



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKTİF SPOR GİYİMDE KULLANILAN BAZI ÖRME KUMAŞ YAPILARININ
ISI VE NEM TRANSFERİ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ESRA TAŞTAN ÖZKAN

Prof. Dr. BİNNAZ MERİÇ KAPLANGİRAY
(Danışman)

BURSA 2013
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Esra TAŞTAN ÖZKAN tarafından hazırlanan “AKTİF SPOR GİYİMDE KULLANILAN BAZI ÖRME KUMAŞ YAPILARININ ISI VE NEM TRANSFERİ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof.Dr. Binnaz MERİÇ KAPLANGİRAY

- Başkan:** Prof.Dr. Binnaz MERİÇ KAPLANGİRAY
Uludağ Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
- Üye :** Prof. Dr. Dilek TOPRAKKAYA KUT
Uludağ Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
- Üye :** Doç. Dr. Ömer KAYNAKLI
Uludağ Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım
Prof. Dr. Kadri ARSLAN
Enstitü Müdürü
14/01/2013

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı **beyan ederim.**

14/01/2013

İmza

Esra TAŞTAN ÖZKAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKTİF SPOR GIYİMDE KULLANILAN BAZI ÖRME KUMAŞ YAPILARININ
ISI VE NEM TRANSFERİ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Esra TAŞTAN ÖZKAN

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. Binnaz MERİÇ KAPLANGİRAY

Son yıllarda dünyada en iyi satış potansiyelini günlük ve spor giyimin oluşturması, üreticiler ve araştırmacılar için bu alanın öneminin artmasına sebep olmuştur. Günümüzde spor giysilerinden istenen önemli özellikler sırası ile: rüzgâr, su ve hava şartlarından koruma, ısı yalıtımı, su buharı geçirgenliği ve esnekliktir. Vücut terini emip, hızlı bir şekilde kurumasını sağlayan spor giysilerde nefes alan membranlar da kullanılabilir. Ayrıca spor giysilerde işlevsel özelliklerin yanıdahijyen özellikleri de bulunmalıdır.

Bu çalışmada spor giyimde kullanılan farklı gramaj ve örgüde polyester örme kumaş yapılarının ısı ve nem konfor özellikleri incelenmiştir. Bu kumaşların ısı direnç, su buharı direnci, hava geçirgenliği, genel nem yönetim özellikleri ve temas açısı özellikleri üzerinde testler gerçekleştirilmiş ve test sonuçlarına göre kumaşların konfor özellikleri hakkında yorumlar yapılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan kumaşların ısı ve nem konforu açısından kullanıcıya giyim konforu sağlayacak olanlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:Giyim konforu, termofizyolojik konfor, ısı direnç, su buharı direnci, hava geçirgenliği, nem yönetimi, temas açısı.

2013, XIII+122 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF HEAT AND MOISTURE PROPERTIES OF SOME KNITTED FABRICS IN ACTIVE SPORTWEAR CLOTHING

Esra TAŞTAN ÖZKAN

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Binnaz MERİÇ KAPLANGİRAY

In recent years, casual and sport clothes create the best sales potential all over the world. This has led to an increase in the importance of this field for manufacturers and researchers. Nowadays, the desired key features for sports apparel are ;wind, water and weather protection, thermal insulation, vapor permeability and flexibility. Also breathable membranes are used in sport clothes, which absorb the body sweat and provide rapid drying of clothes. Besides sport clothes must have hygienic properties as well as functionality properties.

This study aimed to investigate thermal and moisture management comfort properties of polyester knitted fabrics which have different weight and construction. For this reason, the objective fabric tests have been made such as thermal resistance, water vapor resistance, air permeability, moisture management properties and contact angle with fabric surface. At the same time, evaluations have been made according to test results.

As a result, it was determined that which is the best fabric according to thermal and moisture comfort properties.

Key Words: Clothing comfort, thermophysiological comfort, thermal resistance, water vapour resistance, air permeability, moisture management, contact angle.

2013, XIII+122 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca tez konusu seçimi, çalışmaların yönlendirilmesi ve tezin sonuçlandırılması konusunda destek olan, katkılarını esirgemeyen danışmanım ve kıymetli hocam Prof. Dr. Binnaz MERİÇ KAPLANGİRAY 'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez kapsamında kullanılan kumaşların tedarikçisi Gülçek Tekstil ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ailem ve beni her zaman destekleyen eşim Kaya ÖZKAN 'a sonsuz sevgilerimi sunarım.

Tez çalışması Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 'Spor Giyimde Kullanılan Bazı Örme Kumaş Yapılarının Isı ve Nem İletimi Özelliklerinin Araştırılması' adı ve HDP(M-2012/46) numarası ile desteklenmiştir

Esra TAŞTAN ÖZKAN

14/01/2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1.Konforun Tanımı ve Önemi	3
2.2. Konforun Sınıflandırılması	7
2.2.1. Psikolojik (Dokunsal)Konfor	8
2.2.1.1.Kumaş Tutum Özellikleri	10
2.2.2. Fiziksel Konfor	13
2.2.3. Termofizyolojik (Termal) Konfor	15
2.2.3.1.Giysilerin Termal Fonksiyonları	21
2.2.3.2.Giysilerin Diğer Fonksiyonları	24
2.2.4.Kumaşlarda Isı Transferi Mekanizmaları	25
2.2.4.1.İletimle Isı Transferi	25
2.2.4.2. Taşınım ile Isı Transferi	28
2.2.4.3.İşinimle Isı Transferi	29
2.2.5. Giysi ve Kumaşlarda Termal Direnç	30
2.2.6. Kumaşlarda Su Buharı Geçirgenliği	32
2.2.7. Kumaşlarda Hava Geçirgenliği	34
2.2.8. Kumaşlarda Sıvı Su İletimi (Kılcallık)	36
2.3. Liflerin Konfor Özellikleri	39

2.3.1. Lif Tipi	39
2.3.1.1.Pamuk	40
2.4.Liflerin Fiziksel Modifikasyonu	41
2.4.1.Profilli Lifler	42
2.4.2.Mikrolifler	43
2.4.2.1.Mikroliflerin Kullanım Alanları	44
2.4.3.Hollow (İçi Oyuk) Lifler	46
2.4.3.1.Thermolite	46
2.4.3.2.Coolmax	47
2.4.3.3.Tactel®	49
2.4.3.4.Supplex®	50
2.4.3.5.Coolplus®	50
2.5.Termal Konfor Parametrelerini Ölçmekte Kullanılan Yöntemler	51
2.5.1.Su Buharı Geçirgenliği Test Yöntemleri	51
2.5.2.Terleyen Sıcak Plaka Test Yöntemleri	54
2.5.3.Permetest Cihazı	55
2.5.4.Alambeta Test Cihazı	57
3.MATERYAL VE YÖNTEM	58
3.1.Materyal	58
3.2.Yöntem	59
3.2.1.Terleyen Sıcak Plaka (Sweating Hot Plate) Ölçüm Cihazı	59
3.2.2.Hava Geçirgenliği Ölçümü	61
3.2.3.Nem Yönetim Cihazı (MMT) Ölçümleri	62
3.2.4.Temas Açısı Ölçümü	70
3.2.5.Kumaş Kalınlığı Ölçümü	71

3.2.6.Kumaş Gramajının Ölçümü	71
4.BULGULAR	72
4.1.Isıl Direnç(R_{ct}) Test Sonuçları	72
4.2.Su Buharı Direnci Ölçüm Sonuçları	72
4.3.Hava Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları	73
4.4.Nem Yönetim Cihazı (MMT) Ölçüm Sonuçları	74
4.5.Temas Açısı Cihazı Ölçüm Sonuçları	81
5.TARTIŞMA VE SONUÇ	82
5.1.Tartışma	82
5.1.1.Kumaşların Isıl Direnç (R_{ct}) Değerlerinin Karşılaştırılması	82
5.1.2.Kumaşların Su Buharı Direnci (R_{et}) Değerlerinin Karşılaştırılması	85
5.1.3.Kumaşların Hava Geçirgenliği Değerlerinin Karşılaştırılması	89
5.1.4.Kumaşların Isıl Direnç-Hava Geçirgenliği Karşılaştırılması	92
5.1.5.Kumaşların Su Buharı Direnci Hava Geçirgenliği Karşılaştırılması	93
5.2.Kumaşların Nem Yönetimi (MMT) Test Sonuçlarının Karşılaştırılması	94
5.2.1.Kumaşların Alt ve Üst Islanma Zamanlarının Karşılaştırılması	94
5.2.2.Kumaşların Emilim Oranlarının Karşılaştırılması	96
5.2.3.Kumaşların Islanma Hızlarının Karşılaştırılması	98
5.2.4.Kumaşların Maksimum Islak Çap Değerlerinin Karşılaştırılması	100
5.2.5.Kumaşların Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksinin Karşılaştırılması	102
5.2.6. Kumaşların Genel Sıvı Yönetim Performanslarının Karşılaştırılması	103
5.3.Kumaşların Temas Açılarının Karşılaştırılması	105
5.3.1. Kumaşların Nem Yönetimi -Sıvı Temas Açısı Karşılaştırılması	106
5.4.Kumaşların Genel Nem Yönetimi- Hava Geçirgenliği Karşılaştırılması	107
5.5.Kumaşların Genel Nem Yönetimi- Isıl DirençKarşılaştırılması	108
5.6. Kumaşların Genel Nem Yönetim - Su Buharı DirenciKarşılaştırılması	109
SONUÇ	110
KAYNAKLAR	115
EK 1 Kumaş Görüntüleri	121
ÖZGEÇMİŞ	122

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
A_{du}	DuBois alanı
C	Konveksiyonla olan ısı kaybı
D	Difüzyon katsayısı
E_{sk}	Buharlaşma ile olan ısı kaybı oranı
E_{res}	Buharlaşmayla ısı kaybı
f	Kumaştaki lifin hacimsel oran
F	Su buharı transfer oranı
h	Kalınlık
H_{DRY}	Kuru ısı kaybı
K_R	Sönüm katsayısı
M	Metabolik ısı üretimi
n	Kırılma indeksi
P_a	Dış ortamdaki su buharı basıncı
q	Isı akış miktarı
R	Radyasyonla olan ısı kaybı
R_{CL}	Giysinin toplam ısı direnci
S	Vücudun ısı depolama oranı
T_a	Hava sıcaklığı
T_{sk}	Deri sıcaklığı
W	Yapılan işoranı
λ	Termal iletkenlik
γ	Yüzeyler arasındaki gerilimler
σ	Stefan-Boltzman sabit

Kısaltmalar

Açıklama

BAR

Alt Islanma Zamanı

CLO

İzolasyon

MET

Metabolik Aktivite Oranı

MMT

Nem Yönetim Cihazı

OMMC

Genel Nem Yönetimi Değeri

OWTC

Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi

RWVP

Bağıl Su Buharı Geçirgenliği

SS

Yayıılma Hızı

TAR

Üst Emilim Oranı

WTR

Su Buharı Geçirgenlik Oranı

WVP

Su Buharı Geçirgenlik İndeksi

WT

Islanma Zamanı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kişi konforunu etkileyen temel faktörler	6
Şekil 2.2. Konfor ve Mikroklima karakteri	7
Şekil 2.3. Kişinin duyuşal mekanizmasının şematik gösterimi	9
Şekil 2.4. Kavramsal modelin şematik gösterimi	12
Şekil 2.5. Çevreyle vücut arasındaki ısıl denge	16
Şekil 2.6. Vücut konfor hissini oluşturduğu sıcaklık bölgeleri	18
Şekil 2.7. Isı ve su buharı transferi a) Deri ve kumaştan b) Terleyen sıcak plaka yöntemine göre	19
Şekil 2.8. Giysilerin Termal Fonksiyonları	21
Şekil 2.9. Kumaş Tabakaları Boyunca Isı Transferi	27
Şekil 2.10. Ara Yüzey Gerilimleri ve Temas Açısı	37
Şekil 2.11. Temas açıları a) Hidrofilik yüzey b) Hidrofobik yüzey	38
Şekil 2.12. Farklı kapilar genişliklerde sıvı ilerleyişi ve tutulan sıvı miktarları	39
Şekil 2.13. Yüksek su emicilik özelliklerine sahip liflerin oluşum yöntemleri	41
Şekil 2.14. Mikrolif ile diğer liflerin incelik açısından karşılaştırılması	44
Şekil 2.15. a) Mikrolif dokuma kumaşların rüzgâra karşı bariyer etkisi, su itici ve su buharı geçirgenliği özelliği	45
Şekil 2.16. Thermolite lif görüntüsü	46
Şekil 2.17. CoolMax®'lı Kumaşta Buharlaşma	47
Şekil 2.18. CoolMax®'lı kumaşta nem transferi	48
Şekil 2.19. Coolmax kuruma süresinin diğer liflerle karşılaştırılması	48
Şekil 2.20 . Supplex® lifinin kesit şekli	50
Şekil 2.21. ASTM E96'ya göre kap metotlarının sınıflandırılması	52
Şekil 2.22. Ters çevrilmiş desikant metodu gösterimi	53
Şekil 2.23. Terleyen sıcak plaka ölçüm cihazları a) SGHP-8. b) PSM-2 c) PERMETEST test cihazları	54

Şekil 2.24. Permetest cihazı	56
Şekil 2.25. Alambeta cihazının fotoğrafı ve kısımlarını gösteren kesit şekli	57
Şekil 3.1. Terleyen Sıcak Plaka cihazı şematik gösterimi	59
Şekil 3.2. Terleyen Sıcak Plaka cihazı parçalarının gösterimi	60
Şekil 3.3. Hava Geçirgenlik Test Cihaz	62
Şekil 3.4. a) MMTtest cihazı ön görüntüsü b) Cihaz sensör yapısı c) Ölçüm Halkaları	63
Şekil 3.5. Tek Yönlü Sıvı Transferi	65
Şekil 3.6. Su geçirmez kumaş yapısı ekran görüntüsü	66
Şekil 3.7. Su itici kumaş yapısı ekran görüntüsü	67
Şekil 3.8. Sıvıyı yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaş ekran görüntüsü	68
Şekil 3.9. Sıvıyı hızlı emen ve yavaş kuruyan kumaş ekran görüntüsü	68
Şekil 3.10 . Sıvıyı hızlı emen ve hızlı kuruyan kumaş ekran görüntüsü	65
Şekil 3.11 . Su geçirgenliği olan kumaş yapısı	69
Şekil 3.12 . Nem tayin kumaşı	69
Şekil 3.13. Temas açısının ölçülmesi için deney düzeneği	70
Şekil 3.14. a) Temas açısı cihazı b) Temas açısı (θ_C) bulunması	71
Şekil 5.1. Kumaşların ısı direnç Grafiği	83
Şekil 5.2. Kumaşların ısı direnç kalınlık ilişkisi	84
Şekil 5.3. Kumaşların ısı direnç ve gramaj ilişkisi	84
Şekil 5.4. Kumaş ısı direnci ile kumaş yoğunluğu ilişkisi	85
Şekil 5.5. Kumaşların su buharı direnci grafiği	85
Şekil 5.6. Su buharı direnci kalınlık ilişkisi	87
Şekil 5.7. Su Buharı direnci ve kumaş gramajı ilişkisi	88
Şekil 5.8. Su buharı direnci kumaş yoğunluğu ilişkisi	88
Şekil 5.9. Kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin karşılaştırılması	89
Şekil 5.10. Kumaşların hava geçirgenliği ile gramaj ilişkisi	90

Şekil 5.11. Kumaşların hava geçirgenliği kalınlık ilişkisi	90
Şekil 5.12. Hava geçirgenliği yoğunluk ilişkisi	91
Şekil 5.13. Hava geçirgenliği ısı direnç ilişkisi	92
Şekil 5.14. Kumaşların su buharı direnci ve hava geçirgenliği değerlerinin gösterilmesi	94
Şekil 5.15. Kumaşların alt ve üst ıslanma zamanlarının karşılaştırılması	95
Şekil 5.16. Kumaşların emilim oranlarının karşılaştırılması	97
Şekil 5.17. Kumaşların alt ve üst sıvı yayılım değerlerinin karşılaştırılması	99
Şekil 5.18. Kumaşlarının maksimum ıslak çap değerlerinin karşılaştırılması	100
Şekil 5.19. Kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerleri	102
Şekil 5.20. Kumaşların genel nem yönetim özelliklerinin karşılaştırılması	104
Şekil 5.21. Kumaşların temas açılarının karşılaştırılması	105
Şekil 5.22. Tip 3 temas açısı ölçümü ekran ve kamera görüntüsü	106
Şekil 5.23. Kumaşların temas açıları ile OMMC değerlerinin karşılaştırılması	107
Şekil 5.24. Kumaşların hava geçirgenliği ile nem yönetim özelliği ilişkisi	108
Şekil 5.25. Kumaşların ısı direnç ve nem yönetim özellikleri ilişkisi	109
Şekil 5.26. Kumaşların su buharı direnci ve nem yönetimi ilişkisi	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Giysilerin termal özelliklerini etkileyen fiziksel faktörler	14
Çizelge 2.2. Metabolik aktivite oranları	20
Çizelge 2.3. Tekstil liflerinin, suyun ve havanın termal iletkenlik değerleri	27
Çizelge 2.4. Bazı akışkanlar için ortalama ısı taşınım kat sayısı değeri	29
Çizelge 2.5. Profilli liflerin avantaj ve dezavantajları	42
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kumaşlar ve özellikleri	58
Çizelge 3.2. MMT test sonuçları değerlendirme skalası	65
Çizelge 4.1. Kumaşların ısı direnç değerleri ölçüm sonuçları	72
Çizelge 4.2. Kumaşların su buharı direnci test sonuçları	73
Çizelge 4.3. Kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları	73
Çizelge 4.4. Kumaşların nem iletimi test sonuçları	74
Çizelge 4.5. Tip 1 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu	75
Çizelge 4.6. Tip 2 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu	76
Çizelge 4.7. Tip 3 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu	77
Çizelge 4.8. Tip 4 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu	78
Çizelge 4.9. Tip 5 için nem iletim değerlendirme tablosu	79
Çizelge 4.10. Tip 6 için nem iletim değerlendirme tablosu	80
Çizelge 4.11. Temas açısı ölçüm sonuçları	81
Çizelge 5.1. Kumaşların ısı direncine ait varyans analizi	82
Çizelge 5.2. Kumaşların su buharı direncine ait varyans analizi	86
Çizelge 5.3. Kumaşların hava geçirgenliğine ait varyans analizi	93
Çizelge 5.4. Kumaşların ıslanma zamanlarına göre değerlendirme tablosu	94
Çizelge 5.5. Kumaşların emilim oranlarına göre değerlendirme tablosu	97
Çizelge 5.6. Kumaşların yayılım hızı değerlendirme tablosu	99
Çizelge 5.7. Kumaşların maksimum ıslak çap değerlendirme tablosu	101
Çizelge 5.8. Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerlendirme tablosu	102
Çizelge 5.9. Kumaşların genel nem yönetim özellikleri değerlendirme tablosu	103

Çizelge 5.10. Kumaşların genel nem yönetim özellikleri	104
Çizelge 5.11. Kumaşların Konfor Değerlendirme Skalası	114

1.GİRİŞ

İnsanların günlük yaşamında önemli bir yer teşkil eden giysiler tarih boyunca iklim şartlarına (soğuk, nem, rüzgâr, ısı, yağmur ve güneşin zararlı UV ışınlarına) karşı koruyucu bir rol üstlenmiştir.Daha sonraları ise çiftçiler, işçiler ve savaşıları mekanik incinmelere ve darbelere karşı koruma sağlamıştır. 20. yüzyıl ve sonrasında ise insanların giysilerden beklentileri farklılaşma göstermiştir.Günümüzde giysilerden beklentiler yapı ve model özelliklerinden çok, giysilerin fonksiyonel özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bugün giysilerden beklenen en önemli özelliklerden biri konfordur. Bu nedenle giysi üretiminde konforlu,akıllı giysiler ve farklı çevre şartlarında konfor sağlayan giysiler ön plandadır.

Konfor insanlar için temel ve evrensel bir ihtiyaçtır. Aynı zamanda konfor tanımlanması kompleks ve güç bir olgudur. Fourt ve Hollies (1970), konforun giyinme durumuyla ilişkili olduğu bununla birlikte termal ve termal olmayan bileşenleri bulunduğunu belirtmişlerdir. Giysi ve çevre koşulları kombinasyonuna vücut tarafından verilen fizyolojik tepkiler,sistem kararlı duruma ulaştığında önceden tahmin edilebilir.Slater (1985), konforu insan ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik, nerofizyolojik ve fiziksel uyum olarak tanımlamıştır.

Sağlıklı yaşama önem veren ve kısıtlı zamana sahip olan günümüz insanı spor aktivitelerine gün geçtikçe daha fazla önem vermektedir. Gerek kentsel yaşamın bunaltıcı yoğunluğundan uzaklaşmak isteyenlerin boş zamanlarında açık hava sporlarına yönelmeleri, gerekse iş hayatının yoğunluğundan uzaklaşmak isteyenlerin boş zamanlarında spor salonlarında yapılan spor dallarına yönelmeleri sonucunda spora olan ilgi artmıştır. Günümüz insanının spor yaparken giydiği giysiler ve kullandığı araç gereçlerden beklentileri de teknolojinin gelişmesi ve zamanı iyi değerlendirme gereğinin ortaya çıkmasıyla birlikte artış göstermiştir.

Bunun sonucu olarak da farklı iklim şartlarında koruma sağlayan, ısı ve nem iletim özellikleri yüksek özel giysilerin üretilmesine sebep olmuştur. Özellikle dayanıklılık

sporlarında kullanılan bu giysiler üç katmanlı bir yapıdan oluşur. Bunlar astar, orta katman ve dış katmandır. Astar tabaka deri ile temas ettiğinden teri emer ve üşüme hissini engeller. Orta tabaka kişiyi sıcak tutar ve sıcak havayı depolar. Dış katman rüzgâr ve yağmura karşı koruma sağlar.

Bazı dayanıklılık sporları sadece yağmurdan değil aynı zamanda sudan korumaya ihtiyaç duyar. Bunlar rüzgâr sörfü, kano, kayak gibi insanların suyla direk temas ettiği su sporlarıdır.

Bu çalışmada; polyester ve mikrolif polyester iplikler kullanılarak farklı örgü tiplerinde üretilmiş özellikle bisiklet spor giyiminde kullanılan örme kumaş yapılarının ısı ve nem konfor özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılan kumaş yapılarının konfor özelliklerinin belirlenmesinde Terleyen Sıcak Plaka ve Nem Yönetimi ölçüm cihazı (MMT) gibi test cihazları kullanılmıştır. Sonuç olarak özellikle bisiklet sporcularının kullandığı örme kumaş yapılarının özellikleri irdelenmiş, ısı ve nem konfor özellikleri yüksek kumaş yapıları belirtilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Konforun Tanımı ve Önemi

Konforlu giysi gereksinimlerinin açığa çıkması ve özellikli ürünlerin oluşumu teknik tekstiller kavramının açığa çıkmasıyla başlamıştır. Teknik tekstiller, estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade öncelikle fonksiyonel özellikleri ve teknik performansları için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri olarak tanımlanabilir. Özellikle son yıllarda kaydettiği büyüme oranıyla, önemli bir bölümünü oluşturduğu tekstil endüstrisinin en dinamik ve en ümit verici alanı olarak görülmektedir. Günümüzde teknik tekstiller sektörünün geleneksel tekstil ve hazır giyim sektörleri içerisindeki payı %25-30'lara ulaşmıştır. Gün geçtikçe farklı kullanım amaçlarına uygun yeni ürünler, yeni süreçler, yeni malzemeler üretilip pazara sunulmaktadır. Teknik tekstiller yeni ürünlerin keşfi, yeni ihtiyaçları karşılaması ve geleneksel ürün ve malzemelerin yerine ikame edilmesi nedeniyle, büyük potansiyel arz etmektedir (Emek, 2004).

Akıllı malzeme kavramı, ilk olarak 1989 yılında Japonya'da tanımlanmıştır. İlk 'akıllı' tekstil yapısı olarak 1979 yılındaki biçimsel hafızalı ipek ipliği kabul edilmektedir (Langenhove ve Hertleer 2004). Ancak Vigo ve arkadaşları, 1929 yılında Marsh ve arkadaşları tarafından tasarlanan ıslak ve kuru şartlarda selülozik kumaşların kıvrım kazanma yeteneklerini akıllı malzemelerin ilk örneği olarak kabul etmektedir (Vigo, 1997).

İnsanlar, kendilerini içerisinde konforlu hissettikleri soğuk havalarda ısı kayıplarını önleyen sıcak havalarda ise teri ve ıstıyı hızlı bir şekilde dış yüzeye atarak ısıl denge sağlayan giysileri tercih etmektedirler. Yüksek kalitedeki bu giysilerin termal izolasyon, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, su itici, neme dayanıklı ve UV ışınlarına karşı koruma özellikleri iyidir. Son yıllarda disiplinler arası çalışmaların sonucunda birçok yenilikçi materyal ve teknoloji açığa çıkmıştır. Bu da akıllı giysi olarak tanımlanan giysilerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Akıllı giysi teknolojileri elektronik giysiler, faz değiştiren materyaller, akıllı kaplama ve laminasyon teknolojileri ve yeni nesil lif teknolojileri kullanılarak gelişmeye devam etmektedirler. Akıllı tekstiller içerisinde yer alan akıllı giysiler, bilgisayar klavyesi, cep telefonları, mikrofonlar, mp3 çalarlar, video kameralar gibi elektronik parçaların giysilere entegre edilmesi sonucu da ortaya çıkmaktadır.

Giysiler yapılan aktiviteye göre çeşitlilik göstermektedirler. Buna rnek olarak koruyucu giysiler ve spor giysiler verilebilir. Koruyucu giysiler; itfaiyeci giysisi, anti-bakteriyel giysiler gibi hayati önem taşıyan giysilerdir. Son yıllarda iş verimliliğini ve can kayıplarını önlemek için bu alanda kullanılan giysilere uygulanan teknikler ve standartlar yükseltilmiştir.

Spor giysilerden beklentiler ise, giysinın kullanılacağı iklim koşullarına ve yapılan aktiviteye bağlı olarak vücut ısıl dengesini sağlamasıdır. Çünkü spor yapan insanlar soğuk havalarda bile aşırı derecede ısınabilir ve terlemeye ihtiyaç duyabilirler. Bu nedenle spor giysilerin özellikle antreman sırasında oluşan fazla ısı ve teri hızlı bir şekilde atıp kişiye konforlu hissettirmesi gerekir. Bunun sonucu olarak da ısı ve nem konforu ve konforlu giysi kavramlarının açıkça tanımlanması gerekir.

