ılıman koşullarda gömlekler altındaki bir hava tabakasının termal izolasyon üzerindeki etkisinin de dikkate değer olduğunu saptanmıştır.

Terbiye işlemleri, kumaşların mekanik ve termal özellikleri üzerinde etkilidir. Örneğin şardonlama (milling) işlemi, kumaşların sıklık, dolgunluk ve düzgünlük özelliklerini artırırken; ayrıca tuşedeki bu değişimler, kumaşın fiziksel, mekanik ve termal özelliklerindeki büyük değişimlerle birlikte gerçekleşmektedir. 'şardonlama',

sıcak bir vücuttan kumaşa doğru ısı akışını azaltır, ve böylece sübjektif olarak daha sıcak bir tuşe verir. Isı akışındaki değişim kumaş yoğunluğundaki değişimden çok kumaş kalınlığındaki değişimle korelasyon göstermektedir. “şardonlu kumaşlar”, bir yüzey lifleri tabakasına sahiptir, parmakla teması oluşturan liflerdir bunlar. Liflerin bu temas tabakasının yapısının, ayrıca sıcak-soğuk hissi belirliyor olduğu da beklenebilir. Isı akışı ve kumaşlarda gözlenen C tipi (iplik tepeleri) temaslarının sayısı arasında bir korelasyon mevcuttur. C tipi temaslar daha az oldukça ve rastgele yüzey lifleri ile yapılan temas daha çok oldukça; ısı akışı daha düşük gerçekleşir (ve kumaş tuşesi daha sıcak olur). Ancak, bu ilişkinin karmaşıklığı, temas yüzeyi geometrisinin, ısı akışını etkileyen faktörlerden yalnızca birisi olduğunu göstermektedir.

Giysilerin ısı transferinin, kuru ve yaş termal mankenlerle ölçümünü gerçekleştiren bir çalışmanın sonucunda, giysideki ısı transferinde, vücudun hareketlerinin ve ıslanmasının etkileri olması dolayısıyla, durgun halde ve kuru bir mankenle gerçek haldeki termal izolasyonu tam kestirebilmek pek de mümkün görünmemektedir. Tavsiye edilen bir Avrupa standardında, ısı izolasyon ölçümü, birtakım dinamik etkileri de gözönüne alarak, yürüyen manken üzerinde yapılmaktadır. Bu araştırmalarda, 5 taktımgıysi incelenmiştir, 1, 2 ve 3-katlı takımlardır. Gözlemler üç durumda yapılmıştır: insan giyim deneylerinde ısı akışlarının analiziyle; kuru, ayakta duran ve yürüyen mankenle yapılan ölçümlerle; ayakta duran ve terleyen bir mankenle yapılan ölçümlerle. Terleyen bir mankenle ölçülen buharlaşma etkililiği, giysi takımlarının derecelendirilmesinde şahıslar üzerinde yapılan doğrudan ölçümlerle benzer sonuçlar sunmuştur. Isı transferi özelliklerinin dinamik ölçümleri, giysi ısıl performansı hakkında gerçekçi ve güvenilir değerler sunuyor gibi görülmektedir, ve ısıl stres tayin yöntemleri ve kestirim modelleriyle birlikte kullanılabilmektedirler [18].

Termal iletkenliğin büyük oranda, katlar-arası havanın dinamik durumundan etkilendiğine dair kanıtlar bulunmaktadır.

3.6. Kumaşlarda Islanma (Wétting) ve Kılcal Islanma (Wicking)

Ortam hava sıcaklığının konfor sınırlarının üzerinde olduğu ya da yoğun aktivitenin yaşandığı anlarda, cilt yüzeyinde yoğun terlenme meydana gelir. Bu durumda ciltle doğrudan temas halinde bulunan giysi kumaşının buteri emerek cildi kuru tutması ve

dış giysi katlarına ya da doğrudan yüzeyine ileterek buharlaşmasını sağlaması çok önemlidir. Glt üzerinde birikmiş olan terin mekanik ve ısı konforu nasıl olumsuz etkilediği bilinmektedir. Dolayısıyla kılcal sıvı transferi mekanizmasının anlaşılması son derece mühim bir mevzudur [11].

Islanma ve kılcal ıslanma birbirinden farklı olgulardır. Islanma, lif-hava tabakasının lif-sutabakası ile yer değiştirme olayıdır. Kılcal kuvvetler tarafından gözenekli bir ortam içerisine sıvının çekilmesi olayı ise “kılcal ıslanma” olarak adlandırılır. Islanma olayı, kılcal ıslanmanın gerçekleşebilmesi için bir ön koşuldur [58].

Yoon ve Buckley [73], giysi konforunun fiziksel temelini anlayabilmek çabasıyla, bir dizi polyester, pamuk ve polyester/pamuk karışım kumaşların ısı ve sıvı taşıma özelliklerini saptamışlardır. Sıvı su taşımasının büyük oranda bileşen liflerle alakalı olduğunu, ve bu konuda pamuk elyafın genellikle polyester üzerinde avantajlar sergilediğini bulmuşlardır. Ancak yine de, geometrik faktörler bu mekanizmada en önemli rolü oynar, ve bir 50/50 polyester/pamuk karışım sıvı su taşıma davranışı açısından pamuklu kumaşa neredeyse denktir. Pamuğun algılanan üstün konfor performansının, onun iplikteki paketlenme davranışıyla ilgili olduğu sanılmaktadır.

Harnett ve ekibi [52], kılcal ıslanmayı ölçmek için kullanılan laboratuvar test yöntemlerinin bir eleştirel incelemesini sunmuş, ve çeşitli lif tiplerinden üretilmiş bir dizi örnek kumaşa uygulayarak bu dört temel yöntemi birbiriyle karşılaştırmışlardır. Çeşitli lif tiplerinin kılcal ıslanma özellikleri üzerine gözlemleri, kılcal ıslanmanın genellikle life özgü olmadığını, kısmen eğirme terbiye maddeleri gibi yıka mayla uzaklaştırılabilen yüzey maddelerinden etkilendiğini göstermiştir. Ayrıca, kılcal ıslanma ölçümlerinde test yöntemlerinin bir kombinasyonunu kullanmak, giysi konforu çalışmaları açısından kumaş kılcal ıslanma özelliklerinin anlaşılabilir bir kestirimini sunduğunu farketmişlerdir.

Hsieh ve ekibi [30, 53, 54], pamuk, polyester, No mex, asesat ve rayon dokuma kumaşların sıvıyla ıslanma (liquid wetting) ve sıvı tutma (liquid retention) karakteristiklerinin eş zamanlı ölçümlenmeleri için bir deney protokolü tanımlamışlardır. Test yöntemi, ‘strip wicking test’ ile neredeyse aynıdır, fakat deney sisteminin altında bir elektronik mikröterazi bulunmaktadır. Neticede, pamuklu kumaşların ıslanma karakteristiklerinin, uzunluk, kumaş-su arayüzey derinliği ve

doğrultu gibi kumaş konfigürasyonlarından etkilenmediğini bulmuşlardır. Tek lif tipi nden oluşan herhangi bir kumaşın ıslanabilirliği, bileşen liflerini nki yle aynıdır ve sıvı-katı temas açısıyla ilgilidir. Kumaşların özgül ıslanabilirliği, polimer malzemele rin kimyasal bileşimlerine bağlıdır. Diğer yandan, sıvı tutma, alt katmanların ıslanma özellikleri ile olduğu kadar, gözenek yapılarıyla da belirlenir.

Ito ve Miraoka [71], birkaç liften oluşan lif tutanları boyunca su taşınımını incelemek için bir elektrik sızması tekniği temel ine dayanan yeni bir deney düzeneği geliştirmişlerdir. Nylon, polyester ve rayon liflerini incelemiş, ve su taşınımın gözlenmeye başlandığı ve lif tipine göre değişen bir minimum bileşen lif sayısının var olduğunu bulmuştur. El yaf tutamını oluşturması gereken kritik lif sayıları, nylon için on, polyester için on, ve rayon için iki dir.

Kamath ve ekibi [55], kılcal ıslanma sürelerini ölçmek için basit bir elektronik yöntem kullanmışlar, ve sıvıların kesiksiz filament iplikleri içersine yatay kılcal nüfuzlarının Lucas-Washburn denkle mine göre gerçekleştiğini göstermişlerdir. Ayrıca, yüzey maddesi yoğunmasından kaynaklanan geçici etkilerin kılcal ıslanmada önemli bir rol oynadığı, ve kılcal ıslanmasının gerçekleşebilmesi için sıvı-katı etkileşim parametresi olan $\cos\theta$ değerlerinin $\sim 0,7$ veya daha yüksek olması gerektiği de bulunmuştur.

Ghali ve ekibi [56], kılcalılık basıncı ve emiciliğini çok farklı doygunluk oranlarında ölçmeyi mümkün kılan deney teknikleri öngörmüş ve geliştirmişlerdir. Test materyali olarak pamuklu ve polipropilen kumaşlar kullanmışlar, ve sütun testi ni kullanarak pamuklu ve polipropilen kumaş numunelerinin kılcalılık basıncını doygunluğun bir fonksiyonu olarak, ve sifon testi ni kullanarak emiciliği doygunluğun bir fonksiyonu olarak ölçümlemişlerdir. Sifon testi pamuklu için işe yaramış, ancak polipropilen için faydalı olmamıştır. Bu yüzden, yeni deney prosedürleri geliştirmişlerdir.

Brownless ve ekibi [57], kılcal ıslanmanın giysi kumaşlarının nem yönetimi ve sıcaklık düzenleme özellikleri üzerindeki etkisini araştırmış, ve bu amaçla cilt yüzeyi ile doğrudan temas halinde olması beklenen, spor ya da aktif giyim koşullarına yönelik bir son-kullanım olacağı beklenen ar-ge kumaşlarını kullanmışlardır. Bir kumaşın ısı izolasyonu özelliklerini sadece o kumaştaki su mevcudiyetinin değil,

aynı zamanda mevcut suyun yerinin de önemli bir etkisinin olduğunu bulmuşlardır. Yalnızca lif muhteviyatının ve kumaş yapısının değil, kumaş üzerindeki terbiyenin de nemtaşımın üzerinde son derece güçlü etkileri olduğu ifade edilmiştir.

Kissa [58], kılcal ıslanma ve ıslanmanın temellerine ilişkin bir derleme ve gözden geçirme sunmuştur. Kılcal ıslanmanın, kılcallar sistemindeki eş zamanlı ıslanmanın bir sonucu olduğunu, bu yüzden lif ıslanabilirliğini kılcal ıslanmanın oluşabilmesi için bir önkoşul olduğunu belirtmiştir. Kılcal ıslanma çeşitlerinin ve alt kategorilerinin bir sınıflandırmasını da gerçekleştirmiştir.

Hussain ve Lutter [72], lifli malzemeler tarafından sıvıların eş zamanlı emilişini ölçmek için, numune ve sıvı arasındaki başlangıç temas koşullarını kontrol etmeyi mümkün kılan bir otomasyonlu dinamik emiş kabiliyeti test cihazı geliştirmişlerdir. Tekrarlanabilen kinetik veriler elde edilebilirlik için, başlangıç temas koşullarının düzgün saptanmasının şart olduğunu bulmuşlardır. Emiş verilerindeki dalgalanmalar (tutarlılıklar), ilk temas anı koşullarındaki küçük değişimlerden kaynaklanabilmektedir.

Perwuelz ve ekibi [59], iplik içerisinde renkli sıvının kılcal yükselişi sırasında çekilmiş olan CCD fotoğraflarının analizi temeline dayanan bir tekniği kullanarak, polyster ve polyamid ipliklerdeki ve camliflerindeki kılcal akışı araştırmışlardır. Kılcal yükselişin kinetiğinin daha Lucas-Washburn denklemine uygun olduğunu doğrulamışlardır, fakat filamentler arası boşluktan kaynaklanan iplik heterojenliği, iplikler boyunca elde edilen deney sonuçlarında büyük dalgalanmalara sebep olmaktadır.

Mao ve ekibi [60, 61], homojen dokusuz yapılarda doğrultusal emiciliği incelemişler, ve çekim gücü ve Darcy Yasası temeline dayanan ve hem düşük hem de yüksek gözenekliliğe sahip lifli ortamlarda uygulanabilen yeni bir genel model sunmuşlardır. Lif çapı, gözeneklilik, lif yönelmesi, gibi kumaş yapı parametrelerini ele almışlar, ve lif yönelmesinin, emiciliğin anizotropisine etki eden temel bir faktör olduğunu bulmuşlardır.

Silva ve ekibi [62], kumaşların nem yönetimi özellikleri hakkında geleneksel yöntemler olan dikey-şerit ve gözenekli-levha testlerinden çok daha geniş bilgi elde edilebilirlik amacıyla kumaşların emilim ve kılcal ıslanma kabiliyetinin kantitatif

tespiti için yeni bir test yöntemi geliştirmiş ve uygulamışlardır. Bu test yönteminin tasarımı geniş bir gözenekli levha kullanmışlardır. Test yönteminin uygulanması sonrasında, polyester-lifinden mamul hidrofilik terbiye görmüş kumaşların pamuklu kumaşlardan daha yüksek kılcal ıslanma hızlarına sahip olduğu ve pamuklulardan daha konforlu olması beklenebileceği görülmüştür.

Ansari ve ekibi [63], çeşitli biçimlerdeki polipropilen filamentler ve polyester iplikler boyunca su-taşınım davranışını araştırmak için bir düzenek geliştirmiş ve kullanmışlardır. Bu yöntemde, sıvı suyun yükselişi bir PC ile ortak çalışan bir elektrik devresini tetiklemekte, ve bu sayede su yükselişinin uzunluğu zamanın bir fonksiyonu olarak elde edilebilmektedir.

Meeren ve ekibi [64], pamuklu kumaşlarda sıvı emiliminin hem hızının hem de boyutunun eş zamanlı tespiti mümkün kılma için radyal, yatay bir kılcal ıslanma deneyi geliştirmişlerdir. Pamuklu havlu kumaştaki ıslanma ve kılcal ıslanma olgusuna kumaş koşullarına işleminin etkisini incelemişlerdir. Deneylerinin bir sonucu olarak, kumaş koşullarının gözeneklilik ve gözenek büyüklüğü gibi fiziksel karakteristikleri, dolayısıyla pamuklu havlu kumaşın su emme kapasitesini etkilediği; fakat kılcal ıslanma hızı üzerinde kesin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Zhuang ve ekibi [65, 66], şerit kılcal ıslanma testini otomatize etmek ve kılcal ıslanma ölçümünün hassasiyetini geliştirmek amacıyla bir otomatik kılcal ıslanma test yöntemi geliştirmiş ve kullanmıştır. Ayrıca, Washburn denkleminin yatay kılcal ıslanma için uygun olduğunu, fakat dikey kılcal ıslanma için tamamen uygun olmadığını, çünkü dikey ıslanma sırasında şerit numune üzerindeki doymuş ve doymuş bölgelerin birbirinden ayrılmadığını da farketmişlerdir.

Berger ve ekibi [67], kumaşlardaki kılcal yapıştırıcı kuvvetleri ölçmeye odaklanmışlardır. Suyun buharlaşması için gerekli olan ciltten kumaşa taşınım mekanizmasını, olayın dinamiğini ölçmek için bir Cahn tartısı kullanarak, araştırmışlardır. Ve araştırmaları sonucunda kılcallık kullanılarak ter buharlaştırma için gereken koşullar şöyle ifade edilmiştir: (a) damlalar çok büyük olmalı ki, cilt üzerindeki zorlama gücü, dolayısıyla sıkı yapışkanlıkları engellensin, (b) iplikleri arasında yeterli bir boş hacmi olan (çok sıkı olmayan) bir kumaş, ve kumaş yapısında lifli malzeme kullanılmış olmalı, (c) en geniş rutubet beneklerini alabilen kılcal bir

kumaş kullanılmalı, (d) hareket edilmeli, ya da hava akımı mevcut bir yerde olunmalı. İkili bir buharlaşmaya sahip olabilmek için yeterince kuru ve sıcak hava içersinde bulunulmalı, (e) geniş, kolay hareket edebilen fakat çok hafif olmayan bir elbise seçilmeli ki, vücuda görelî hareketler ve önemli bir hasolmuş hava hacmi mümkün olabilsin. Gysiler yeterli geçirgenliğe ve açıklıklara sahip olmalıdır ki hasolmuş havanın kolayca yenilenebilmesini, ayrıca cilt düzeyinde gerçekleşen buharlaşmayı ve elbise iç yüzeyinden buharlaşmayı temin edebilsin.

Kimeki [68], fabrikasyon ve malzeme karakteristiklerinin, lifli yapıların emilim özelliklerini nasıl etkilediğini, farklı malzemelere, yapılara ve gözenek boylarına sahip dokuma ve örme kumaşlar üzerinde gravimetrik emme kabiliyeti test sistemi (GATS) kullanarak araştırmışlardır. En fazla emme kapasitesine sahip vileda bezleri için, örme veya dokuma yoğunluğu ve incelik mümkün mertebe düşük olmalı, ve saçak biçimi de oluşturulmuş olmalı ki bu sayede iç boşluklar mümkün olduğunca çok sayıda olabilsin. En büyük emiş hızı için yoğunluğun mümkün olduğunca yüksek, ve inceliğin mümkün olduğunca düşük olmasının gerektiği, çünkü bu sayede sıvı ile temas yüzeyi alanının artacağı gösterilmiştir.

Das ve Ishtiaque [69], atkıda viskoz kesik elyaf, bükümsüz ve boşluklu lifli yapılar, ve özlümantı DREF-III tip iplik içeren düz-dokuma kumaşların konfor karakteristiklerini sunmuşlardır. Sonuçta, atkıdaki lifli yapıların, hava geçirgenliği, ısı iletkenliği, %su buharı geçirgenliği, kılcalıslanma ve su emiciliği gibi konforla ilgili özellikler üzerine çok büyük etkisi olduğu hükmüne varmışlardır.

Hu ve eki [70], ‘Nem Yönetimi Test Cihazı’ denilen yeni bir alet geliştirmişler, ve bu cihazı kumaş sıvı nem yönetimi özelliklerini kantitatif olarak karakterize etmek için kullanmışlardır. Ayrıca, aynı kumaşlar üzerinde “yapış yapışlık ve yaşlık” bağlamında öznel ölçümler de gerçekleştirmişler, ve nesnel sonuçlar ile öznel sonuçlar arasında iyi korelasyon (karşılıklı ilişki) bulmuşlardır.

4. CİHAZ ve MALZEMELER

4.1 Cihazlar

4.1.1. Hassas tartı

LCD (Liquid Crystal Display) ekrana sahip olan elektronik hassas tartı, 1/1000 g hassasiyetinde ağırlık ölçümü yapabilmektedir. Hava sirkülasyonundan meydana gelebilecek ölçüm sapmalarını önlemek için üzerinde bir cam muhafaza kabı ve kapağı da bulunmaktadır.

4.1.2. Kumaş kalınlığı test cihazı

BS 2544'e göre ölçümyapan James H Heal marka kumaş kalınlığı test cihazının 0-50 g/cm² aralığında basıncı ayarlanabilmekte, ve bir sabit ve bir ayarlı çenesi arasında test numunesi cihazın ışığı yanana kadar kısıtılmak suretiyle ışığın ilk yandığı andaki kalınlık değeri cihazın üzerindeki analog göstergeden mm cinsinden okunabilmektedir.

4.1.3. Çamaşır makinesi

Arçelik 4500 marka ve modelini taşıyan ev tipi çamaşır makinesidir. 0°C - 95°C aralığında yıka ma sıcaklığı, ve 800 – 1100 devir/dak aralığında kurut ma devri ayarlanabilen bu çamaşır makinesinde, kumaş dinlendir me işlemleri için 60°C yıka ma sıcaklığı ve B yıka ma programı tercih edilmektedir. Şayet kumaşa yüzey maddeleri mevcutsa, bunların uzaklaştırılması için ev tipi deterjan kullanılır.