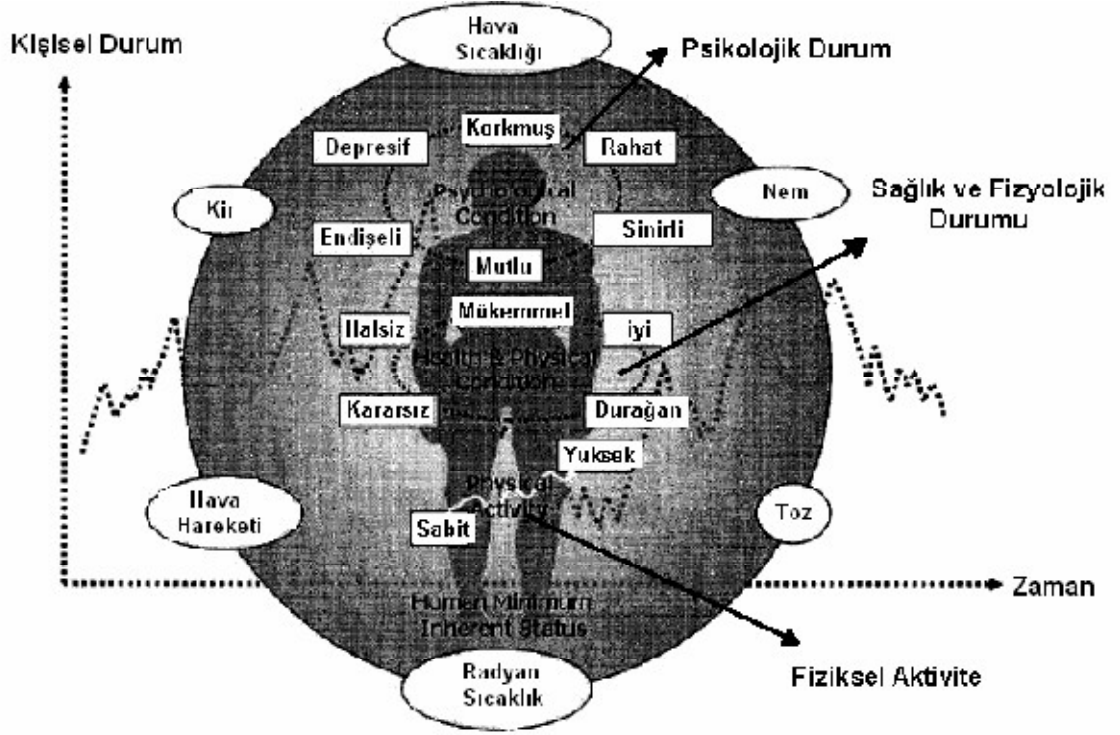
Bu anlamda, son yıllarda, sadece profesyonel sporcuların kullandıkları giysiler ve araç gereç değil, sporu hayat kalitesini yükseltmek amaçlı yaşamının bir parçası haline getiren insanların kullandığı giysi ve araç gereçlerde de tercih performansı arttıran ve spor esnasında konfor özellikleri yüksek olan tekstillere yönelmek şeklinde olmaktadır. Spora olan ilginin önümüzdeki yıllarda daha da artacağı tahminlerinden yola çıkıldığında, spor tekstilleri tekstil endüstrisi açısından gelişime açık, yüksek potansiyele sahip bir alan olarak görülmektedir (Devecioğlu ve Altıngl 2011).

Birçok araştırmacı konforu nötr bir his olarak tanımlar. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için vre sıcaklığı, nem, rüzgâr hızı, ışık gibi vresel faktörlerle ilgili bir uyarının beyne iletilmemiş olması gerekir. Giysilerimiz ve psikolojik durumumuza bağlı olarak bu faktörlerden herhangi birine hissedilen rahatsızlık duygusu konforu ortadan kaldıracaktır (Kaplan ve Okur 2005).

İnsanların, bulunduğu ortamdan ısıl olarak memnuniyeti şeklinde tanımlanan ısıl konfor, his ve duygular ile ilgili bir kavramdır. Isıl konfor genel olarak; ortam sıcaklığına, bağıl neme, ortamdaki hava hareketlerine, ışınım sıcaklığına, kişinin hareketliliğine (metabolik aktiviteye) ve giysi dirençlerine bağlıdır (Butera 1998).

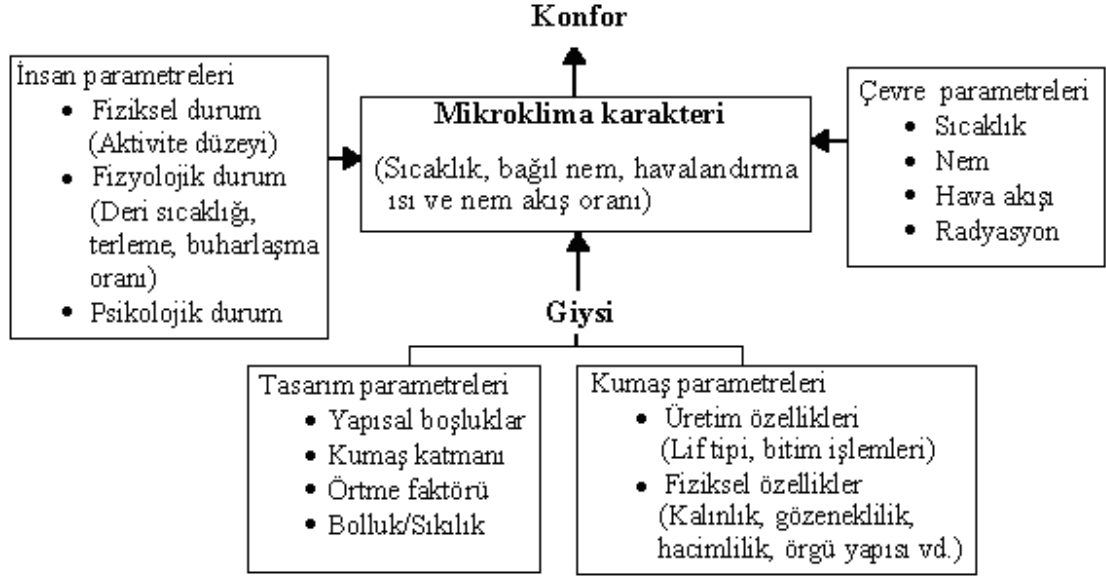
Li (2001), konforu fiziksel, psikolojik ve fizyolojik birçok faktörün etkili olduğu, kompleks bir konu olarak tanımlamıştır. Kısaca maddeler halinde özetleyecek olursak:

- Konfor çeşitli duyguların beyinde oluşturduğu hislerle ilgilidir ve subjektif bir algıdır.
- Konfor görsel (estetik ve cazibe), termal (soğuk ve sıcak), acı (batma ve kaşıntı) ve dokunma (pürüzsüz, pürüzlü, yumuşak, sert) gibi değerlendirmeleri içerir.
- Subjektif hisler psikolojiyle ilgilidir, kişi içerisinde bulunduğu durumu geçmiş deneyimlerine göre değerlendirerek konfor durumunu tanımlar.
- Vücut-giysi arasındaki mekanik ve termal etkileşimler kullanıcının konfor durumunu etkileyen faktörlerdendir.
- Dış ortam şartları (fiziksel, sosyal ve kültürel) kullanıcının konfor durumunu etkiler. Şekil 2.1'de kişinin konforunu etkileyen hava sıcaklığı, nem gibi dış faktörler ve kişisel durum faktörleri belirtilmiştir.



Şekil 2.1. Kişi konforunu etkileyen temel faktörler(Kılınç 2004)

Marmaralı ve ark.(2006),giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler üzerine yaptıkları çalışmalarında,kişinin konfor hissini belirleyen, insan teni ile giysi arasında kalan ve mikroklima olarak da adlandırılan hava tabakası olduğu ve bu tabakanın çevre, insan ve giysi faktörlerinden etkilendiğini belirtmişlerdir. Çevre parametreleri; sıcaklık, rutubet, rüzgâr hızı, çevre havadaki hareket olarak sıralanmaktadır. Konforu belirleyen bir diğer parametre olan insan parametreleri vücut aktiviteleri, özellikle de ağır aktiviteler sonucu veya psikolojik duruma bağlı olarak vücut sıcaklığının artması ile birlikte ısı dengenin kontrolü için terlemenin meydana gelmesini kapsamaktadır. Üçüncü faktör olan giysi parametreleri ise lif tipi, iplik konstrüksiyonu, örgü yapısı, kumaş kalınlığı, giysi bileşenleridir şeklinde belirtmişlerdir. Şekil 2.2’de kişinin konfor hissini etkileyen parametreler ve mikroklima özellikleri verilmiştir.



Şekil 2.2. Konfor ve Mikroklima karakteri (Yoo ve Hu 2000)

Mikroklimayı etkileyen bu faktörlerden çevre koşullarına ve kişinin fiziksel, psikolojik veya fizyolojik durumuna müdahale edilemediği için, yüksek konfor özellikleri ancak giysi özelliklerinin geliştirilmesi ile sağlanabilmektedir.

Atmaca ve Yiğit (2007), konfora etki eden en temel faktörlerin kişisel ve çevresel parametreler olarak iki grup altında toplanabileceğini belirtmişlerdir. Kişisel parametreler; kişinin aktivite düzeyi ve kişinin giyinme durumu, çevresel parametreler ise; ortam sıcaklığı, ortam bağıl nemi, ortamdaki hava hızı, ortamdaki çeşitli yüzeylerin sıcaklığına bağlı olarak ortalama ışıma sıcaklığı olarak sıralanabilir.

Konfor ölçümleri iki yolla yapılabilir. Bunlardan ilki pazar araştırması yapmak ve piyasada mevcut bulunan ürünlerin spor performans giysilerinin özelliklerini açığa çıkarmaktır. Diğer yol kantitatif konfor testleri ve giyim denemeleri gibi objektif ölçümlerle kişilerin konfor hissini ölçmektir.

2.2. Konforun Sınıflandırılması

Kullanıcının herhangi bir andaki konfor durumunu etkileyen ve dinamik etkileşim içinde olan faktörleri aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz. Bunlar:

- Giysi içerisinde ısı ve nem iletimi gibi giysi ve çevre arasındaki fiziksel prosesler; giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşimler, giysinin ışığı absorblaması ve yansıtması gibi vücuda sinyaller sağlayan fiziksel prosesler.
- Vücuttaki termal denge, giysi ve çevreye olan dinamik etkileşimler ve termoregüler tepkiler gibi fizyolojik prosesler.
- Vücudun giysi ve çevresiyle etkileşimlerinden doğan sinyalleri ve bu sinyallerin cilt, göz ve diğer organlar tarafından alındığı mekanizmalar olan nörofizyolojik prosesler.
- Yukarıda bahsedilen sinyallerden dolayı beyinde meydana gelen hisler ve bu hislerin geçmiş tecrübe ve isteklere göre değerlendirilerek ortaya çıkan subjektif kabuller olan psikolojik prosesler (Li 2001).

Song (2011), giysi konforunun çeşitli yönlerini üç bölüme ayırarak sınıflandırmıştır:

1. Termal Konfor: konforlu termal ve ıslaklık durumuna ulaşma, ısı ve nemin kumaştan dış ortama iletimi ile sağlanır.
2. Duyusal Konfor: giysi deri ile temas ettiğinde farklı duyuların ortaya çıkması
3. Vücut Hareket Konforu: giysi hareket özgürlüğü sağlamalı, vücuda fazla yük bindirmemeli ve gerektiğinde vücudun şeklini almalıdır.

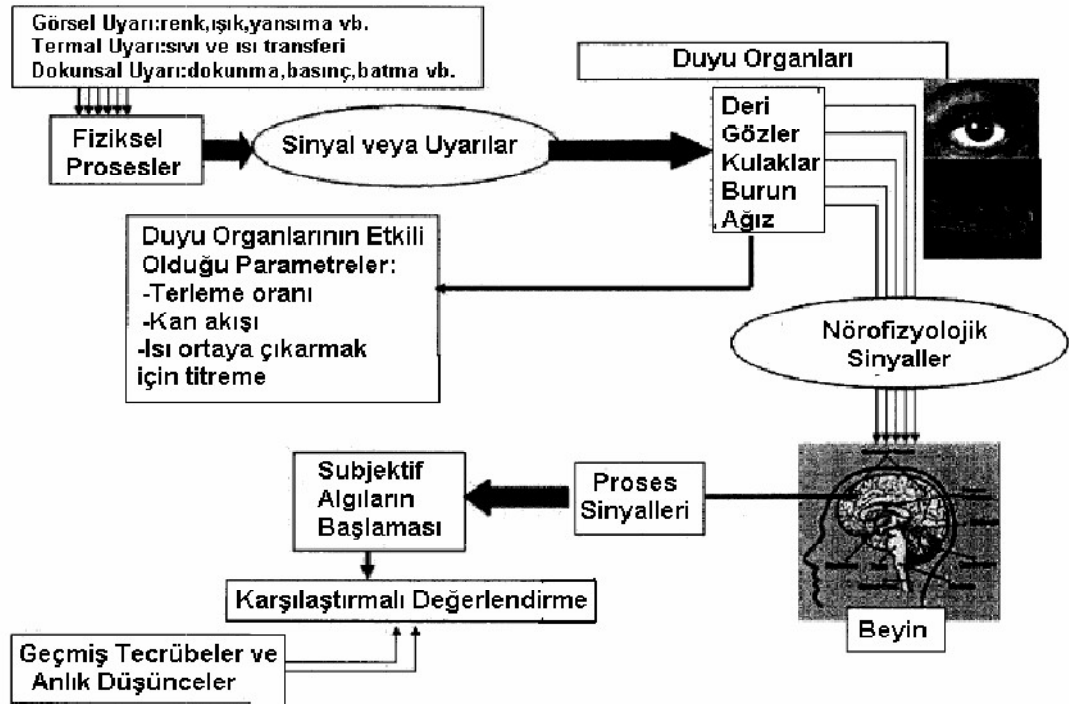
2.2.1. Psikolojik (Dokunsal)Konfor

Dokunsal konfor; ısı, basınç, acı vs. gibi dış uyaranlara karşı sinir uçlarının verdiği tepkilerin nörofizyolojik sinyaller üreterek beyne gönderilmesiyle ilgili bir konfor algısıdır. Bu duyu sinyalleri beyin tarafından işlenerek duyu öznel algılarına dönüştürülür. Böylece kan akış hızı, terleme oranı ve ısı üretimi ayarlanarak bu sinyallere uygun yanıtlar verilir.

Deri, insan vücudu ve çevresi arasında arayüz işlevi görür ve dış ortamdaki gelen uyarıları kontrol etmek için özel duyu reseptörlerine sahiptir. Duyu reseptörlerinin temel fonksiyonu dış ortamdaki gelen uyarıları sinir sisteminin çalışması için standart kodlara çevirmektir (Song 2011). Şekil 2.3'te kişinin duyu mekanizmasının şematik gösterimi verilmiştir.

En büyük üç uyarıcı:

1. Dıştaki nesnelere mekanik temas
2. Vücutta veya vücuttan dış ortama olan ısı akışı kaynaklı sıcaklık değişimleri
3. Travmatik ve kimyasal sinyallerin zarar görmesidir.



Şekil 2.3. Kişinin duyu mekanizmasının şematik gösterimi (Kılınç 2004)

Kumaşın dokunsal özellikleri; elyaf tipi, kumaş yapısı ve kumaş bitim işlemlerine bağlıdır. Yüzey özelliklerinden olan sürtünme ve pürüzlülük, fiziksel özellikler çekme, yırtılma, eğilme, bükülme ve yüzey soğuk-sıcak termal temas hissi giysi konforu için önemli özelliklerdir.

Li(1998), yirmi altı duyuşal tanımlayıcı seçtiği ve farklı ülkelerde yaşıyan giysi tüketicilerinin fizyolojik duyuşal tepkilerini araştırdığı çalışmasında,yazlık ve spor giysilerin küme analizleri sonucunda seçilen yirmi altı duyuşal tanımlayıcının dört kümede sınıflandırılabilceğini görmüştür. Bu sınıflandırma:

1. Dokunma hissi; batma, kaşındırma, sert, gıdıklama, yapışkan.
2. Nemlilik hissi: rutubetli, nemli, ıslak, yapışkan, emici olmayan
3. Vücut baskı hissi: rahat, gevşek, hafif, ağır, yumuşak, sert
4. Termal hisler:soğuk, serin, sıcak, çok sıcak

şeklinde yapılmıştır (Song 2011).

Dokunma hissiyle ilgili terimler iyi tanımlanmış ve giysi tipiyle değişmeyen özelliklerdir. Nemlilik hissiyle ilgili özellikler de nispeten sabittir ve giysi tipiyle değişmez. Fakat bunlar spor giysilerde termal hislerle etkileşime geçerken (sıcak ve serin), yazlık giysilerde ise dokunma hisleriyle etkileşime geçer. Basınç ve termal hisler sabit değildir ve açıkça sınıflandırılmaz.Birden fazla sınıf içerisinde yer alabilirler.

2.2.1.1.Kumaş Tutum Özellikleri

Giysi deri ile temas ettiğinden, giysi tutum özellikleri duyuşal konforu etkiler. Sertlik, yumuşaklık, katılık, sıcak-soğuk, sıcak-serin, yaş-kuru gibi çeşitli psikolojik hisler deri yardımıyla algılanır.Nörofizyoloji araştırmacıları kumaş deri etkileşiminden doğan farklı hislerin üç kategori içerisinde sınıflandırılabilceğini belirtmişlerdir. Bunlar; acı, sıcaklık ve dokunsal hislerdir. Kumaş-deri etkileşimi sırasında kumaş,deri üzerine baskı uygular ve titreşim göndererek dokunma reseptörlerini uyarır. Kawabata ve Niwa (1995), yaptıkları çalışmada tutumu üç seviyeye ayırmıştır. Bunlar; mekanik özellikler, ilk tutum değeri ve toplam tutum değeridir (Song 2011).

ASTM D123(2003),standardına göre kumaş tutum özelliklerini tanımlarken kullanılan bazı kavramlar:

- Esneklik
- Sıkıştırılabilirlik

- Uzama
- Yoğunluk
- Yüzey sürtünmesi
- Termal özelliklerdir.

Kumaş Batması:Deri yüzeyine giyilen giysilerde en çok rahatsızlık veren histir. Giyinme durumuna bağlı olarak kişiden kişiye değişir, kişi uzun süre bu hisse maruz kaldığında bu rahatsızlık kaşınma eylemine sebep olur.Özellikle yünden yapılan iç çamaşırları kaşıntıya ve deride rahatsızlık hissine sebep olur.

Kumaş Kaşıntısı:Batma hissine benzer ayrıca bazı yüzeysel acı reseptörlerinin aktivasyonu sonucu oluşur. Giysideki kaşıntı algısının varlığı, batma algısının varlığıyla ilişkilidir. Li (1988), kaşıntı hissi; lif çapı,yüksek ve düşük basınçta lif kalınlığı ve kumaş yüzey pürüzlülüğüyle ilgilidir.

Kumaş Pürüzlülüğü: Kumaş ve derinin temas sırasında mekanik etkileşimi ve sürtünme, sertlik, pürüzlülük ve kaşıntıya sebep olan ana faktörlerdir. Bunlar deriye temas eden giysilerin dokunma hislerine karar vermede etkili faktörlerdir. Düşük rutubet olan bir ortamda konforlu hissettiren bir giysi yüksek rutubet olan bir ortamda konforsuzluk hissine neden olabilir. Kumaş sertliği ve pürüzlülüğü objektif olarak ölçülebilen birçok fiziksel özelliklerle ilgilidir. Örneğin, sertlik, sürtünme, batma, yırtılma ve eğilme rijitliği,kalınlık ve alan yoğunluğuyla ilgilidir.

Wong ve ark.(2007), insanın psikolojik nem konforu algısınıçoklu yönde simüle edençeşitli kavramsal modellerle (matematik, yapay sinir ağları ve bulanık mantık modelleme teknikleri) hesaplama metotlarını inceledikleri çalışmalarında,beynin vücudun farklı bölgelerindeki genel nem konforu algısına psikolojik tepkileri üzerine yoğunlaşmışlardır. Şekil 2.4'te kavramsal modeli oluşturan teknikler gösterilmiştir. Bu çalışma için piyasadan temin edilen altı farklı yapıdaki tenis giysisi kontrollü çevre ortamında altı bayan öğrenciye yirmi dakikalık koşma egzersizi sırasında giydirilmiş ve beş dakikalık aralıklarla nem ve genel konfor algıları hakkında sorular sorulmuştur.

yapışkanlık hisleriyle ilgili olduğu ve basınç faktörünün sıklık hissiyle ilgili olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca örgü kumaşların subjektif konfor özelliklerini tahminlemede bu üç faktörü temel alan çoklu regresyon modeli geliştirmişlerdir.

Liao ve ark. (2011), kumaşların düzgünlük ve pürüzlülük hissi üzerine yaptıkları çalışmada bu hissin yüzeyin sürtünme katsayısına ve pürüzlülüğüne bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca düzgünlük-pürüzlülük hissi ile ilgili literatürdeki boşluklar sıralanmıştır. Bunlar: 1. Korteks mekanizmasının düzgünlük-pürüzlülük hissi hala açıklama beklemektedir. 2. Adhezyon ve deformasyonu içeren kumaş sürtünme modeli hala bulunamamıştır. 3. Hızlı ve kullanımı kolay test cihazları geliştirilmelidir. Bu alanda ileride yapılacak çalışmalar bu boşlukları doldurma amaçlı olmalıdır.

2.2.2. Fiziksel Konfor

Slater, fiziksel konforu giysi şartlarının insan vücuduna olan etkileriyle ilişkilendirmiştir. Bir tekstil ürünün hareket serbestliğine izin vermesi, istendiğinde vücudun şeklini alması ve vücuda fazla yük bindirmemesi durumunda, fiziksel olarak konfordan söz edilebilir (Li, 2001).

Özellikle spor giyimde fiziksel konforu sağlamak için örgü kumaş yapıları tercih edilir. Çünkü örgü kumaşlar esneme özelliğine sahiptir ve hareket serbestliği sağlarlar. Aynı zamanda tutum özellikleri iyidir ve su buharını hızlı bir şekilde vücuttan atarlar. Çizelge 2.1’de giysilerin termal özelliklerini etkileyen fiziksel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Giysilerin termal özelliklerini etkileyen fiziksel faktörler (Aihua ve ark. 2011)

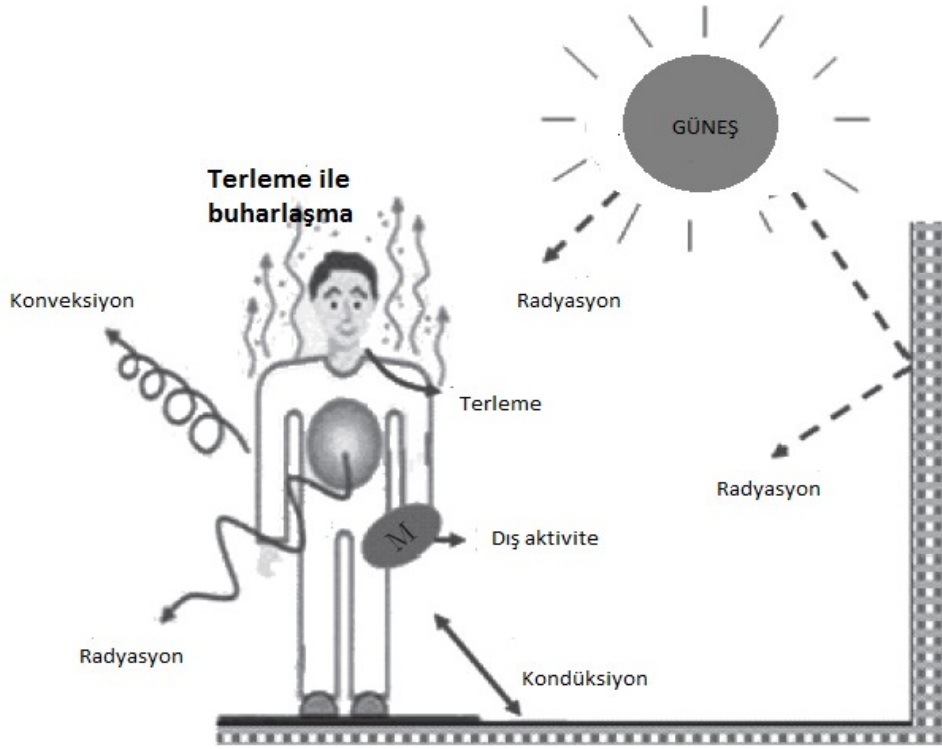
Giysi Faktörleri	Özellikler	Dizayn Özellikleri
Geometrik Özellikler	<ul style="list-style-type: none">• Lif çapı• Kumaş kalınlığı• Kumaş gözenekliliği• Kumaş yoğunluğu• Kumaş gramajı	Kontrol edilebilir özellikler
Yapısal Özellikler	<ul style="list-style-type: none">• Giysi katman sayısı• Kumaştaki hava tabakası kalınlığı• Faz değiştiren materyaller kaplama hacmi• Su itici membran	Kontrol edilebilir özellikler
Sıvı Özellikleri	<ul style="list-style-type: none">• Temas açısı• Yüzey gerilimi	Kontrol edilemez temel özellikler
Kumaş Özellikleri	<ul style="list-style-type: none">• Termal iletkenlik• Liflerin termal emisyonu• Liflerin higroskopikliği• Su difüzyon katsayısı• Nem transfer katsayısı	Kontrol edilemez temel özellikler
Giyim Şekli	<ul style="list-style-type: none">• Vücut örtme yüzeyi• Fit (gevşek, sıkı)• Mod (açık, kapalı)	Kontrol edilebilir özellikler

2.2.3. Termofizyolojik (Termal) Konfor

Termal konfor, insanın içinde bulunduğu termal çevreye duyduğu memnuniyetin zihinsel ifadesidir. İnsanın termal konforu metabolik oran (iç ısı üretimi), vücuttan ısı kaybı ve iklim koşullarına bağlıdır. Giysilerin temel görevi ise deri yüzeyinde meydana gelen ısı ve nem kayıplarını dengeleyerek ısı dengesinin sürekliliğini sağlamaktır. Örneğin yazın kullanılan bir giysi, kışın kullanılan bir giysiden çok farklı ısı direnç gösterir. İyi ısı yalıtımı özelliklerine sahip giysiler kış iklim koşullarında kullanılırken, yüksek ısı iletkenlik gösteren giysiler yazlık giysilerde kullanılır.

Fizyolojik veya termal konfor, ISO 7730 1994'e göre termal çevre ile uyumlu olma hali olarak tanımlanmıştır. Bu kavram, giysiyi oluşturan kumaşın ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile farklı aktiviteler sırasında kumaşın termal dengesinin sağlanmasındaki rolünü içerir. Termal konfor çevre şartları, aktivite düzeyi ve giysiyi oluşturan kumaşın özelliklerine bağlıdır (Kaplan ve Okur 2005).

Termal direnç; kalınlık, giysi katmanı, dökümlülük, elyaf yoğunluğu ve kumaş gözenekliliğinden etkilenir. Termal konfor ise kondüksiyon, konveksiyon, radyasyon ve terlemeyle olan ısı kayıplarından etkilenir. Şekil 2.5'te çevreyle insan arasındaki ısı denge modeli verilmiştir.



Şekil 2.5.Çevreyle vücut arasındaki ısıl denge (Havenith 2002)

Kaynaklı ve Yiğit (2003), vücut ile çevre arasındaki ısı geçişi eşitliklerinden ve amprik bağıntılardan yararlanarak insanların ısıl konfor şartlarını etkileyen çevresel ve kişisel parametreleri incelemiştir.Sonuç olarak:

- İnsanların aktivitelerinin yüksek olduğu durumlarda kendilerini iyi hissedebilmeleri için, ısıl direnci düşük giysiler giymeli ve ortam sıcaklığı düşük olmalıdır.
- Deriden terin buharlaşmasıyla oluşan gizli ısı kaybı aktivitedeki artışla beraber artmaktadır.
- Ortam sıcaklığının atması ile giysinin ısıl direnci azaldığından dolayı, terin doğal difüzyonla çevre ortamına geçişi kolaylaşmaktadır.
- Ortamın izafi nemi arttıkça deri yüzeyiyle ortam arasındaki su buharı kısmi basınç farkı azalmakta ve bu azalma sonucu deriden buharlaşmayla olan ısı kaybı zorlaşmakta ve insan daha fazla terlemektedir.

- İnsanlar,izafi nemi yüksek olan ortamlarda kendilerini konforlu hissedebilmek için yalıtım direnci düşük giysiler giymelidir. Ancak izafi nemin etkisi ortam sıcaklığı kadar önemli değildir.
- İzafi nemi yüksek ortamlarda deri ıslaklığı daha fazla olmakta ama kütle transferi için gerekli olan konsantrasyon farkı azaldığından terin difüzyonu ile olan ısı kaybı bir miktar azalmaktadır.
- Ortamdaki hava hareketlerinin artması ısı kayıplarını arttırmaktadır.Yüksek hava hızlarının olduğu ortamlarda insanların rahat ve konforlu hissedebilmeleri için giysi kalınlıkları artırılmalıdır.
- Sabit bir ortam sıcaklığı için, metabolik aktivite veya giysinin ısı direnci arttıkça insan daha düşük izafi nem değerlerinde kendini rahat hissetmektedir.

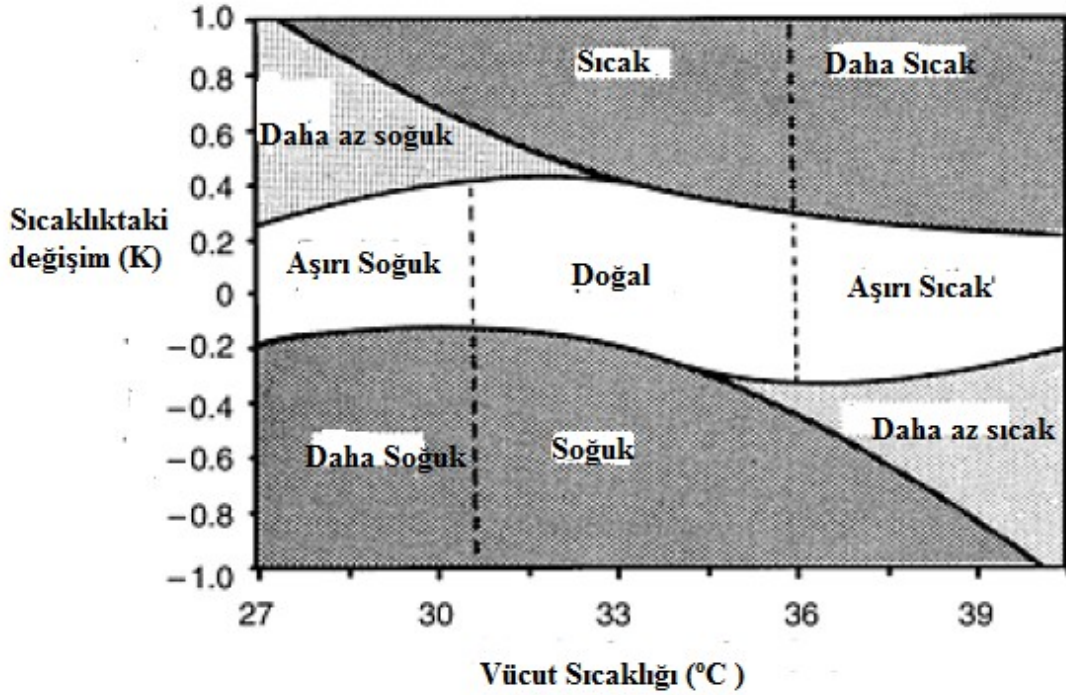
Marmaralı ve ark (2006) yılında yaptıkları çalışmada tekstil materyallerinin termal özelliklerini etkileyen faktörleri:

- Lifi ve kumaş içinde tutulan havanın ısı iletkenliği
- Lifi özel ısı
- Kumaş kalınlığı ve katman sayısı
- Kumaşın hacimsel yoğunluğu
- Kumaş yüzeyi (kullanılan lif tipi, kumaş yapısı, kumaşa uygulanan bitim işlemleri)
- Kumaş ve yüzey arasındaki temas alanı
- Deri ile kumaş arasında kondüksiyonla ısı kaybı
- Deri ile kumaş arasında konveksiyon ısı kaybı
- Işıma ile ısı kaybı
- Deri ve kumaştan suyun buharlaşması ile ısı kaybı
- Kumaşın su absorbe etmesi nedeniyle ısı kaybı veya artışı
- Dahili atmosferik şartlar:sıcaklık, nispi nem, çevredeki havanın hareketi

şeklinde sıralamışlardır.

Vücut sıcaklığı, ısı üretimi ve ısı kaybı mekanizmaları arasındadinamik bir denge ile düzenlenir. Vücut iç ısı=kor ısı ortalama $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($36-38^{\circ}\text{C}$ sınırlarında) düzeyindedetutulmaya çalışılır. Mekanik iş ve egzersizde ısıoluşum hızı artar. Vücut iç

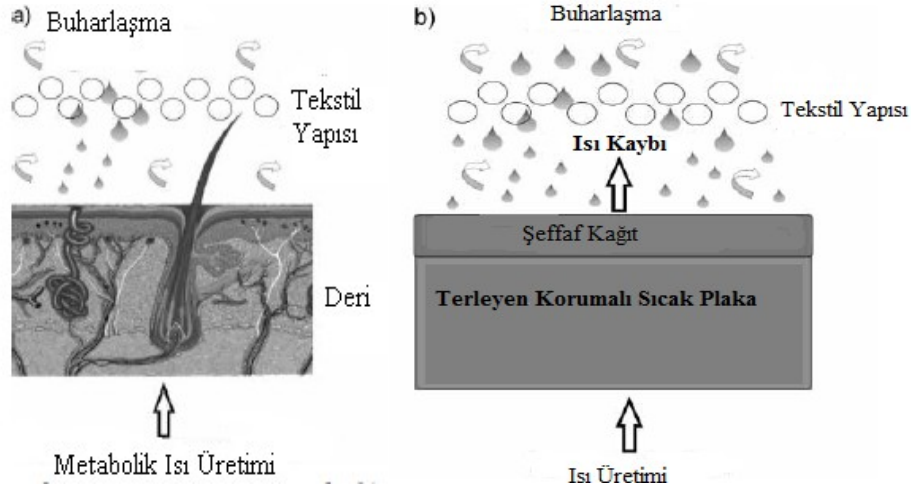
ısı normalin 1-2 °C üstüne yükselirse 38-39 °C arasında korunur (Yıldız ve Arzuman 2009).



Şekil 2.6. Vücut konfor hissini oluşturan sıcaklık bölgeleri (Parsons 200)

Deri sıcaklığı 33.4°C olduğunda konfor hissini en fazla olduğu düşünülmektedir. (Şekil 2.6) Vücudun herhangi bir kısmındaki deri sıcaklığı bu ideal sıcaklıktan 1.5-3 °C kadar bir aralıkta farklılaşma gösterdiğinde konfor hissi devam eder. Eğer fark $\pm 4.5^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olursa insan vücudu konforsuzluk hisseder. Ayrıca, deri sıcaklığının 36.5°C'ye göre 1.5 °C'lik artışı ya da düşüşü hayatı tehlike yaratabilir. Hipotermi, deri sıcaklığının 35°C'nin altına düşmesiyle meydana gelebilir. Sabit deri sıcaklığı, gövde için yaklaşık 34-36.5°C, eller ve ayaklar için 25.5-27.5°C, kollar ve bacaklar için 27-30°C olarak ifade edilebilir (Önder ve Sarier 2003).

Şekil 2.7'de deri ve deriyi simüle eden terleyen sıcak plaka yöntemine göre buharlaşma ve ısı kaybı mekanizması gösterilmiştir. Burada fazla ısı, vücut ısı konfor dengesini sağlamak için ısı ve buhar formunda dış ortama aktarılır.



Şekil 2.7. Isı ve su buharı transferi **a)** Deri ve kumaştan **b)** Terleyen sıcak plaka yöntemine göre (Mijovic ve ark 2009)

Mijovic ve ark. (2009), derinin ana görevi vücudun termal dengesini sağlayarak vücut ısısını 37°C civarında sabitlemesidir. Giysinin ana görevi ise farklı iklim koşullarında vücudun termal dengesini sağlamaktır. Giysinin termal özelliklerini etkileyen faktörler kuru termal direnç, nem transferi ve buharlaşma, ısı değişimi (kondüksiyon, konveksiyon, buharlaşma, terleme), basınç (kuvvetli rüzgâr), hava sürkülasyonu ve vücut hareketleridir. Ayrıca vücutta meydana gelen kuru ısı transferi, H_{DRY} eşitlik (2.1)'de verilmiştir:

$$H_{DRY} = C + R = M - W - E_{sk} - E_{res} - C_{res} - S \quad (2.1)$$

Burada:

H_{DRY} = Kuru ısı transferi

C = Konveksiyonla olan ısı kaybı

R = Radyasyonla olan ısı kaybı

M = Metabolik ısı üretimi

W = Yapılan iş oranı

E_{sk} = Buharlaşma ile olan ısı kaybı oranı

$E_{res} + C_{res}$ = Buharlaşma ve konvektif solunum ısı kaybı oranı toplamı

S = Vücudun ısı depolama oranı

Vücutta buharlaşmayla meydana gelen ısı kaybı E_{sk} , Eşitlik 2.2' deki gibi verilmektedir:

$$E_{sk} = \frac{3,06}{A_{Du}} \cdot 10^{-3} (256 \cdot T_{sk} - 3360 - P_a) \quad (2.2)$$

Burada E_{sk} , buharlaşma ile olan ısı kaybı, A_{du} DuBois alanı, T_{sk} deri sıcaklığı, P_a dış ortamdaki su buharı basıncıdır.

Vücutta solunumla meydana gelen ısı kaybı ise $E_{res} + C_{res}$, Eşitlik 2.3'teki gibi hesaplanabilir.

$$E_{res} + C_{res} = 0.0014 \cdot (34 - T_a) + 0.0173 \cdot M \cdot (5.87 - P_a) \quad (2.3)$$

Burada $E_{res} + C_{res}$ solunumla ısı kaybı, M metabolik ısı üretimi, T_a hava sıcaklığı, P_a dış ortam basınç değeridir.

Metabolik enerji üretimini ifade eden birim "met" olup, dinlenme halindeki bir insanın metabolik hızı olarak tanımlanmıştır (1 met=58.2 W/m²). Çeşitli aktiviteler için hesaplanan metabolik enerji üretimi değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.2. Metabolik aktivite oranları (Hollies ve Fourt 1970)

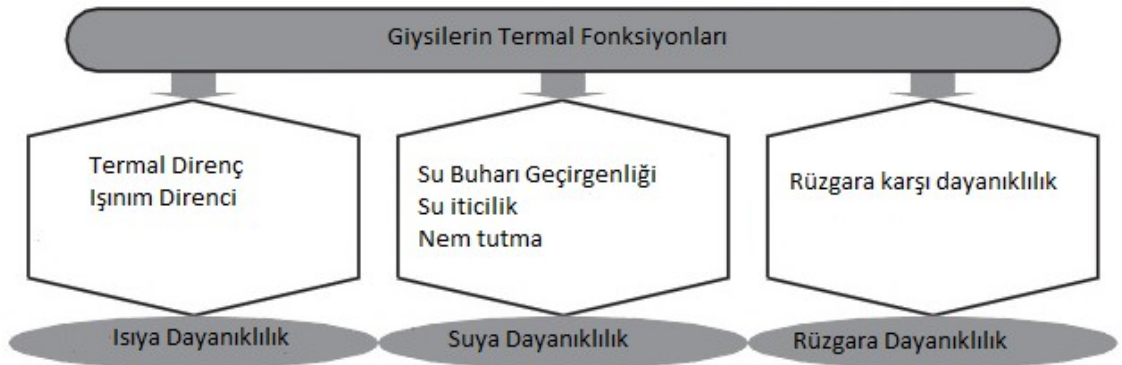
Aktivite	MET
Uyku	0.72
Sırt üstü uzanma	0.8
Oturma	1
Ayakta durma	1.2
Yürüyüş (3km/sa)	1.6
Koşma (5km/sa)	3.1
Sprint (Kısa süreli 10km/sa)	10
Hafif tempoda çalışma	2-3.6
Orta tempoda çalışma	3.6-5.6
Yüksek tempoda çalışma	5.6-7.6
Ağır tempoda çalışma	>7.6

2.2.3.1. Giysilerin Termal Fonksiyonları

Termal konforu etkileyen kontrol edilebilen faktörler aşağıdaki gibidir:

- İklim Koşulları: hava sıcaklığı, hava hızı ve havadaki nem miktarı
- Aktivite Seviyesi: vücut tarafından dış ortama verilen ısı, metabolik oran ve aktivite süresine bağlıdır. Dinlenme durumunda vücut nefes alma, kan dolaşımı gibi temel fonksiyonlarını yerine getirmek için enerji üretir. Aktivite sırasında ise oksijen ve besinler kaslar tarafından enerjiye dönüştürüldüğünden, metabolik oran vücut için daha fazla enerji üretebilmek için artar.
- Giysi İzolasyonu: Giysi vücut ile çevre arasında izolasyon sağlayarak, giysi ve deri arasında ısı ve nem değişimini engeller. Bu nedenle giysilerin termal fonksiyonları vücudun termal konforunu sağlamada ve devam ettirmede çok önemlidir.

Giysiler vücudun büyük bölümünü örterek çok sıcak ve çok soğuk hava koşullarından koruma sağlar ve vücuttan dış ortama olan fazla ısı kaybını engellerler. Giysiler vücut için sadece pasif bir örtü görevi görmez aynı zamanda vücudun termal düzenleyici fonksiyonlarıyla etkileşime geçerek değiştirir. Giysilerin termal fonksiyonu konforlu bir mikroklima ortamı oluşturmak ve vücuda çevreye karşı dayanıklılık sağlamaktır. Şekil 2.8’de giysilerin termal fonksiyonlarını etkileyen özellikler verilmiştir.



Şekil 2.8. Giysilerin Termal Fonksiyonları (Havenith 2002)

Tekstil yapılarını oluşturan lif, iplik ve kumaş temel parametrelerinin giysilerin termal konfor özelliklerine etkisi:

- Lif Cinsi: kumaşta konfor özelliğini sağlamak için liflerin sahip olması gereken özellikler:
 - Teri hızlı bir şekilde emip dış yüzeye ileterek, kişinin kendini kuru hissetmesini sağlamalıdır.
 - Isı ve nem transferinin zayıflamaması için nem aldığı anda şişmelidir.
- İplik yapısı: Düzgünlük, lif sertliği, iplik bükümü, geliştirilmiş efektler, tekstüre derecesi ve ilmek yapısı gibi faktörler giyside sıkma, darlık hissi, batma, ısı hassasiyeti gibi olumsuz etkilere neden olabilir.
- Örgü yapısı: süprem, interlok gibi örgü yapısının değişmesiyle kumaştaki gözenekliliğin değişmesi nedeniyle, ısı direnç değeri hava boşluklarının miktarına göre değişir. Tekstil liflerinin ısı iletkenlikleri durgun havadan yüksektir. Bu nedenle ideal yalıtkan malzeme durgun havadır. Hacimli kumaşlar gözenekliliğin fazla olması nedeniyle, içlerinde daha fazla hava tutarlar. Örnek verecek olursak; dış giysilik bir kumaş %25 lif -%75 hava miktarına sahipken, battaniyelik kumaşlar %10 lif- %90 havadan oluşurlar.

Marmaralı ve ark (2006), yılında yaptıkları çalışmalarında ideal kumaşın sahip olması gereken özellikleri:

- Soğuktan korumak için yüksek ısı direnç
- Ilımlı ısı ortam şartlarında etkin ısı transferi için yeterli su buharı geçirgenliği
- Yüksek ısı ortam şartlarında terlemeden dolayı oluşan rahatsız edici temas hissini elimine etmek ve etkin bir ısı transferi sağlamak için hızlı sıvı akışı şeklinde tanımlamışlardır.

Oğlakçioğlu ve Marmaralı (2007), pamuk ve polyester ipliklerden üretilen süprem, ribana ve interlok örgü kumaşların ısı konfor özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmada interlok örgü kumaşların termal iletkenlik değerlerinin ribana ve süprem kumaşlardan

fazla olduğunu görmüşlerdir. Bunun nedeni kumaş içerisinde durgun hava miktarı azaldıkça iletkenliğin artmasındandır.

Bozdoğan ve ark.(2007), jakarlı atkı örme yapıların ısı konfor özelliklerini inceledikleri çalışmada jakarlı desenlendirmede kullanılan farklı arka yüz yapılarının,kullanılan iplikler ve ön görünümleri aynı olmasına rağmen, kumaşların ısı konfor özelliklerini etkilediğini görmüştür.

Özçelik ve ark. (2007), tekstüre örgü kumaşların termal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında air-jet tekstüre, yalancı büküm tekstüre ve filament PES ipliklerden üretilen interlok örgü kumaşların, termofizyolojik özelliklerini Alambeta cihazıyla incelemişlerdir. Sonuç olarak tekstüre kumaşların termal direnç özelliklerinin, tekstüre olmayan filament ipliklerle üretilen kumaşlara göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Oğlakçioğlu ve Marmaralı (2007), rejenere selüloz liflerin kompresyon çoraplarının ısı konfor özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında; farklı özelliklerde ipliklerle kompresyon çorapları üretmiş, bu çorapların ısı direnç, ısı soğurganlık, bağıl su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği gibi ısı konfor parametrelerini test etmiş, sonuç olarak viskon, modal veya tensel gibi rejenere selüloz liflerinden üretilen kompresyon çoraplarının sıcak günlerde düşük ısı direnç, yüksek su buharı geçirgenliği ve yüksek hava geçirgenliği özellikleriyle daha konforlu hissettirdiğini görmüşlerdir.

Marmaralı ve ark. (2007), elastik iplikli düz örme kumaşların ısı konfor özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada elastik iplik kullanımının süprem kumaşların ısı direnç özelliklerine etkisinin büyük olduğu ve elastik iplik miktarı arttıkça ısı direnç değerinin arttığını gözlemlemiştir.Kumaş yapısında kullanılan elastik iplik miktarı arttıkça ısı direnç değerlerinde artış, ısı iletkenlik değerlerinde azalma, ısı soğurganlık değerlerinde artış meydana geldiği ve bu kumaşların daha soğuk hissettirdiğini saptamıştır.

Dias ve Delkumburewatte (2007), yaptıkları çalışmada gözeneklilik, kalınlık ve nem içeriğine bağlı olarak örgü yapıların termal iletkenliğini belirlemek için bir model

geliştirmişlerdir. Süprem kumaşların gözeneklilik değerleri için bir formül geliştirmiş, dikiş uzunluğu ve kalınlık arttıkça gözenekliliğin arttığını, buna bağılı olarak da termal iletkenlik değerinin arttığını görmüşlerdir.

2.2.3.2.Giysilerin Diğer Fonksiyonları

Fiziksel Aktivitelere Rahatlık:

Vücut, çevre sıcaklığının ve içerisinde bulunduğı aktivite seviyesinin artmasıyla açığa çıkan fazla enerjiyi elimine edebilmek için ter üretir. Vücut sıcaklığı, 32 °C ve 42 °C sınırları içerisinde tutulmalıdır.Termal dengede kalabilmek için üretilen metabolik ısı,hissedilen ve hissedilmeyen terleme,işinım ve deri üzerindeki ısının dış çevreye atılmasıyla dengelenmelidir. Vücut sıcaklığının yaklaşık ¼ 'ü hissedilmeyen terlemeyle kaybedilmektedir.

Yüksek atmosfer sıcaklıklarında veya yoğun vücut aktivitesi sırasında, giyimli insan bol miktarda terler.İdeal halde, vücut yüzeyindeki veya giysinin iç katındaki sıvı, dış tabakaya transfer edilmeli ve cilt yüzeyi kuru kalmalıdır. Özellikle spor giyimde transferle kapılar ıslanma mekanizmalarının gelişmiş olması gerekmektedir.

İklim Şartlarına Karşı Koruyuculuk:

Giyinmek elverişsiz koşullar altında vücut sıcaklığını dengede tutmaya ve kişinin kendini konforlu hissetmesine yardımcı olur. Fahmyyaptığı çalışmada,aşırı vücut ısısının terin vücuttan atılmasıyla çabuk uzaklaştırıldığını,bu nedenle serbest buharlaşmayı engelleyen giysilerin konforsuz olacağını gözlemlemiştir. Örneğin,giysiler buhar yoğunlaşması yada emiliminden dolayı ıslak hale gelirse, bu ıslak giysilerin artan termal iletkenliği, vücut sıcaklığından beklenmeyen sıcaklık düşüşlerine sebep olabilir, bu da şiddetli soğukların olduğu bir çevrede çok tehlikeli bir durumdur(Song 2011).

2.2.4.Kumaşlarda Isı Transferi Mekanizmaları

Gıysilerin temel fonksiyonu, deri yüzeyindeki ısı kayıplarını kontrol ederek vücudun ısı dengesinin sürekliliğini sağlamaktır.Bu nedenle yiyeceklerden alınan enerjinin sadece %15-30'u işe çevrilirken geri kalanı ısı olarak atılır.Vücut ısısını sabit tutmak için gerekli, çevreye ısı geçişini sağlayan mekanizmalar: kondüksiyon, konveksiyon, radyasyon ve terlemedir. Bu mekanizmaları tanımlayacak olursak:

1.İletim (kondüksiyon):Katı cisimlerde en yaygın görülen mekanizmadır. Katı cisimlerde ısı iletimi, hızla hareket eden ya da titreşen, sıcak atom ve moleküllerin enerjilerini (ısılarını) temas halindeki komşu atom ve moleküllere aktarmasıdır.

2.Taşınım (konveksiyon):Genellikle sıvı ve gazlardaki yaygın mekanizmadır. Gaz veya sıvı akışkanlarda moleküllerin makroskobik hareketi sonucunda meydana gelir. Isı akışının doğal yollarla meydana geldiği duruma doğal taşınım, fan, pervane vb. cihazlarla ısı akışı meydana gelmesine ise zorlanmış taşınım denir.

3.Işınım (radyasyon):Malzeme içindeki atomların ve moleküllerin hareketlerinin bir sonucudur. Çünkü yüklü parçacıklar ihtiva eden atom ve moleküllerin hareketi elektromanyetik emisyonla sebep olur ve bu emisyon malzeme yüzeyinden enerji taşır. Elektromanyetik emisyonun miktarı yüzey sıcaklığı arttıkça artar. Işınım, vakumda görülebilecek tek ısı transfer mekanizmasıdır.

4. Yoğuşma:En az görülen mekanizmadır. Buhar halindeki sıvı, soğuk bir yüzeye temas ettiğinde yoğuşur ve çevreye ısı salınır. Buna benzer faz değişimleriyle ısının transfer edilmesi gizli(buharlaştırma) ısı transferi olarak da adlandırılabilir(Güneşoğlu 2005).

2.2.4.1.İletimle Isı Transferi

Kondüksiyona dailetim, madde veya cismin bir tarafından diğer tarafına ısının iletilmesi ile oluşan ısı transferinin bir çeşididir. Isı transferi daima yüksek sıcaklıktan, düşük sıcaklığa doğrudur. Yoğun maddeler genelde iyi iletkenlerdir; örneğin metaller çok iyi iletkenlerdir.

Isı iletiminin temel denklemi Fourier Isı İletim Kanunu ile ifade edilir.Homojen katı cisimlerde ısı transferi sadece iletimle (kondüksiyonla)gerçekleşir ve bu transfer belirli bir doğrultudaki ısı akışının sıcaklık farkınaparalel olduğunu kabul eden Fourier Kanunu'na uyar.

D kalınlığında bir kumaşın homojen olduğu ve T_1 ile T_2 sıcaklıklarında ikiyüzey arasında ($T_1 < T_2$) konulduğu varsayılırsa, T_1 'den x mesafesi kadaruzaklaşıldıkça (kumaş kalınlığı boyunca), Fourier Kanuna göre ısı akışı $q(x)$;

$$q(x) = -\lambda \cdot \frac{\partial T(x)}{\partial x} \quad (2.4)$$

Eşitlik 2.4 ile verilir. Burada λ , ısı iletim katsayısıdır.

Kumaşların termal direnci R [m^2K/W], kalınlık (h) ve termal iletkenlik (λ) değerleriarasındaki ilişkiyle açıklanır (Eşitlik 2.5).

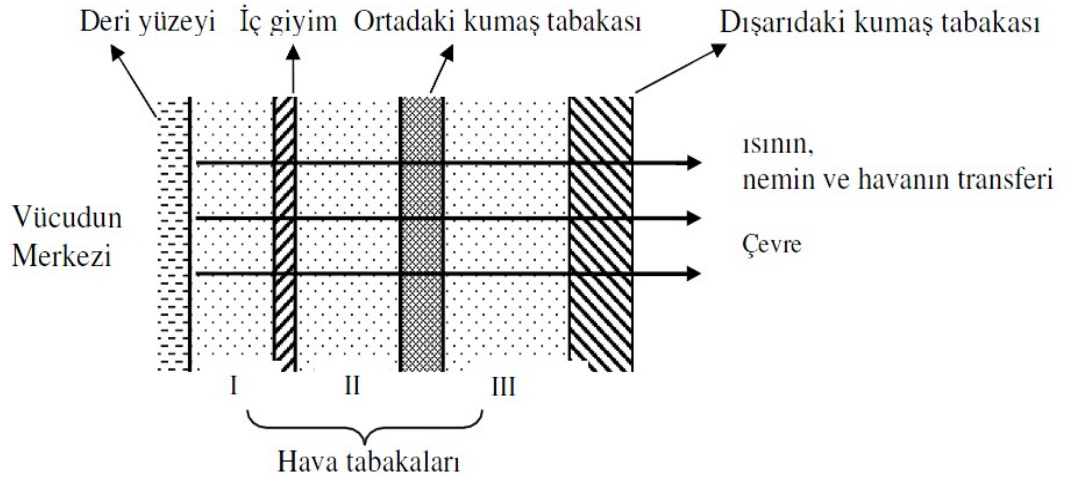
$$R = \lambda / h \quad (2.5)$$

Burada, h :mm, λ :W/m.K ile ifade edilir (Oğlakçıoğlu ve Marmaralı 2007).

Giysinin sahip olduğu toplam termal direnci olan R_{CL} değerinin, bireysel tabakaların da tüm alanını içerdiği kabul edilirse; Eşitlik 2.6'da olduğu gibi ifade edilebilir (Sivri 2008).

$$R_{cl} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (2.6)$$

Şekil 2.9'da vücuttan çevreye olan ısı transferinin giysi tabakalarından geçişi verilmiştir.