4.1.4. Tamburlu kurutucu

Arçelik 41 KT SUPERDRY marka ve modelde olan tamburlu kurutucu, 0-5 kg aralığında çamaşır ağırlığı kapasitelidir ve kurutma süresi 0 – 120 dakika aralığında ayarlanabilmektedir. Kumaşların tam dinlenmeye ve kurumaya erişmesi için 120 dakikalık kurutma süresi tercih edilmektedir.

4.1.5 Kronometre

Bütün testlerde zaman ölçümü için 1/100 saniyeyi gösteren bir standart dijital kronometre kullanılmıştır.

4.2 Malzemeler

4.2.1. Kumaşlar

Bu çalışmada -- %100 pamuklu süprem 33/67 polyester/pamuk, 50/50 polyester/pamuk, %100 polyester süprem (her karışım oranı için üç farklı yoğunlukta kumaş ördürülmüştür – ağır, orta ve hafif) ve altı adet elastanlı-pamuklu boyalı süprem kumaş, 6 adet elastanlı-pamuklu ham süprem kumaş ve 6 adet elastanlı-pamuklu kasarlı süprem kumaş -- olmak üzere toplam 30 adet süprem yuvarlak örnek kumaş numunesi kullanılmıştır. Tüm numune kumaşlar, ev-tipi deterjanla 60 °C'lik yıkama sıcaklığında B yıkama programında 5'er kere yıkanmış, ve her bir yıkama sürecinden sonra tüm numune kumaşlar tamburlu kurutucuda 120 dk'lık programda tamkurutmayaya tabi tutularak, bu sayede kumaşlarda tanımlenenne sağlanmak amaçlanmıştır. Numune kumaşların yapısal özellikleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4 1: Tam Dnlenni ř Numune Kumaşları n Genel zellikleri

kod	karı ř m	yoğunluk	likra yüzdesi	i pik no	likra no	çubuk / cm	sıra / cm	il mek i pik uzunl. (mm)	kalı nlık (mm)	gramaj (gr/ m2)
H1	50/ 50 cat/ pes	ağır	x	30/ 1 Ne	x	15	23	2, 56	0, 668	170, 6
H2	50/ 50 cat/ pes	hafif	x	30/ 1 Ne	x	15	18	3, 06	0, 695	141, 44
H3	100 % catton	ort a	x	30/ 1 Ne	x	16	22	2, 64	0, 679	172, 22
H4	100 % catton	ağır	x	30/ 1 Ne	x	16	24	2, 61	0, 665	182, 86
H5	50/ 50 cat/ pes	ort a	x	30/ 1 Ne	x	16	20	2, 63	0, 653	162, 76
H6	67/ 33 cat/ pes	hafif	x	30/ 1 Ne	x	15	18	3, 04	0, 718	149, 56
H7	67/ 33 cat/ pes	ağır	x	30/ 1 Ne	x	16	23	2, 53	0, 658	175, 9
H8	100 % pes	hafif	x	30/ 1 Ne	x	16	17	3, 05	0, 606	141, 22
H9	100 % pes	ort a	x	30/ 1 Ne	x	16	19	2, 76	0, 619	150, 32
H10	100 % catton	hafif	x	30/ 1 Ne	x	15	19	3, 03	0, 699	158, 38
H11	100 % pes	ağır	x	30/ 1 Ne	x	16	24	2, 46	0, 595	166, 92
H12	67/ 33 cat/ pes	ort a	x	30/ 1 Ne	x	16	20	2, 75	0, 722	165, 52
R1	100 % catton	x	5 %	40/ 1 Ne	20 denye	16	22	3, 29	0, 782	158, 08
R2	100 % catton	x	10 %	40/ 1 Ne	40 denye	19	32	3, 34	0, 993	295, 05
R3	100 % catton	x	10 %	40/ 1 Ne	20 denye	18	27	3, 32	0, 933	223, 86
R4	100 % catton	x	5 %	40/ 1 Ne	40 denye	16	25	3, 25	0, 828	173, 3
R5	100 % catton	x	5 %	40/ 1 Ne	30 denye	17	22	3, 28	0, 772	156, 84
R6	100 % catton	x	10 %	40/ 1 Ne	30 denye	18	32	3, 31	0, 978	257, 9

Tablo 4 1 : Tam Dñlenmiř Nñmune Kumaşları n Genel zellikleri (devam)

kod	karış m	yoğunluk	likra yüzdesi	ipik no	likra no	çubuk / cm	sıra/ cm	il nek ipik uzunl. (mm)	kalınlık (mm)	gramaj (gr/ m2)
HAM1	100 %cotton	x	10 %	30/ 1 Ne	20 denye	19	33	3, 29	1, 017	363, 07
HAM2	100 %cotton	x	5 %	30/ 1 Ne	20 denye	16	26	3, 09	0, 803	232, 8
HAM3	100 %cotton	x	5 %	30/ 1 Ne	30 denye	16	28	3, 06	0, 83	257, 9
HAM4	100 %cotton	x	10 %	30/ 1 Ne	30 denye	18	33	3, 36	1, 04	391, 3
HAM5	100 %cotton	x	10 %	30/ 1 Ne	40 denye	20	24	3, 33	1, 057	424, 1
HAM6	100 %cotton	x	5 %	30/ 1 Ne	40 denye	16	29	3, 12	0, 86	275, 4
K1	100 %cotton	x	10 %	30/ 1 Ne	40 denye	17	31	3, 35	0, 923	346, 73
K2	100 %cotton	x	5 %	30/ 1 Ne	40 denye	16	25	3, 02	0, 723	222, 57
K3	100 %cotton	x	10 %	30/ 1 Ne	30 denye	16	29	3, 34	0, 9	292, 57
K4	100 %cotton	x	10 %	30/ 1 Ne	20 denye	16	26	3, 33	0, 857	266, 4
K5	100 %cotton	x	5 %	30/ 1 Ne	20 denye	15	21	3, 06	0, 653	189
K6	100 %cotton	x	5 %	30/ 1 Ne	30 denye	15	22	3, 07	0, 667	192, 9

4.2.2. Lastik levhalar

1 cm kalınlığında düzgün yüzeyli lastik levhalar 1 dm² alanında dairesel biçimde düzgünce kesilmiş, ağırlıklarının yaklaşık 154 g olduğu, böylece transfer kılcal ıslanma testi için uygun basınç aralığında olan 15,4 kg/m² basınç değerini sağlayacağı görülmüştür.

4.2.3. Kumaş gramaj hızarı

Kumaşlardan 1 dm² alanında dairesel numune kesmek için kullanılan bu alet, bir kumaş altlığı (tercihen bir lastik levha) üzerine kesilecek olan kumaş katının düzgünce serilmesi ve alet üzerine elle uygun kesme basıncının sağlanması ile iş görür. Kesici bıçakları 4 adet standart jiletir.

4.2.4. Suda çözünen ve çözünmeyen mürekkep kalemleri

Testlerde kullanılan kumaş numunelerinin birbirleriyle karışması ve gözlemlerin sağlıklı olması açısından numune kodlama son derece önemli bir işlemdir. Bu çalışmada gerçekleştirilen testler, numunelerin ıslanma kabiliyetlerini ölçmeye yönelik olduğundan, kodlamada suya dayamlı (yani suda çözünmeyen – waterproof) kalemler kullanılmıştır.

Ancak biyoloğların gen işaretleme yöntemine benzer şekilde, kumaş numuneleri üzerine standart mürekkep kalemle yapılan işaretlemelerin, kumaşa çekilen su ile birlikte dağıldığı ve bunun da suyun mevcut bulunduğu bölgelerintespitinde kolaylık sağlayacağı düşünülmüş ve bu işaretlemenin ölçüm sonuçlarına belirgin bir etkisinin olmadığı görüldüğünden, bu özellikten yararlanılmasına karar verilmiştir.

4.2.5. Büyüteç

Kumaşların sıra ve çubuk sıklıklarını tespit etmeye yardımcı araç olarak standart bir “kumaş büyüteci” (Loop) kullanılmıştır. Bu büyüteç, mercekte odağında bulunan çerçevesi, incelenecek olan kumaş yüzeyi üzerine konmak suretiyle, göz-mercek arası mesafenin uygun netliğe ayarlanmasıyla kullanılır. Merceğin kumaşa odak uzaklığı mesafesinde ayakta durmasını sağlayan bu çerçeve üzerinde hem “iç” hem de “dış” cinsinden ölçek bulunur, ve birim uzunlukta sıra ya da çubuk sayıları, veya birim uzunlukta atkı ya da çözgü sayıları bu ölçek hizalanarak sayılır.

5. DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1 Kuşların tam dinlendirilmesi işlemi

Örne kuşlarda tam dinlendirme işlemi için yıkanma ve tamburlu kurutucuda kurutma işlemlerinin ard arda 5'er kere tekrarlanması yeterli olmaktadır. Burada amaç, kuşların iç geriliplerinden mümkün mertebe kurtulmasını sağlayarak, deney numuneleri arasında geçen zamandan kaynaklanabilecek boyutsal değişimleri en alt düzeye indirebilmektir. Bu sayede, kuşların ıslanma ve kuruma özelliklerinin ölçüm sonuçlarında, kuş boyutsal özelliklerinin göstereceği sapmalardan ötürü gerçekleştirilecek büyük dalgalanmalar önlenmiş olmaktadır.

5.2 Testler

5.2.1. Kuş yapısal özelliklerinin tayini

5.2.1.1. Gramaj ölçümü

Tam dinlenmiş haldeki kuşlar, laboratuvar koşullarında 48 saat kondisyonlanmış, sonra TS 251 standardı gereğince her birinde farklı bölgelerinden 5'er ölçüm yapılmış ve bu ölçüm sonuçlarının ortalaması değeri g/m^2 cinsinden o kuşın ortalama gramajı olarak tespit edilmiştir.

Ölçümü için gramaj hızarı ile $1 dm^2$ dairesel alanda kesilen kuş numuneleri 1/100 hassasiyette ölçüm yapabilen elektronik hassas tartı ile tartılmıştır. LCD ekrandan okunan tartım neticesi, 100 ile çarpılarak g/m^2 cinsinden kuş gramajı elde edilmiştir.

5.2.1.2. Kuş kalınlığı ölçümü

Tam dinlenmiş kuşlar, laboratuvar koşullarında 48 saat kondisyonlandıktan sonra, Janes H Heal marka kalınlık ölçüm cihazında $35 g/cm^2$ basınç ayarlanarak, sonuçların tutarsızlık durumuna göre 5-10 kere mm cinsinden ölçülmüştür. Bu

sonuçların ortalama değeri hesaplanmış, ve her bir kumaşın ortalama kalınlık değeri olarak atanmıştır.

5.2.1.3 İlnek iplik uzunluğu ölçümü

Her bir kumaş üzerinde 50 çubukluk bir genişlik ilnek sırası hizasında işaretlenmiş ve kumaş bu ilnek sırası hizasından düzgün ve hassas biçimde kesilerek sökülmesi sağlanmıştır. Sökülen iplikler, herbirinin bir ucu kısıtılarak dikey biçimde asılmış ve alt ucuna 10 g'lık bir kütle asılarak iplik kırılmalarının en uygun düzeyde açılması sağlanmıştır. İplik bu haldeyken ölçülen uzunluğu 50'ye bölünerek her bir ilneğin iplik uzunluğu mm cinsinden tespit edilmiştir.

5.2.1.4 Çubuk sıklığı ölçümü

Düzgün bir yüzey üzerine düzgünce serilmiş kumaşın en az 5 farklı bölgesinden çubuk sıklığı ölçümü alınmıştır. Bu işlem için, büyüteç altı çerçevesinin milimetrik ölçeği çubuklarla tam dik açı yapacak biçimde konumlandırılmış, ve 1 cm'deki çubuk sayısı titizlikle tespit edilmiştir. Yapılan 5 farklı bölgedeki sayıların ortalaması, her bir kumaşın ortalama çubuk sıklığını vermektedir.

5.2.1.5 Sıra sıklığı ölçümü

Düzgün bir yüzey üzerine düzgünce serilmiş kumaşın en az 5 farklı bölgesinden sıra sıklığı ölçümü alınmıştır. Bu işlem için, büyüteç altı çerçevesinin milimetrik ölçeği ilnek sıraları ile tam dik açı yapacak biçimde konumlandırılmış, ve 1 cm'deki çubuk sayısı titizlikle tespit edilmiştir. Yapılan 5 farklı bölgedeki sayıların ortalaması, her bir kumaşın ortalama sıra sıklığını vermektedir.

5.2.2 Kuruma davranışı testi

Kuruma davranışı testi için Fourt'un ve Coplan'ın çalışmaları örnek alınmıştır [50, 51]. Kondisyonlanmış kumaş numuneleri, 16 cm X 16 cm'lik kare parçalar halinde kesilmiş, kodlanmış ve elektronik hassas tartıda tek tek tartılıp kuru kütleleri kaydedilmiştir. Sonra, bu kesilmiş numuneler tam olarak ıslanmalarını sağlamak amacıyla damıtılmış su içerisinde bir gece boyunca bekletilmiştir. Ertesi gün numuneler sudan çıkartılıp her birine aşırı yüzey suyunu uzaklaştırma işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla seçilen yönteme uygun olarak, her bir numune sudan ilk

çıkarıldığında 15 sn süresince askıda tutulup fazla suyu damlatılmış, sonra her iki yüzü için sırayla 2'şer dakika boyunca 2 kat kurutma kağıdı üzerinde bekletilmiştir. Bu işlemler sonrasında numuneler tartılıp başlangıç ıslak kütleleri kaydedilmiştir ve teste başlanmıştır. Testin başlangıç anından itibaren her 30 dk'da bir kütle ölçümü yapılarak bu kütleler deney raporuna kaydedilmiştir. Test süresi için sınır, kuruma süresi sonunda erişilen kütlelerin numune kuru kütlelerinin %105'i olduğu andır.

5.2.3. Transfer kılcal ıslanma testi

Transfer kılcal ıslanmayı ölçmek için standart bir test yöntemi mevcut değildir [11]. Fakat, transfer kılcal ıslanma olayında işleyen prensipler bilindiğinden, transfer kılcal ıslanma kabiliyeti yönünden farklı olan kumaşları karşılaştırılacak amacıyla bir düzenek hazırlanmıştır.

Alt lastik tabakası, sistemin çevre etkilerinden izolasyonunu sağlar. Üst lastik tabakası ise, ağırlığı sayesinde uygun bir basınç ($15,4 \text{ kg/m}^2$) uygulayarak optimum transfer kılcal ıslanmanın gerçekleşmesini sağlarken, bir yandan da kapak görevi üstlenerek su buharının sistemden kaçışını mümkün olduğunca engellemektedir.

Standart ıslak kat olarak, %100 pamuklu süprem bir kumaş seçilmiş ve bu kumaş 1 dm^2 dairesel alanda kesilmiştir. Bu standart kumaş, birkaç dakika için damlatılmış suda bekletilmiş, sonra her bir yüzü bir kağıt havlu üzerine sürülerek aşırı yüzey suyu uzaklaştırılmış, ve elektronik tartıda tartıldıktan sonra alt lastik tabakası üzerine ıslak kat olarak düzgünce yerleştirilmiştir. Vakit kaybetmeksizin, standart kumaş ve lastik tabakalarla aynı dairesel alana sahip olarak kesilmiş, kodlanmış, ve testten önce kütlesi tartılıp kaydedilmiş olan numune ıslak kat üzerine tam üst üste çıkacak şekilde yerleştirilmiştir. Ardından üstüne üst lastik tabakası kapaklanmıştır. Sistemin görünümü bu haliyle bir sandviçe benzmektedir. Üst lastik tabakasının kapaklandığı andan itibaren 5., 10., ... 25. ve 30. dakikalarda ıslak katın ve numunenin her ikisinin de kütleleri tartılmış ve kaydedilmiştir.

5.2.4. Dikey kılcal ıslanma “şerit” testi

Çiyi kumaşlarının şerit testi ile dikey kılcal ıslanma kabiliyetinin sınanmasında örnek alınabilecek pek çok çalışma mevcuttur [52, 71, 72, 73, 74, 75].

Bu test, DIN 53924 standardında açıkça belirtilen koşullara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Test numuneleri, kondisyonlanmış kuşaklardan 200 mm X 25 mm ölçülerinde şeritler halinde kesilmiş, kodlanmış, üzerindeki her 1cm'lik mesafe suda çözünen bir mürekkep kalem ile işaretlenmiş ve içinde damıtılmış su bulunan beher içerisinde şerit ucunun batma derinliği 10 mm olarak ayarlanmıştır. Ancak, uzun bir süreç gözlenmek amacıyla, standartta 5 dakika olarak belirtilen test süresi aşılmış, ve bu çalışmadaki test süresi 60 dakika olarak değiştirilmiştir.

Testten önce, her bir şerit numune elektronik hassas tartıda tartılmış, ve başlangıç kuru kütleleri kaydedilmiştir. Şerit uçlarının daldırıldığı kaplar damıtılmış su ile doldurulmuştur. Sonra kuru şerit numuneler dikey biçimde klapalarla asılmış ve bu şekilde alt uçları suya daldırılmıştır. Her bir ardından kronometre başlatılarak şeritlerdeki su yükselişi gözlenmeye başlanmıştır. Testin başlama anından itibaren 1., 3., 5., 10., 15., ...55. ve 60. dakikalardaki su yükseliş seviyesi kaydedilmiştir. Test sonunda, doygunluğa erişmiş şeritler tartılmış, ve son kütleleri kaydedilmiştir.

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

6.1. Kuşların Kuruma Davranışları

Kuşların kuruma davranışlarına ait test sonuçları Tablo 6.1a, 6.1b ve 6.1c’de gösterilmiştir. Tablodaki değerler, numunelerin kuruma süreci boyunca her yarı m saatte bir yapılan tartım sonuçlarından elde edilen her bir kuşağa bulunan su kütlesi değerleridir.

Şekil 6.1’de ise bu tablolarda verilen değerler kullanılarak oluşturulan kuşların kuruma davranış grafiği gösterilmiştir.