Şekil 2.9.Kumaş Tabakaları Boyunca Isı Transferi (Hes 2004)

Ancak, kumaşlar homojen yapılar değildir çünkü termal iletkenlikleri birbirinden farklı olabilen iki (lif ve hava) veya daha fazla (birden fazla lif tipi ve hava) malzemeyi bir arada bulundurur. Farnworth (1983), kumasın termal iletkenliğini içerisindeki liflerin ve havanın iletkenliklerinin bir kombinasyonu şeklinde veren Eşitlik 2.7'yi ileri sürmüştür:

$$\lambda = (1 - f) \cdot \lambda_a + f\lambda_f \quad (2.7)$$

Eşitlik 2.7'de λ kumaşın ısı iletim katsayısı, λ_a havanın, λ_f lifin ısı iletim katsayısı ve f kumaştaki lifin hacimsel oranıdır. Bazı tekstil liflerinin ve havanın termal iletkenlik değerleri Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Tekstil liflerinin, suyun ve havanın termal iletkenlik değerleri (Güneşoğlu 2005)

Lif Tipi	Termal iletkenlik (W/mK)
Hava	0.026
Polipropilen	0.117
Poliüretan	0.126
Aramid	0.130
Polyester	0.141
Polivinilklorid	0.167
Yün	0.193
Poliakrilonitril	0.200
Poliamid 6, 6.6	0.250
Viskoz rayon	0.289
Pamuk	0.461
Su	0.600

2.2.4.2. Taşınım İle Isı Transferi

Konveksiyon, akışkan hareketi ile enerji taşınımı işlemidir. Ortam bir sıvı veya gaz ise akışkan hareketi ile ısı enerjisi, bir bölgeden diğer bölgeye sıcaklık farkından dolayı transfer edilecektir. Isı transferinin en önemli konusu konveksiyondur. Isı değişim türgeçlerinde akışkanlar, katı cisimler (yüzeyler) ile birbirinden ayrılmış olduklarından, konveksiyon, bir yüzey ile akışkan arasında enerji taşınmasını sağlayan en önemli ısı transferi mekanizmasıdır.

Genel olarak doğal ve zorlanmış taşınım olmak üzere iki tip ısı taşınımından bahsedilir. Zorlanmış taşınım, akışkanın hareketi dış bir etkene bağlı iken, doğal taşınım, hareket sıcak ve soğuk parçacıkların yoğunluk farkından kaynaklanır. Doğal taşınım, akışkan içindeki sıcaklık farkları arttıkça, zorlanmış taşınım ise, akımın hızı azaldıkça transfer edilen ısı miktarı artar.

T_w sıcaklığındaki bir yüzeyle ona temas eden T_f ortalama sıcaklığına sahip bir akışkan arasındaki taşınım (konveksiyonla) meydana gelen birim yüzey alanından ısı transferi (q), Eşitlik 2.8 'deki gibi ifade edilir:

$$q = h \cdot (T_f - T_w) \quad (2.8)$$

Burada h taşınım ile ısı transfer katsayısıdır. Eşitlik 2.8, Newton'un soğuma kanunu olarak bilinir (Güneşoğlu 2005).

Fanger (1970)'a göre, vücuda eşlik eden hava tabakasının hızı 0.4-1.8 m/s arasında değişmektedir ve hava hızının değişimi taşınım ile meydana gelen ısı transferini etkilemektedir. Vücut yüzeyi ile hava arasındaki sıcaklık farkı arttıkça da taşınım ile ısı kaybı artmaktadır (Güneşoğlu 2005). Çizelge 2.4'te bazı akışkanlar için doğal ve zorlanmış taşınım katsayı değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.4.Bazı akışkanlar için ortalama ısı taşınım katsayısı değeri

Akışkan ve Taşınım Modu	h(W/m ² K)
Doğal Taşınım	
Hava	5-25
Su	30-600
Yağlar	5-300
Sıvı metaller	50-500
Zorlanmış Taşınım	
Hava	10-300
Su	300-15000
Yağlar	60-1800
Sıvı metaller	500-20000
Kaynayan su	2500-60000
Yoğuşan buhar	5000-120000

KAYNAK : MEB. Kimya Teknolojisi Isı Transferi Notları megep.meb.gov.tr.

2.2.4.3. Işınım ile Isı Transferi

Işınım (radyasyon), elektromanyetik enerji iletim şeklidir ve sıcaklığı sıfırın üstünde olan bütün maddeler arasında gerçekleşir. Infra-red radyasyon formu genel elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır. Vücut yüzeyindeki moleküllerin titreşimleriyle elektronların yaydığı enerji radyasyondur. Transfer edilen enerji miktarı vücut sıcaklığına ve yüzeyin radyant (ısı yayma) özelliklerine bağlıdır.

Işınım ile (radyasyonla) ısı transferi Stefan-Boltzman Kanunu ile açıklanır. Buna göre T_1 sıcaklığında bir cismin, T_2 sıcaklığında bir ortamda bulunduğu düşünülürse, cisim birim alanından σT_1^4 oranında radyasyonla enerji yayarken σT_2^4 oranında da enerji absorblayacaktır. Cismin kaybettiği net ışınlama enerjisi, Eşitlik 2.9 ile bulunur:

$$q = \sigma (T_1^4 - T_2^4) \quad (2.9)$$

Burada σ ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$), Stefan-Boltzman sabitidir. Bumekanizma daha çok güneş, radyant ısıtıcılar ve ateş gibi çok yüksek sıcaklığı sahip nesnelere daha kolay tanımlanabilmektedir. Bir cismin ışınlama ısı kaybı veya absorpsiyonu cismin renginden etkilenir. Siyah, ısıyı hem en iyi absorbe eden hem de en iyi yayan renktir. Beyaz ve boyanmış materyallerin ise, enerjinin büyük bir kısmı yansıtıldığı için, absorpsiyon ve ışıma performansları düşüktür (Güneşoğlu 2005).

Das ve ark. (2011), çok katmanlı giysi sistemlerinde radyasyonun difüzyonla meydana geldiği, çünkü ortamın optik olarak kalın olduğunu belirttikleri çalışmada ortamdaki ışınlama ısı akışının Siegel tarafından geliştirilen Eşitlik 2.10'daki gibi hesaplanabileceğini belirtmişlerdir.

$$q_r = \frac{-16n^2\sigma}{3K_R} \cdot T^3 \cdot \frac{\partial t}{\partial x} \quad (2.10)$$

Burada n kırılma indeksi, K_R sönüm katsayısıdır.

2.2.5. Giysi ve Kumaşlarda Termal Direnç

Gagge, Burton and Bazett 1941 yılında giysi termal direncinin ölçüsü olarak 'clo' birimini tanımlamıştır. Beldin 1940'ların ortalarında termal manken sistemiyle hissedilir kuru ısı direnç değerinin direk ölçümünün temelini atmıştır. Bu ısı transferi radyasyon ve konveksiyonla, deri ve dış ortam arasında giysi boyunca gerçekleşir ve giysi katmanları arasındaki durgun hava miktarından etkilenir. Winslow, Herrington & Gagge, dış hava katmanlarının direnç değerinin dış ortamdaki hava hareketlerinin bir fonksiyonu olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Bir tekstil malzemesinin termal direnci, malzemenin iki yüzü arasındaki sıcaklık farkının, birim alandan gerçekleşen ısı akışına oranı olarak tanımlanır (Holcombe ve Hoschke 1983). Malzemenin herhangi bir noktasındaki ısı akışının büyüklüğü, termal dirençle ters orantılıdır yani direnç ne kadar fazla ise ısı transferi o denli azdır.

Tekstil yapılarının termal ve su buharı geçirgenlik direncine karar vermede kullanılan iki temel birim tog ve clo'dur. Termal direnç birimi ise ($K m^2 W^{-1}$) ile gösterilir. Gagge tarafından ortaya atılan 'clo' değeri giysinin ısı direnç kapasitesi olarak tanımlanır ve 1 Clo'nun termal direnç değeri $0.155 (K m^2 W^{-1})$ 'dir (Huang ve Hu 2006).

Tog, tekstil malzemesinin iki yüzü arasındaki $^{\circ}C$ cinsinden sıcaklık farkının ısı akışına oranının $1/10$ 'udur. Bu ifade, Eşitlik 2.11'deki gibi ifade edilebilir:

$$1 \text{ tog} = 0.1 \text{ } ^{\circ}C m^2 W^{-1} \quad (2.11)$$

Ayrıca giysilerin ısı direncinin kumaş kalınlığıyla doğru orantılı olduğu ve kumaş kalınlığının her santimetre başına 1.57 clo tahmini ısı direnç değeri ölçülür. Başka bir ölçüm metodunda toplam ısı direnç değeri, giysi katmanlarının ısı direnç değerlerinin toplamına eşittir. Toplam direnç değerini kumaş gramajıyla açıklayan bir çalışmada ise kumaşın kg başına 0.35 clo değeri karşılık gelmektedir (Huang ve Hu 2006).

Kumaş numunelerinin termal direnç değerleri laboratuvar ortamında kuru ısı transferinin ölçümüyle elde edilebilir. Fakat bu terleme olayını içermediğinden güvenilir bir metot değildir. Bu nedenle sıcak plaka yöntemlerinden olan, tek plaka, çift plaka ve korumalı plaka test metodları daha çok tercih edilen ve daha güvenilir test metodlarıdır. Bu metodlar (Song 2011):

1. Çift plaka test metodu takım elbise altına giyilen gömlek gibi dış ortamdan bir katman yardımıyla koruma olan durumlarda kullanılır. Bu metot ısı akış prensibine göre çalışır ve kumaş boyunca sıcaklık değişimini ölçmek için ısı ölçerler kullanılır.
2. Tek plaka yöntemi, dış ortam giysileri gibi kumaşın dış yüzeyinin dış çevre koşullarıyla direk temas ettiği durumlarda kullanılır. Bu metot çift plaka yöntemine benzer fakat soğuk plaka ortam havasının ölçek için kullanılan aparata yakın olarak yerleştirilir ve bu nedenle kumaşın dış yüzeyi kaplanmamıştır. Fakat tekrarlanabilirliği çift plaka kadar iyi değildir.

3. Korumalı sıcak plaka metodu, tek plakalı metoda benzer fakat bu metot daha çok kalın kumaş numuneleri için kullanılır. Bu metot daha kompleks bir sıcaklık ölçüm içerir ve daha doğru ölçüm sonuçları verir. (ör. ISO 11092) Sıcaklık, nem ve hava hızı kontrol edilir.

Korumalı sıcak plaka yöntemi kumaş boyunca olan ısı kayıplarını plaka ve çevre arasındaki bir sıcaklık gradyanıyla ölçmeye yarar. Kumaş ısı direnci, Eşitlik 2.12'deki gibi hesaplanır (Song 2011):

$$R_{ct} = \frac{(t_{tabaka} - t_{ortam})}{H_{DRY} - R_0} \quad (2.12)$$

Burada;

R_{ct} = Kumaş Numunesinin Isıl Direnci (m^2KW^{-1})

t_{tabaka} = Sıcak Plaka Yüzey Sıcaklığı ($^{\circ}C$)

t_{ortam} = Ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$)

H_{DRY} = tabakanın her bir m^2 'den olan kuru ısı kaybı (wm^{-2})

R_0 = Numune olmadan ölçülen ısı direnci (m^2KW^{-1})

2.2.6. Kumaşlarda Su Buharı Geçirgenliği

Tekstil materyali tarafından emilen su tekstil yapısı içerisinde difüzyonla transfer edilir. En son olarak da transfer edilen su diğer tekstil yüzeyinden dış ortama atılır. Bu mekanizma kullanılan lif tipine ve tekstil yapısına bağlıdır. Emilim yeteneğine sahip elyaflar yani doğal elyaflar ve rejenere elyaflarda, su higroskopik elyaflar tarafından emilerek su alınca şişen elyaflara transfer edilir ve tekstil yapısının dış yüzeyinden buharlaşır. Sentetik elyaflardan yapılan kumaşlarda, su lif ve iplik arasındaki kapılar boşluklar sayesinde dış yüzeye atılır.

Difüzyon, moleküllerin düzensiz hareketlerinin sonucu olarak maddenin sistemin bir tarafından diğer tarafına transfer edilmesidir. Difüzyonla transfer edilen madde oranı, Eşitlik 2.13'te verilen Fick'in birinci kanununa göre:

$$F = -D \frac{\partial C}{\partial x} \quad (2.13)$$

şeklinde hesaplanır. Burada F su buharı transfer oranı, C difüzyonla geçen maddenin konsantrasyonu, D difüzyon katsayısı ve x tekstil materyalinin kalınlığıdır. Bu kanun konsantrasyonun zamanla değişmediği sabit durumlarda kullanılabilir. Fick'in ikinci yasasına göre sadece x eksenini boyunca olan difüzyona, tek yönlü difüzyon denir ve ısı iletimi denklemi ile doğrudan ilişkilidir.

Su buharının difüzyonla transferini inceleyen birçok araştırmacı, vücutla temas eden tekstil yüzeyinden dış yüzeye transfer edilen su buharı miktarının, kumaşın iç yüzeyiyle dış ortam arasındaki su buharı basınç farkına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

İnsan vücudu yüksek aktivite sırasında buharlaşma ve terlemeyle fazla ısıyı dış ortama atarak serinler. Giysilerin konfor özelliğine sahip olabilmesi için nemi hızlı bir şekilde kumaştan uzaklaştırıp dış yüzeye atılmasını sağlayacak kumaş yapısına ve soğuk iklim koşullarında nemin termal direnç değerinin düşmesini önlemesini sağlayacak kumaş yapısına sahip olması gerekir. Giysilerin nefes alabilirliğini etkileyen en önemli özellik iç ve dış ortam koşullarında su buharı geçirgenliğine sahip olmalarıdır. Nefes alabilir kumaş yapısı terlemeyle fazla ısının giysi katmanları içerisinde dış ortama aktarılmasını sağlar. Giysi katmanlarından biri su geçirmez bir yapıya sahipse nem giysi ve deri arasında tutulur, bu kişinin ıslaklık hissetmesine ve ısı artışına sebep olur.

Kumaş numunelerinin ısı ve su buharı geçirgenlik özelliklerini karşılaştırmada kullanılan test standartları ISO, EN ve ASTM test standartlarıdır. Avrupada 1990'lı yılların sonunda en çok kullanılan teknikler termal direnç için Korumalı Sıcak Plaka ve Togmeter, su buharı geçirgenliği için Canadian Control Dish ve her ikisini ölçmek için Terleyen Korumalı Sıcak Plaka yöntemidir. Alternatif olarak Gore Cup (1986), ASTM E96 (2005) ve Permetest cihazları da kullanılır.

Uğur ve Sivri (2008) , tekstil materyallerinde su buharı geçirgenliği ölçüm metotlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında en ideal test sonuçlarının, vücut sıcaklığına (37

°C) yakın olan EN 31092-ISO 11092 standartlarında kullanılan Terleyen Korumalı Sıcak Plaka metodu (Sweating Hot Plate) ile sağlandığını görmüştür.

Prahsarn ve ark. (2005), farklı iplik, kesit görüntü ve örgü yapısındaki polyester kumaşların su buharı transferi özelliklerini inceledikleri çalışmada Upright Cup Metodu, Sweating Hot Palte ve Dinamik Sweating Hot Plate test metotlarını kullanmışlardır. Sonuç olarak Upright Cup ve Sweating Hot Plate ölçümlerinin kumaş kalınlığından büyük ölçüde etkilendiği fakat dinamik terleyen sıcak plaka metodunun daha çok kumaş gözenekliliği ve hava geçirgenliğinden etkilendiği görülmüştür. Ayrıca kesit görüntüsü, nem emilim özellikleri gibi lif özelliklerinin su buharı geçirgenliği üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olmadığı görmüştür.

Mijovic ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada genellikle iç giyimde kullanılan, aynı ağırlık ve kalınlıkta üretilen %100 pamuk ve %100 polyester süprem örgü kumaşların objektif olarak su buharı geçirgenliğini ölçtükleri çalışmada, subjektif testler de yapmışlardır. Objektif su buharı ölçümlerinde Terleyen Sıcak Plaka yöntemi (Sweating Hot Plate) kullanılmıştır. Giysilerin ağırlıkları test öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. Objektif ve subjektif testlerin sonucunda daha yoğun terleme ve kütle emiliminin, gönüllülerin polyester giysi giydiği durumlarda olduğunu görmüşlerdir.

Kaplan ve Okur (2010), farklı kompozisyon ve yapısal özelliklere sahip örme kumaş yapıları kullandıkları çalışmada, statik ve dinamik termal konfor özelliklerini ölçmek için dinamik terleyen sıcak plaka yöntemini geliştirmişlerdir. Bu sistem daha önceki sistemlerden dizayn, dinamik su buharı iletim ve su buharı direnci ölçüm prensipleri açısından farklıdır. Sonuç olarak dinamik koşullar altında su buharı iletim oranının vücudun hisli terleme zamanını simüle ettiğini ve ölçü biriminin ($\text{gm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$) olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca su buharı direnci değerlerinin kumaş ağırlığı ile korelasyon gösterdiğini görmüşlerdir.

2.2.7. Kumaşlarda Hava geçirgenliği

Hava geçirgenliği, havanın lifler, iplikler ve kumaş yapısı içerisinden geçebilme kabiliyetini ifade eden, vücuttan geçen havanın tutulması ya da dışarı iletilmesi ile ilgili

bir kullanım özelliğidir. Kumaşı oluşturan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özellik olarak hava geçirgenliği, ısı iletkenliği ile de paralellik göstermektedir. Hava geçirgenliği iyi olan kumaşlar, vücutta hava sirkülasyonunu sağlarken hava geçirgenliği düşük olan kumaşlar hava sirkülasyonunu keserek ısı kaybını önlemektedir ve bu durum liften kumaşa bir çok özellikten etkilenebilmektedir.Örneğin tel sayısı düşük ince iplikli kumaşlar, tel sayısı yüksek kalın iplikli kumaş konstrüksiyonlarından daha geçirgendir (Kaplan 2005).

Hava geçirgenliği özellikle filtre çadır, paraşüt, yağmurluk, su itici kumaşlar ve balonlar için önemli bir özelliktir. Dış ortamda özellikle soğuk iklim koşullarında giysilerden beklenen en önemli özellikler rüzgâra karşı dayanıklı, su itici nefes alabilir kumaş yapısıdır. Bu da suyu geçirmeyen fakat su buharının geçişine izin veren kumaşlardır. Terin su buharı ve sıvı formda vücuttan atılmasını sağlayan bu yapı kumaşın hava geçirgenliği özelliğine bağlıdır. Bununla birlikte kumaşın termal direnç değeri kumaş yapısının durgun havayı içinde hapsedmesine bağlıdır.

Vücutun ürettiği ısı; gerek ısı iletimiyle, gerekse terleme ardından buharlaşarak vücuttan uzaklaştırılmaktadır. Kumaşın gözenekliliği ne kadar yüksekse, yada kumaşın hava geçirgenliği ne kadar fazlaysa, vücutta oluşan ısı ve nemin vücuttan uzaklaştırılmasında o kadar etkili olmaktadır (Eryürük, 2004).

Bir kumaştan çevreye ısı transferi, birçok unsurdan etkilenmekte olan kompleks bir olgudur. Genel olarak kumaşların ısı özelliklerini etkileyen temel parametreler: kumaş kalınlığı, kumaş içerisindeki durgun hava miktarı ve kumaş çevresinde meydana gelen dışsal hava hareketidir. Durgun hava miktarını belirleyen en önemli parametre, kumaş gözenekliliğidir. Giysi malzemelerini çevreleyen hava; malzemelerin birbirine temas ettiği yüzeyler arasında bulunan mikro-tabakalar ve malzemelerin temas etmediği yüzeyler arasında bulunan makro-tabakalardan oluşmaktadır. Bu tabakalardan herhangi birisindeki artış, ısı yalıtımında artırmaktadır. Kumaşlardaki ısı transfer mekanizması, lifler yani katı malzemeler tarafından yapılan iletim ile araya giren hava tarafından yapılan iletim, taşınım ve ışınlım ile meydana gelmektedir (Tyagi 2004).

Turan ve Okur (2008), kumaşlarda hava geçirgenliği üzerine yaptıkları çalışmada kumaşların hava geçirgenliğinin başta gözeneklilik olmak üzere örgü tipi, sıklık, kumaş yoğunluğu ve kalınlığı, lif etkisi gibi kumaş parametrelerinden etkilendiğini görmüştür.

2.2.8. Kumaşlarda Sıvı Su İletimi (Kılcallık)

Tekstil materyallerinde meydana gelen sıvı transferi iki farklı gereksinime bağlı olarak incelenebilir. Bunlardan birincisi, boya ve kimyasal emen yüksek sıvı emilim kalitesine sahip tekstil materyallerinin teri veya nemi hızlıca emebilmesi için insan derisi ile direk temastaki uygulamalarda kullanılan giysilik kumaşların, vücutta meydana gelen teri minimum zamanda uzaklaştırarak kullanıcıyı kuru ve termal açıdan konforlu tutmasıdır (Petruyte ve Baltakyte 2009). İkinci gereksinim ise, farklı kullanım alanları (bakım ve hijyen ürünleri, agrotekstillere, jeotekstillere vb.) için materyalin fonksiyonelliğinin sıvı emicilik yönünde geliştirilmesi ve sıvı emilim kapasitesinin artırılmasıyla ilgilidir.

Sıvıların tekstil malzemeleri ile etkileşimi, lif yüzeyinin ıslanması, lif yapısına sıvının taşınması, lif yüzeyinde adsorpsiyon ve sıvının içteki lifleredifüzyonu gibi birçok fiziksel davranışı içerir. Kumaş gibi lifli yüzeylerin ıslanmasında yayılma, emilme, adhezyon gibi çeşitli ıslanma mekanizmaları görülür. Islanma mekanizmalarıyla kumaş yapısına katılan sıvı, kapılar kanallarıçinden ilerleyerek dağılır. Her ikisi ayrı birer fenomen olarak görülse de, ıslanma ve kılcallık birbirlerinden bağımsız değildir; kılcallığın görülmesi için ıslanma gerekir ve her ikisi tek bir prosesin (kapılar basınç etkisiyle sıvı akışı) sonucudur. Tekstil liflerini ıslatmayan sıvılar, kumaş içinde yayılamaz. Kılcallık, kapılar boşlukları bir sıvı ile ıslatılan yapılarda görülür; bu nedenle ıslanma, kılcallık için ön şarttır (Güneşoğlu 2006).

Tekstil materyallerinin ıslanması, lif/hava ara yüzeyinin lif/sıvı ara yüzeyiyle yer değiştirmesi olarak tanımlanır ve ıslanma, kapılar kuvvetlerin etkisiyle sıvının elyaf kütlesi içerisindeki eş zamanlı transferi olarak tanımlanan kapılar ıslanma için bir ön şarttır. Karmaşık kapılar bir sistemde sıvı transferi, kapılar ıslanma işlemi olarak

sayılabilir veya bu olaya “kapilar nüfuz” denir. Sıvının katıyla ve aynı zamanda buharla teması esnasında dengede bulunan kuvvetler arasındaki ilişki (2.14) numaralı denklemde(Young Denklemi) verilmiştir:

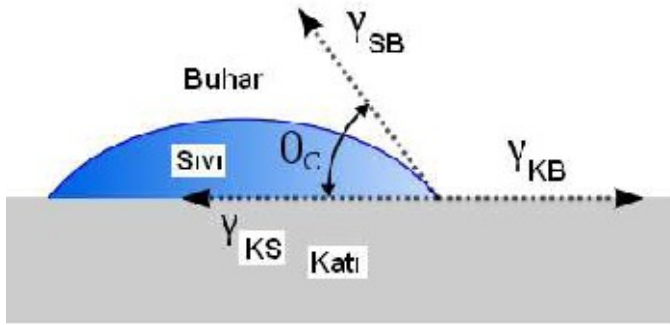
$$\gamma_{KB} - \gamma_{KS} = \gamma_{SB} \cos\theta . \quad (2.14)$$

Burada,

γ : yüzeyler arasındaki gerilimler

θ : denge halinde katı yüzeyle bu yüzeyle temas halinde sıvı yüzey arasındaki temas açısıdır(Aksoy ve Kaplan 2011).

Katı bir yüzeyin ıslanabilirliğinin en yaygın ölçüsü temas açısıdır. Yüze üzerine bir sıvı damlası bırakıldığında, katı-sıvı-buhar ara yüzeyleri için enerjiden dengesi ve temas açısı Şekil 2.10’da görülmektedir.

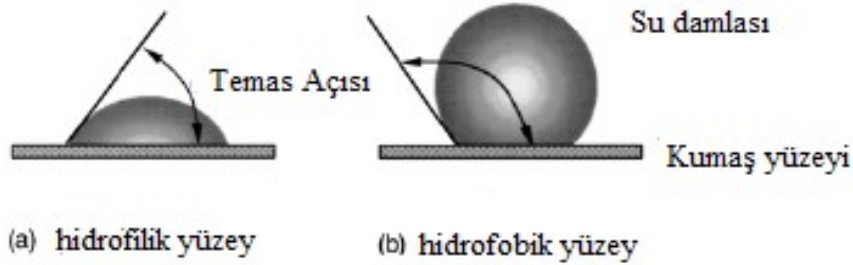


Şekil 2.10. Ara Yüzey Gerilimleri ve Temas Açısı

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

Genel olarak temas açısı 90° ve üzerinde olduğunda, sıvının yayılmadığı ve yüzeyin ıslanmadığı anlaşılır. Temas açısının sıfıra yaklaşması, ıslanabilirliğin maksimuma ulaştığı anlamına gelir (Kıssa 1996).

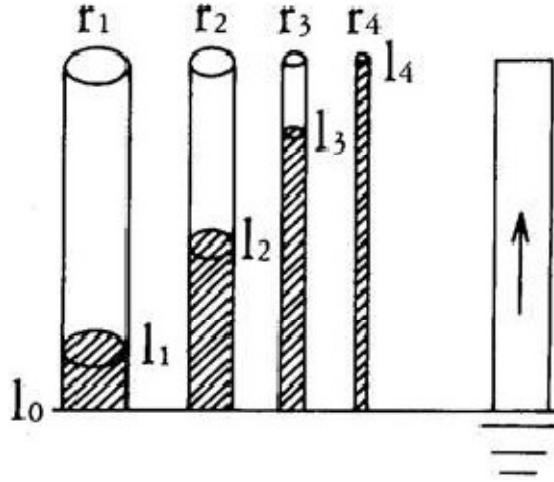
Şekil 2.11 'de hidrofilik yüzeylerde temas açısının düşük, hidrofobik yüzeylerde temas açısının geniş olduğu görülmektedir.



Şekil 2.11. Temas açıları a) Hidrofilik yüzey b) Hidrofobik yüzey (Jeong and An 2001)

Islanmanın olmadığı durumda (temas açısı $> 90^\circ$), sıvı ve katı yüzey arasında ikincil bağlar oluşmuyor demektir. Sıvının su olduğu düşünülürse, ıslanmayan katı yüzeyin hidrojen bağı oluşturacak yapıda olmadığı anlaşılır. Bununla birlikte, su moleküllerinin bünyelerinde bağ yapabildiği higroskop lifli yüzeylerinin hidrofobik karakterde olması beklenen bir durumdur.