Tablo 6 1a : Kırınma Davranışı Test Sonuçları

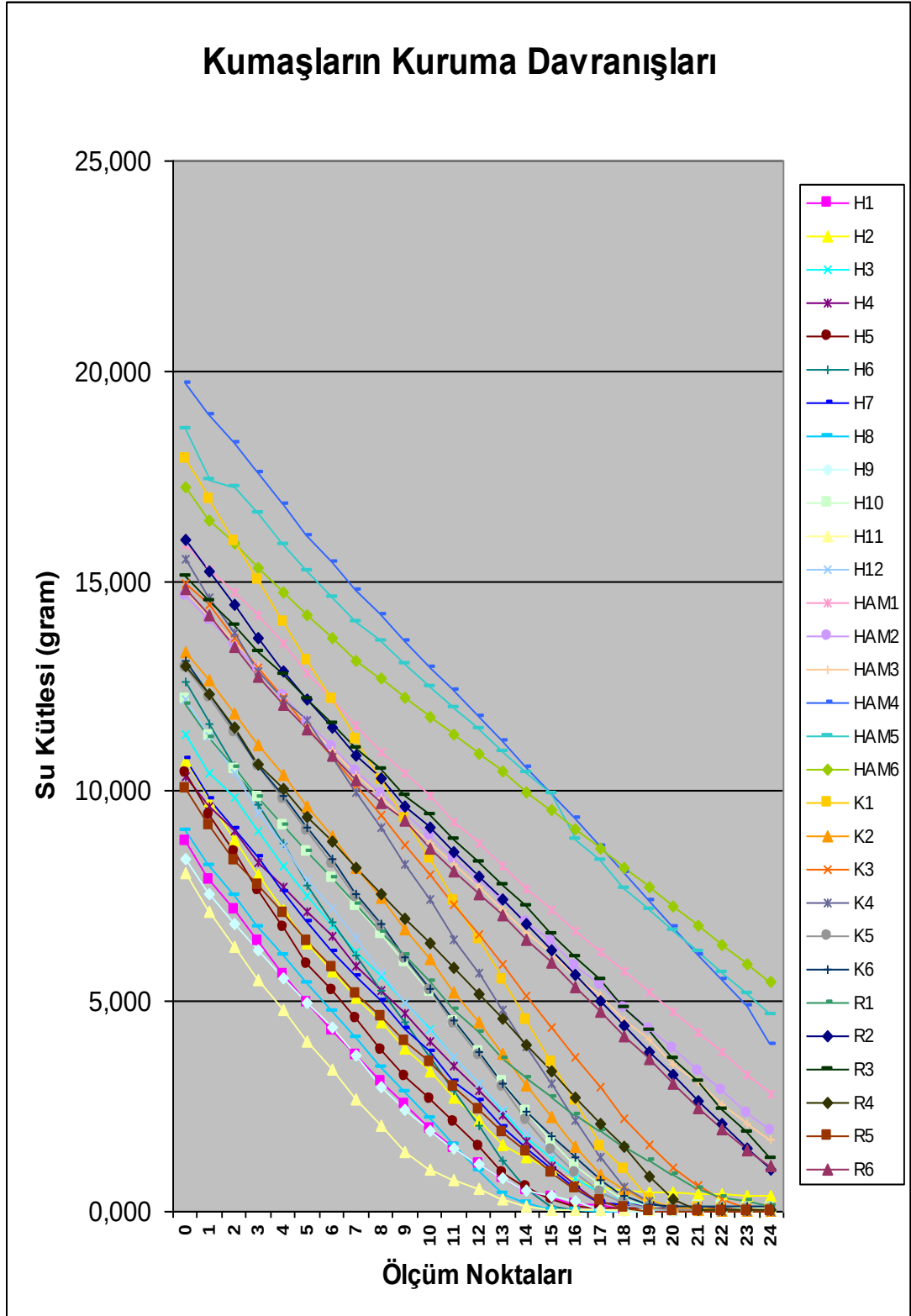
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Öçüm Noktası												
0	8,812	10,725	11,361	10,359	10,448	12,625	10,757	9,040	8,380	12,198	8,072	12,199
1	7,875	9,749	10,421	9,627	9,452	11,584	9,805	8,221	7,556	11,312	7,148	11,312
2	7,161	8,854	9,847	9,042	8,576	10,583	9,118	7,503	6,841	10,519	6,299	10,447
3	6,408	7,998	9,043	8,322	7,635	9,663	8,425	6,753	6,218	9,857	5,499	9,473
4	5,638	7,183	8,233	7,724	6,769	8,745	7,616	6,096	5,565	9,194	4,782	8,723
5	4,959	6,399	7,492	7,138	5,889	7,780	6,904	5,417	4,979	8,548	4,035	7,884
6	4,317	5,731	6,800	6,542	5,274	6,901	6,181	4,777	4,364	7,915	3,368	7,208
7	3,731	5,085	6,187	5,863	4,577	6,102	5,584	4,127	3,705	7,259	2,659	6,531
8	3,103	4,509	5,575	5,263	3,851	5,256	5,000	3,431	2,979	6,591	2,042	5,670
9	2,554	3,889	4,981	4,717	3,208	4,491	4,358	2,831	2,413	5,947	1,424	4,984
10	1,981	3,320	4,328	4,028	2,665	3,676	3,784	2,192	1,907	5,200	1,018	4,318
11	1,513	2,730	3,689	3,456	2,124	2,860	3,083	1,576	1,512	4,508	0,768	3,658
12	1,124	2,183	3,034	2,890	1,549	2,041	2,631	0,973	1,118	3,799	0,528	3,037
13	0,801	1,604	2,393	2,289	0,933	1,191	1,998	0,404	0,772	3,084	0,275	2,428
14	0,507	1,274	1,765	1,688	0,596	0,555	1,496	0,219	0,506	2,378	0,121	1,885
15	0,316	0,989	1,240	1,104	0,290	0,136	0,988	0,045	0,392	1,686	0,057	1,401
16	0,185	0,752	0,808	0,645	0,121	0,036	0,535	0,025	0,242	1,083	0,057	0,932
17	0,178	0,590	0,467	0,209	0,072	0,000	0,210	0,017	0,028	0,633	0,057	0,519
18	0,026	0,522	0,241	0,151	0,065	0,000	0,176	0,014	0,000	0,284	0,057	0,208
19	0,020	0,475	0,150	0,126	0,065	0,000	0,151	0,000	0,000	0,145	0,056	0,035
20	0,015	0,440	0,087	0,119	0,064	0,000	0,095	0,000	0,000	0,131	0,055	0,000
21	0,012	0,420	0,026	0,110	0,063	0,000	0,041	0,000	0,000	0,118	0,055	0,000
22	0,010	0,400	0,010	0,080	0,063	0,000	0,012	0,000	0,000	0,109	0,055	0,000
23	0,009	0,390	0,003	0,060	0,063	0,000	0,050	0,000	0,000	0,100	0,055	0,000
24	0,009	0,390	0,001	0,050	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000	0,096	0,055	0,000

Tablo 6 1b : Kuruma Davranışı Test Sonuçları

	HAM1	HAM2	HAM3	HAM4	HAM5	HAM6	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Öçüm Noktası												
0	15,874	14,659	14,793	19,698	18,614	17,228	17,885	13,328	14,954	15,527	12,950	13,114
1	15,294	14,049	14,153	18,938	17,384	16,458	16,929	12,664	14,425	14,623	12,212	12,296
2	14,714	13,479	13,553	18,278	17,244	15,898	15,951	11,849	13,649	13,773	11,393	11,476
3	14,174	12,909	12,983	17,578	16,594	15,308	15,016	11,122	12,946	12,852	10,619	10,585
4	13,524	12,279	12,213	16,808	15,864	14,718	14,036	10,381	12,241	12,194	9,819	9,873
5	12,794	11,649	11,603	16,078	15,234	14,188	13,098	9,640	11,513	11,678	9,053	9,125
6	12,174	11,059	10,973	15,428	14,624	13,628	12,180	8,914	10,792	10,823	8,281	8,369
7	11,544	10,489	10,393	14,778	14,024	13,118	11,219	8,177	10,127	9,982	7,482	7,552
8	10,944	9,949	9,843	14,178	13,554	12,698	10,269	7,451	9,426	9,127	6,749	6,830
9	10,424	9,459	9,313	13,568	13,014	12,238	9,335	6,713	8,712	8,254	6,000	6,066
10	9,894	8,919	8,773	12,948	12,474	11,768	8,396	6,004	8,029	7,423	5,247	5,318
11	9,274	8,409	8,253	12,398	11,974	11,338	7,380	5,236	7,321	6,455	4,465	4,550
12	8,784	7,889	7,703	11,788	11,464	10,908	6,468	4,510	6,611	5,692	3,718	3,783
13	8,224	7,369	7,183	11,188	10,954	10,478	5,518	3,761	5,875	4,817	2,954	3,051
14	7,684	6,869	6,643	10,568	10,434	9,988	4,542	3,008	5,150	3,941	2,186	2,373
15	7,174	6,429	6,153	9,948	9,954	9,558	3,564	2,253	4,401	3,042	1,470	1,799
16	6,684	5,849	5,583	9,348	8,844	9,098	2,632	1,533	3,690	2,175	0,924	1,291
17	6,184	5,379	5,113	8,698	8,344	8,638	1,530	0,873	2,947	1,306	0,459	0,754
18	5,714	4,849	4,543	8,038	7,684	8,178	1,002	0,546	2,219	0,587	0,189	0,367
19	5,214	4,349	4,093	7,378	7,184	7,718	0,283	0,225	1,591	0,268	0,089	0,168
20	4,744	3,869	3,523	6,758	6,674	7,258	0,082	0,107	1,049	0,057	0,049	0,127
21	4,244	3,339	3,073	6,108	6,174	6,798	0,063	0,030	0,634	0,026	0,040	0,123
22	3,784	2,889	2,553	5,498	5,664	6,348	0,057	0,008	0,288	0,011	0,034	0,123
23	3,264	2,349	2,073	4,868	5,164	5,888	0,053	0,005	0,064	0,003	0,032	0,123
24	2,804	1,929	1,713	3,978	4,694	5,458	0,053	0,003	0,014	0,000	0,031	0,123

Tablo 6 1c : Kuruma Davranışı Test Sonuçları

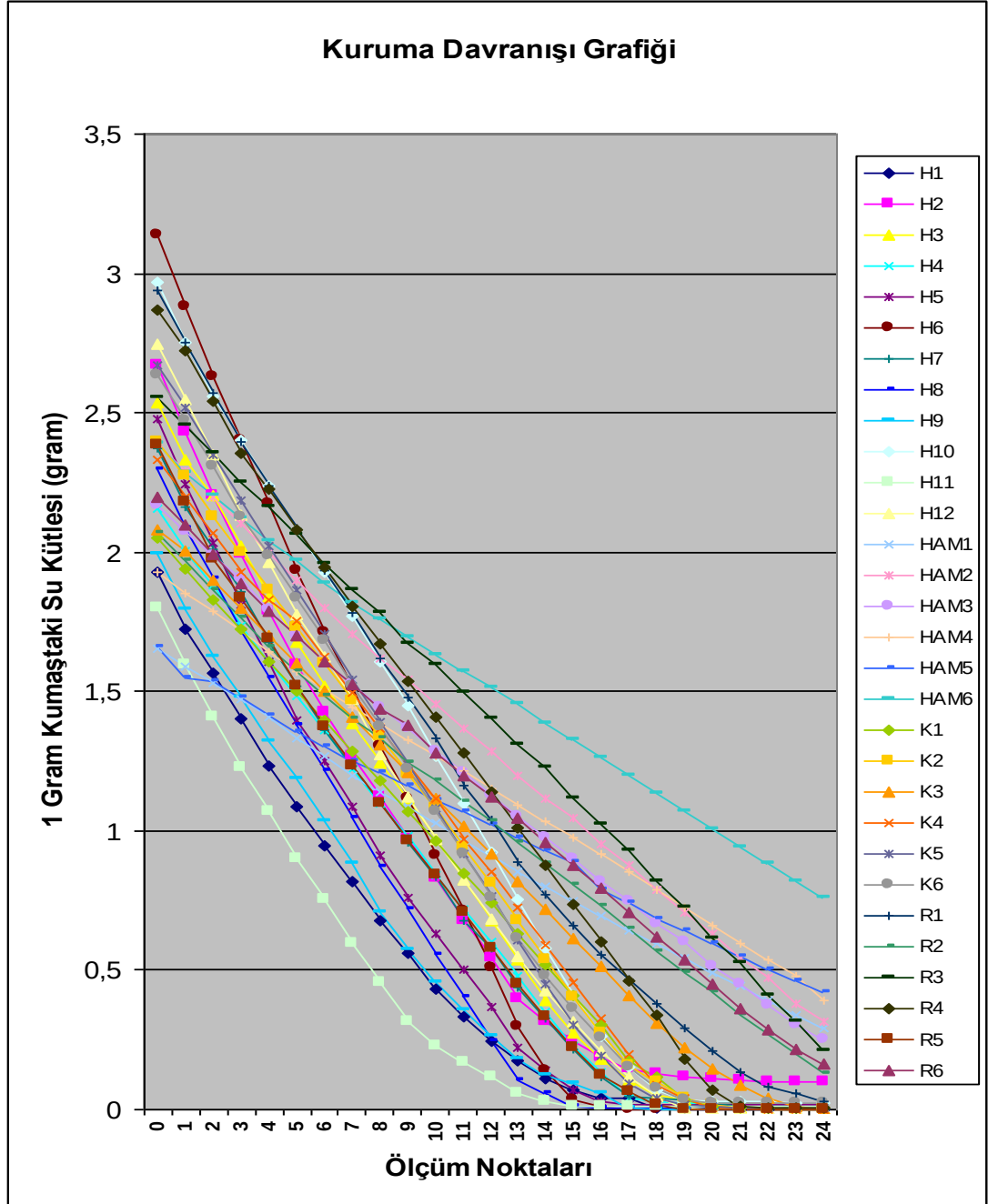
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Öçüm Noktası						
0	12,059	15,996	15,107	12,981	10,052	14,833
1	11,286	15,240	14,507	12,319	9,191	14,177
2	10,550	14,431	13,937	11,508	8,335	13,443
3	9,830	13,650	13,307	10,652	7,744	12,740
4	9,198	12,858	12,787	10,066	7,111	12,056
5	8,555	12,174	12,207	9,409	6,414	11,464
6	7,930	11,503	11,587	8,808	5,787	10,869
7	7,319	10,868	11,037	8,163	5,188	10,282
8	6,643	10,320	10,537	7,563	4,629	9,710
9	6,076	9,656	9,897	6,965	4,062	9,294
10	5,471	9,140	9,417	6,385	3,547	8,659
11	4,782	8,561	8,837	5,783	2,977	8,107
12	4,277	7,990	8,297	5,168	2,430	7,568
13	3,650	7,421	7,747	4,578	1,895	7,044
14	3,177	6,841	7,257	3,968	1,399	6,480
15	2,705	6,238	6,607	3,331	0,932	5,910
16	2,283	5,637	6,047	2,716	0,524	5,355
17	1,913	5,018	5,507	2,097	0,268	4,768
18	1,549	4,408	4,847	1,536	0,085	4,189
19	1,203	3,807	4,297	0,823	0,000	3,614
20	0,865	3,241	3,637	0,309	0,000	3,041
21	0,562	2,641	3,107	0,048	0,000	2,461
22	0,340	2,088	2,417	0,038	0,000	1,948
23	0,241	1,516	1,867	0,032	0,000	1,455
24	0,123	0,987	1,237	0,026	0,000	1,100



Şekil 6.1: Kumaş Numunelerinin Üzerlerindeki Su Kütlelerine Göre Hazırlanmış Kuruma Eğrileri

Tablo 6. 2a, 6. 2b ve 6. 2c’de kuruma sürecinde her yarı msaatte bir alınan ölçümlerde kumaş üzerinde bulunan ve kumaşın birim ağırlığına karşılık gelen su kütlesi miktarları gösterilmiştir. Tablodaki değerler, kumaştaki su kütlesinin numunenin başlangıç kuru kütlesine oranından ibarettir.

Şekil 6.2’de ise bu tablolarda verilen değerler kullanılarak oluşturulan kumaşların kuruma davranışı grafiği gösterilmiştir.



Şekil 6.2 : Birim Kumaş Kütlesi Başına Düşen Su Kütlelerinden Oluşturulmuş Kuruma Eğrileri

Tablo 6 2a : Kumaşların Birim Kütlelerindeki Su Kütleli Miktarları

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Öçüm Noktası												
0	1,926541	2,671	2,539	2,158	2,477	3,137	2,370	2,297	1,991	2,971	1,802	2,746
1	1,721644	2,428	2,329	2,005	2,241	2,878	2,160	2,089	1,796	2,755	1,595	2,546
2	1,565544	2,205	2,200	1,883	2,033	2,629	2,009	1,906	1,626	2,562	1,406	2,351
3	1,400875	1,992	2,021	1,733	1,810	2,401	1,856	1,716	1,478	2,401	1,228	2,132
4	1,232575	1,789	1,840	1,609	1,605	2,173	1,678	1,549	1,323	2,239	1,067	1,963
5	1,084084	1,594	1,674	1,487	1,396	1,933	1,521	1,376	1,183	2,082	0,901	1,774
6	0,943769	1,427	1,520	1,363	1,250	1,714	1,362	1,214	1,037	1,928	0,752	1,622
7	0,81561	1,266	1,383	1,221	1,085	1,516	1,230	1,048	0,881	1,768	0,594	1,470
8	0,678443	1,123	1,246	1,096	0,913	1,306	1,102	0,872	0,708	1,605	0,456	1,276
9	0,55833	0,969	1,113	0,982	0,761	1,116	0,960	0,719	0,573	1,448	0,318	1,122
10	0,4331	0,827	0,967	0,839	0,632	0,913	0,834	0,557	0,453	1,266	0,227	0,972
11	0,33087	0,680	0,824	0,720	0,504	0,711	0,679	0,401	0,359	1,098	0,172	0,823
12	0,245737	0,544	0,678	0,602	0,367	0,507	0,580	0,247	0,266	0,925	0,118	0,684
13	0,175077	0,399	0,535	0,477	0,221	0,296	0,440	0,103	0,184	0,751	0,061	0,546
14	0,110888	0,317	0,394	0,352	0,141	0,138	0,330	0,056	0,120	0,579	0,027	0,424
15	0,069174	0,246	0,277	0,230	0,069	0,034	0,218	0,011	0,093	0,411	0,013	0,315
16	0,04049	0,187	0,181	0,134	0,029	0,009	0,118	0,006	0,057	0,264	0,013	0,210
17	0,038916	0,147	0,104	0,044	0,017	0,000	0,046	0,004	0,007	0,154	0,013	0,117
18	0,005684	0,130	0,054	0,032	0,015	0,000	0,039	0,004	0,000	0,069	0,013	0,047
19	0,004373	0,118	0,034	0,026	0,015	0,000	0,033	0,000	0,000	0,035	0,013	0,008
20	0,003279	0,110	0,019	0,025	0,015	0,000	0,021	0,000	0,000	0,032	0,012	0,000
21	0,002624	0,105	0,006	0,023	0,015	0,000	0,009	0,000	0,000	0,029	0,012	0,000
22	0,002186	0,100	0,002	0,017	0,015	0,000	0,003	0,000	0,000	0,026	0,012	0,000
23	0,001968	0,097	0,001	0,012	0,015	0,000	0,011	0,000	0,000	0,024	0,012	0,000
24	0,001968	0,097	0,000	0,010	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,012	0,000