Bir kumaşı ıslatan sıvı, iki bölgeye nüfuz edebilir. İlk bölge, lifler arasındaki kapilar boşlukları; ikincisi ise emilimin gerçekleştiği lif içi bölgedir. Sıvı nüfuziyeti, malzemenin ıslanma özelliği yanında gözenek boyutuna da bağlıdır. Tekstil kumaşlarında yatay düzlem boyunca gözenek dağılımı olması beklenir. Kılcallık oranı ve kumaşta taşınacak sıvı, bu gözenek boyutuna ve boyut dağılımına bağlıdır. Kapilar prensipte, önce küçük gözenekler dolar ve sıvının ileri doğru hareketine sebebiyet verir. Liflerin boyutları ve şekilleri yanında yerleşimi, lif arası boşlukların (gözeneklerin) geometrik yapısını ve topolojisini etkiler; çünkü birbirleriyle bağlantısı olan veya olmayan, farklı şekil ve boyutlarda gözenek oluşur. Sıvının kat ettiği mesafe, daha küçük gözeneklerde fazladır. Fakat küçük gözeneklerde tutulan sıvı kütlesi de küçüktür; daha fazla sıvı, daha geniş gözeneklerde depolanabilir ama bu şekilde sıvının yayılımı sınırlı olur (Şekil 2.12). Bu sebeple lifli yapılarda hızlı sıvı dağılımı, küçük, düzgün dağılmış ve birbirleriyle bağlantılı gözenekler mümkündür. Tekstil lifleri ve kumaşlarındaki gözenek boyutunu belirlemek için en uygun yöntem cıva sızma metodudur (Güneşoğlu 2006).



Şekil 2.12. Farklı kapılar genişliklerde sıvı ilerleyişi ve tutulan sıvı miktarları (Maejima 1983)

2.3. Liflerin Konfor Özellikleri

Günümüzde sentetik elyaflar çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bunlara günlük giysiler, spor giysiler, endüstriyel, tıbbi teksiler örnek olarak verilebilir. Sentetik elyaflar ucuz olmalarının yanında doğal elyaflara göre birçok avantaja sahiptir.

Kumaşların son kullanım özelliklerini etkileyen parametreler lif tipi, lif içeriği, ipliğin fiziksel ve mekanik özellikleri ve uygulanan bitim işlemidir. Giysi konforunu etkileyen en önemli özelliklerinden biri kullanılan materyaldir. Farklı özellikteki lif yapılarının karışımıyla daha ekonomik ve farklı kumaş yapıları oluşturulabilir. Örneğin pamuğun nem emilim özelliği çok iyidir ve bu nedenle su buharı geçirgen yani nefes alabilir bir yapıya sahiptir. Polyesterin ise nem emilim özelliği düşüktür fakat kırışıklık oluşturmaz. Bu nedenle pamuk- polyester karışımli bir kumaş konforlu hissettirmesinin yanında iyi ütü tutma özelliğine sahiptir.

2.3.1. Lif Tipi

İplik, kumaş ve giysi gibi son ürünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri; dayanıklılık, kopma yükü, tuşe, elastiklik, boya haslığı, parlaklık, sürtünme, nem emilim, aşınma ve ısı direnci lif yapısından etkilenir. Elyaf tipi ve elyaf içeriği giysilerin konfor özelliklerini etkileyen en önemli özelliklerdendir (Song 2011).

Elyaf içeriği bir tekstil ürününde bulunan farklı lif tiplerinin oranını belirtmede kullanılır. Bu faktör nem emilim, su buharı ve sıvı geçirgenliği, dayanıklılık ve elektrostatik özellikleri etkiler.

Konfor göz önüne alındığında lifler,doğal ve sentetik olmak üzere iki gruba ayrılır. Eskiden doğal liflerin daha konforlu hissettirdiğine inanılırdı.Fakat sentetik lifler hacimlilikleri, yumuşak tuşeleri, termal direnç, nem absorpsiyon özellikleriyle doğal liflere alternatif olarak kullanıma sahiptir.

2.3.1.1.Pamuk

Pamuk lifleri boşluklu yapıya sahiptir. Yumuşak, serin, su emicilik özellikleri iyi ve nefes alabilir yapıya sahiptir. Kendi ağırlıklarının 24-27 katına kadar suyu içerisinde hapsedebilir(Song 2011).

Pamuk lifinin boya absorpsiyon, aşınma direnci ve dayanıklılıkları yüksektir. Başka bir deyişle pamuk konforlu bir liftir.Fakat kolay kırışma özelliğinden dolayı polyester ve bitim işlemleri uygulanarak bu özellikte iyileştirme yapılabilir. Bazı durumlarda da pamuk lifi naylon, yün ve polyesterle karıştırılarak daha iyi özellikler elde edilir.

Çil ve ark. (2009), Pamuk, akrilik ve pamuk akrilik karışımı farklı iplik numaraları ve hacimlilikteki ipliklerden üretilen örme kumaşların su buharı geçirgenliği, kılcallık ve kuruma davranışları gibi konfor özelliklerine elyaf kompozisyonu, dikey yönde kılcallık ve iplik gerginliğinin etkisini incelemiştir. Sonuç olarak kalın iplik numaralı ipliklerden üretilen kumaşların nem transferi ve dikey kılcallık özelliklerinin,ince iplik numaralı ipliklerden üretilen kumaşların ise kuruma hızlarının fazla olduğunu görmüştür. Ayrıca karışımındaki akrilik iplik oranı arttıkça transfer oranı, dikey yönde kılcallık ve kuruma hızının arttığını görmüştür.

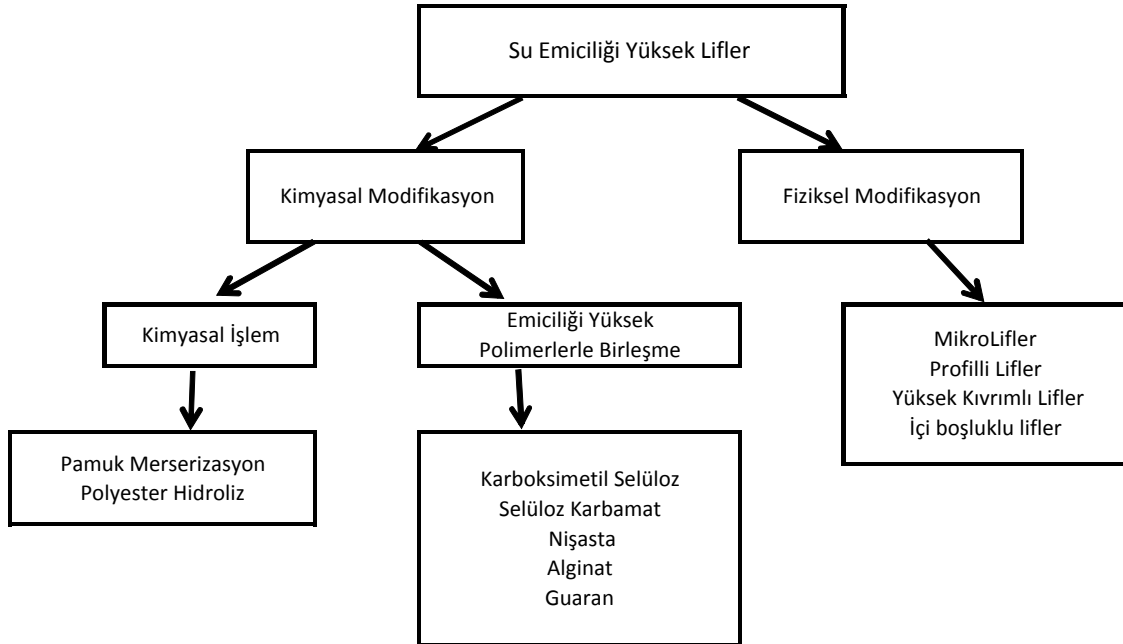
Majumdar (2010), doğal ve rejenere bambu selülozik elyaflardan üretilen üç farklı örgü yapısının konfor özelliklerini incelediği çalışmalarında bambu elyafından yapılan ipliklerin çap, ilk modül, eğilme rijitliği ve tüylülüğünün pamuk ipliklerinden daha

düşük olduğu görmüşlerdir. İplikteki bambu miktarı arttıkça örgü kumaşların termal iletkenliğinin düştüğünü görmüştür. Su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliğinin ise bambu elyaf oranı arttıkça arttığını görmüştür.

2.4.Liflerin Fiziksel Modifikasyonu

Sentetik liflerin kesit görüntüsü düzenin şekline, düze dışına çıkan polimer çözeltisinin özelliklerine ve katılma hızına bağlıdır. Lif katılması bir çok özelliğe bağlı kompleks bir konudur ve katılma banyosu, hava hızı ve yönü, katılma sıcaklığı gibi faktörlere bağlıdır. Bu teknik profilli lifler denen önemli bir lif kategorisinin oluşmasına sebep olur. Düzedeki deliklerin en basit ve en çok kullanılan şekilleri yuvarlak ve daireseldir. Düze şeklinin farklı olması parlaklık, dökümlülük, tuşe gibi özelliklerin farklılaşmasına sebep olur. Ayrıca düze şekli değişikliği kesit görüntüsünü değiştirerek, liflerin su emilim yeteneklerini de değiştirir.

Şekil 2.13'te su emiciliği yüksek liflerin elde edilmesinde kullanılan yöntemlerin sınıflandırılması gösterilmiştir.



Şekil 2.13.Yüksek su emicilik özelliklerine sahip liflerin oluşum yöntemleri (Song 2011)

2.4.1. Profilli Lifler

Dairesel olmayan kesit görüntüsüne sahip olan liflerin yumuşaklık, parlaklık, tuşe, konfor, eğilme rijitliği, sürtünme katsayısı, boncuklanma, hacimlilik ve performans gibi özellikleri dairesel kesit şekline sahip liflerden farklıdır.

Karaca ve Özçelik (2007), dört farklı kesit (yuvarlak, içi boş yuvarlak, trilobal ve içi boş trilobal) şekline sahip polyester liflerin fiziksel ve yapısal özelliklerini karşılaştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma içi boşluklu yuvarlak kesite sahip liflerin entalpi ve entropi değerlerinin amorf bölge oryantasyonunun fazla olmasından dolayı, dairesel kesite sahip liflerden düşük olduğunu göstermiştir.

Profilli düze deliklerinden çekilmiş ipliklerle elde edilen kumaşların avantajları arasında yüksek su emiciliğine sahip olması ve düşük pillingleşme göstermesi sayılabilir. Elde edilen dikey yönde kılcal ıslanma test sonuçları her üretim tipi için lif kesit şekli değişimine bağlı olarak incelendiğinde içi boş (HR ve HT) kesitli ipliklerden elde edilen kumaşların dikey yönde ıslanmalarının içi dolulara göre daha fazla olduğunu göstermektedir (Özçelik 2005). Çizelge 2.5'te profilli lif yapılarının diğer lif yapılarına göre avantaj ve dezavantajları verilmiştir.

Çizelge 2.5. Profilli liflerin avantaj ve dezavantajları (Özçelik 2005)

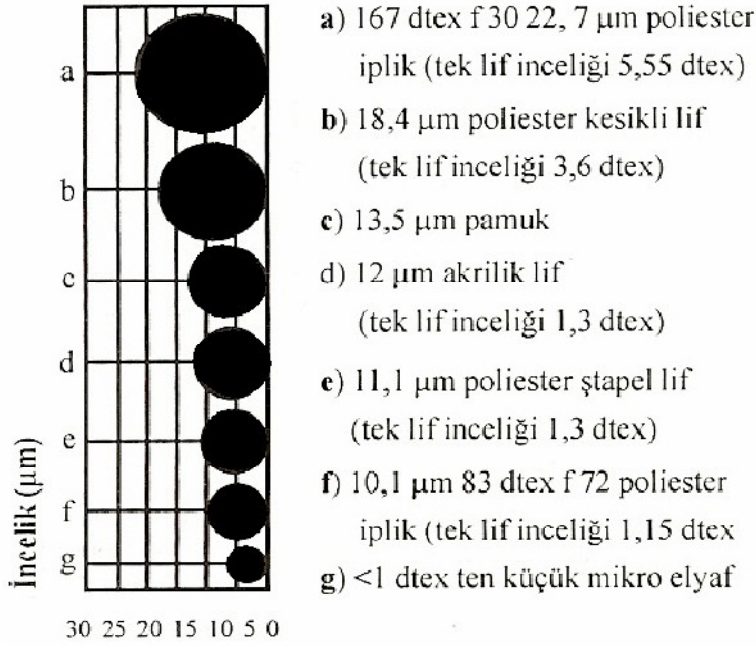
Avantajlar	Dezavantajlar
Daha iyi örtücülük	Düşük uzama
Yüksek hacim	Düşük mukavemet
Tutumda iyileşme	Kalıcı büküm
Yüksek hava geçirgenliği	Düşük aşınma direnci
Yüksek su emicilik	Fazla boyarmadde kullanımı
Düşük boncuklanma	Düşük yıkama haslığı
İyi boyutsal stabilite	İplik düzgünsüzlüğü

Nem emilim ve transfer özellikleri iyi olan kumaşlar profilli polyester lifler, içi boş lifler ve mikrolifler kullanılarak üretilir. Bu lifler çok katmanlı bir yapıya sahiptir yani Hidrofilik ve Hidrofobik katmanlar içerir. Su ve ark.(2007), profilli polyester lifler ve pamuk ipliklerinin farklı oranlardaki karışımlarından oluşan kompozit ipliklerden ürettikleri süprem kumaşların absorpsiyon ve kapilarite özelliklerini inceledikleri çalışmada kumaşlara yıkama ve beyazlatma işlemi yapmışlardır. Sonuç olarak pamuk oranının artmasıyla absorbe edilen su miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Kompozit iplik yapısı içinde polyester miktarı arttığında ise kumaşın kuruma hızının arttığı görülmüştür. Profilli polyester liflerin kullanımının difüzyon, kuruma ve nem transfer özelliklerini etkilediği açığa çıkarılmıştır.

2.4.2. Mikrolifler

Geçmişten günümüze yapay liflerin üretimi ve buna paralel olarak yapay lifler üzerine yapılan araştırmalar gittikçe artmaktadır. Tekstil liflerinin, sahip oldukları özelliklerin iyileştirilmesi ve tekstil liflerinin çok farklı uygulama alanlarında kullanılmaya başlanması mikrolif teknolojisinin hızla gelişmesine ve tekstil endüstrisinde kullanım potansiyelinin artmasına yol açmıştır. Genel olarak doğrusal yoğunluğu 1dtex'in altındaki lifler mikrolif ve 0,3 dtex'in altındaki lifler ise süper mikrolif olarak kabul edilmektedir (Purane ve Panigrahi 2007).

İlk mikrolifler Toray Endüstri Tekstil Araştırma Laboratuvarında bir kimyager olan ve aynı zamanda Shinshu Üniversitesinde bir profesör olan Dr. Miyoshi Okamoto tarafından 1960'ların ortalarında geliştirilmiştir. Bugün bilinen en iyi mikro lifler ile dokunmuş kumaş, Ultrasuede'dir. Şekil 2.14'te tekstil lif çaplarının mikrolif polyester lif çaplarıyla karşılaştırılması verilmiştir.



2.14. Mikrolif ile diğer liflerin incelik açısından karşılaştırılması (Kaynak ve Babaarslan 2009)

Jun vd. (2002), aktif spor giysiler konusunda yaptıkları çalışmada, polyester mikrolif kullanımı ile ısı konfor özelliklerinin iyileştiğini kanıtlamışlardır. Ayrıca interlok örgünün su buharı geçirgenliğinin, yüzeyi pürüzlü pike örgünün ise ısı geçirgenliğinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

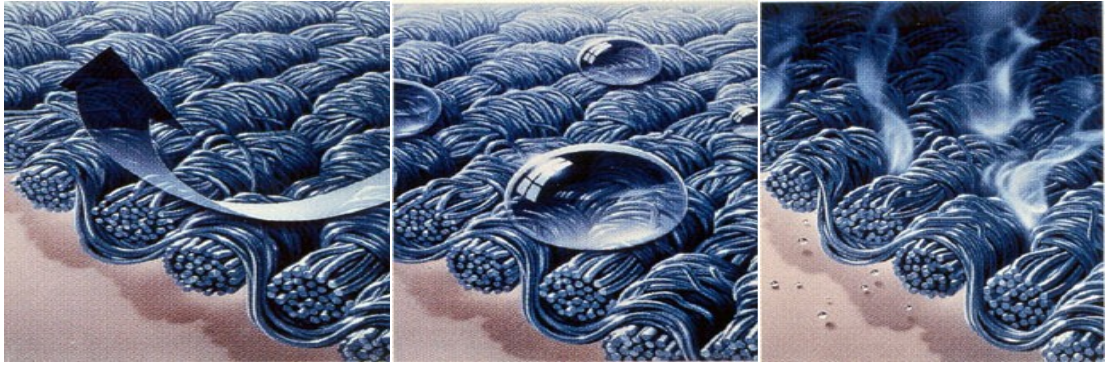
2.4.2.1. Mikroliflerin Kullanım Alanları

Hava Şartlarına Karşı Koruma

Mikrolif ipliklerden dokunan kumaşlar, filamentlerin oldukça düşük doğrusal yoğunluğa sahip olması nedeniyle konvensiyonel incelikteki filament ipliklerinden dokunan kumaşlara nazaran oldukça sıkı bir yapıya sahiptirler.

Mikrolif ipliklerden dokunan kumaşlar, bu sıkı yapıları nedeniyle fonksiyonel özelliklere sahiptirler. Örneğin %100 mikrolif iplikten dokunmuş bir yağmurluk konvensiyonel lif ipliğinden dokunmuş kumaşa göre daha hafif ve konforludur. Birbirine oldukça yakın yerleşmiş mikrolifler rüzgâra karşı bariyer etkisi yaratarak vücut ısısının

giysinin dışına transferini engeller. Bu sıkı yapıdaki lifler ile sentetiklerin ıslanma dayanımından da yararlanılarak su itici bir yapı elde edilebilir. Kumaşa su iticilik özelliğinin bu şekilde herhangi bir kimyasal ya da kaplama gerektirmeksizin kazandırılması nefes alabilen bir kumaş elde edilmesini sağlar (Kaynak ve Babaarslan 2009) Şekil 2.15'te mikrolif dokuma kumaşların rüzgâra karşı koruyuculuk, su iticilik ve su buharı geçirgenlik özellikleri gösterilmiştir.



Şekil 2.15. a) Mikrolif dokuma kumaşların rüzgâra karşı bariyer etkisi, (b) Mikrolif dokuma kumaşların su iticilik özelliği, (c) Mikrolif dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği (<http://www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm-22.10.2012>)

Dış giysilik

İnce yapısı, dökümlü olması, yumuşak ve ipek benzeri tutuma sahip olması özellikleri nedeni ile mikrolifli kumaşlar daha çok yüksek kalitedeki abiye giysilerde kullanılmaktadır (Demiröz ve ark. 2011).

Spor Giysiler

Polyester mikroliften imal edilen örgü kumaşlar, hızlı bir su transferine sahiptir ve konvansiyonel liflere nazaran daha hızlı kururlar. Bu sebeple özellikle spor kıyafetlerinde oldukça iyi bir performansa sahiptirler.

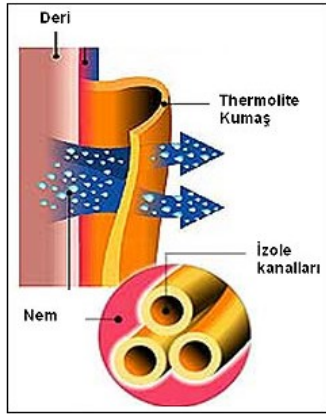
Futbolcu kıyafetleri için özel olarak polyamid mikroliften üretilen örgü kumaşlar (Nylstar's Meryl®) düşük yoğunlukları nedeniyle pamuktan %30 daha hafif kıyafetlerin üretilmesini sağlamaktadır. Diğer yandan ısı transferi de oldukça iyidir. Herhangi bir kimyasal muameleye gerek kalmaksızın nemi kolaylıkla emerek kumaşın

diğer tarafına hızla transfer ederler. Selülozik liflerin aksine, su liflerin yüzeyine yerleştigiinden pamuktan 4 kat daha hızlı kururlar(Kaynak ve Babaarslan 2009).

2.4.3.Hollow (İçi Oyuk) Lifler

2.4.3.1.Thermolite®

DuPont firması tarafından geliştirilen bir çeşit polyester olan Thermolite®lifleri, kutup ayılarının kürkünde bulunan, mükemmel bir yalıtım sağlayan, içindebinlerce küçük hava kesecikleri olan içi boş tüylerden esinlenerek üretilmiştir.Şekil 2.16'da termolite lif kesit görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.16.Thermolite lif görüntüsü

(<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/thermolite.php>- 22.10.2012)

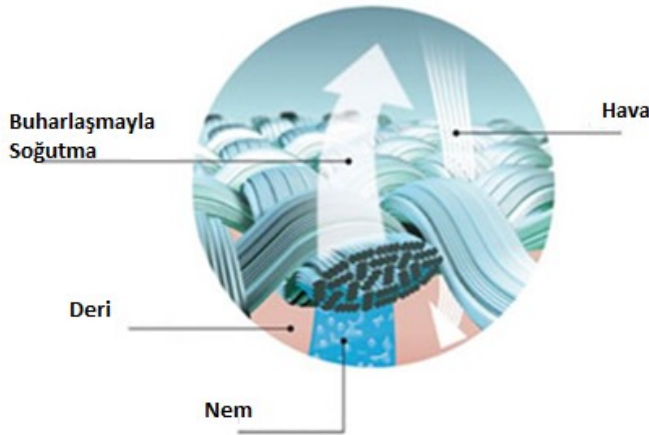
İçi boş çekirdekli lif teknolojisi hafif kumaşlarda bile en iyi ısı tutma özelliği sağlayabilmektedir. Geniş yüzey alanı sayesinde nemi hızlıca deriden kumaş yüzeyine aktararak hızlı buharlaşmayı sağlar. Soğuk havalarda sıcak ve rahat kalabilmek için en etkili yol vücut sıcaklığını koruyabilecek şekilde kalın giyinmektir. Fakat aktif olarak hareketli olunan durumlarda terleme olayı gerçekleşmektedir. Eğer nem deride kalırsa ya da giysiye geçerek giysinin ıslanmasına neden olursa üşüme hissedilmektedir. Bu yüzden nemi deriden uzaklaştıracak bir tabaka olması çok önemlidir. Thermolite® tabanlı kumaş bu görevi yerine getirerek kuru ve sıcak bir his uyandırır (<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/thermolite.php>,2012).

Thermolite® liflerinin kullanım alanları aşağıdaki gibidir:

- İç giyim, çoraplar
- Koşu ve bisiklet taytları
- Balıkçı kazağı
- Fleece ve süeterler

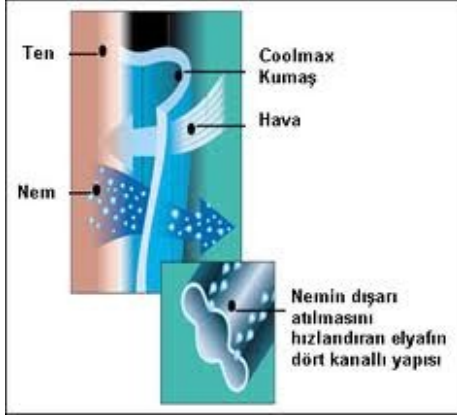
2.4.3.2.Coolmax

Coolmax kumaş yapısı yüzey alanı genişletilmiş özel polyester iplikler kullanılarak ADVANSA tarafından geliştirilmiştir. CoolMax® lif kesitinde görülen geniş yüzey bölgeleri sayesinde daha hızlı buharlaşma sağlanmaktadır. Filamentler arasındaki geniş boşluklar ise daha fazla nefes alabilirliğe olanak sağlamaktadır. Şekil 2.17’de coolmax kumaşın buharlaşma davranışı verilmiştir.



Şekil 2.17. CoolMax®’lı kumaşta buharlaşma
(www.advancedfibres.eu/coolmax.htm.eu, 2012)

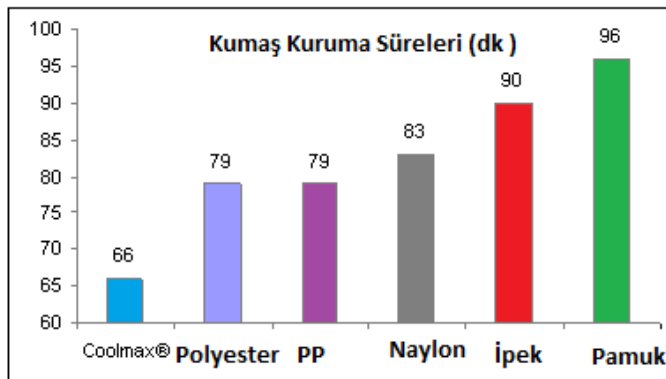
CoolMax® ile oluşturulmuş bir kumaşta nem transferi Şekil 2.18’de gösterilmektedir. Nem transferi diğer kumaşlara oranla daha üstün olan CoolMax’in, vücut ısısını ve kalp atışını düşük tuttuğu yapılan testlerle kanıtlanmıştır. En büyük özelliği, farklı kumaşların özelliklerini bir arada toplamasıdır. Bu sayede, performans halindeki sporunun teri vücutta kurumadan kumaşın kendine has özelliğiyle emilmekte ve buharlaşarak, formanın ağırlaşması engellenmektedir.



Şekil 2.18. CoolMax®'lı kumaşta nem transferi

(<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/coolmax.php,2012>)

Nem transferi diğer kumaşlara oranla daha üstün olan CoolMax®'ın, vücut ısısını ve kalp atışını düşük tuttuğu yapılan testlerle kanıtlanmıştır. En büyük özelliği, farklı kumaşların özelliklerini bir arada toplamasıdır. Bu sayede, performans halindeki sporcunun teri vücutta kurumadan kumaşın kendine has özelliğiyle emilmekte ve buharlaşarak, formanın ağırlaşması engellenmektedir. Bu özellik sayesinde sporcunun performansı, ter ve forma ağırlığı gibi etkenlerden kurtularak artmaktadır. Terin dışarıya atılması insan vücudunu yorucu etki yapar ve enerji gerektirir. Kolay buharlaşma ise vücudun terleme için daha az enerji harcamasını sağlar. Coolmax ®'in nefes alabilirliği ve kolay kuruma özelliği sayesinde vücut terleme ile konforundan bir şey kaybetmez((<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/coolmax.php,2012>)).Şekil 2.19'da Coolmax liflerinin kuruma sürelerinin diğer liflerle karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 2.19. Coolmax kuruma süresinin diğer liflerle karşılaştırılması

(<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/coolmax.php,2012>)

Alay ve Yılmaz (2010), pamuk ve yün gibi doğal ve bambu gibi rejenere ve ayrıca Coolmax polyester gibi yeni nesil sentetik liflerden mamul örme kumaşların konfor özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında su absorpsiyon, çabuk kuruma ve hava geçirgenliği testleri ve kullanım sırasında oluşan boncuklanma özelliklerini incelemiştir. Sonuç olarak termolite iplik yapısının içi boşluklu yapısı nedeniyle hava geçirgenliğinin fazla, coolmax iplik yapısından üretilen kumaşların ise ipliğin kanallı yapısından dolayı su buharı geçirgenliği özelliklerinin fazla olduğu görülmüştür. Holo - fiber olmalarından dolayı termolite ve coolmax kumaşların daha fazla su absorbe etme ve hızlı kuruma özelliğine sahip oldukları görülmüştür. Doğal elyaflardan üretilen pamuk yün gibi kumaşların ise daha az miktarda su absorpsiyonu ve düşük hava geçirgenliği gösterdikleri görülmüştür.

Onofrei ve ark.(2011), Coolmax ve Outlast örgü kumaşların ısı ve nem yönetimi özelliklerini inceledikleri çalışmalarında ısı ve nem yönetimi özelliklerinin kullanılan hammaddeden önemli ölçüde etkilendiği, Outlast kumaş yapısının düşük termal rezistans, yüksek termal iletkenlik, yüksek su buharı geçirgenliği özellikleri nedeniyle sıcak iklim koşullarında kullanılan spor giysiler için uygun olduğunu belirtmişlerdir. Coolmax kumaş yapısının ise yüksek termal rezistans ve teri hızlı bir şekilde emerek difüzyonla dış yüzeye verme özellikleri nedeniyle özellikle soğuk iklim koşullarında kullanılan spor giysiler için uygun olduğu görülmüştür.

2.4.3.3. Tactel®

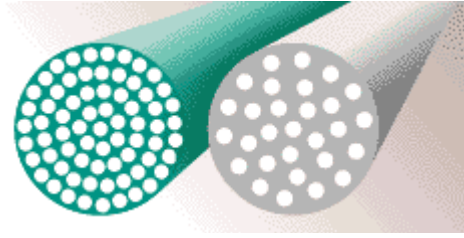
INVISTA'nın ürünü olan Tactel® elyafından yapılan giysiler yumuşak, pürüzsüz, nefes alabilir ve hafiftir. Tactel elyafı diğer elyaflardan %20 daha hafif ve iki kat daha yumuşaktır. Pamuktan sekiz kat daha hızlı kurur. Mukavemetleri iyidir, bu nedenle doğal liflere göre 3 kat daha dayanıklı kumaşlar üretilir. Parlaklığı ve yumuşaklığı ile daha çok örme kumaş olarak kullanım alanı bulmaktadır. Kolay şekil alabilme ve pillingleşme özellikleri konvansiyonel ipliklere kıyasla daha iyidir. Ayrıca çabuk

kuruma özelliği ve kışın sıcak, yazın serin tutan nefes alabilme özelliği sayesinde kişiye rahatlık hissi sağlar(<http://www.invista.com/en/brands/tactel.htm>).

Fitness, raket sporları, takım sporları, koşu, bisiklet ve aerobik egzersiz gibi dinamik hareket gerektiren spor dalları yüksek nefes alabilirliğe sahip kıyafetler gerektirir. Özellikle Lycra® elyafı ile birlikte kullanıldığında Tactel® bu alanlarda kullanım alanı bulabilmektedir.

2.4.3.4. Supplex®

INVISTA Supplex® kumaş yapısı kullanıcılara pamuk yumuşaklığını sunduğundan birçok giyim ürününde tercih edilir. Pamuklu kumaşların kolay kırışma ve güneşe maruz kaldığında renk solması özelliklerine karşılık, Supplex'den yapılan giysiler nefes alabilir. Daha ince multifilament yapısıyla (Şekil 2.20) standart Nylona göre daha esnek, hafif ve yumuşak özelliklere sahiptir.



Şekil 2.20. Supplex® lifinin kesit şekli (Balcı 2006)

Su tutmaz ve nefes alabilen yapısı sayesinde Supplex® elyafı Lycra® ile birlikte kullanıldığında yüzme giysileri, aktif spor giysileri, aerobik giysileri, tozluk ve taytlarda kullanım alanı bulmaktadır.

2.4.3.5. Coolplus®

Coolplus® elyafı vücuttaki nemi düzenleyebilen ve nefes alabilen fonksiyonel bir polyester lifidir. Lif yüzeyindeki mikro delikler yardımıyla teri deri yüzeyinden hızlıca absorbe edip, daha geniş bir alana aktarma, yayma, geçirme, vb. işlemlerle dışarı atarak kumaşın çabuk kurumasına sağlamaktadır (Balcı 2006).

Coolplus® elyafının kullanım alanları aşağıdaki şekilde verilebilmektedir.

- Spor giysiler
- İç giyim
- Günlük giysiler
- Çorap
- Şapka
- Eldiven vb. aksesuarlar

2.5.Termal Konfor Parametrelerini Ölçmekte Kullanılan Yöntemler

2.5.1.Su Buharı Geçirgenliği Test Yöntemleri

Nem transferi giysinin termofizyolojik konfor özelliklerini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Nem giysi içerisinden sıvı ve buhar formunda transfer edilebilir.Su buharı geçirgenliğini güvenilir bir biçimde ölçmek için çeşitli cihazlar ve test yöntemleri geliştirilmiştir. Bu metotlar:

- ASTM E96 Standart test metodu
- ISO 15496 kalite kontrol amaçlı su buharı geçirgenliğinin ölçülmesi
- BS 7209 Günlük giysimde kullanılan giysilerin su buharı geçirgenliğinin ölçülmesi
- JIS L1099 Tekstillerin su buharı geçirgenliğinin ölçülmesi
- ISO 2528 tabaka formunda üretilen malzemelerin su buharı geçirgenliğinin ölçülmesi
- ISO 11092 (EN 31092) ısı ve su buharı geçirgenliğinin sabit ortam şartlarında ölçülmesi
- ASTM 1868 Terleyen sıcak plaka cihazında ısı ve buhar direnci ölçümü standart test metodu

Bu metotlar iki gruba ayrılır:

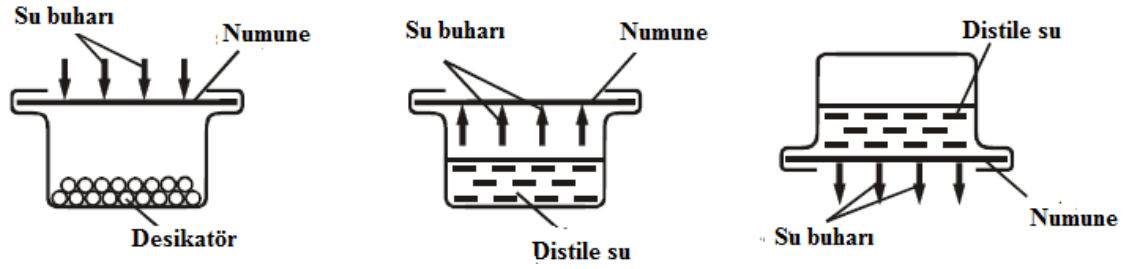
- Gravimetrik (kütle) ölçüm yöntemi

- Terleyen sıcak plaka yöntemi

Gravimetrik test metotları, terleyen sıcak plaka yöntemlerine göre daha basit ve daha çok kullanılan metotlardır. Bunlara kap veya çanak metotları denir. ASTM E96 ve ISO 15496 bu metoda örnek verilebilir (Arabuli ve ark. 2010).

ASTM E96 'ya göre kap metotları üçe ayrılır (Şekil 2.21):

- a) Desikant Metodu:su buharı kap içersinden dış ortama transfer edilir.
- b) Distile su metodu: su buharı kap içersinden dış ortama transfer edilir.
- c) Ters çevrilmiş distile su metodu: kumaş su ile direk temas eder.



Şekil 2.21. ASTME96'ya göre kap metotlarının sınıflandırılması (Arabuli ve ark. 2010)

Desikant metodunda; kap içersine kuru kalsiyum klorid konulur ve kabın üst kısmı test numunesiyle kapatılır. Kontrollü çevre şartlarında yapılan test sırasında belirli süre boyunca desikant'a ne kadar su buharı transfer edildiği ağırlık ölçümleriyle belirlenir.

ASTM E96 Distile su metodunda;kap distile su ile doldurulur ve test numunesi kabın üst kısmına kaplanır. Kabın içi ve dış ortam arasındaki su buharı konsantrasyon farklılığından kaynaklanan su buharı difüzyonu olur.Kapta meydana gelen ağırlık değişimi belirlenir.

ASTM E96 BW Ters çevrilmiş kap metodu; dikey kap metoduna benzer şekilde bir düzenele su geçirmez kumaşlara uygulanan bir yöntemdir.Numunelerin üzerine yerleştirdiği kap ters çevrilmiş durumdadır ve suyun sızmasını engellemek için kabın

çevresine bir conta eklenmiştir.Ölçüm ve hesaplama aynı şekilde birim zamanda test aparatındaki ağırlık değişiminin yani buharlaşan su miktarının belirlenmesine yöneliktir.

ISO 15496 Desikatörlü Ters Çevrilmiş Kap metodunda;bir su haznesi üzerine yerleştirilen ters çevrilmiş kabın ağzı PTFE membranla kapatılır(Şekil 2.22).PTFE membran su geçişine izin vermezken su buharı geçişine izin verir. Kontrollü çevre şartlarında gerçekleştirilen testte, belirli süre boyunca test edilen kumaşın su haznesinden desikant olarak kullanılan potasyum asetatı ne kadar su buharını transfer ettiği periyodik olarak yapılan ağırlık ölçüleriyle belirlenmektedir.



Şekil 2.22. Ters çevrilmiş desikant metodu gösterimi (Arabuli ve ark. 2010)

Su buharı geçirgenliğini ölçmek için kullanılan bazı terimler aşağıda verilmiştir:

1.Su Buharı Geçirgenlik Oranı (WTR):belirli bir zaman diliminde vücut yüzeyinden dış ortama sabit su buharı akış miktarıdır.Birimi (g/m²h) olarak verilir.

$$WTR = \frac{G}{T \cdot A} \quad (2.15)$$

burada G ağırlık değişimi, t zaman, A test yüzeyi alanıdır.

2.Su buharı geçirgenlik indeksi (WVP): Eşitlik 2.16'daki gibi hesaplanır:

$$WVP (g/m/24h) = 24 \cdot \frac{M}{A} \cdot t \quad (2.16)$$

Burada M belirli sürede meydana gelen ağırlık kaybı, A test alanı (m²), t test süresidir

3. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (RWVP): Eşitlik 2.17'deki gibi hesaplanır.

$$RWVP = 100 \cdot \frac{(WVP)_f}{(WVP)_r} \quad (2.17)$$

Burada;

$(WVP)_f$ =Test numunelerinin ortalama geçirgenlik değeri

$(WVP)_r$ =Referans kumaş numunesinin ortalama geçirgenlik değeri

2.5.2. Terleyen Sıcak Plaka Test Yöntemleri

ISO 11092 (EN 31092) ve ASTM 1868 standartlarına göre, kumaşların termal ve su buharı direnç değerleri belirlenir. Buna örnek olarak şekil 2.23'te gösterilen SGHP-8.2, PSM-2 ve Permetest cihazları verilebilir.



a) b)c)

Şekil 2.23. Terleyen sıcak plaka ölçüm cihazları a)SGHP-8. b) PSM-2 c)Permetest test cihazları (Arabuli ve ark. 2010)

Sistem bir ölçme ünitesi, sıcaklık kontrol ünitesi ve sıvı haznesinden oluşmaktadır. Test ortamı, tabaka ve hava sıcaklığı 35 °C havanın bağıl nemi % 40 ve hava hızı 1 m /sn 'dir. Sıcak levha ve ortam şartları standartlarda belirtilen değerlerde belirli bir süre sabit kaldıktan sonra alınan sıcaklık ve bağıl nem verileri ile termal ve su buharı direnç değerleri hesaplanır.

Terleyen Sıcak Plaka Yöntemi ölçümlerinde kullanılan terimler:

1.Su buharı Direnci (R_{et}): numunenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının birim alandaki buharlaştırıcı ısı akısına bölümüyle elde edilir.Birimi ($m^2.Pa / W$) 'dir. Su buharı direnci Eşitlik 2.18'deki gibi hesaplanır.

$$R_{et} = \Delta p \cdot (A/H - \Delta H_e) \quad (2.18)$$

Burada Δp iki yüzey arasındaki basınç farkı, A plaka ölçüm alanı m^2 , H ısı, ΔH_e düzeltme terimidir.

2. Su Buharı Geçirgenlik İndeksi: $\dot{I}_{mt} = 60 \cdot (R_{ct} / R_{et})$ formülüyle hesaplanır. Burada S değeri sabit $S = 60 \text{ Pa / K}$ 'dır. Bu indeks 0 ile 1 arasında değer alır. Bu değer 0 olması su buharı geçirgenliğinin olmadığı, 1 olması ise su buharı geçirgenlik değerinin sonsuz olduğu anlamına gelir.

2.5.3. Permetest Cihazı

Herhangi bir numune ebat tanımlaması yoktur ve numune boyutları ölçüm doğruluğunu etkilemez. Böylece materyallere zarar vermeden ürün halinde bile ölçüm yapmak mümkündür. Permetest cihazında yapılacak buhar geçirgenliği ölçümleri için önce referans kumaş numunesi kullanılır. Bu kumaşın özelliği daha önceden ilgili standarda göre R_{et} (su buharı direnci) değerinin bulunmuş olmasıdır. Bu numune kullanılarak test yapılan laboratuardaki geçirgenlik katsayısı C bulunur. İlgili parametreler Eşitlik 2.19'da yerine yazılarak R_{et} değeri bulunur (Hes 2005).

$$R_{et} = C(1 - \varphi) \cdot \left(\frac{1}{q'_{hs}} - \frac{1}{q'_{h0}} \right) [m^2 \cdot Pa/W] \quad (2.19)$$

C: testin yapıldığı laboratuarda tespit edilen katsayı

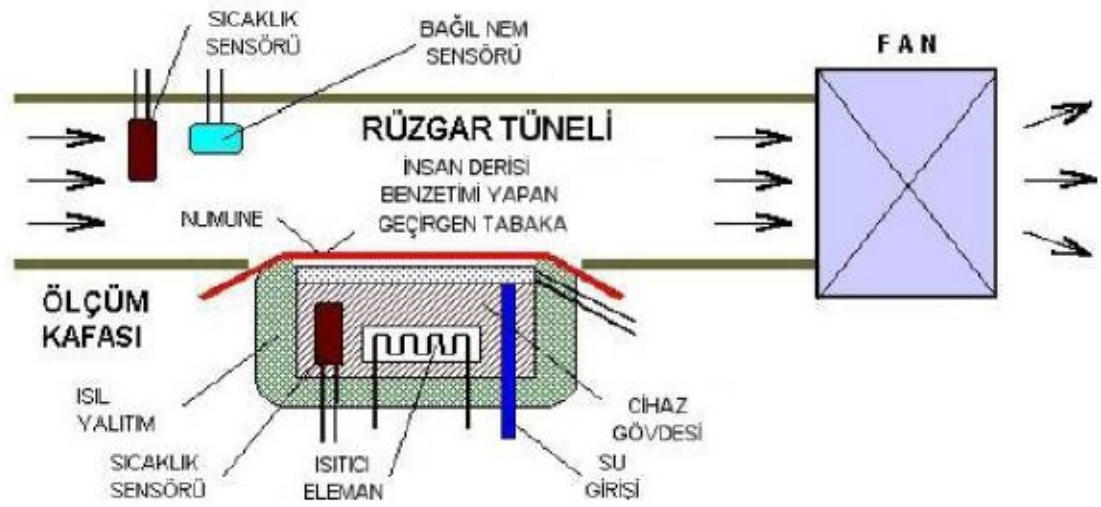
φ : test yapılan ortamdaki % bağıl nem miktarı

q'_{h0} : ölçüm kafasında numune olmadığı durumdaki ısı akımı

q'_{hs} : ölçüm kafası bir numuneyle kaplı olduğunda sıvıda meydana gelen ısı kaybı değerlerini ifade etmektedir.

Ölçüm kafasının bir parça kavisli ve gözenekli yüzeyi isteğe bağlı olarak sürekli ya da aralıklı olarak nemlendirilir ve bir rüzgâr kanalı içerisinde yer alan, ayarlanabilir hızda olan paralel hava akışına maruz bırakılır. Test edilecek numune, çapı yaklaşık 80 mm olan nemlendirilmiş alandan çok az bir mesafe uzaklıkta bulunan ve yüksek termal iletkenlik özelliğine sahip alan içine yerleştirilir. Sıvı suda buharlaşıp aktif gözenekli yüzeyden uzaklaşan ısı miktarı özel bir entegre sistem ile ölçülür. Böylece kısa sürede

tüm sistem başarılı bir ölçüm işlemi gerçekleştirilir ve tam sinyal birkaç dakika içerisinde alınabilir. Ölçümün başında numune yer almaksızın meydana gelen ısı akışı q_0 'ho ölçülür. Daha sonra, ölçüm kafası aşağı çekilir ve numune kafa ile rüzgâr kanalının arasına sıkıca yerleştirilir. Gösterge,numunede farklı sıcaklık etkisini kısa sürede yansıtır, sinyal birkaç dakika içerisinde sabit hale gelir venumuneyle kaplı nmlendirilmiş ölçüm kafasından kaybedilen ısı miktarını ifade eden q_s 'hs değeri yenideğer olarak okunur. Sinyalin sabit hale geldiği bu nokta, materyalin su buharı geçirgenliğini ifadeetmektedir.



Şekil 2.24. Permetest Cihazı(Hes2004)

Permetest cihazında (Şekil 2.24), insan teni kuru ve yaş olarak simüle edilmiştir. Numune yerleştirilmeden önce, ortamın ısı akış değeri (q_0) ölçülür. Sonra numunenin yerleştirildiği bölge nemlendirilir, numune yerleştirilir ve altına yarı geçirgen selofan konulur. Numune belirli bir hızda paralel olarak hava akışına maruz bırakılır. Aktif eğimli yüzeyden dışarı çıkan buharlaşma ısısının miktarı cihaz tarafından kaydedilir. Kaydedilen değer ısı kaybı miktarını (q_s) vermektedir. Buradan bağıl su buharı geçirgenliği (P) Eşitlik 2.20'ye göre hesaplanır. P değeri, % 100 serbest ölçüm yüzeyinin bağıl su buharı geçirgenliğine aittir (Dolezal ve Hes 2003).

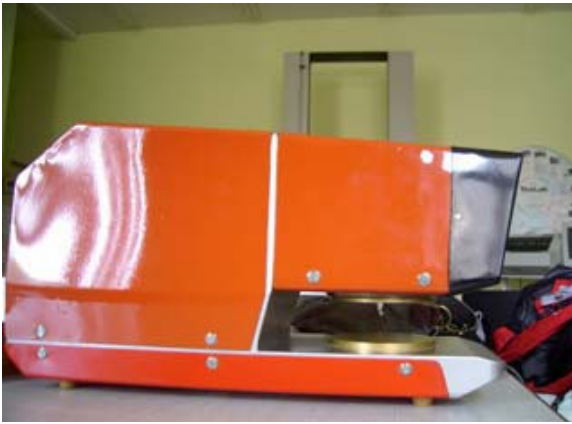
$$P = 100 \times (q_s/q_0) \quad (2.20)$$

2.5.4.Alambeta Test Cihazı

Alambeta test cihazı genel olarak bir ölçüm kafası ile numunenin üzerine yerleştirildiği bir tabandan oluşmaktadır. Şekil 2.25'te Alambeta cihazının fotoğrafı ve bölümleri gösterilmiştir. Ölçüm başladığı anda, ısı akış sensörünü ihtiva eden ölçüm kafası aşağıya düşer ve alt plakaya düzlemsel bir şekilde yerleştirilen numuneye dokunur. Bu sırada numunenin yüzey sıcaklığı aniden değişir ve cihazın bilgisayarı ısı akış değerlerini kaydeder. Aynı zamanda bir fotoelektrik sensör numune kalınlığını ölçer. Bu prosedür, insan parmağının oda sıcaklığındaki bir kumaşa dokunması işlemine benzerdir(Güneşoğlu 2005).

Alambeta cihazında ölçülen termal yalıtım parametreleri aşağıda sıralanmıştır(Güney ve Üçgül 2010):

- a) Termal iletkenlik katsayısı (k)
- b) Termal difüzyon katsayısı (a)
- c) Termal absorpsiyon katsayısı (b)
- d) Termal direnç katsayısı (r)
- e) Materyal kalınlığı (h)
- f) Maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı (p)
- g) Kararlı ısı akış yoğunluğu (qs)



Şekil 2.25.Alambeta cihazının fotoğrafı(Güney ve Üçgül 2010)

3.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada polyester mikrolifve filament iplikler kullanılarak farklı örgü yapılarında üretilmiş örme kumaş yapılarının; termal direnç, su buharı direnci, nem yönetim özellikleri, temas açısı ve hava geçirgenliği özellikleri incelenmiştir.

3.1.Materyal

Bu çalışmada özellikle bisiklet sporcularının antrenman sırasında giydikleri sporgiysilerin konfor özelliklerinin araştırılması amacıyla polyester mikrolif ve filament iplikler kullanılarak farklı örgü yapılarında ve gramajlarda üretilmiş örme kumaş yapıları incelenmiştir. Kullanılan kumaşların özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

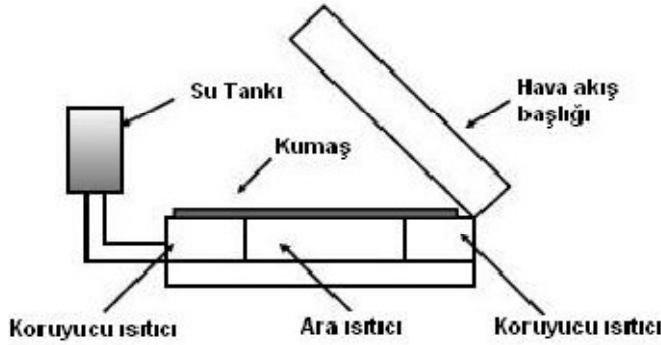
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kumaşlar ve özellikleri

Kumaş Kodu	Hammadde	İplik Numarası	Örgü	Gramaj (g/m²)	Kalınlık (mm)
1	%100 Mikrolif Polyester	150 Denye	Interlok Yağmur Damlası	190	0,7
2	%88 Mikrolif Polyester %12 elastan	100/96 Mikrolif Polyester 44dtex full Elastan	Süprem	190	0,51
3	%100 Polyester	150/48 Polyester	Interlok waffle	170	0,83
4	%100 Mikrolif Polyester	70/72 Mikrolif Polyester	1x1 Interlok	130	0,47
5	%100 Mikrolif Polyester	90 Denye	Interlok Yağmur Damlası	140	0,63
6	%100 Polyester	75/36 Polyester parlak trilobal	Raşel	145	0,46

3.2.Yöntem

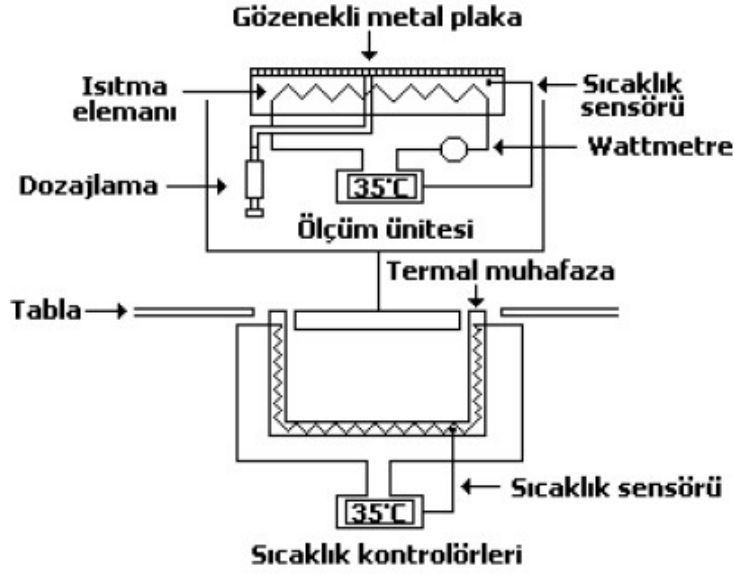
3.2.1. Terleyen Sıcak Plaka (Sweating Hot Plate) Cihazı

Kumaşların ısı ve su buharı geçirgenliği ölçümü, İTA (İstanbul Tekstil Araştırma Merkezi) Laboratuvarlarında bulunan Terleyen Sıcak Plaka test cihazında yapılmıştır. Plaka yüzey sıcaklığı 35 °C 'de tutularak kumaşın gösterdiği termal direnç ve su buharı geçirgenlik değerleri ölçülür. Bu aparat, su buharı direncini EN 31092 ve ISO 11092 standardına göre ölçmektedir ve terlemeyi simüle etmek amacıyla ısıtılmış sıcak bir plaka kullanılmaktadır. Şekil 3.1'de test cihazının şekli verilmiştir.



Şekil 3.1. Terleyen Sıcak Plaka cihazı şematik gösterimi(Uğur ve Sivri 2008)

Deney için 300x300 mm boyutlarında kumaş numuneleri kullanılmıştır. Ölçümlerde cihaz parametreleri; su buharı geçirgenliği ölçümleri için ölçüm ünitesinin sıcaklığı 35 °C, hava sıcaklığı 35 °C, %40 bağıl nem değerlerine ayarlanmıştır. Hava akımının hızı su buharı direnci ve ısı direnç testlerinde 1m/sn'ye ayarlanır. Isıl direnç ölçümü için ölçüm ünitesi sıcaklığı 35 °C (insan tenini simüle ettiği için) hava sıcaklığı 20 °C ve bağıl nem %65 değerlerine ayarlanır. Isıl direnç ölçümleri için deney parçasından geçen ısı akışının kararlı duruma geçmesi beklenir. Deney çalışma prensibini kısaca özetleyecek olursak alt plaka ısısının deri sıcaklık değerine, üst plaka ısısının ise hava sıcaklığına eşitlenmesi şeklinde açıklanabilir. Şekil 3.2'de terleyen sıcak plaka cihazının bölümleri verilmiştir.