Tablo 6 2b : Kuşaşların Bri m Küt leleri ndeki Su Küt lesi Mkt arları

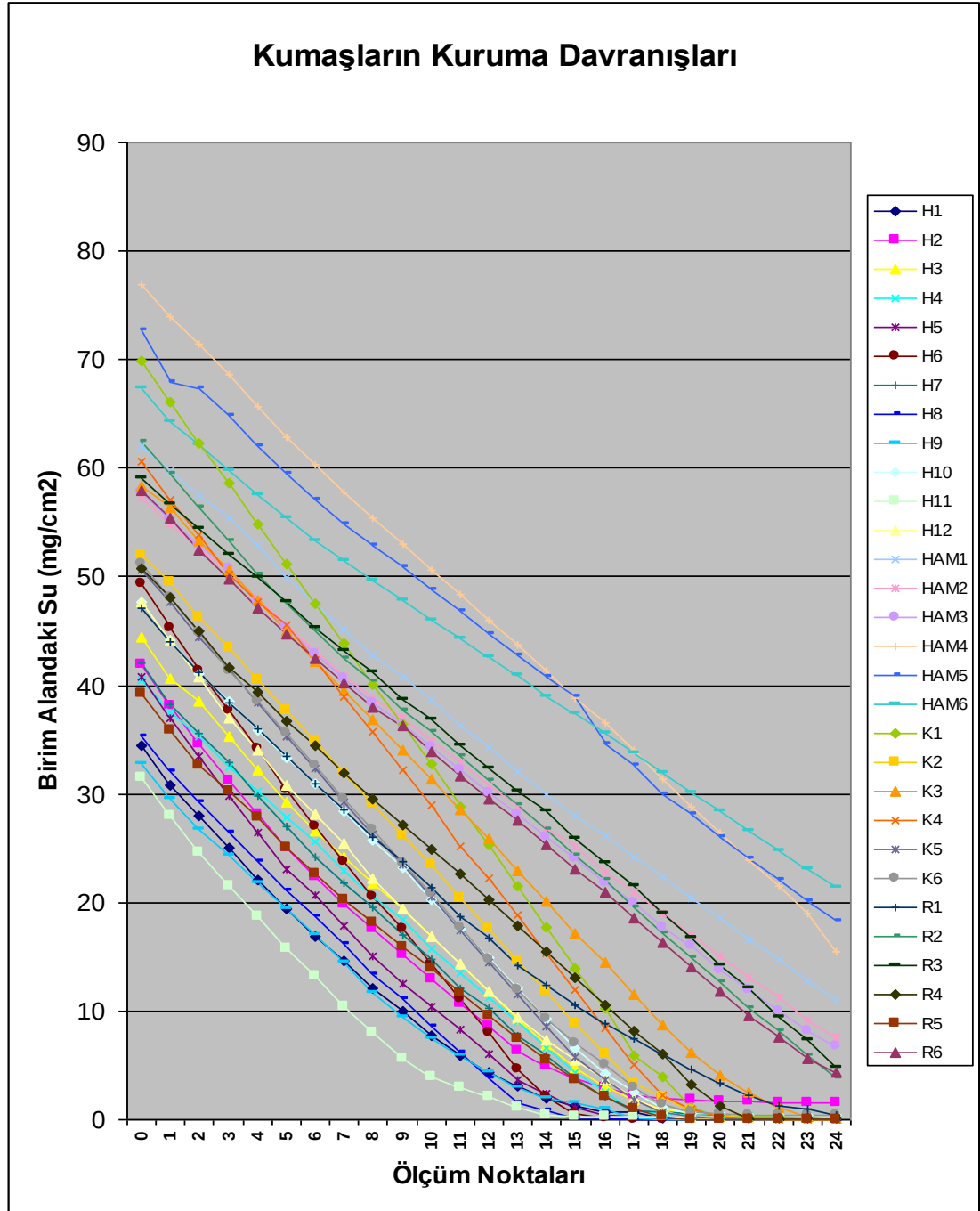
	HAM1	HAM2	HAM3	HAM4	HAM5	HAM6	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Ö çü m Nokt a ları												
0	1, 651	2, 387	2, 170	1, 927	1, 660	2, 389	2, 051	2, 395	2, 079	2, 331	2, 668	2, 637
1	1, 590	2, 288	2, 076	1, 853	1, 550	2, 282	1, 941	2, 276	2, 006	2, 195	2, 516	2, 473
2	1, 530	2, 195	1, 988	1, 788	1, 537	2, 204	1, 829	2, 129	1, 898	2, 068	2, 347	2, 308
3	1, 474	2, 102	1, 905	1, 720	1, 479	2, 123	1, 722	1, 998	1, 800	1, 929	2, 188	2, 128
4	1, 406	2, 000	1, 792	1, 644	1, 414	2, 041	1, 610	1, 865	1, 702	1, 831	2, 023	1, 985
5	1, 330	1, 897	1, 702	1, 573	1, 358	1, 967	1, 502	1, 732	1, 601	1, 753	1, 865	1, 835
6	1, 266	1, 801	1, 610	1, 509	1, 304	1, 890	1, 397	1, 602	1, 501	1, 625	1, 706	1, 683
7	1, 200	1, 708	1, 525	1, 446	1, 250	1, 819	1, 287	1, 469	1, 408	1, 499	1, 541	1, 519
8	1, 138	1, 620	1, 444	1, 387	1, 208	1, 761	1, 178	1, 339	1, 311	1, 370	1, 390	1, 373
9	1, 084	1, 540	1, 366	1, 327	1, 160	1, 697	1, 071	1, 206	1, 211	1, 239	1, 236	1, 220
10	1, 029	1, 452	1, 287	1, 267	1, 112	1, 632	0, 963	1, 079	1, 116	1, 114	1, 081	1, 069
11	0, 964	1, 369	1, 211	1, 213	1, 068	1, 572	0, 846	0, 941	1, 018	0, 969	0, 920	0, 915
12	0, 913	1, 285	1, 130	1, 153	1, 022	1, 512	0, 742	0, 810	0, 919	0, 855	0, 766	0, 761
13	0, 855	1, 200	1, 054	1, 095	0, 977	1, 453	0, 633	0, 676	0, 817	0, 723	0, 609	0, 613
14	0, 799	1, 119	0, 974	1, 034	0, 930	1, 385	0, 521	0, 540	0, 716	0, 592	0, 450	0, 477
15	0, 746	1, 047	0, 903	0, 973	0, 887	1, 325	0, 409	0, 405	0, 612	0, 457	0, 303	0, 362
16	0, 695	0, 952	0, 819	0, 914	0, 789	1, 262	0, 302	0, 276	0, 513	0, 327	0, 190	0, 260
17	0, 643	0, 876	0, 750	0, 851	0, 744	1, 198	0, 175	0, 157	0, 410	0, 196	0, 095	0, 152
18	0, 594	0, 790	0, 666	0, 786	0, 685	1, 134	0, 115	0, 098	0, 308	0, 088	0, 039	0, 074
19	0, 542	0, 708	0, 600	0, 722	0, 641	1, 070	0, 032	0, 040	0, 221	0, 040	0, 018	0, 034
20	0, 493	0, 630	0, 517	0, 661	0, 595	1, 006	0, 009	0, 019	0, 146	0, 009	0, 010	0, 026
21	0, 441	0, 544	0, 451	0, 598	0, 550	0, 943	0, 007	0, 005	0, 088	0, 004	0, 008	0, 025
22	0, 394	0, 470	0, 375	0, 538	0, 505	0, 880	0, 007	0, 001	0, 040	0, 002	0, 007	0, 025
23	0, 339	0, 383	0, 304	0, 476	0, 460	0, 816	0, 006	0, 001	0, 009	0, 001	0, 007	0, 025
24	0, 292	0, 314	0, 251	0, 389	0, 419	0, 757	0, 006	0, 001	0, 002	0, 000	0, 006	0, 025

Tablo 6.2c : Kumaşların Birim Kütlelerindeki Su Kütleli Miktarları

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Öçüm Noktası						
0	2,938	2,066	2,555	2,867	2,383	2,197
1	2,749	1,968	2,453	2,721	2,179	2,099
2	2,570	1,864	2,357	2,542	1,976	1,991
3	2,395	1,763	2,250	2,353	1,836	1,887
4	2,241	1,660	2,163	2,224	1,686	1,785
5	2,084	1,572	2,064	2,078	1,521	1,698
6	1,932	1,485	1,960	1,946	1,372	1,609
7	1,783	1,403	1,867	1,803	1,230	1,523
8	1,618	1,333	1,782	1,671	1,097	1,438
9	1,480	1,247	1,674	1,539	0,963	1,376
10	1,333	1,180	1,593	1,410	0,841	1,282
11	1,165	1,106	1,495	1,277	0,706	1,201
12	1,042	1,032	1,403	1,142	0,576	1,121
13	0,889	0,958	1,310	1,011	0,449	1,043
14	0,774	0,883	1,227	0,876	0,332	0,960
15	0,659	0,805	1,117	0,736	0,221	0,875
16	0,556	0,728	1,023	0,600	0,124	0,793
17	0,466	0,648	0,931	0,463	0,063	0,706
18	0,377	0,569	0,820	0,339	0,020	0,620
19	0,293	0,492	0,727	0,182	0,000	0,535
20	0,211	0,419	0,615	0,068	0,000	0,450
21	0,137	0,341	0,525	0,011	0,000	0,364
22	0,083	0,270	0,409	0,008	0,000	0,288
23	0,059	0,196	0,316	0,007	0,000	0,216
24	0,030	0,127	0,209	0,006	0,000	0,163

Tablo 6.3 a, 6.3 b ve 6.3 c’de kuruma sürecinde her yarı m saat sonunda kumaş üzerinde bulunan ve birim kumaş alanına karşılık gelen su kütleleri verilmiştir. Tablodaki değerler kumaştaki su kütlelerinin mg cinsinden değerinin, 16 cm x 16 cm boyutlarındaki kumaş numunesi alanına bölümüyle elde edilmiştir.

Şekil 6.3’de Tablo 6.3’deki değerler kullanılarak oluşturulmuş kuruma davranışı grafiği görülmektedir.



Şekil 6.3 : Kumaşların Birim Alanlarına Karşılık Gelen Su Kütlelerine Dayalı Kuruma Eğrileri

Tablo 6.3a : Kumaşların Birim Alanlarına Denk Gelen Su Kütlesi (ng/ c m²) Değerleri

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Öçüm Noktası												
0	34,42188	41,895	44,379	40,465	40,813	49,316	42,020	35,313	32,734	47,648	31,531	47,652
1	30,76094	38,082	40,708	37,605	36,922	45,252	38,300	32,113	29,516	44,188	27,921	44,188
2	27,97188	34,585	38,464	35,320	33,500	41,339	35,617	29,308	26,723	41,091	24,604	40,809
3	25,02969	31,243	35,323	32,506	29,823	37,747	32,909	26,378	24,288	38,505	21,481	37,002
4	22,02266	28,057	32,161	30,172	26,440	34,161	29,752	23,811	21,739	35,916	18,680	34,073
5	19,36953	24,997	29,265	27,882	23,005	30,392	26,969	21,162	19,449	33,389	15,761	30,797
6	16,8625	22,388	26,563	25,553	20,602	26,955	24,146	18,660	17,048	30,919	13,158	28,155
7	14,57266	19,863	24,168	22,901	17,878	23,835	21,812	16,120	14,473	28,355	10,388	25,511
8	12,12188	17,613	21,776	20,559	15,045	20,531	19,531	13,402	11,636	25,747	7,975	22,150
9	9,975781	15,191	19,458	18,425	12,532	17,543	17,025	11,059	9,425	23,230	5,564	19,467
10	7,738281	12,967	16,905	15,735	10,410	14,360	14,782	8,561	7,451	20,313	3,976	16,867
11	5,911719	10,664	14,409	13,500	8,298	11,173	12,041	6,158	5,905	17,611	3,002	14,289
12	4,390625	8,527	11,850	11,288	6,052	7,972	10,276	3,799	4,366	14,841	2,062	11,865
13	3,128125	6,265	9,348	8,940	3,645	4,653	7,803	1,577	3,016	12,047	1,073	9,484
14	1,98125	4,975	6,893	6,592	2,330	2,168	5,844	0,855	1,977	9,288	0,473	7,362
15	1,235938	3,863	4,844	4,313	1,134	0,533	3,860	0,176	1,533	6,588	0,222	5,472
16	0,723438	2,938	3,158	2,520	0,473	0,142	2,091	0,099	0,945	4,229	0,223	3,639
17	0,695313	2,303	1,824	0,816	0,281	0,000	0,820	0,066	0,109	2,474	0,224	2,029
18	0,101562	2,038	0,940	0,591	0,255	0,000	0,686	0,055	0,000	1,109	0,224	0,812
19	0,078125	1,856	0,587	0,492	0,252	0,000	0,588	0,000	0,000	0,566	0,219	0,137
20	0,058594	1,719	0,341	0,465	0,249	0,000	0,371	0,000	0,000	0,510	0,215	0,000
21	0,046875	1,641	0,100	0,430	0,247	0,000	0,160	0,000	0,000	0,459	0,215	0,000
22	0,039062	1,563	0,038	0,313	0,246	0,000	0,047	0,000	0,000	0,424	0,215	0,000
23	0,035156	1,523	0,013	0,234	0,245	0,000	0,195	0,000	0,000	0,392	0,215	0,000
24	0,035156	1,523	0,003	0,195	0,245	0,000	0,000	0,000	0,000	0,373	0,215	0,000

Tablo 6.3b: Kumaşların Birim Alanlarına Denk Gelen Su Kütlesi (ng/cm²) Değerleri

	HAM1	HAM2	HAM3	HAM4	HAM5	HAM6	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Öçüm Noktası												
0	62,008	57,262	57,785	76,945	72,711	67,297	69,863	52,063	58,414	60,652	50,586	51,227
1	59,742	54,879	55,285	73,977	67,906	64,289	66,129	49,467	56,347	57,122	47,704	48,030
2	57,476	52,652	52,941	71,398	67,359	62,102	62,308	46,286	53,318	53,799	44,503	44,829
3	55,367	50,426	50,715	68,664	64,820	59,797	58,657	43,443	50,569	50,204	41,479	41,347
4	52,828	47,965	47,707	65,656	61,969	57,492	54,829	40,549	47,817	47,633	38,357	38,567
5	49,976	45,504	45,324	62,805	59,508	55,422	51,163	37,655	44,973	45,616	35,364	35,645
6	47,554	43,199	42,863	60,266	57,125	53,234	47,580	34,821	42,157	42,278	32,347	32,690
7	45,094	40,973	40,598	57,727	54,781	51,516	43,825	31,943	39,560	38,994	29,225	29,502
8	42,750	38,863	38,449	55,383	52,945	49,602	40,114	29,105	36,821	35,651	26,363	26,679
9	40,719	36,949	36,379	53,000	50,836	47,805	36,466	26,223	34,031	32,243	23,438	23,694
10	38,648	34,840	34,270	50,578	48,727	45,969	32,795	23,453	31,364	28,996	20,496	20,774
11	36,227	32,848	32,238	48,430	46,773	44,289	28,829	20,454	28,596	25,216	17,440	17,772
12	34,313	30,816	30,090	46,047	44,781	42,609	25,266	17,618	25,825	22,236	14,524	14,777
13	32,125	28,785	28,059	43,703	42,789	40,930	21,553	14,692	22,948	18,817	11,540	11,916
14	30,016	26,832	25,949	41,281	40,758	39,016	17,743	11,748	20,117	15,396	8,538	9,271
15	28,023	25,113	24,035	38,859	38,883	37,336	13,921	8,800	17,193	11,884	5,741	7,028
16	26,109	22,848	21,809	36,516	34,547	35,539	10,282	5,989	14,416	8,498	3,609	5,042
17	24,156	21,012	19,973	33,977	32,594	33,742	5,976	3,411	11,512	5,103	1,793	2,946
18	22,320	18,941	17,746	31,398	30,016	31,945	3,915	2,134	8,666	2,293	0,739	1,433
19	20,367	16,988	15,988	28,820	28,063	30,148	1,104	0,879	6,216	1,047	0,348	0,655
20	18,531	15,113	13,762	26,398	26,070	28,352	0,319	0,418	4,096	0,223	0,189	0,497
21	16,578	13,043	12,004	23,859	24,117	26,555	0,248	0,117	2,476	0,102	0,155	0,482
22	14,781	11,285	9,973	21,477	22,125	24,797	0,222	0,031	1,127	0,045	0,134	0,482
23	12,750	9,176	8,098	19,016	20,172	23,000	0,208	0,020	0,249	0,013	0,125	0,482
24	10,953	7,535	6,691	15,539	18,336	21,320	0,205	0,012	0,054	0,001	0,122	0,482

Tablo 6.3c : Kuşakların Birim Alanlarına Denk Gelen Su Kütlesi (ng/cm^2) Değerleri (devam)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Öçüm Noktası						
0	47,105	62,484	59,012	50,707	39,266	57,941
1	44,086	59,531	56,668	48,121	35,902	55,379
2	41,212	56,371	54,441	44,955	32,558	52,511
3	38,398	53,319	51,980	41,609	30,250	49,765
4	35,931	50,226	49,949	39,321	27,777	47,095
5	33,416	47,554	47,684	36,755	25,054	44,780
6	30,976	44,932	45,262	34,405	22,606	42,455
7	28,589	42,452	43,113	31,886	20,266	40,163
8	25,948	40,313	41,160	29,545	18,081	37,930
9	23,733	37,717	38,660	27,206	15,866	36,304
10	21,373	35,703	36,785	24,940	13,854	33,823
11	18,680	33,442	34,520	22,591	11,627	31,669
12	16,707	31,213	32,410	20,186	9,494	29,562
13	14,257	28,988	30,262	17,884	7,402	27,514
14	12,412	26,724	28,348	15,499	5,464	25,312
15	10,566	24,366	25,809	13,010	3,641	23,085
16	8,919	22,018	23,621	10,609	2,045	20,920
17	7,474	19,601	21,512	8,192	1,046	18,627
18	6,050	17,220	18,934	5,998	0,331	16,365
19	4,700	14,872	16,785	3,213	0,000	14,118
20	3,380	12,660	14,207	1,208	0,000	11,880
21	2,197	10,316	12,137	0,187	0,000	9,614
22	1,330	8,156	9,441	0,148	0,000	7,609
23	0,940	5,922	7,293	0,125	0,000	5,685
24	0,479	3,856	4,832	0,102	0,000	4,297

Şekil 6.2 ve 6.3'te verilen kuruma davranış grafiğine dikkat edildiğinde, aynı kumaşlara karşılık gelen eğrilerin son derece benzer olduğu görülmektedir. Bu da, kumaş alanının ve kumaş gramajının kuruma davranışı üzerinde etkili olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Bu durum kuruma davranış testinde çalışmalarından faydalanan Fourt ve Coplan'ın sentetik ve doğal liflerin kuruma davranışları üzerinde yaptıkları incelemeler neticesinde vardıkları sonuçlarla uyumlu gözükmektedir. Araştırmacıların her ikisi de, kumaşların kuruma davranışlarının lif içeriğinden bağımsız, ancak yapılarına çektikleri su kütlesi miktarıyla ilgili olduğunu belirtmişlerdir [53, 54].

Kumaş tarafından çekilen su miktarının ise kumaş kalınlığı ile doğru orantılı olduğu bilinmektedir [64].

6.2 Kumaşların Transfer (Yatay) Kılcal Islanma Davranışları

Tablo 6.4a, 6.4b ve 6.4c, kumaşların 30 dakikalık transfer kılcal ıslanma testi sürecinde her 5 dakikada bir tespit edilen kütle ölçüm değerlerini yansıtmaktadır.

Tablo 6.4a : Kumaşların Transfer Kılcal Islanma Testi Ölçüm Değerleri

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Zaman (dakika)												
0	1,80	1,49	1,76	1,85	1,64	1,54	1,76	1,47	1,59	1,59	1,73	1,69
5	3,41	3,00	3,66	3,78	3,29	3,25	3,52	2,51	2,66	3,44	2,86	3,40
10	3,45	3,06	3,72	3,82	3,31	3,29	3,56	2,58	2,73	3,48	2,93	3,46
15	3,46	3,06	3,72	3,82	3,31	3,29	3,56	2,58	2,78	3,49	2,94	3,47
20	3,45	3,06	3,71	3,81	3,31	3,28	3,55	2,58	2,75	3,48	2,94	3,46
25	3,44	3,04	3,70	3,80	3,29	3,27	3,54	2,57	2,75	3,46	2,93	3,45
30	3,43	3,03	3,69	3,78	3,27	3,25	3,52	2,55	2,74	3,44	2,92	3,43

Şekil 6.4'te ise, bu tablolaradaki değerlerden oluşturulmuş, kumaşların transfer kılcal ıslanma davranışları grafiği görülmektedir.