Şekil 3.2. Terleyen Sıcak Plaka cihazı parçalarının gösterimi (Uğur ve Sivri 2008)

Cihazdan elde edilen veriler; su buharı direnci (R_{et}), ısı direnci (R_{ct}) miktarıdır. Su buharı transferinin toplam ısı direnci Eşitlik 3.1. kullanılarak hesaplanmaktadır (Uğur ve Sivri 2008).

$$R_{et} = \frac{(P_s - P_a)}{H} \cdot A \quad (3.1)$$

R_{et} : Kumaş sistemi ve hava tabakası tarafından sağlanan buhar ısı transferinin toplam ısı direnci ($m^2 Pa W^{-1}$)

A: Plaka test bölgesi alanı (m^2)

P_s : Plaka yüzeyindeki su buharı basıncı (Pa)

P_a : Havadaki su buharı basıncı (Pa)

H : Güç girdisi (W)

Bağıl su buharı geçirgenliğini tespit edebilmek için, ilk önce numune olmadan bir ölçüm yapılır ve bu durumdaki ısı akış değeri (q_0) bulunur. Daha sonra, numune ile ölçüm yapılarak ısı kaybı miktarı (q_s) bulunur. Bu durumda bağıl su buharı geçirgenliği Eşitlik 3.2 'deki gibi hesaplanır:

$$\%p = (q_s/q_0) \times 100 \quad (3.2)$$

Burada:

p: Bağıl su buharı geçirgenlik değeri (%)

qs: Numuneısu akış değeri (W/m^2)

q₀:Numune olmadan su buharı geçirgenliği değeri(W/m^2)

Terleyen sıcak plaka yöntemi ile kuru ölçüm yapıldığında ilk önce kuru ısı transferi değeri bulunur. Daha sonra cihaza terlemeyi simüle eden su beslemesi yapılarak, su buharı direnci ölçüm sonuçları bulunur. Kuru ve yaş durumdaki ısı kayıplarının toplamı, Toplam Isı Kaybı (W/m^2) cinsinden bulunur. Toplam Isı Kaybı (THL) terleyen sıcak plaka üzerine kaplanmış kumaş yüzeyinden dış çevreye olan toplam ısı transferidir. Toplam ısı kaybı değeri %100 ıslak durumda ölçülür ve en yüksek tahmini metabolik aktivite düzeyini gösterir. Aşırı sıcak veya soğuk çevre koşullarında da kullanıcı çevresiyle termal konfor sağlayarak hayatını devam ettirebilir. Bunun nedeni terleyen sıcak plaka yönteminin giysi dizaynı, giysideki katman sayısı gibi faktörleri dikkate almayarak verilen bir giysi sistemi ve çevre koşulları altında, aktif soğutma ve havalandırma olmaksızın mümkün olan en yüksek teorik ısı transferini hedef almasıdır (<http://www.tx.ncsu.edu/tpacc/comfort-performance/guarded-sweating-hot-plate-instrumentation.cfm>).

3.2.2. Hava Geçirgenliği Ölçümü

Hava geçirgenliği; havanın lifler, iplikler ve kumaş yapısının içerisinde geçebilme kabiliyetini ifade eden, vücuttan geçen havanın tutulmasına da dışarı iletilmesi ile ilgili bir kullanım özelliğidir. Kumaş oluşturulan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özellik olarak hava geçirgenliği, ısıletkenliği ile de paralellik sergilemektedir. Hava geçirgenliği iyi olan kumaşlar, vücutta hava sirkülasyonunu sağlarken hava geçirgenliği düşük olan kumaşlar hava sirkülasyonunu keserek ısı kaybını önlemektedir ve bu durum liften kumaşa bir çok özellikten etkilenebilmektedir.

Kumaşların hava geçirgenliği özellikleri Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan SDL Atlas Hava Geçirgenliği cihazında tespit edilmiştir. Hava geçirgenliği ölçüm cihazında 20 cm²'lik kumaş yüzeyinden, 100 Pa basınç farkı ile, 1 saniyede(s) geçen hava miktarının dm³ olarak belirlenmesi suretiyle yapılmış olup sonuçlar dm³/sn olarak ifade edilmiştir. Hava geçirgenliği testleri EN ISO 9237 Uluslararası standarda göre ölçülmüştür. Kumaşların on farklı bölgesinde bu test tekrarlanarak ortalaması alınmıştır. Şekil 3.3'te hava geçirgenliği ölçüm cihazı verilmiştir.

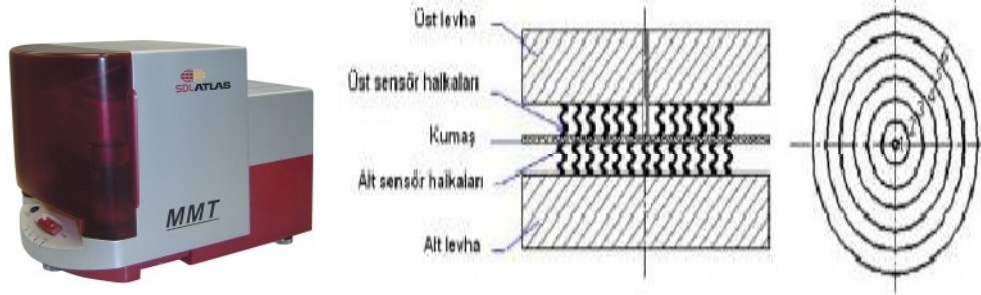


Şekil 3.3. Hava Geçirgenlik Test Cihazı (SDL Atlas Hava Geçirgenliği Cihaz Kataloğu)

3.2.3. Nem Yönetim Cihazı (MMT) Ölçümleri

Numunelerin nem yönetimi özelliklerinin belirlenmesi için Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında bulunan Nem Yönetim Cihazı (MMT) kullanılmıştır. Nem yönetimi test cihazı (MMT), dokuma ve örme kumaş yapıları gibi tekstil ürünlerinin sıvı nem yönetimi özelliklerini dinamik olarak ölçen test cihazıdır. Şekil 3.4'te gösterildiği gibi ortak merkezli alt ve üst ölçüm sensörleri arasına yerleştirilen kumaşın nem yönetim özelliği test edilir. MMT cihazı deriden giysinin dış yüzeyine çoklu yönde nem iletim özelliklerini ölçmek ve kaydetmek için dizayn edilmiştir.

Terlemeyi simüle etmek için NaCl içeren özel bir sıvı test süresince kumaşın üst yüzeyine uygulanır. Test sırasında aynı miktarda (0,15gr) test solüsyonu her numunenin üst yüzeyine cihaz tarafından otomatik olarak uygulanır.



a) b) c)

Şekil 3.4. a) MMTtest cihazı ön görüntüsü b) Cihaz sensör yapısı c) Ölçüm Halkaları

Nem yönetim cihazında, kumaşların çok yönlü sıvı iletim özelliklerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Cihazda üst yüzey, giysi giyildiğinde insan vücudunun derisine yakın olan kısmı; alt yüzey ise dış çevreye yakın olan kısmı simüle etmektedir. MMT'de kumaşların ıslanma süresi (üst-alt), emilim oranı(üst-alt), maksimum ıslak daire yarıçapı (üst-alt), ıslanma hızı (üst-alt), kümülatif tek yönlü taşıma indeksi ve genel sıvı yönetim performansı ölçülmektedir.

1.İslanma Süresi: WT_T (üst yüzey) ve WT_B (alt yüzey) kumaşın alt ve üst yüzeylerinin test başladıktan sonra sırayla ıslanmaya başlama süreleridir ve saniye cinsinden tanımlanır.

2. Emilim oranı: TAR (üst yüzey) ve BAR (alt yüzey) olarak ifade edilir. TAR ve BAR sırayla kumaşın alt ve üst yüzeylerinin sıvının pompalanma süresi içinde ortalama emilim kabiliyetidir. Ortalama emilim oranı (% /sn) şöyle tanımlanır.

TAR : Ortalama ($Eğim_{üst}$) pompa süresi içinde

BAR: Ortalama ($Eğim_{alt}$)pompa süresi içinde

3. Maksimum Islak Daire Çapı: $MWR_{üst}$ ve MWR_{alt} (mm cinsinden), maksimum ıslak halkalar sırasıyla alt ve üst ıslak halkayı tanımlar. Eğimler ise toplam su miktarı eğrileri U_{alt} ve $U_{üst}$, alt ve üst yüzeyler için $Tan 15^\circ$ ' den daha büyük hale gelirler.

4. İslanma Hızı : (TSS ve BSS) Yayılma hızı merkezden maksimum çapa sahip ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızı olarak tanımlanır. Halkanın ($i= 1,2,3,4,5,6$) t_i süresinde

ısladığını varsayalım, i-1 halkasından i halkasına sıvı nem yayılma hızı (S_i) ise eşitlik 3.3 'teki gibi hesaplanır:

$$S_i = \frac{\Delta R_i}{\Delta t_i} = \frac{R}{t_i - t_{i-1}} \quad (3.3)$$

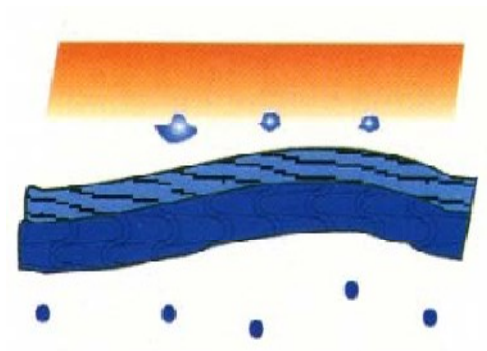
Burada R sayısı halkanın çevresidir. Daha sonra kümülatif yayılma hızı (SS) Eşitlik 3.4'teki gibi hesaplanır:

$$SS = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{i=1}^N \frac{R}{t_i - t_{i-1}} \quad (3.4)$$

Burada N sayısı maksimum ıslak halka sayısıdır.

5.Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi (OWTC): Şekil 3.5.kumaştan tek yönlü sıvı transferi verilmiştir. R sayısı kumaşın iki yüzü arasındaki kümülatif nem miktarı farkıdır. Eşitlik 3.5'teki gibi hesaplanır:

$$R = (Alan(U_{alt}) - Alan(U_{üst}))/Toplam Test Süresi. \quad (3.5)$$



Şekil 3.5. Tek Yönlü Sıvı Transferi

6. Toplam Nem Yönetim Kapasitesi: OMMC sıvı nemin kumaştaki toplam aktarım kapasitesini tayin eden bir endekstir. Aşağıdaki üç performans durumunu içerir:

- Alt kısımdaki nem emilim oranı: BAR
- Tek yönlü sıvı aktarım kapasitesi: R

- Alt kısımdaki nem kuruma hızı, kümülatif yayılma hızıyla gösterilir: BSS

Toplam Nem Yönetimi Kapasitesi Eşitlik 3.6'daki gibi hesaplanır:

$$OMMC = C1 * BAR_{ndv} + C2 * R_{ndv} + C3 * BSS_{ndv} \quad (3.6)$$

C1, C2 ve C3 ebatsız değerlerin ağırlıklarıdır. BAR_{ndv} , R_{ndv} ve BSS_{ndv} emilim oranını (BAR) ve tek yönlü aktarımı (R) ve yayılma hızını (BSS) gösterirler.

Burada: $C1 = 0,25$, $C2 = 0,5$ ve $C3 = 0,25$ 'tir.

Bu cihazdan elde edilen ölçüm sonuçları aynı zamanda cihaz yapısında bulunan beş noktalı bir skalada değerlendirilmektedir. Çizelge 3.2'de MMT'nin bu değerlendirme kriterleri görülmektedir.

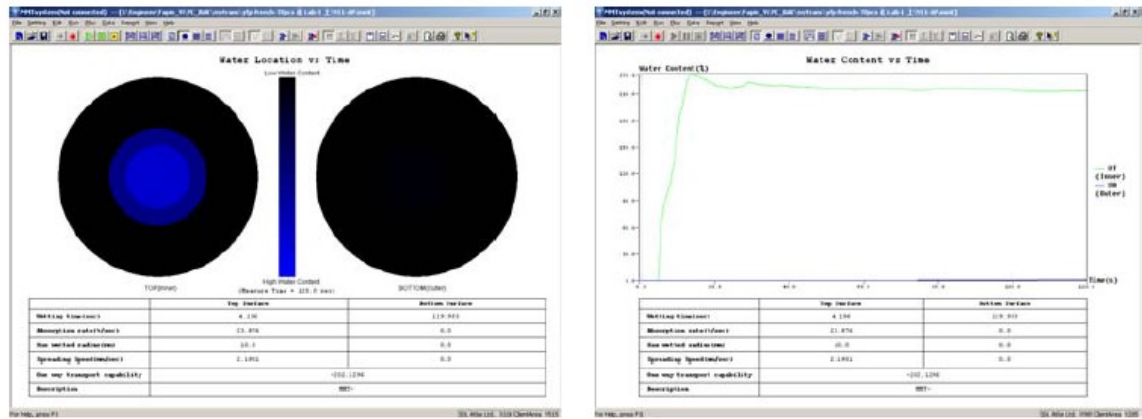
Çizelge 3.2. MMT test sonuçları değerlendirme skalası (SDL Atlas Nem Yönetim Cihazı test kataloğu)

İndeksler		Derece		Skala				
				1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	üst		≥ 120	20-119	5-19	3-5	<3	
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı		
	alt		≥ 120	20-119	5-19	3-5	<3	
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı		
Emilim oranı (%/sn)	üst		0-9	10-29	30-49	50-100	>100	
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı		
	alt		0-9	10-29	30-49	50-100	>100	
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı		
Maksimum ıslak daire yarıçapı (mm)	üst		0-7	8-12	13-17	18-22	>22	
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı		
	alt		0-7	8-12	13-17	18-22	>22	
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı		
Islanma hızı (mm/sn)	üst		0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0	
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı		
	alt		0,0-0,9	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-4,0	>4,0	
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı		
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%)		<50	-50-99	100-199	200-400	>400		
		çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel		
Sıvı yönetim performansı		0,0-0,19	0,2-0,39	0,4-0,59	0,6-0,8	>0,8		
		çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel		

MMT tüm bu sıvı nem transfer özelliklerinin ölçüm sonuçlarına göre kumaş performansını değerlendirirken yedi temel kumaş tipi belirlemektedir. Bu kumaş tipleri; su geçirmez kumaşlar, su çekmeyen kumaşlar, sıvıyı yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, sıvıyı hızlı emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, hızlı emilim ve hızlı kuruma gösteren kumaşlar, suyu geçiren kumaşlar ve cihaz kılavuzunda nem tayin kumaşı olarak adlandırılan orta/hızlı emilim ve ıslanma, alt yüzeyde hızlı dağılma, yayılma ve geniş yayılma alanı, iyi/mükemmel tek yönlü taşıma indeksine sahip kumaşlardır. Bu kumaş yapılarının özelliklerini belirtecek olursak:

1. Su Geçirmez kumaş yapısı

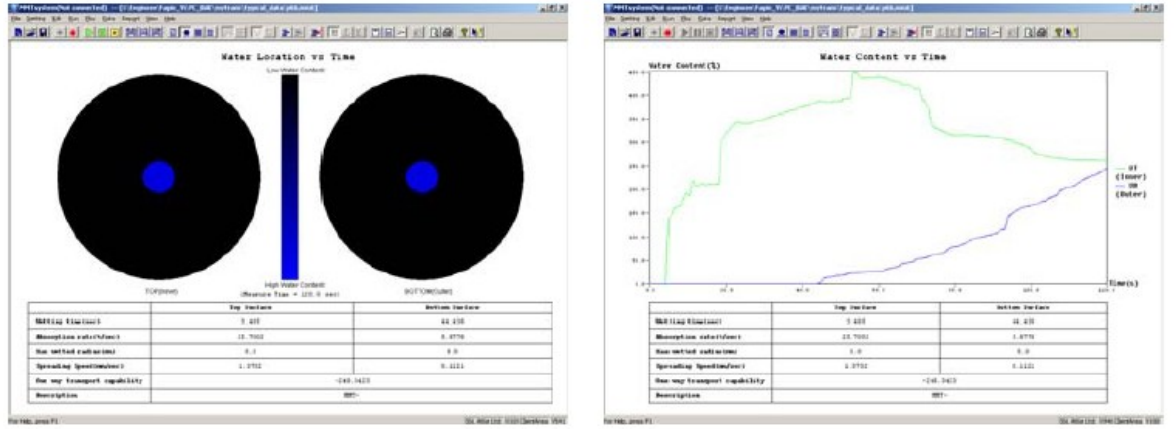
- Çok yavaş emilim
- Yavaş yayılma hızı (dağılım)
- Tek yönlü geçirgenlik veya su geçirme özelliği yok



Şekil 3.6. Su geçirmez kumaş yapısı ekran görüntüsü

2. Su İtici kumaş yapısı

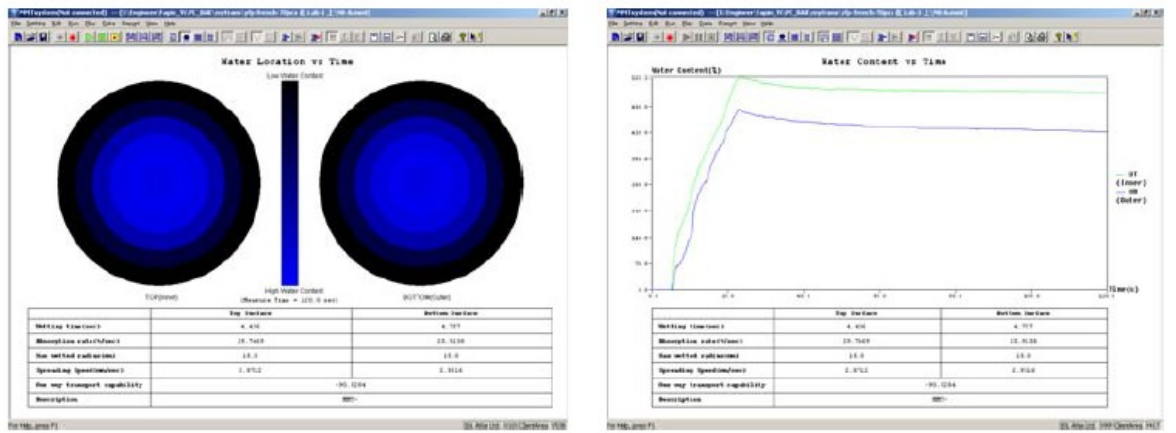
- Islanma Yok
- Su emilimi yok
- Dağılım yok
- Dış güçler olmaksızın çok az tek yönlü su geçirgenliği



Şekil 3.7. Su itici kumaş yapısı ekran görüntüsü

3. Sıvıyı yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaşlar için:

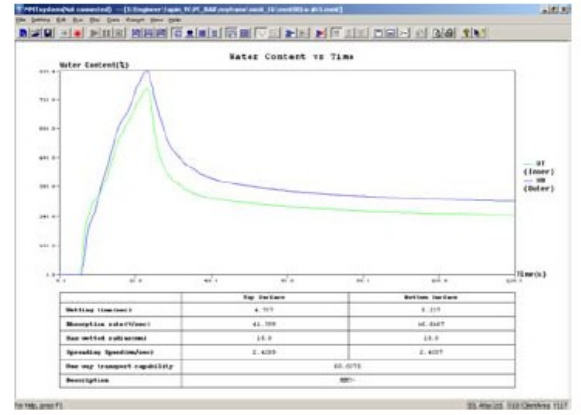
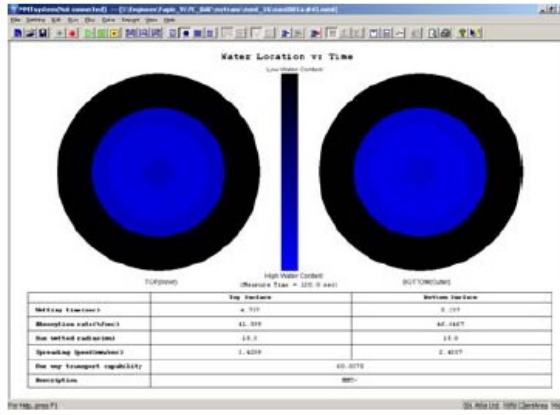
- Yavaş emilim
- Yavaş dağılım
- Az miktarda tek yönlü geçirgenlik



Şekil 3.8. Sıvıyı yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaş ekran görüntüsü

4. Sıvıyı hızlı emen ve yavaş kuruyan kumaşlar için:

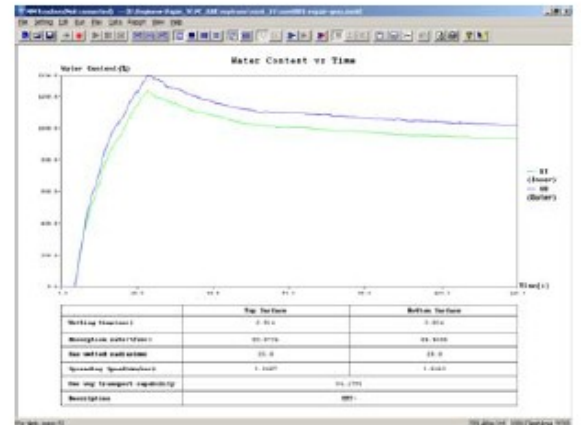
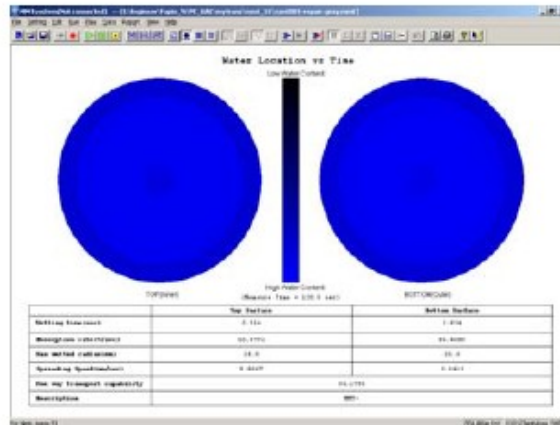
- Orta ve hızlı değer aralığında ıslanma
- Orta ve hızlı değer aralığında emilim
- Küçük dağılıma alanı
- Yavaş dağılıma
- Az miktarda tek yönlü sıvı iletimi



Şekil 3.9.Sıvıyı hızlı emen ve yavaş kuruyan kumaş ekran görüntüsü

5.Hızlı emilim ve hızlı kuruma

- Orta ve Hızlı değer aralığında ıslanma
- Orta ve Hızlı değer aralığında emilim
- Geniş yayılma alanı
- Hızlı dağılma
- Az miktarda tek yönlü sıvı iletimi

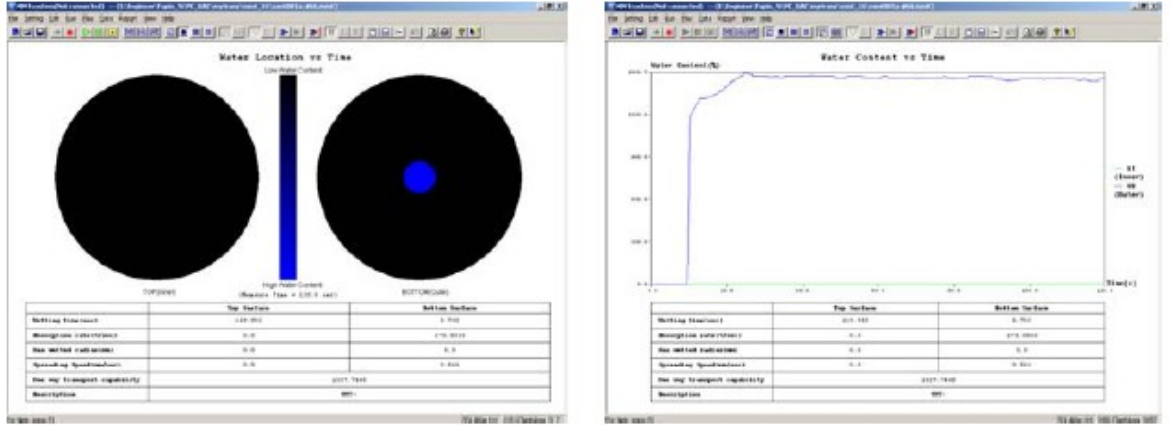


Şekil 3.10 .Sıvıyı hızlı emen ve hızlı kuruyan kumaş ekran görüntüsü

6. Su geçirgen kumaş yapısı

- Küçük dağılma alanı

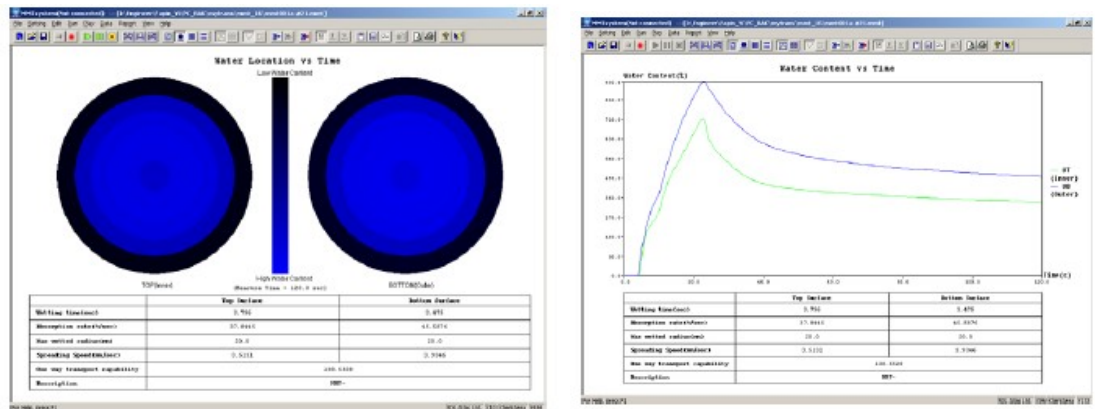
- Mükemmel tek yönlü sıvı iletimi



Şekil 3.11. Su geçirgenliği olan kumaş yapısı

7. Nem tayin kumaşı

- Orta ve hızlı değer aralığında ıslanma
- Orta ve hızlı değer aralığında emilim
- Alt yüzeyde geniş yayılma alanı
- Alt yüzeyde hızlı dağılma
- Alt yüzeyde hızlı yayılma
- İyi /mükemmel aralığında tek yönlü sıvı transferi



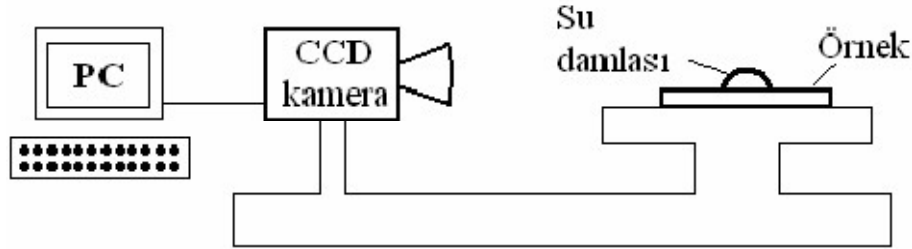
Şekil 3.12. Nem tayin kumaşı

3.2.4. Temas Açısı Ölçümü

Numunelerin Temas Açısı ölçümleri Tekstil Mühendisliği Bölümünde bulunan Attension Theta cihazında yapılmıştır. Katı bir yüzeye sıvı damlatıldığında damla yüzeyde yayılır. Su damlasının şekli damlatılan katı malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre şekil alır. Su damlası hareket edene kadar 3 fazın yüzey gerilmeleri toplamı sıfırdır. Yüzey gerilimi ve temas açısı arasındaki bağıntı aşağıda verilmektedir.