Tablo 6.4b : Kuşların Transfer Kılcal Islanma Testi Ölçüm Değerleri

	HAM1	HAM2	HAM3	HAM4	HAM5	HAM6	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Zaman (dakika)												
0	3,68	2,37	2,62	3,96	4,36	2,85	3,43	2,23	3,44	2,61	1,89	1,96
5	6,04	4,49	4,68	6,13	6,57	4,66	5,41	4,09	5,49	4,46	3,66	3,78
10	6,09	4,61	4,78	6,29	6,75	4,92	5,66	4,30	5,68	4,69	3,82	3,92
15	6,12	4,61	4,81	6,32	6,79	5,02	5,74	4,37	5,74	4,77	3,86	3,99
20	6,14	4,64	4,81	6,35	6,82	5,06	5,79	4,38	5,77	4,80	3,87	3,99
25	6,16	4,61	4,83	6,35	6,82	5,08	5,81	4,37	5,78	4,81	3,86	3,99
30	6,15	4,61	4,82	6,36	6,85	5,10	5,80	4,37	5,79	4,81	3,85	3,99

Tablo 6.4c : Kuşların Transfer Kılcal Islanma Testi Ölçüm Değerleri

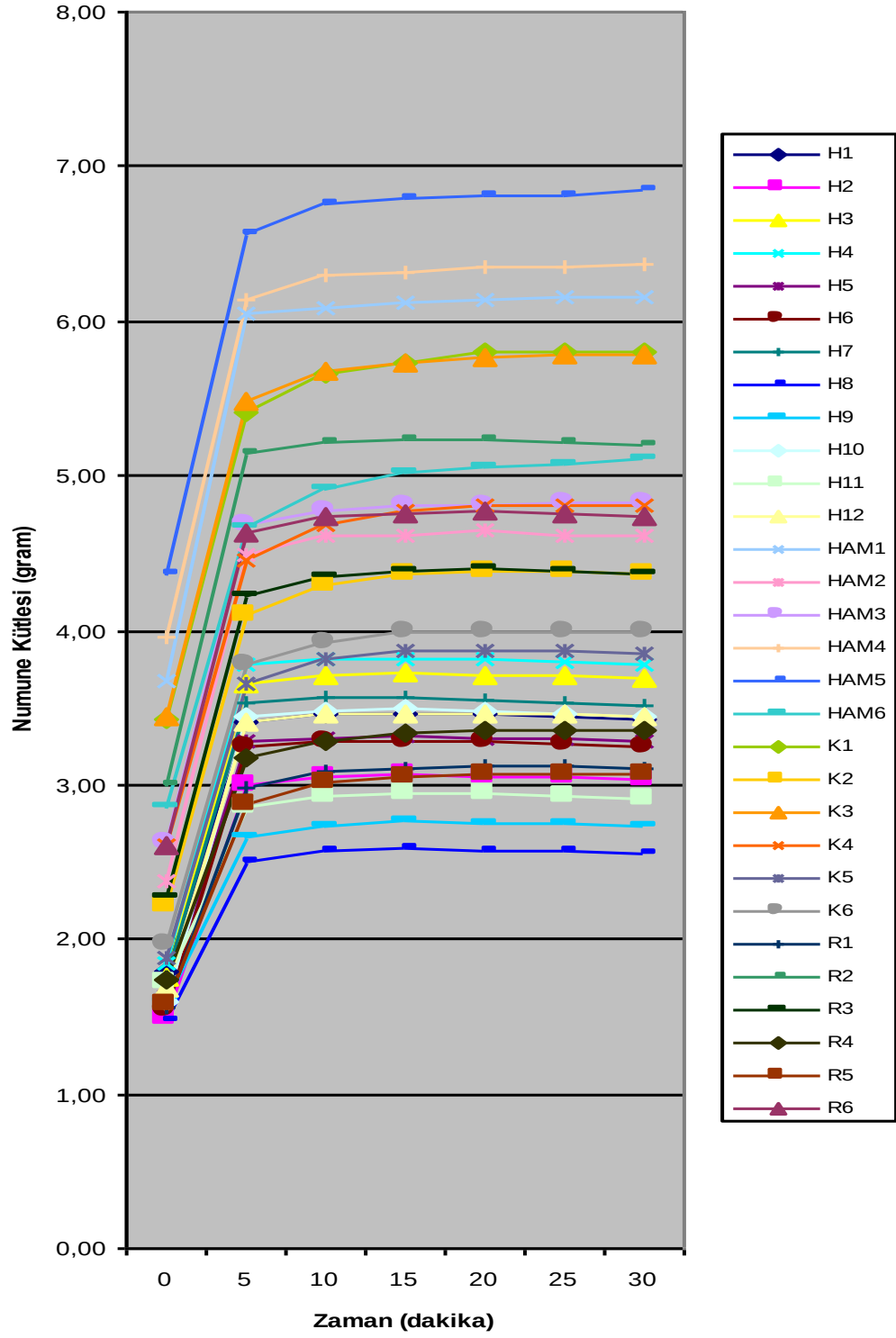
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Zaman (dakika)						
0	1,57	2,99	2,28	1,73	1,58	2,60
5	2,98	5,14	4,22	3,17	2,88	4,62
10	3,08	5,21	4,35	3,28	3,01	4,73
15	3,11	5,23	4,38	3,33	3,05	4,76
20	3,12	5,23	4,39	3,35	3,07	4,77
25	3,12	5,21	4,38	3,36	3,07	4,76
30	3,11	5,19	4,37	3,36	3,07	4,74

Kuru kuş katının, ıslak kuş katı üzerinde sabit basınç altında kılcal ıslanma yoluyla transfer aldığı su kütlesi, 30. dakikadaki numune kütlesinden 0. dakikadaki numune kütlesi çıkartılarak elde edilebilir. Hesaplanmış olan su kütlesi, numunenin ilk kuru kütlesine yani 0. dakikadaki kütlesine bölüldüğünde elde edilen değer 100 ile çarpılmıştır. Sonuçta ortaya çıkan rakam ilgili kuşın transfer kılcal ıslanma ile % su çekme kabiliyetini verecektir. İşte bu değerler, kuşlar arasında istatistiki karşılaştırma yapmak için kullanılabilir.

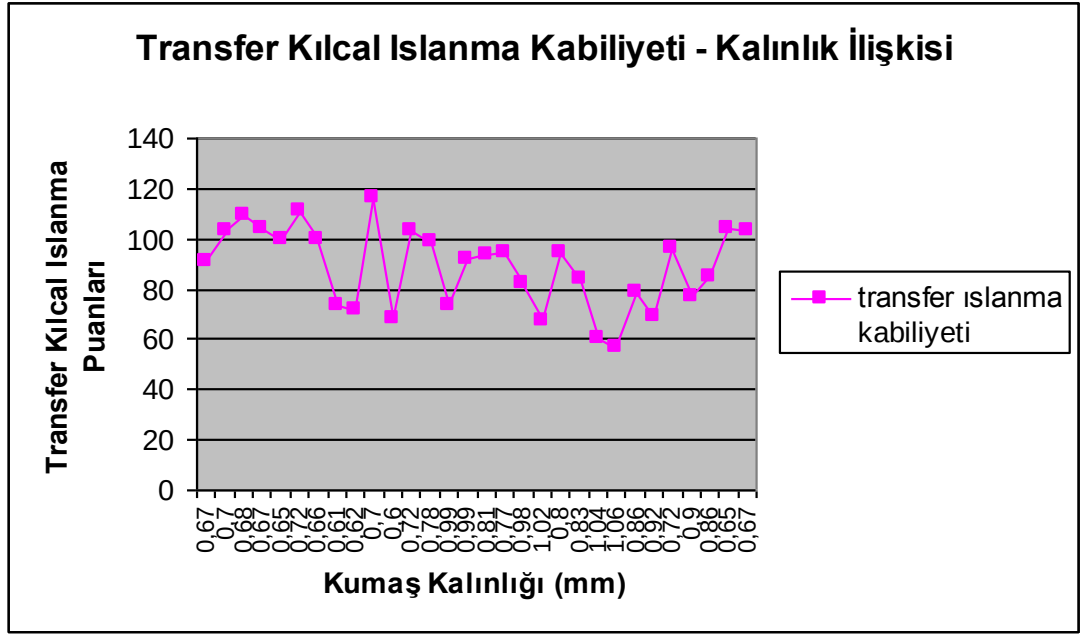
SPSS'te bu puan değerleri kullanılarak yapılan istatistiksel değerlendirme neticesinde, kuş kalınlığı ile transfer kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,574 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, bu iki değişken arasında ters ilişki olduğunu göstermektedir.

Kuş kalınlığı ile transfer kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki ilişki Şekil 6.5'te görülmektedir.

Kumaşların Transfer Kılcal Islanma Davranışları



Şekil 64: Kumaşların Transfer Kılcal Islanma Davranışlarına At Eğriler



Şekil 6.5: Kumaş Kalınlığı – Transfer Kılcal Islanma Davranışı İlişkisi Grafiği

Bu grafik dikkatle incelendiğinde ilginç bir noktaya çarpmaktadır. Elastansız olan H serisi kumaşlarda kumaş kalınlığı-transfer kılcal ıslanma kabiliyeti ilişkisi doğru orantı, ancak elastanlı kumaşların tamamında ters orantı sergilemektedir.

Bu nedenle, SPSS’te istatistiksel değerlendirme bu iki grup üzerinde ayrı ayrı tekrar gerçekleştirilmiştir.

Elastansız kumaşlarda yapılan istatistiksel değerlendirme neticesinde, kumaş kalınlığı ile transfer kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,888 olarak tespit edilmiştir.

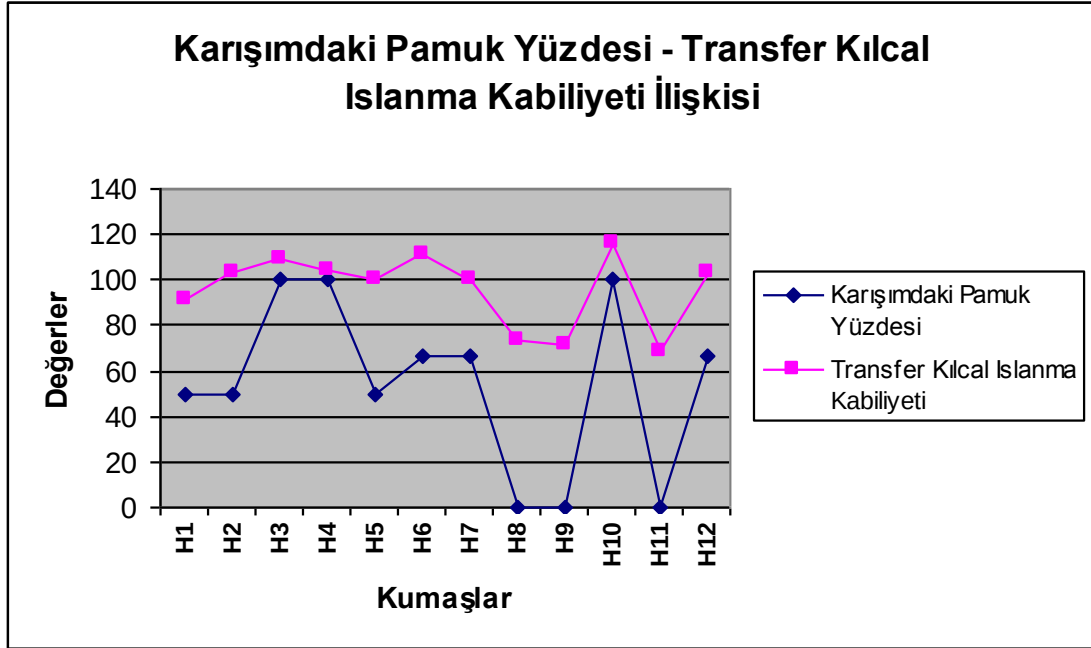
Elastanlı kumaşlarda yapılan istatistiksel değerlendirme neticesinde ise, kumaş kalınlığı ile transfer kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,873 olarak tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, grafik incelenerek yapılan yorumun doğruluğunu ispatlar niteliktedir.

H serisi kumaşlar farklı pamuk/pol yester karışım oranlarındadırlar. Transfer kılcal ıslanma kabiliyeti üzerinde karışım oranının etkisinin anlaşılabilmesi için, değişik karışım oranlarındaki bu 12 kumaş istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Karışımındaki pamuk yüzdesi kullanılarak yapılan bu değerlendirme neticesinde,

pa muk elyafı karışı m oranı ile transfer kılcal ıslanma puanları arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 anlamlılık düzeyinde 0,926 olarak tespit edilmiştir.

Bu sonuç, karışı mdaki pa muk elyafı oranının artmasıyla transfer kılcal ıslanma kabiliyetinin de arttığını göstermekte ve Şekil 6.6'da da doğruluğu açıkça görülmektedir.



Şekil 6.6: Karışı mdaki Pa muk Oranı ile Transfer Kılcal Islanma Kabiliyeti İlişkisi

6.3. Ku maş lar ın D ikey K ıl cal Islan ma Dav ran ı lar ı

D ikey kılcal ıslanma test sonuçları Tablo 6.5a, 6.5b ve 6.5c'de gösterilmiştir. Bu değerler tüm diğ er testlerde olduğu gibi her bir ku maş ı ç in 5 ayrı bölgeden alınmış numuneler üzerinde tespit edilmiştir ve ortalamaları alınarak tablo halinde derlenmiştir.

Ayrıca ölçümler sonucu elde edilen bu değerler kullanılarak, Şekil 6.7'de görünen ilmek sıraları doğrultusunda dikey kılcal ıslanma davranışı grafiğ i de hazırlanmıştır.

Tablo 6.5a : Kumaşların Dikey Kılcal ıslanma Davranışları (Sıra Doğrultusu)

Sıra Doğrultusu	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Zaman (dakika)												
1	63	54	53	51	62	60	56	43	52	60	49	59
3	83	77	76	75	82	84	82	66	73	84	73	84
5	99	93	90	90	100	98	98	79	88	97	87	98
10	127	117	113	114	122	123	123	102	107	122	113	124
15	143	134	131	133	137	140	141	117	122	138	129	140
20	154	144	143	144	148	151	156	130	133	149	141	153
25	164	153	154	154	158	161	164	138	140	158	151	163
30	173	162	162	164	166	168	174	146	148	166	161	172
35	180	168	171	173	173	174	179	152	155	173	168	178
40	184	174	178	179	178	179	184	158	161	178	174	183
45	187	179	183	184	182	183	188	163	165	182	179	187
50	190	182	186	187	184	185	190	166	169	185	183	189
55	190	184	189	189	185	188	190	169	173	186	186	190
60	190	185	190	190	186	189	190	171	176	187	189	190

Tablo 6.5b : Kumaşların Dikey Kılcal ıslanma Davranışları (Sıra Doğrultusu)

Sıra Doğrultusu	HAM1	HAM2	HAM3	HAM4	HAM5	HAM6	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Zaman (dakika)												
1	46	56	54	47	42	55	46	52	48	51	51	52
3	70	84	81	69	63	80	70	76	72	75	75	75
5	84	101	97	82	77	97	84	92	88	89	92	92
10	106	129	123	103	99	123	107	117	112	115	116	117
15	127	148	141	119	110	141	124	136	128	131	133	133
20	140	162	157	132	125	155	137	149	141	143	145	146
25	151	173	168	142	135	167	148	159	150	154	155	155
30	161	182	178	151	143	176	156	168	159	162	163	162
35	169	190	181	160	151	183	164	175	167	171	170	171
40	177	190	183	167	157	186	171	179	173	177	177	176
45	182	190	185	173	163	189	177	181	179	181	181	181
50	186	190	187	179	169	190	181	181	183	184	184	184
55	188	190	189	182	175	190	182	181	185	186	187	188
60	190	190	190	185	180	190	182	181	186	186	189	190

Dikey kılcal ıslanma testi ni daha önce uygulamış olan pekçok araştırmacı, sadece kumaş şeridindeki su yüksekliğinin değil, numune içine çekilen suyun kütlesinin de bir kumaşın dikey kılcal ıslanma kabiliyetini değerlendirme açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir. O nedenle bu çalışmada, her bir kumaşın % dikey kılcal ıslanma kabiliyeti de hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

$$\% \text{ dikey kılcal ıslanma kabiliyeti} = [\% \text{Emilen Su Kütlesi (g)} * \text{Su yüksekliği (mm)}] / 100$$

Tablo 6.5c : Kumaşların Dikey Kılcal Islanma Davranışları (Sıra Doğrultusu)

Sıra Doğrultusu	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Zaman (dakika)						
1	51	54	50	46	45	55
3	68	75	76	69	65	77
5	79	88	94	81	77	92
10	97	112	121	98	92	118
15	107	127	138	109	105	134
20	116	139	151	117	111	147
25	122	149	160	124	117	157
30	127	157	169	129	122	165
35	131	165	176	133	125	171
40	135	171	182	137	129	177
45	138	176	186	140	131	183
50	141	181	188	143	134	186
55	143	184	189	146	136	188
60	145	186	190	147	138	189

% emilen su kütlesi ve % dikey kılcal ıslanma kabiliyeti değerleri, Tablo 6.6a ve 6.6b’de gösterilmiştir.

Tablo 6.6a : Dikey Kılcal Islanma Davranışına Ait Hesaplanan Değerler

Kod	% Emilen Su Kütlesi	Sıra Doğrultusu Islanma Kabiliyeti	5. dakikadaki puan
H1	158,41	300,98	81,503
H2	185,28	342,77	86,49
H3	196,22	372,83	83,558
H4	185,04	351,58	78,868
H5	173,01	321,80	93,011
H6	210,97	398,73	110,735
H7	182,17	346,12	91,996
H8	133,82	228,82	48,906
H9	123,07	216,85	54,12
H10	227,43	425,29	114,216
H11	109,91	207,73	44,052
H12	198,28	376,74	100,084
R1	180,72	262,77	77,905
R2	171,54	319,41	71,611
R3	196,83	373,97	91,615
R4	168,22	247,95	74,983
R5	164,62	226,51	70,89
R6	185,88	350,95	83,297

Tablo 6.6b : Dikey Kılcal Islanma Davranışına Ait Hesaplanan Değerler

Kod	% Emilen Su Kütlesi	Sıra Doğrultusu Islanma Kabiliyeti	5. dakika için puan
HAM1	148,70	282,53	55,223
HAM2	197,88	375,97	106,305
HAM3	174,22	331,02	86,167
HAM4	134,68	249,16	49,067
HAM5	107,94	194,29	35,574
HAM6	162,41	308,58	80,224
K1	143,97	262,03	55,828
K2	184,20	333,40	86,043
K3	163,38	303,88	67,864
K4	182,06	338,64	77,507
K5	200,37	378,69	89,566
K6	191,23	363,33	85,086

Dikey kılcal ıslanma kabiliyeti ile kumaş gramajı arasındaki ilişki Şekil 6.8’de rahatlıkla görülmektedir. Kumaşlar üzerinde yapılan istatistiksel değerlendirmeye neticesinde, sıra doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma kabiliyeti ile kumaş gramajı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 anlamlılık düzeyinde -0,498 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, kumaşlarda gramajın azalmasıyla birlikte sıra doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma kabiliyetinin artacağı anlamına gelir.

Tablo 6.7a, 6.7b ve 6.7c’de kumaşların ilk çubukları doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma davranışlarına ait ölçüm değerleri verilmiştir.

Tablo 6.7a : Kumaşların Dikey Kılcal Islanma Davranışları (Çubuk Doğrultusu)

Çubuk Doğrultusu	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Zaman (dakika)												
1	91	98	85	82	90	99	99	72	85	94	84	98
3	109	114	99	97	108	116	118	90	106	109	101	114
5	135	145	127	122	138	145	142	119	133	137	125	143
10	157	165	145	139	159	166	162	140	154	156	145	163
15	172	179	159	152	174	179	177	153	167	169	159	177
20	181	186	169	166	183	183	184	163	179	180	169	182
25	187	190	178	176	188	186	189	173	183	188	177	186
30	190	190	182	182	190	188	190	178	186	190	180	188
35	190	190	185	186	190	190	190	182	188	190	182	188
40	190	190	188	189	190	190	190	184	190	190	183	188
45	190	190	190	190	190	190	190	186	190	190	183	188
50	190	190	190	190	190	190	190	187	190	190	183	188
55	190	190	190	190	190	190	190	188	190	190	183	188
60	190	190	190	190	190	190	190	189	190	190	183	188

Tablo 6.7b : Kumaşların Dikey Kılcal İslanma Davranışları (Çubuk Doğrultusu)

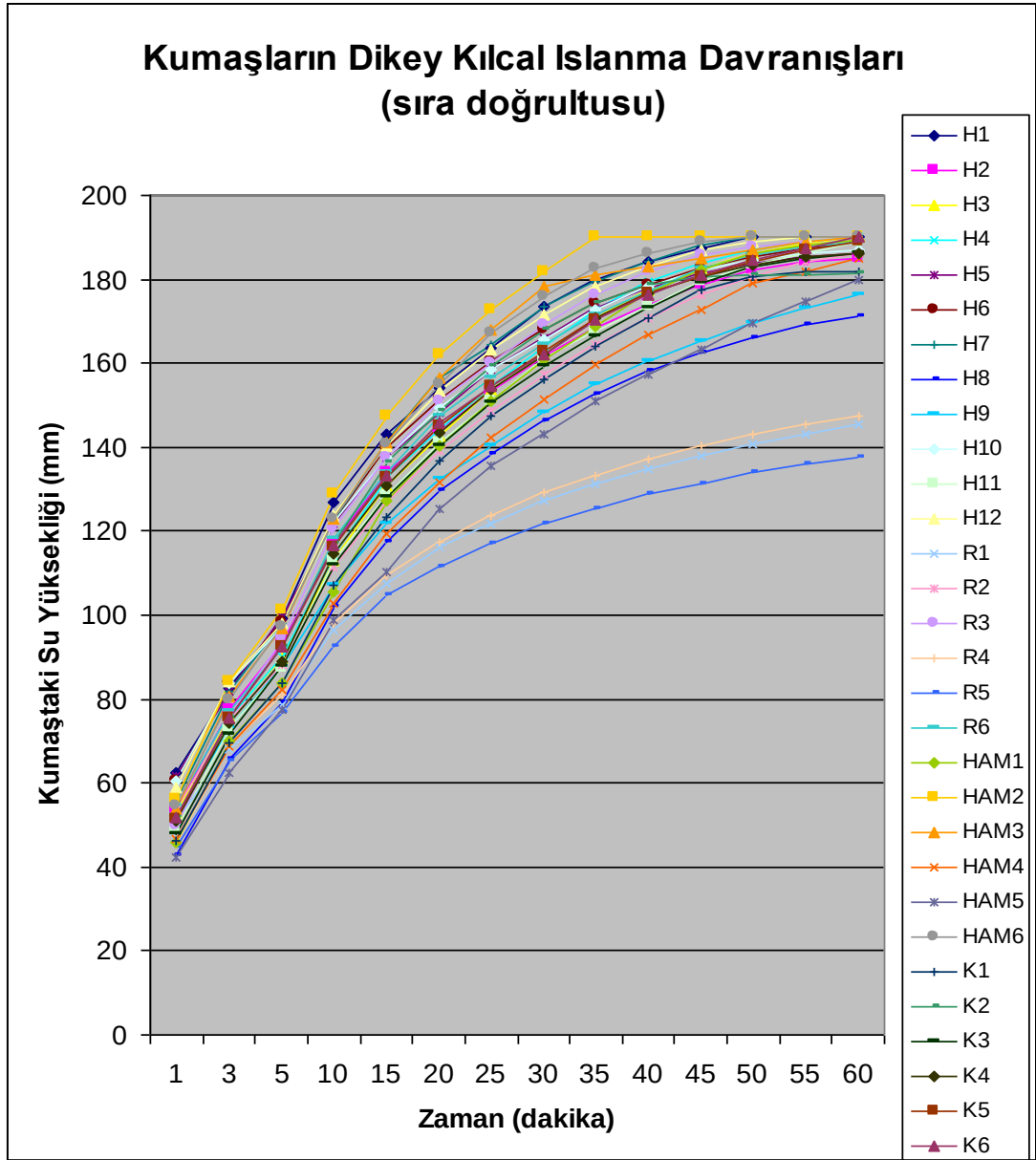
Çubuk Doğrultusu	R1	R2	R3	R4	R5	R6	HAM1	HAM2	HAM3
Zaman (dakika)									
1	66	68	80	69	65	76	48	53	47
3	78	82	97	80	77	90	71	80	74
5	97	104	122	96	91	116	86	96	88
10	109	119	140	108	102	133	110	122	116
15	118	131	152	116	109	145	126	140	133
20	124	140	163	122	115	154	140	154	148
25	129	148	171	126	119	163	151	166	159
30	134	156	178	130	123	170	160	175	169
35	137	162	183	133	127	176	168	182	177
40	140	168	185	136	129	181	176	186	182
45	143	172	187	138	132	185	182	188	183
50	145	176	189	140	134	187	185	189	183
55	147	180	190	141	135	189	187	189	183
60	148	184	190	142	135	190	188	189	183

Tablo 6.7c : Kumaşların Dikey Kılcal İslanma Davranışları (Çubuk Doğrultusu)

Çubuk Doğrultusu	HAM4	HAM5	HAM6	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Zaman (dakika)									
1	41	42	50	44	52	48	51	56	57
3	63	63	74	64	77	68	74	80	81
5	76	76	88	79	92	85	90	95	96
10	98	96	113	102	116	107	114	120	121
15	114	110	130	119	134	124	131	138	137
20	127	123	143	131	147	137	145	150	151
25	137	131	154	141	157	147	155	160	161
30	147	140	163	150	166	156	164	170	170
35	155	147	172	158	174	163	173	179	178
40	162	154	179	165	178	170	179	181	179
45	169	160	183	171	181	176	181	181	180
50	174	165	186	177	182	181	182	181	180
55	180	171	188	181	182	182	182	181	180
60	182	175	189	182	182	182	182	181	180

Şekil 6.7'de ilmek çubukları doğrultusunda yapılan dikey kılcal ıslanma testinin grafiği gösterilmiştir.

Tablo 6.8a ve 6.8b'de kumaşların çubuk doğrultusunda dikey kılcal ıslanma davranışlarına ait test sonundaki numunenin %su kütlesi ve buradan hesaplanan dikey kılcal ıslanma kabiliyeti puanları verilmiştir. Ayrıca, bu test için kullanılan standart yöntemdeki test süresi olan 5 dakikalık sürecin sonundaki dikey kılcal ıslanma kabiliyeti puanları da hesaplanmış ve tabloya eklenmiştir. Karşılaştırma ve istatistiksel değerlendirmelerde 5. dakika puanlarının daha tutarlı sonuç vermesi beklenebilir, çünkü kumaşların tamamı bu anda henüz doygunluğa ulaşmamışlardır.



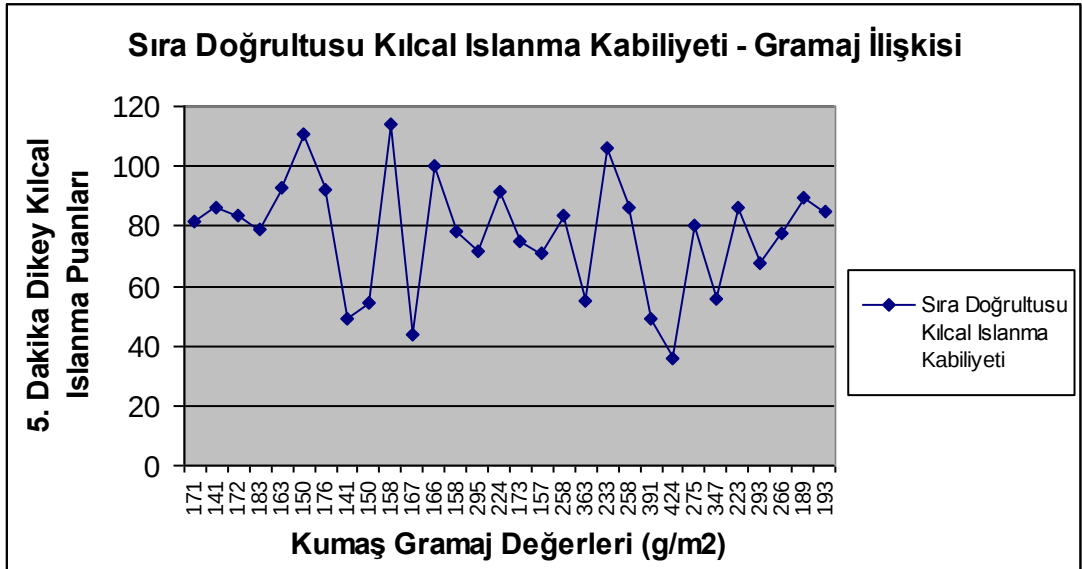
Şekil 6.7 : İlnek Sıraları Doğrultusundaki Dikey Kılcal Islanma Davranışları

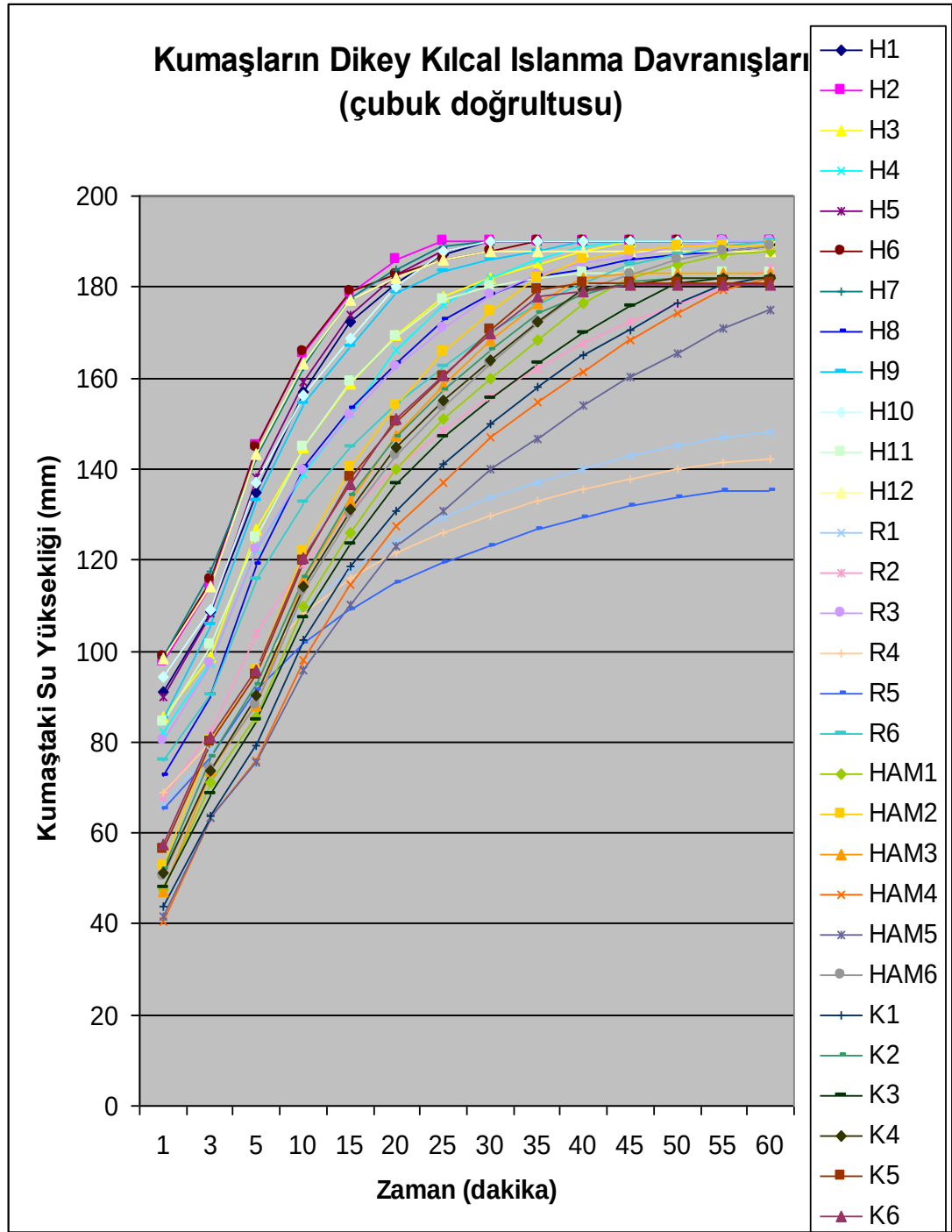
Tablo 6.8a : Dikey Kılcal Islanma Davranışına Ait Hesaplanan Değerler

Kod	% Emilen Su Kütlesi	Çubuk Doğrultusu Islanma Kabiliyeti	5. dakika puanı
H1	174,1541	330,8928	166,903
H2	197,0295	374,3561	217,996
H3	206,6156	392,5696	174,872
H4	187,1616	355,607	146,489
H5	195,9018	372,2134	196,454
H6	230,0617	437,1172	254,513
H7	197,2869	374,8451	209,069
H8	134,3703	253,9599	99,87
H9	138,7067	263,9599	129,409
H10	240,774	457,4706	238,07
H11	122,8241	224,7681	105,021
H12	211,4292	397,4869	229,507

Tablo 6.8b : Dikey Kılcal Islanma Davranışına Ait Hesaplanan Değerler

Kod	% Emilen Su Kütle si	Dikey Kılcal Islanma Kabiliyeti Puanı	5. dakika puanı
R1	184,6879	273,3381	117,613
R2	163,3153	300,5002	95,816
R3	219,7533	417,5313	172,145
R4	173,7675	246,7499	112,929
R5	180,6695	243,9038	111,027
R6	198,0996	376,3892	140,226
HAM1	149,8339	281,6877	59,011
HAM2	196,3248	371,0539	95,573
HAM3	174,2308	318,8424	73,632
HAM4	133,9564	242,7086	42,527
HAM5	108,0981	189,1717	35,646
HAM6	165,0315	311,9095	67,606
K1	136,5203	248,4669	46,98
K2	181,8639	330,9923	87,64
K3	163,7104	297,9529	65,104
K4	184,4998	335,7896	82,335
K5	204,7899	370,6697	101,718
K6	198,3921	357,1058	101,376

**Şekil 6.8 : Sıra Doğrultusundaki Dikey Kılcal Islanma Kabiliyeti – Kumaş Gramajı Arasındaki İlişki**



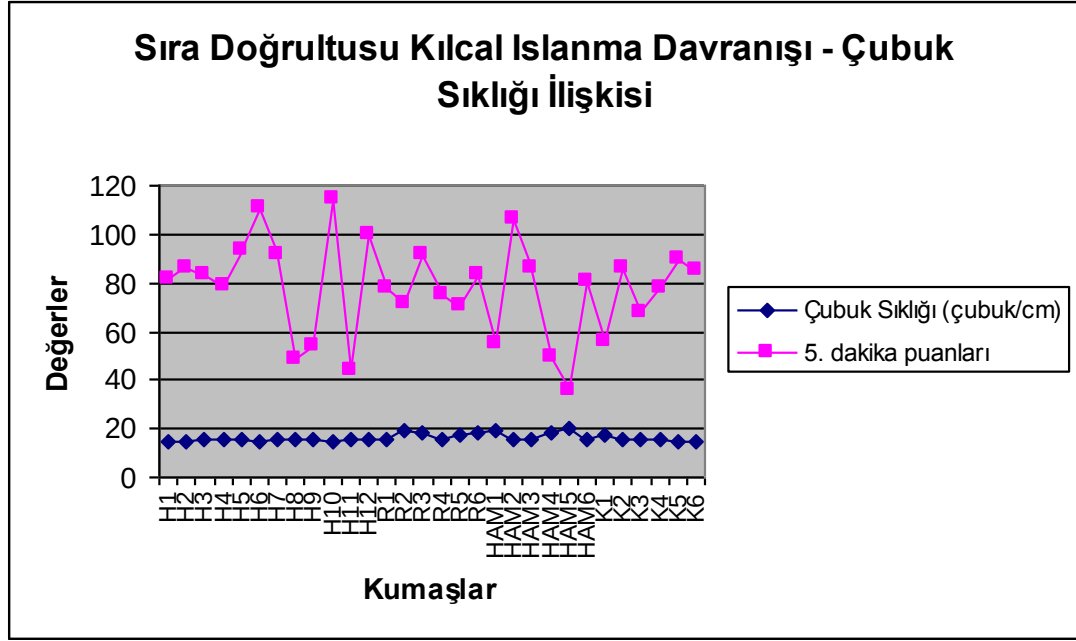
Şekil 69: İlnek Çubukları Doğrultusundaki Dikey Kılcal Islanma Eğrileri

İlnek sıraları doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti ile sıra sıklığı arasındaki ilişkiyi sına mayaya yönelik istatistiksel değerlendirme sonucunda anlamlı bir ilişki tespit edilememişse de, ilişkinin negatif işaretli olduğu ortaya çıkmıştır.

Ancak sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti ile çubuk sıklığı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,544 olup 0,01 düzeyinde anlamlıdır. Bu da demektir

ki, ku maşları n il n e k sıraları do ğrultusundaki kılcal ıslan ma kabiliyeti, çubuk sıklı ğı azald ı k a art maktadı r.

Bu ilişki ye ait grafik şekil 6 10’ da grn m ektedir.



şekil 6 10 : İ l n e k Sıraları Do ğrultusundaki Kılcal Islan ma Davran ışı ile İ l n e k ubuk Sıklı ğı İlişkisi

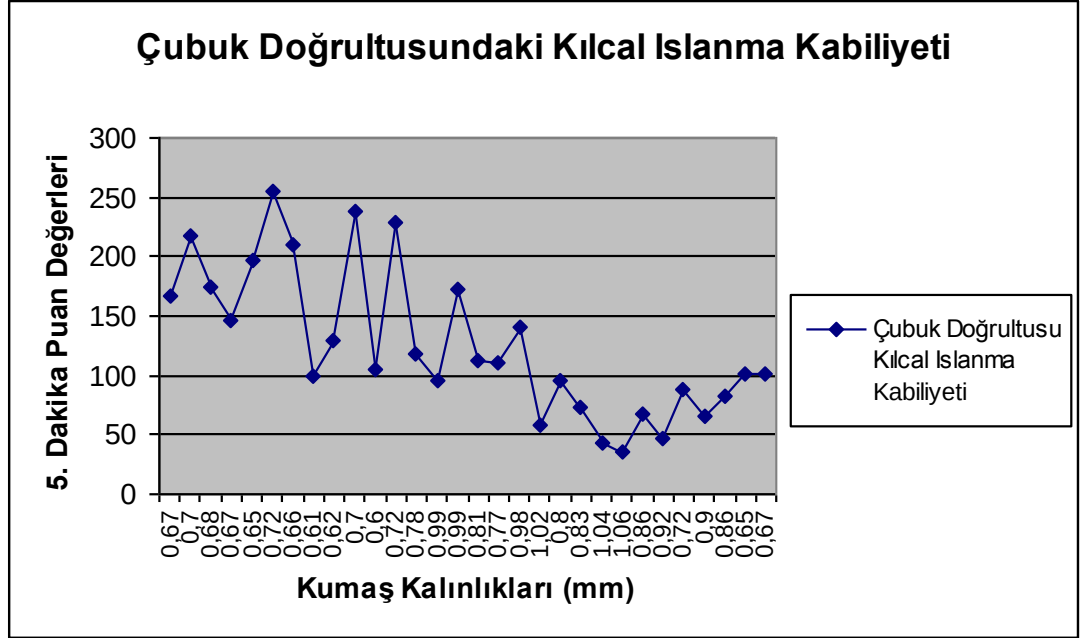
Ku maşları n çubuk do ğrultusundaki kılcal ıslan ma kabiliyeti ile çubuk sıklı ğı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,479 olup, bu de ğer 0,01 düzeyi nde anlamlıdır. Yani ku maşları n il n e k çubuk do ğrultusundaki kılcal ıslan ma kabiliyeti, çubuk sıklı ğı azald ı k a art maktadı r.

Benzer bi i mde, ku maşları n çubuk do ğrultusundaki kılcal ıslan ma kabiliyeti ile sıra sıklı ğı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,634 olup, bu de ğer 0,01 (ift yönlü) düzeyi nde anlamlıdır. Yani ku maşları n il n e k çubuk do ğrultusundaki kılcal ıslan ma kabiliyeti, sıra sıklı ğı azald ı k a art maktadı r.

ubuk do ğrultusundaki kılcal ıslan ma davran ışı üzerinde sıra sıklı ğı n n çubuk sıklı ğı na göre daha etkili oldu ğu açı kardır. Ti pkı sıra do ğrultusundaki kılcal ıslan ma davran ışı üzerinde çubuk sıklı ğı n n sıra sıklı ğı na göre etkili ol ması gi bi.

Ku maş kalınlı ğı ile sıra do ğrultusundaki kılcal ıslan ma kabiliyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bul un a m m ıştır, ancak ilişki negatif işaretli dir.

Fakat kumaş kalınlığı ile çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,518 değerindedir ve bu değer 0,01 (çift yönlü) düzeyinde anlamlıdır. Şekil 6.11’de bu ilişki görülmektedir.



Şekil 6.11 : İlnek Çubukları Doğrultusundaki Dikey Kılcal Islanma Davranışı ile Kumaş Kalınlıkları Arasındaki İlişki

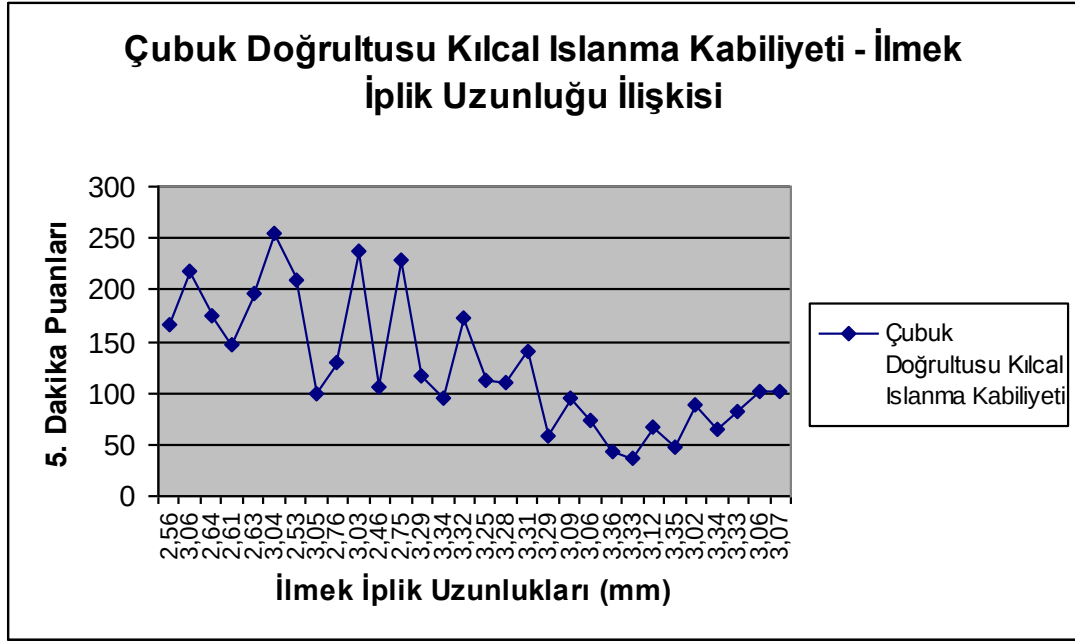
İlnek iplik uzunluğu ile çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,521 olarak bulunmuştur. Yani ilnek iplik uzunluğu arttıkça, kumaşların çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti azalmaktadır (Bkz. Şekil 6.12).

Oysa ilnek iplik uzunluğu ile sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki bulunamamıştır, fakat ilişki negatif işaretlidir.

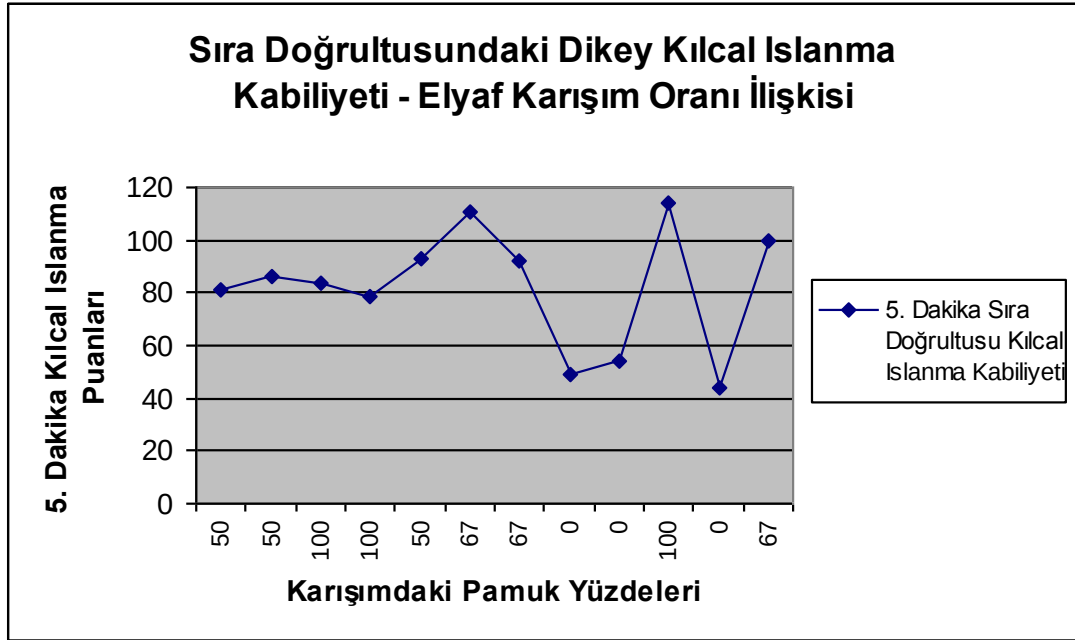
Karışındaki pamuk yüzdesi ile sıra doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma davranışı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,783 olarak bulunmuştur. Yani kumaş yapısındaki pamuk miktarı arttıkça, o kumaşın sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti de artmaktadır (Bkz. Şekil 6.13).

Benzer şekilde pamuk yüzdesi ile çubuk doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma davranışı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı bu defa 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,640 olarak tespit edilmiştir (Bkz. Şekil 6.14). Bu durum kumaşta artan pamuk oranının her iki doğrultudaki dikey kılcal ıslanma davranışını

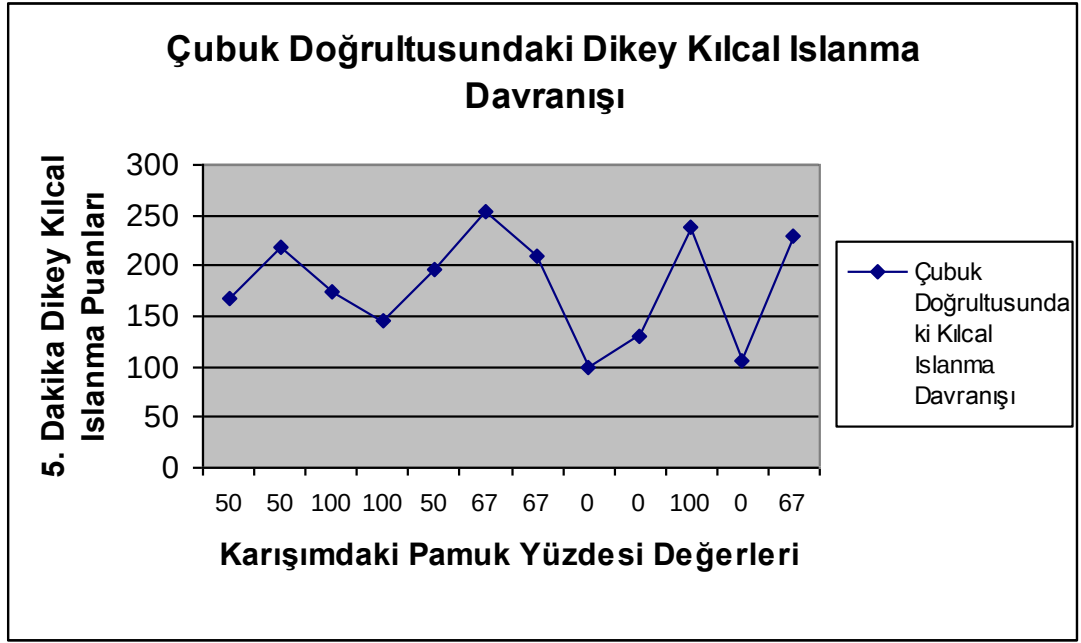
da olumlu yönde etkilediğini, ancak sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyetini daha çok artırdığını göstermektedir.



Şekil 6 12 : Kumaşların İlmek İplik Uzunluğu – Çubuk Doğrultusu Dikey Kılcal Islanma Kabiliyeti İlişkisi Eğrisi



Şekil 6 13 : Kumaşların Sıra Doğrultusundaki Dikey Kılcal Islanma Kabiliyetine Karışımındaki Pamuk Yüzdesinin Etkisi



Şekil 6 14 : Kumaşların Çubuk Doğrultusundaki Dikey Kılcal Islanma Kabiliyetine Karışımındaki Pamuk Yüzdesi nin Etkisi

7. TARTIŞMA

Kumaşların kuruma davranışı üç aşamalı bir süreçtir. Öncelikle yüzey suyu buharlaşarak uzaklaşır, yüzey suyu bittiğinde kuruma süreci ikinci aşamaya geçmiştir ve kumaştaki su iç tabakalardan yüzeye doğru çekilerek yüzey suyu haline gelmesi ve yine ilk kuruma aşamasındaki gibi bu iç yapıdan beslenen yüzey suyunun buharlaşması gerçekleşir. Kurumamın son aşaması ise, azalan kuruma sürecidir, ki bu aşamada artık yüzey suyu ya da yüzeye çekilebilen su kalmamıştır, buharlaşma düzlemi kumaş yapısını niçlerine doğru kaymıştır, ve kumaşın kılcal yapılarında son kalan su buharlaşmaya çalıştığı için de kuruma oranında kılcal yapıların suyu tutmasından kaynaklanan bir azalmaya meydana gelir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen kuruma davranışı test verilerinden elde edilen kuruma eğrilerinde de bu 3 aşamalı kuruma süreci gözlemlenebilmektedir.

Pekçok araştırmacının çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da, farklı kumaşların kuruma sürelerinin esasen ilk başta yapılarına çekmiş oldukları su miktarıyla doğru orantılı olduğu, çeşitli kuruma eğrileri grafiklerine bakarak kolayca görülebilir [50, 51, 20]. Kumaş özellikleri tablosundan her bir kuruma eğrisine karşılık gelen kumaşın kalınlık değerinin o kumaşın başlangıçta yapısında tuttuğu su miktarıyla doğru orantılı olduğu da farkedilebilir.

Aynı şartlar altında, farklı kumaşların birim alanlarından buharlaşan su miktarı, yani kuruma hızı da aşağı yukarı aynı olmaktadır. Birim alandan buharlaşan su miktarının sabit olması, kurumakta olan farklı büyüklükteki ana yapı özellikleri itibarıyla tamamen aynı olan iki kumaşın yine neredeyse aynı sürede kuruyacak olmasını gerektirir.

Islak bir kumaş katı ya da ıslak bir cilt ile kuru bir kumaş katının üst üste konumlanması ve belli bir basınç değerinin sağlanması durumunda, kuru kumaş katının kılcal boşlukları arasına bu yüzey suyunun çekilmek suretiyle transfer edilmesi “Transfer Kılcal Islanma” olayını tarif eder. Gysi konforu açısından son

derece öne mli olan bu doğal mekanizma sayesinde, insan cildi nin kuru kalması tenin edilir.

Bu çalışmada çeşitli örme kumaşlar üzerinde incelenen transfer kılcal ıslanma davranışı, kumaşın bu yönden sergiledi ği kabiliyetin onun kılcallık yapısı ile ilgili olduğunu akla getir mektedir.

Elastansız kumaşlarda yapılan istatistiksel değ erlendir me neticesinde, kumaş kalınlı ğı ile transfer kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönl ü) anlamlılık düzeyinde 0,888 olarak tespit edil miştir.

Elastanlı kumaşlarda yapılan istatistiksel değ erlendir me neticesinde ise, kumaş kalınlı ğı ile transfer kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönl ü) anlamlılık düzeyinde -0,873 olarak tespit edil miştir.

İlk bakışta ilginç görünen bu durumun izahını kılcallık yapısında ara mak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan elastansız kumaşlar de ği şik pamuk/polyester karışım larındadırlar, ve bu kumaşlarda artan pamuk yüzdesi kumaştaki ipliklerin paketlen me davranışından ötürü kumaşın kalınlaş masına sebep olmaktadır. Dolayısıyla, burada etkili olan asıl faktör, kalınlaş an elastansız kumaşta pamuk yüzdesi nin art ması, ve artan pamuk yüzdesi nin de daha fazla kılcal ıslanmaya sebep ol masıdır diye düşünülebilir.

Bu çalışmada kullanılan elastanlı kumaşların tamamı %100 pamuklu olduğundan, artan kumaş kalınlı ğı elastan numarasının kalınlaş masından, dolayısıyla elastanın kumaşa daha fazla toparlama kuvveti uygulamasından, ve ilmek çubuk sıklı ğı değ erlerinin art masından kaynaklanıyor demektir. Kumaş sıklı ğı nın art ması, yüzey kılcallarının kapanmasına ya da daral masına sebep olabilir, bu nedenle elastanlı kumaşlarda kalınlık arttıkça transfer kılcal ıslanma kabiliyetinin azalması doğal karşılanabilir.

Transfer kılcal ıslanma kabiliyeti üzerinde karışım oranının etkisini n anlaşılabil mesi için, de ği şik karışım oranlarındaki bu 12 kumaş istatistiksel değ erlendirmeye tabi tutul muştur. Karışım daki pamuk yüzdesi kullanılarak yapılan bu değ erlendir me neticesinde, pamuk el yafı karışım oranı ile transfer kılcal ıslanma puanları arasındaki

Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,926 olarak tespit edilmiştir.

Bu durumaz önce de belirtildiği gibi, karışımındaki pamuk elyafı oranının artmasıyla transfer kılcal ıslanma kabiliyetinin de arttığını göstermektedir.

Transfer kılcal ıslanma testi, kılcallık etkisiyle su transferinin “kumaş düzlenine dikey” doğrultuda gerçekleştiği bir testtir.

Dikey kılcal ıslanma “şerit” testinde ise, suyun hareketi ve ilerlemesi kumaş düzlenine paralel doğrultuda gerçekleşir.

Dikey kılcal ıslanma testini daha önce uygulamış olan pekçok araştırmacı, sadece kumaş şeridindeki su yüksekliğinin değil, numune içine çekilen suyun kütlesinin de bir kumaşın dikey kılcal ıslanma kabiliyetini değerlendirmek açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Bu testin standart test süresi olan 5 dakika aşılıarak 1 saate çıkarılmış ve böylece her bir kumaş numunesinin 60 dakika boyunca nasıl bir dikey ıslanma seyri izlediğinin daha iyi anlaşılabilmesi amaçlanmıştır. Ancak 60 dakika sonunda 30 kumaşın hemen hepsinin su yüksekliğinin en yüksek seviyeye çıktığı ve çok daha kısa bir sürede doygunluğa ulaştıkları görülmüştür. Böyle bir durumda, istatistiksel değerlendirme ve kumaşlar arası karşılaştırma yapmak pek mümkün görünmediğinden; bu konudaki literatürde yer alan önceki çalışmalardan esinlenilmiş ve istatistik hesaplamalarda ilk 5 dakika sonundaki %çekilen su kütlesinden ve mm cinsinden sıvı yüksekliğinden kaydalanarak hazırlanan bir dikey kılcal ıslanma endeksi kullanılmıştır. Hem sıra ve hem de çubuk doğrultusunda gerçekleştirilen dikey kılcal ıslanma testi sonuçlarından faydalanılarak hesaplanan bu endeks değerleri, kumaşların etkili olabileceği düşünülen diğer parametreleriyle istatistiksel analize tutulduğunda oldukça fayda sağlamışlardır.

Kumaşlar üzerinde yapılan istatistiksel değerlendirme neticesinde, sıra doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma kabiliyeti ile kumaş gramajı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 anlamlılık düzeyinde -0,498 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, kumaşlarda gramajın azalmasıyla birlikte sıra doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma

kabiliyetinin artacağı anlamına gelir. Bu durum kılcal kanal ve gözeneklerin gevşek dokularda daha fazla bulunuyor olmasıyla açıklanabilir.

İlnek sıraları doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti ile sıra sıklığı arasındaki ilişkiyi sınamaya yönelik istatistiksel değerlendirme sonucunda anlamlı bir ilişki tespit edilememişse de, ilişkinin negatif işaretli olduğu ortaya çıkmıştır.

Ancak sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti ile çubuk sıklığı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,544 olup 0,01 düzeyinde anlamlıdır. Bu da demektir ki, kumaşların ilnek sıraları doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti, çubuk sıklığı azaldıkça artmaktadır.

Bu durumun izahı, suyun numune şeritlerindeki yükseliş doğrultusunda gizlidir. Sıra doğrultusunda kesilmiş ve bir ucu suya daldırılarak teste başlanmış numune, beherdeki su yüzeyine paralel olarak istiflenmiş üst üste ilnek çubuklarından ibarettir. Bu sebeple, sıra doğrultusunda dikey kılcal ıslanma davranışında ilnek çubukları sıklığının etkili olması çok doğaldır.

Aynı durumun tersi de geçerlidir. Yani, ilnek çubukları doğrultusunda kesilmiş bir şerit numunede gerçekleştirilen dikey kılcal ıslanma testinde de, sıra sıklığı asıl etkili faktör olacaktır. Nitekim kumaşların çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti ile sıra sıklığı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,634 olup, bu değer 0,01 (çift yönlü) düzeyinde anlamlıdır. Yani kumaşların ilnek çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti, sıra sıklığı azaldıkça artmaktadır.

Kumaş kalınlığı ile sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır, ancak ilişki negatif işaretlidir.

Fakat kumaş kalınlığı ile çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,518 değerindedir ve bu değer 0,01 (çift yönlü) düzeyinde anlamlıdır.

Bu durumun anlayabilmek için de, ilnek yapılarını göz önüne getirmek yeterli olacaktır.

Nitekim sanki bu durumu açıklar mışçasına, ilnek iplik uzunluğu ile çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti arasındaki Pearson korelasyon katsayısı

0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,521 olarak bulunmuştur. Yani ilmek iplik uzunluğu arttıkça, kumaşların çubuk doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti azalmaktadır. Oysa ilmek iplik uzunluğu ile sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki bulunamamıştır, fakat ilişki negatif işaretlidir.

Karışındaki pamuk yüzdesi ile sıra doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma davranışı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,783 olarak bulunmuştur. Yani kumaş yapısındaki pamuk miktarı arttıkça, o kumaşın sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyeti de artmaktadır.

Benzer biçimde, pamuk yüzdesi ile çubuk doğrultusundaki dikey kılcal ıslanma davranışı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı bu defa 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,640 olarak tespit edilmiştir.

Bu durumda kumaşa artan pamuk oranının her iki doğrultudaki dikey kılcal ıslanma davranışını da olumlu yönde etkilediğini, ancak sıra doğrultusundaki kılcal ıslanma kabiliyetini daha çok artırdığını göstermektedir. Bunun sebebini de, sıra sıklık değerlerini tüm kumaşlarda çubuk sıklık değerlerinden yüksek olması ve kumaş yapısındaki pamuk elyafı karışı moranının artmasının etkilerinin ilmek sıralarında daha fazla hissedileceği düşüncesinde araamak yerinde olabilir.

Giyisi konforu açısından düşünüldüğünde, kumaşların gerek transfer kılcal ıslanma, gerekse dikey kılcal ıslanma davranışlarında pamuk elyaf oranının yüksek olduğu her durumda bu davranışların en iyi derecede gerçekleşmediği, bazen 50/50 pamuk/polyester karışımlarının biraz daha öne geçtiği, istatistiksel değerlendirmelerdeki korelasyon değerlerinin çok yüksek olmasından ve de grafiplerden anlaşılmaktadır. Pamuk/polyester karışımlarının bu sıradışı durumunun sebebi, polyester liflerinin pamuk lifleriyle uygun oranlarda bir araya geldiğinde daha düzgün kılcal yapılar oluşturabilmesinde yatıyor olabilir.

Bu çalışmada yapılanlara ek olarak, bundan sonraki çalışmalarda bu kumaşlarla üretilmiş çeşitli giysilerle kişiler üzerinde giyimdenemelerini yapılmaması, laboratuvar deneylerinden elde edilen nesnel verilerin, gerçek durumdaki testlerden elde edilecek öznel verilerle sırananmasını ve kumaşların gerçek giyimkoşullarında sağlayacakları konfor algılarının daha sağlıklı biçimde tahminlenebilmesini mümkün kılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Satsumoto, Y, Ishikawa, K**, 1997. Evaluating Quasi-Clothing Heat Transfer: A Comparison of the Vertical Hot Plate and the Thermal Manikin, *Textile Res. J.*, **67**, 503-510.
- [2] **Layton, J. M, Li, Y**, 2001. The Science of Clothing Comfort, The Textile Institute, Oxford, UK
- [3] **Smith, J. E**, 1993. The Comfort of Clothing Textiles, 1, 18-20.
- [4] **De martino, R N, Yoon, H N, Buckley, A, Ewins, C V, Averell, R B, Jackson, W W, Schultz, D C, Becker, C L, Booker, H R, Hollies, N R S**, 1984. Improved Comfort Polyester, Part III: Wear Trials, *Textile Res. J.*, 447-458.
- [5] **Sweeney, M M, Branson, D H**, 1990. Sensorial Comfort, Part I: A Psychophysical Method for Assessing Moisture Sensation in Clothing, *Textile Res. J.*, 371-377.
- [6] **Weder, M S, Zimmerli, T, Rossi, R M**, 1996. A Sweating and Moving Arm for the Measurement of Thermal Insulation and Water Vapour Resistance of Clothing, Performance of Protective Clothing Fifth Volume, ASTM Publishing, 257-268.
- [7] **Taylor, M A**, Çevirenler: Demir, A, Günay, M. Tekstil Teknolojisi, Şan Yayınları, İstanbul
- [8] **Radhakrishnaiah, P., Tejanalert, S**, 1993. Handle and Comfort Properties of Woven Fabrics Made from Random Blend and Cotton-Covered Cotton/Polyester Yarns, *Textile Res. J.*, **63**, 573-579.
- [9] **Barker, R L, Radhakrishnaiah, P., Woo, S. S, Hatch, K L, Markee, N L, Maibach, H I**, 1990. In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric, Part II: Mechanical and Surface Related Comfort Property Determinations for Three Experimental Knit Fabrics, *Textile Res. J.*, 490-494.

- [10] **Hatch, K L, Wilson, D R, Mi bach, H L**, 1987. Fabric Caused Changes in Human Skin: In Vivo Stratum Corneum Water Content and Water Evaporation, *Textile Res. J.*, 583-591.
- [11] **Zhuang, Q, Harlock, S C, Brook, D B**, 2002. Transfer Wicking Mechanisms of Knitted Fabrics Used as Undergarments for Outdoor Activities, *Textile Res. J.*, **72**, 727-734.
- [12] **Fukazawa, T, Kawamura, H, Tochi hara, Y, Tamura, T**, 2003. Water Vapor Transport Through Textiles and Condensation in Clothes at High Altitudes — Combined Influence of Temperature and Pressure Simulating Altitude, *Textile Res. J.*, **73**, 657-663.
- [13] **Bartels, V T, Umbach, K H**, 2002. Water Vapor Transport Through Protective Textiles at Low Temperatures, *Textile Res. J.*, **72**, 899-905.
- [14] **Schneider, A M, Hoschke, B N**, 1992. Heat Transfer Through Moist Fabrics, *Textile Res. J.*, **62**, 61-66.
- [15] **Lamb, G E R, Morihiro, Y**, 1990. Heat Loss from a Ventilated Clothed Body, *Textile Res. J.*, 378-383.
- [16] **Chen, Y S, Fan, J**, 2003. Clothing Thermal Insulation During Sweating, *Textile Res. J.*, **73**, 152-157.
- [17] **Kind, R J, Broughton, C A**, 2000. Reduced Wind-Induced Heat Loss Through Multilayer Clothing Systems by Means of a Bypass Layer, *Textile Res. J.*, **70**, 171-176.
- [18] **Hol ner, I, Nilsson, H, Minander, H**, 1996. Evaluation of Clothing Heat Transfer by Dry and Sweating Manikin Measurements, Performance of Protective Clothing: Fifth Volume, ASTM Publishing 360-366.
- [19] **Li, Y, Qngyong, Z**, 2003. Simultaneous Heat and Moisture Transfer with Moisture Sorption, Condensation, and Capillary Liquid Diffusion in Porous Textiles, *Textile Res. J.*, **73**, 515-524.
- [20] **Crow, R, Oczewski, R J**, 1998. The Interaction of Water with Fabrics, *Textile Res. J.*, **68**, 280-288.

- [21] **Mzutani, C, Tsujii, Y, Bertoniere, N**, 1999. Effect of Fiber Structure on Heat of Wetting of Cotton and Regenerated Cellulosic Fibers, *Textile Res. J.*, **69**, 559-564.
- [22] **S S, Hatch, Woo, K L, Barker, R L, Radhakrishnaiah, P, Markee, N L, Mi bach, H I.**, 1990. In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric, Part I: Thermophysiological Comfort Determinations for Three Experimental Knit Fabrics, *Textile Res. J.*, 405-412.
- [23] **Hatch, K L, Markee, N L, Prato, H H, Zeronian, S H, Mi bach, H I, Kuehl, R O, Axelson, R D**, 1992. In Vivo Cutaneous Response to Fabric, Part V: Effect of Fiber Type and Fabric Moisture Content on Stratum Corneum Hydration, *Textile Res. J.*, **62**, 638-647.
- [24] **Candan, C**, 2000. Düz Örne Teknolojisi, IMC Yay., İstanbul
- [25] **Warner, S**, 1995. Fiber Science, Prentice Hall. Inc., NJ, USA
- [26] **Nishimura, T, Matsuo, T**, 2000. Numerical Simulation of Moisture Transmission Through a Fiber Assembly, *Textile Res. J.*, **70**, 103-107.
- [27] **Fukazawa, T, Kawamura, H, Tochira, Y, Tamura, T**, 2003. Experiment and Analysis of Combined Heat and Water Vapor Transfer Through Clothes with Condensation, *Textile Res. J.*, **73**, 774-780.
- [28] **Fohr, J. P., Couton, D, Treguier, G**, 2002. Dynamic Heat and Water Transfer Through Layered Fabrics, *Textile Res. J.*, **72**, 1-12
- [29] **Gretton, J. C, Brook, D B, Dyson, H M, Harlock, S C**, 1998. Moisture Vapor Transport Through Waterproof Breathable Fabrics and Clothing Systems Under a Temperature Gradient, *Textile Res. J.*, **68**, 936-941.
- [30] **Hsieh, Y, and Yu, B**, 1992. Liquid Wetting Transport, and Retention Properties of Fibrous Assemblies, Part I: Water Wetting Properties of Woven Fabrics and Their Constituent Single Fibers, *Textile Res. J.*, **62**(11), 677-685.
- [31] **Gibson, P. W**, 1993. Factors Influencing Steady-State Heat and Water Vapor Transfer Measurements for Clothing Materials, *Textile Res. J.*, **63**(12), 749-764.
- [32] **Gibson, P, Rvin, D, Kendrick, C, Schreuder-Gibson H**, 1999. Humidity-Dependent Air Permeability of Textile Materials, *Textile Res. J.*, **69**(5), 311-317.

- [33] **Barnes, J. C., Holcombe, B. V.**, 1996. Moisture Sorption and Transport in Clothing During Wear, *Textile Res. J.*, **66**(12), 777-786.
- [34] **Hsieh, Y.**, 1995. Liquid Transport in Fabric Structures, *Textile Res. J.*, **65**(5), 299-307.
- [35] **Zhu, Y. L., Yeung, K. W.**, 2002. Influence of Thickness and Porosity on Coupled Heat and Liquid Moisture Transfer in Porous Textiles, *Textile Res. J.*, **72**(5), 435-446.
- [36] **Schneider, A. M., Holcombe, B. V., Stephens, L. G.**, 1996. Enhancement of Coolness to the Touch by Hygroscopic Fibers, Part I: Subjective Trials, *Textile Res. J.*, **66**(8), 515-520.
- [37] **Schneider, A. M., Holcombe, B. V.**, 1991. Properties Influencing Coolness to the Touch of Fabrics, *Textile Res. J.*, **61**(8), 488-494.
- [38] **Li, Y., Holcombe, B. V., Apar, E.**, 1992. Moisture Buffering Behavior of Hygroscopic Fabric During Wear, *Textile Res. J.*, **62**(11), 619-627.
- [39] **Yoon, H. N., Sawyer, L. C., Buckley, A.**, 1984. Improved Comfort Polyester, Part II: Mechanical and Surface Properties, *Textile Res. J.*, 357-365.
- [40] **Hollies, N. R. S., Custer, A. G., Mbrin, C. J., and Howard, M. E.**, 1979. A Human Perception Approach to Clothing Comfort, *Textile Res. J.*, 557-564.
- [41] **Li, Y., Holcombe, B. V., and de Dear, R.**, Enhancement of Coolness to the Touch by Hygroscopic Fibers, Part II: Physical Mechanisms, *Textile Res. J.*, **66**(9), 587-595 (1996).
- [42] **Li, Y., Holcombe, B. V., Schneider, A. M., and Apar, E.**, Mathematical Modeling of the Coolness to Touch of Hygroscopic Fabrics, *J. Textile Inst.*, **84**(2), 262-274 (1993).
- [43] **Li, Y., and Luo, Z. X.**, An Improved Mathematical Simulation of the Coupled Diffusion of Moistures and Heat in Wool Fabric, *Textile Res. J.*, **69**(10), 760-768 (1999).
- [44] **Li, Y., and Luo, Z. X.**, Physical Mechanisms of Moisture Diffusion into Hygroscopic Fabrics during Humidity Transients, *J. Textile Inst.*, **91**(2), 302-323 (2000).

- [45] **Li, Y, Hante, A M, and Holcombe, B V**, Fiber Hygroscopicity and Perceptions of Dampness, Part II: Physical Mechanisms, *Textile Res. J.*, **65**(6), 316-324 (1995).
- [46] **Hante, A M, Holcombe, B V, and Stephens, L G**, Fiber Hygroscopicity and Perception of Dampness, Part I: Subjective Trials, *Textile Res. J.*, **65**(5), 293-298 (1995).
- [47] **Sweeney, M M, and Branson, D H**, Sensorial Comfort, Part II: A Magnitude Estimation Approach for Assessing Moisture Sensation, *Textile Res. J.*, **60**(8), 447-452 (1990).
- [48] **Gwosdow A R, Stevens, J C, Bergland, L G, and Stolwijk J. A J.**, Skin Friction and Fabric Sensations in Neutral and Warm Environments, *Textile Res. J.*, **54**, 664-682 (1984).
- [49] **Lau, L, Fan, J, Siu T, Siu L Y C**, 2002 Comfort Sensations of Polo Shirts With and Without Winkle-Free Treatment, *Textile Res. J.*, **72**(11), 949-953.
- [50] **Fourt, L, Sookne, A M, Frishman, D, Harris, M**, 1951. The Rate of Drying of Fabrics, *Textile Res. J.*, 26-33.
- [51] **Coplan, M J.**, 1953. Some Moisture Relations of Wool and Several Synthetic Fibers and Blends, *Textile Res. J.*, 897-916.
- [52] **Harnett, P. R, Mehta, P. N**, 1984. A Survey and Comparison of Laboratory Test Methods for Measuring Wicking, *Textile Res. J.*, 471-478.
- [53] **Hsieh, Y, Yu, B, and Hartzell, M M**, 1992. Liquid Wetting Transport, and Retention Properties of Fibrous Assemblies, Part II: Water Wetting and Retention of 100 % and Blended Woven Fabrics, *Textile Res. J.*, **62**(12), 697-704.
- [54] **Hsieh, Y**, 1994. Reply to "Comments on 'Liquid Wetting Transport, and Retention Properties of Fibrous Assemblies'", *Textile Res. J.*, **64**(1), 57-59.
- [55] **Kanath, Y K, Hornby, S B, Weigmann, H D, Wilde, M F.**, 1994. Wicking of Spin Finishes and Related Liquids into Continuous Filament Yarns, *Textile Res. J.*, **64**(1), 33-40.
- [56] **Ghali, K, Jones, B, and Tracy, J.**, 1994. Experimental Techniques for Measuring Parameters Describing Wetting and Wicking in Fabrics, *Textile Res. J.*, **64**(2), 106-111.

- [57] **Brownless, N J., Anand, S C., Holmes, D A., Rowe, T.**, 1996. The Dynamics of Moisture Transportation, Part I: The Effect of “Wicking” on the Thermal Resistance of Single and Multi-layer Fabric Systems, *J. Textile Inst.*, **87**(1), 172-182.
- [58] **Kssa, E.**, 1996. Wetting and Wicking *Textile Res. J.*, **66**(10), 660-668.
- [59] **Perwuelz, A., Mondon, P., and Caze, C.**, 2000. Experimental Study of Capillary Flow in Yarns, *Textile Res. J.*, **70**(4), 333-339.
- [60] **Mio, N., Russell, S. J.**, 2000. Directional Permeability in Homogeneous Nonwoven Structures, Part I: The Relationship between Directional Permeability and Fibre Orientation, *J. Text. Inst.*, **91**(1), 235-243.
- [61] **Mio, N., Russell, S. J.**, 2000. Directional Permeability in Homogeneous Nonwoven Structures, Part II: Permeability in Idealised Structures, *J. Text. Inst.*, **91**(1), 244-258.
- [62] **Silva, A P. D., Greenwood, C., Anand, S C., Holmes, D H., Whatmough, N.**, 2000. Concurrent Determination of Absorption and Wickability of Fabrics: A New Test Method, *J. Text. Inst.*, **91**(1), 383-396.
- [63] **Ansari, N., Kish, M H.**, 2000. The Wicking of Water in Yarns as Measured by an Electrical Resistance Technique, *J. Text. Inst.*, **91**(1), 410-419.
- [64] **Meren, P. V. D., Cocquyt, J., Flores, S., De meyer, H., Dedercq, M.**, 2002. Quantifying Wetting and Wicking Phenomena in Cotton Terry as Affected by Fabric Conditioner Treatment, *Textile Res. J.*, **72**(5), 423-428.
- [65] **Zhuang, Q., Harlock, S. C., Brook, D B.**, 2002. Longitudinal Wicking of Weft Knitted Fabrics, Part I: The Development of an Automatic Wicking Test Method Using Image Analysis, *J. Text. Inst.*, **93**(1), 88-96.
- [66] **Zhuang, Q., Harlock, S. C., Brook, D B.**, 2002. Longitudinal Wicking of Weft Knitted Fabrics, Part II: Wicking Mechanism of Knitted Fabrics Used in Undergarments for Outdoor Activities, *J. Text. Inst.*, **93**(1), 97-107.
- [67] **Berger, X., Grenier, A., and Amar, S. B.**, 2002. Measuring Capillary Adhesive Forces in Fabrics, *J. Text. Inst.*, **92**(1), 420-429.

- [68] **Kim S. H., Lee, J. H., Lim D. Y., Jeon, H. Y.**, 2003. Dependence of Sorption Properties of Fibrous Assemblies on Their fabrication and Material Characteristics, *Textile Res. J.*, **73**(5), 455-460.
- [69] **Das, A., Ishtiaque, S. M.**, 2004. Comfort Characteristics of Fabrics Containing Twist-less and Hollow Fibrous Assemblies in Weft, JTATM Volume 3 Issue 4, 1-7.
- [70] **Hu, J., Li, Y., Yeung, K., Wong, A. S. W., Xu, W.**, 2005. Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Management Properties, *Textile Res. J.*, **75**(1), 57-62.
- [71] **Ito, H., Muraoka, Y.**, 1993. Water Transport Along Textile Fibers as Measured by an Electrical Capacitance Technique, *Textile Res. J.*, **63**(7), 414-420.
- [72] **Hussain, M. M., Tremblay-Lutter, J. F.**, 1996. A Test Method for Measuring Liquid Penetration through Fibrous Materials, Performance of Protective Clothing: Fifth Volume, ASTM Publishing, 142-156.
- [73] **Yoon, H. N., Buckley, A.**, 1984. Improved Comfort Polyester, Part I: Transport Properties and Thermal Comfort of Polyester/Cotton Blend Fabrics, *Textile Res. J.*, 289-298.
- [74] **De martino, R. N., Yoon, H. N., Buckley, A., Evi ns, C. V., Averell, R. B., Jackson, W. W., Schultz, D. C., Becker, C. L., Booker, H. R., Hollies, N. R. S.**, 1984. Improved Comfort Polyester, Part I V. Analysis of the Four Wearer Trials, *Textile Res. J.*, 544-548.
- [75] **De martino, R. N., Yoon, H. N., Buckley, A.**, 1984. Improved Comfort Polyester, Part V. Results from Two Subjective Wearer Trials and Their Correlation with Laboratory Tests, *Textile Res. J.*, 602-613.
- [76] **Wang, Z., Li, Y., Kowk, Y. L.**, 2002. Mathematical Simulation of the Perception of Fabric Thermal and Moisture Sensations, *Textile Res. J.*, **72**(4), 327-334.
- [77] **Harrison, P. W.**, 1993. The Thermal-insulation Properties of Fabrics, The Textile Institute, Manchester, UK
- [78] **SPSS release 13th**, Software, SPSS Inc., 2004

- [79] **Hes, L, Araujo, M D, Djulay, V. V,** 1996. Effect of Mutual Bonding of Textile Layers on Thermal Insulation and Thermal Contact Properties of Fabric Assemblies, *Textile Res. J.*, **66**(4), 245-250.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Bandırma’da doğdu. Orta öğrenimini Bursa Özel Nilüfer Fen Lisesinde tamamladı. 2001 yılında İ.T.Ü. Maki na Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2002 yılında Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim ve Organizasyon Yüksek Lisans Programı’nı tamamladı. Aynı yıl, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Tekstil Mühendisliği Yüksek Lisans Programı’na başladı.