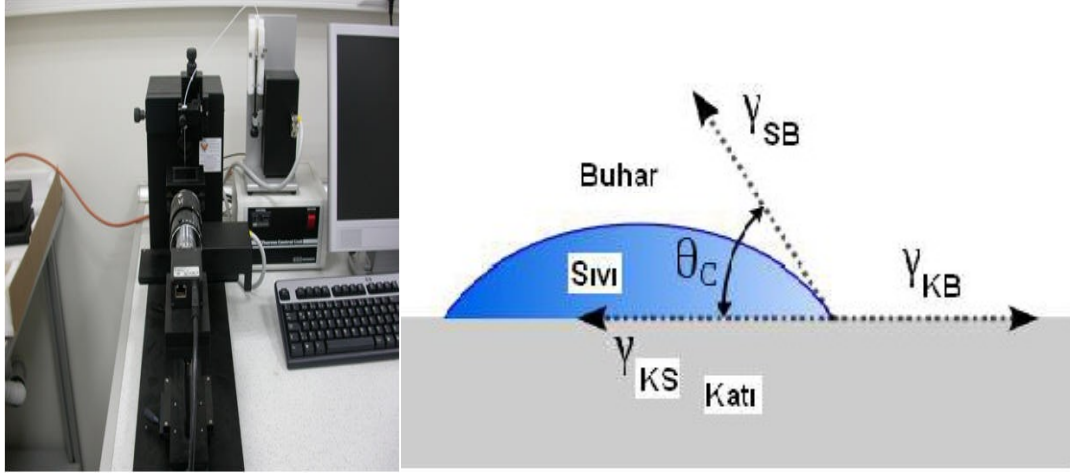
$$\gamma_{KB} - \gamma_{KS} = \gamma_{SB} \cos \theta_c \quad (3.7)$$

Burada θ_c , temas açısı γ_{KB} , katı-gaz arasındaki yüzey gerilimi, γ_{KS} sıvı-katı yüzey gerilimi ve γ_{GS} gaz-sıvı yüzey gerilimidir. Katı yüzeyler yüksek veya düşük enerjili olarak karakterize edilirler. Yüksek enerjili yüzeylerde su yüzeyde düzgün olarak dağılarak ince bir film oluşturur. Bu durumda temas açısı sıfırdır ve yüzey tamamen ıslanır ve hidrofiliktir. Benzer olarak düşük enerjili yüzeylerde su damlacıkları ayrı ayrı yerleşirler. Bunlarda temas açısı ($> 90^\circ$) ve yüzey hidrofobiktir. Su damlacıkları düşük enerjili yüzeylerden ayrılmaya çalışır.



Şekil 3.13. Temas açısının ölçülmesi için deney düzeneği (Ersoy ve Kuntman 2008)

Distile su damlatılan polyester kumaş yüzeyin fotoğrafı CCD kamera kullanılarak çekilir. Kamera çıkışı temas açısının ölçümü için bilgisayara bağlanır. Alınan görüntü üzerinden Şekil 3.14'te görüldüğü gibi sağından ve solundan damlanın yüzeye yaptığı temas açısı ölçülür, ortalaması alınır.



Şekil 3.14.a) Temas açısı cihazı b) Temas açısı (θ_c) bulunması

3.2.5. Kumaş Kalınlığı Ölçümü

Kumaş kalınlığı Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan James H. Heal R & B kumaş kalınlık ölçüm cihazında ASTM D1777 standardına göre ölçülmüştür. Numuneler 5x5 boyutlarında (5 adet) hazırlanıp 5 gr/cm²'lik basınç uygulayarak 0,01 mm hassasiyetle kalınlık ölçümü yapılmıştır. Her numune için tekrarlı ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak kumaş kalınlığı bulunmuştur.

3.2.6. Kumaş Gramajının Ölçümü

Kumaş gramajı ASTM D3776 standardına göre ölçülmüştür. Dairesel numune kesici ile kesilen numuneler hassas terazide tartılmış, kumaşların birim alanlarının ağırlıkları hesaplanarak gramaj değerleri belirtilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Isıl Direnç(R_{ct}) Test Sonuçları

Kumaşların ısı direnç testleri SDL Atlas M259B Sweating Guarded Hot Plate cihazında TS EN 31092 :2000 standardına göre yapılmıştır. Çizelge 4.1'de kumaşların ısı direnç test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.1.Kumaşların ısı direnç değerleri ölçüm sonuçları

Kumaş Kodu	R_{ct} (m ² K/W)			
	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama
Tip1	0.0056	0.0054	0.0060	0.0057
Tip2	0.0022	0.0027	0.0033	0.0027
Tip3	0.0109	0.0113	0.0098	0.0107
Tip4	0.0025	0.0041	0.0011	0.0026
Tip5	0.0047	0.0043	0.0047	0.0046
Tip6	0.0025	0.0019	0.0015	0.0020

4.2. Su Buharı Direnci Ölçüm Sonuçları

Kumaşların su buharı direnç testleri SDL Atlas M259B Sweating Guarded Hot Plate cihazında TS EN 31092 :2000 standardına göre yapılmıştır. Çizelge 4.2. 'de kumaşların su buharı direnci test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kumaşların su buharı direnci test sonuçları

Kumaş Kodu	$R_{et}(m^2Pa/W)$			
	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama
Tip1	2.10	2.10	2.05	2.08
Tip2	1.61	1.79	1.82	1.74
Tip3	2.05	2.09	2.03	2.06
Tip4	1.40	1.42	1.33	1.38
Tip5	1.59	1.65	1.68	1.64
Tip6	1.56	1.52	1.44	1.51

4.3.Hava Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları

Kumaşların hava geçirgenlikleri SDL Atlas Hava Geçirgenliği test cihazında EN ISO 9237 standardına göre ölçülmüştür. Çizelge 4.3.'te kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.3.Kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları

Kumaş Kodu	Hava Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları (dm^3/sn)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.	S.Sapma
Tip1	2,163	1,961	2,05	1,768	2,0487	2,064	1,99	2,04	2,061	1,837	1,99	0,11
Tip2	1,135	1,149	1,17	1,109	1,1415	1,159	1,16	1,1259	1,146	1,107	1,13	0,02
Tip3	4,339	4,264	4,39	4,241	4,46	4,566	4,44	4,4058	4,343	4,272	4,37	0,1
Tip4	1,713	1,554	1,68	1,659	1,6602	1,722	1,82	1,8259	1,521	1,783	1,69	0,1
Tip5	3,584	3,709	3,7	3,694	3,7419	3,842	3,68	3,7682	3,854	3,873	3,74	0,09
Tip6	3,326	3,216	3,18	3,384	3,343	3,203	3,31	3,1334	3,16	3,128	3,23	0,09

4.4.Nem Yönetim Cihazı (MMT) Ölçüm Sonuçları

Kumaşların Nem Yönetim özellikleri SDL Atlas Nem Yönetim Cihazında (MMT) yapılmıştır. Çizelge 4.4 'te kumaşların nem iletimi cihazı test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.4.Kumaşların nem iletimi test sonuçları

Kumaş Tipi	WT(t) (sec)	WT(b) (sec)	TAR (%/sec)	BAR (%/sec)	MWR(t) (mm)	MWR(b) (mm)	S.S(t) (mm/sec)	S.S(b) (mm/sec)	OWTC (%)	OMMC	
1	Ort.	5,7816	6,094	81,8702	74,2304	21,67	16,67	2,481	2,0635	-177,075	0,26705
	S.Sapma	0,99	0,92	12,26	9,52	2,58	2,58	0,34	0,27	65,44	0,043
2	Ort.	15,093	1,6563	31,3516	15,1538	25,833	25,833	1,5083	5,3394	628,932	0,77
	S.Sapma	1,91	0,22	3,97	5,38	2,04	2,04	0,26	0,56	46,85	0,01
3	Ort.	10,969	24,766	179,124	8,4937	5,8333	10	0,4611	1,5773	375,6182	0,4145
	S.Sapma	1,32	27,11	132,55	10,65	2,04	0	0,065	1,259	392,649	0,22
4	Ort.	3,2968	3,3437	54,5466	57,7236	22,5	22,5	4,0513	4,0276	2,9514	0,4684
	S.Sapma	0,286	0,234	15	8,09	2,73	2,73	0,26	0,22	133,4	0,097
5	Ort.	1,1563	2,7346	70,2671	8,5885	29,16	28,34	7,5622	6,013	1038,638	0,75
	S.Sapma	0,076	0,1	3,74	1,23	2,04	2,58	0,23	0,68	20,72	0,0001
6	Ort.	1,9373	1,9685	69,2229	69,388	30	30	9,2497	9,0318	93,5234	0,5744
	S.Sapma	0,0763	0,0839	1,1886	0,449	0	0	0,195	0,1972	12,48	0,0146

Çizelge 4.5.Tip 1 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu

İndeks/ Derece	Skala					
		1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	Üst	≥120 islanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
				5,7816		
	Alt	≥120 islanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
				6,094		
Emilim oranı (%/sn)	Üst	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
					81,8702	
	Alt	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
					74,2304	
Maksimumı slak daireyarıçap ı (mm)	Üst	0-7 Islanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
					21,67	
	Alt	0-7 Islanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
				16,67		
Islanma Hızı (mm/sn)	Üst	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
				2,48		
	Alt	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
				2,06		
Kümülatiftekyönlü taşıma endeksi(%)		<-50 Çok Kötü	-50-99 Kötü	100-199 İyi	200-400 Çok iyi	>400 Mükemmel
		-177,075				
Sıvıyönetimperfor mansı		0-0,19 Çok kötü	0,2-0,39 Kötü	0,4-0,59 İyi	0,6-0,8 Çok iyi	>0,8 Mükemmel
		0,26705				

Çizelge 4.6. Tip 2 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu

İndeks/ Derece	Skala					
		1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	Üst	≥120 ıslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
				15,093		
	Alt	≥120 ıslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
						1,65
Emilim oranı (%/sn)	Üst	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
				31,35		
	Alt	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
			15,15			
Maksimum silk daireyarıçapı (mm)	Üst	0-7 ıslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						25,83
	Alt	0-7 ıslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						25,83
Islanma Hızı (mm/sn)	Üst	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
			1,5			
	Alt	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
						5,33
Kümülatiftekyönlüt aşım endeksi(%)		<-50 Çok Kötü	-50-99 Kötü	100-199 İyi	200-400 Çok iyi	>400 Mükemmel
						628,93
Sıvıyönetimperformansı		0-0,19 Çok kötü	0,2-0,39 Kötü	0,4-0,59 İyi	0,6-0,8 Çok iyi	>0,8 Mükemmel
					0,77	

Çizelge 4.7. Tip 3 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu

İndeks/ Derece	Skala					
		1	2	3	4	5
İslanma süresi (sn)	Üst	≥120 İslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
				10,96		
	Alt	≥120 İslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
			24,76			
Emilimo ranı (%/sn)	Üst	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
						179,124
	Alt	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
		8,49				
Maksimumis lak daireyarıçapı (mm)	Üst	0-7 İslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
		5,33				
	Alt	0-7 İslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
			10			
İslanma Hızı (mm/sn)	Üst	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
		0,46				
	Alt	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
			1,57			
Kümülatiftekyönlüt aşım endeksi(%)		<-50 Çok Kötü	-50-99 Kötü	100-199 İyi	200-400 Çok iyi	>400 Mükemmel
						375,61
Sıvıyönetimperfor mansı		0-0,19 Çok kötü	0,2-0,39 Kötü	0,4-0,59 İyi	0,6-0,8 Çok iyi	>0,8 Mükemmel
				0,41		

Çizelge 4.8.Tip 4 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu

İndeks/ Derece	Skala					
		1	2	3	4	5
İslanma süresi (sn)	Üst	≥120 İslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
					3,29	
	Alt	≥120 İslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
					3,34	
Emilimo ranı (%/sn)	Üst	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
					54,54	
	Alt	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
					57,7	
Maksimumis lak daireyarıçapı (mm)	Üst	0-7 İslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						22,5
	Alt	0-7 İslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						22,5
İslanma Hızı (mm/sn)	Üst	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
						4,05
	Alt	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
						4,02
Kümülatiftekyönlüt aşım endeksi(%)		<-50 Çok Kötü	-50-99 Kötü	100-199 İyi	200-400 Çok iyi	>400 Mükemmel
			2,95			
Sıvıyönetimperfor mansı		0-0,19 Çok kötü	0,2-0,39 Kötü	0,4-0,59 İyi	0,6-0,8 Çok iyi	>0,8 Mükemmel
				0,46		

Çizelge 4.9. Tip 5 kumaş yapısı için nem iletim değerlendirme tablosu

İndeks/ Derece	Skala					
		1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	Üst	≥120 Islanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
						1,15
	Alt	≥120 Islanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
						2,73
Emilim oranı (%/sn)	Üst	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
					70,26	
	Alt	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
		8,5				
Maksimum islak daire yarıçapı (mm)	Üst	0-7 Islanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						29,16
	Alt	0-7 Islanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						28,34
Islanma Hızı (mm/sn)	Üst	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
						7,56
	Alt	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
						6,01
Kümülatif tekyön lüt aşım endeksi (%)		<-50 Çok Kötü	-50-99 Kötü	100-199 İyi	200-400 Çok iyi	>400 Mükemmel
						1038,63
Sıvı yönetim performansı		0-0,19 Çok kötü	0,2-0,39 Kötü	0,4-0,59 İyi	0,6-0,8 Çok iyi	>0,8 Mükemmel
					0,75	

Çizelge 4.10 . Tip 6 için nem iletim değerlendirme tablosu

İndeks/ Derece	Skala					
		1	2	3	4	5
İslenme süresi (sn)	Üst	≥120 İslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
						1,93
	Alt	≥120 İslanma yok	20-119 yavaş	5-19 orta	3-5 hızlı	<3 çok hızlı
						1,96
Emilim oranı (%/sn)	Üst	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
					69,22	
	Alt	0-9 Çok yavaş	10-29 yavaş	30-49 orta	50-100 hızlı	>100 çok hızlı
		8,5			69,38	
Maksimum islak daire yarıçapı (mm)	Üst	0-7 İslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						30
	Alt	0-7 İslanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 çok Hızlı
						30
İslenme Hızı (mm/sn)	Üst	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
						9,24
	Alt	0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok Hızlı
						9,03
Kümülatif tekyön lüt aşım endeksi (%)		<-50 Çok Kötü	-50-99 Kötü	100-199 İyi	200-400 Çok iyi	>400 Mükemmel
			93,52			
Sıvı yönetim performansı		0-0,19 Çok kötü	0,2-0,39 Kötü	0,4-0,59 İyi	0,6-0,8 Çok iyi	>0,8 Mükemmel
				0,57		

4.5. Temas Açısı Cihazı Ölçüm Sonuçları

Kumaşların temas açısı ölçüm sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Tip 3 kumaş yapısı su geçirmez kumaş yapı gibi davranış gösterdiğinden temas açısı ölçülemediği için.

Çizelge 4.11. Temas açısı ölçüm sonuçları

Kumaş Tipi		Temas Açısı (sol)	Temas Açısı (sağ)	Damla Genişliği(mm)	Damla Yüksekliği(mm)	Damla Hacmi	Damla Alanı (mm²)
Tip1	Ort.	110	104,9	2,72	1,43	6,39	13,29
	S.Sapma	2,53	4,87	0,12	0,11	1,07	1,46
Tip2	Ort.	85,36	82,05	3,19	1,26	5,6	13,65
	S.Sapma	5,54	6,97	0,29	0,09	1,25	1,62
Tip4	Ort.	63,84	63,05	2,91	1,2	4,48	10,66
	S.Sapma	8,68	26,5	0,22	0,32	1,54	2,14
Tip5	Ort.	68,39	67,55	2,63	0,65	2,91	8,13
	S.Sapma	8,09	12,11	0,05	0,06	0,31	0,45
Tip6	Ort.	50,41	44,62	3,08	0,67	4,45	11,73
	S.Sapma	2,06	8,91	0,51	0,16	3,1	6,03

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1.Tartışma

Bu çalışmada; spor giyimde kullanılan bazı örme kumaş yapılarının ısı ve nem yönetim özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ısı direnç, su buharı direnci, hava geçirgenliği, nem yönetimi ve temas açısı ölçümleri yapılmış ve değerlendirilmiştir. Bu çalışma ısı ve nem iletim özellikleri en iyi olan kumaş yapılarının belirlenmesinde fayda sağlamıştır. Elde edilen veriler Excell programında grafik haline getirilerek değerlendirilmiştir. Ayrıca tek faktörlü varyans analizi yapılarak kumaş tiplerinin ölçülen özellikler üzerindeki anlamlılıkları belirlenmiştir.

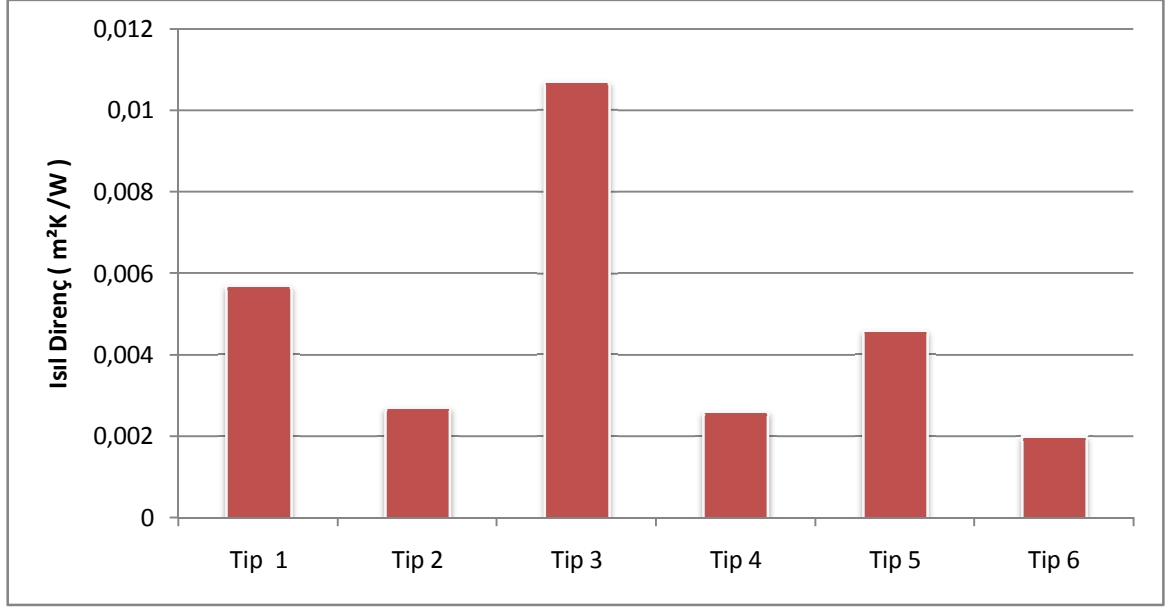
5.1.1.Kumaşların Isıl Direnç (R_{ct}) Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.1’de kumaşların ısı direnç varyans analizi sonuçları verilmiştir. Burada tek faktörlü varyans analizi yapılmasının nedeni, kumaş tiplerinin kontrollü olarak üretilmemesinden dolayıdır. Isıl dirence ait varyans analizi değerlendirildiğinde; kumaş farklılığının direnç değerlerinde anlamlı farklar ortaya çıkardığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.1. Kumaşların ısı direncine ait varyans analizi

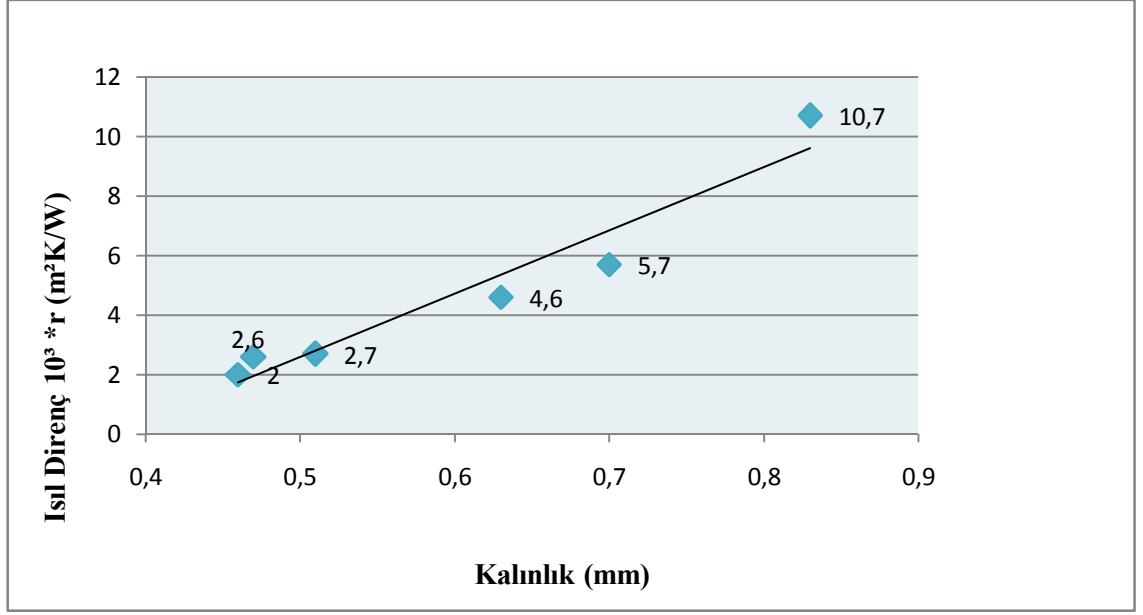
Varyans Kaynağı	df	SS	MS	F_S	F_{TABLO}
Kumaş Tipi	5	152,1	30,42	53,12	3,11
Hata	12	6,9	0,572		
Toplam	17	159			

Kumaşların ısı direnç değerleri Şekil 5.1’de karşılaştırılmıştır. Grafikten de anlaşılacağı gibi; en yüksek ısı direnç değeri Tip 3 kumaş yapısında görülmüştür. En düşük ısı direnç değeri ise Tip 6 kumaş yapısında görülmüştür.



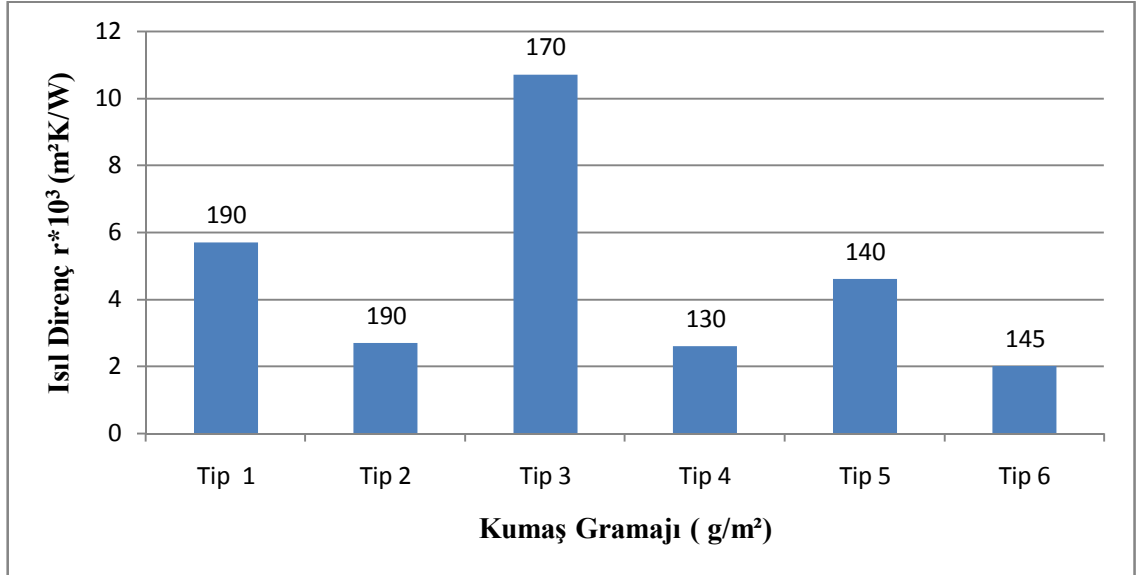
Şekil 5.1. Kumaşların Isıl Direnç Grafiği

Burada dikkat çeken nokta Tip 3 kumaş yapısının kalınlığının en yüksek, Tip 6 kumaş tipinin ise kalınlığının en düşük değere sahip olmasıdır. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda olduğu gibi kuru haldeki bir kumaşın termal direncinin özellikle kalınlığa bağlı olduğunu göstermiştir. Kumaşların lif yapılarının polyester olması sebebiyle lif iletkenliğinin ısı direnç üzerine etkisi yoktur. Bu ifadeyle uyumlu şekilde termal direnç ve kalınlık arasındaki kuvvetli ilişki Şekil 5.2’de de görülmektedir. Korelasyon katsayısı 0,965 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, ısı direncin kumaş kalınlığıyla doğru orantılı olarak değiştiği söylenebilir.



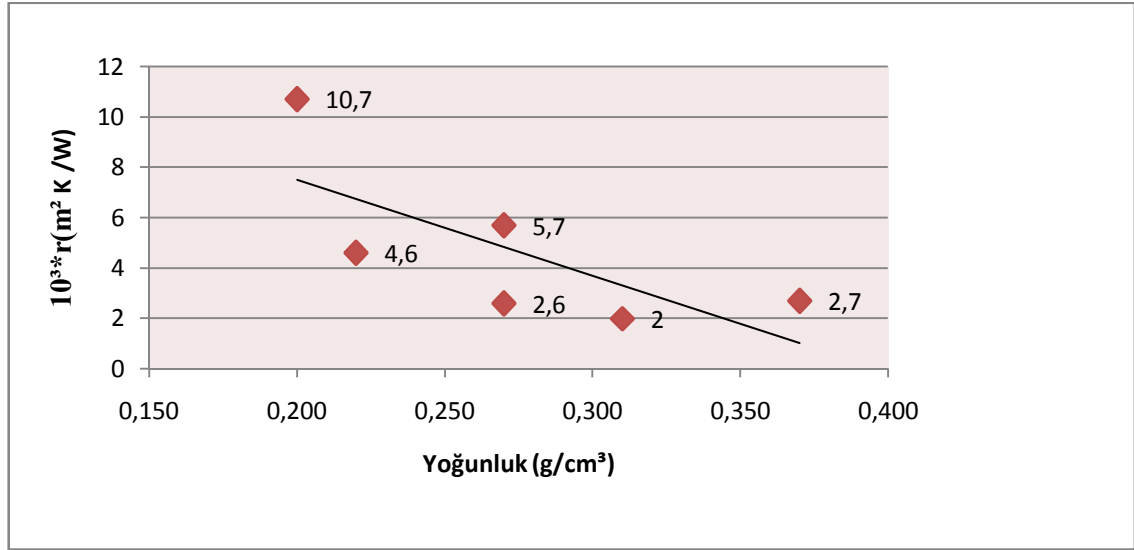
Şekil 5.2. Kumaşların ısı direnç kalınlık ilişkisi. Korelasyon katsayısı : 0.965

Kumaşların gramajı ile termal direnç özellikleri arasındaki ilişki Şekil 5.3'te verilmiştir. Burada korelasyon katsayısı (0,318) düşük olup, gramajla termal yalıtım özelliği arasında zayıf bir ilişki bulunmuştur. Gramaj artışı kalınlıkta da bir miktar artışa sebep olacağından gramajla ısı direnç arasında dolaylı bir ilişki mevcuttur.



Şekil 5.3. Kumaşların ısı direnç ve gramaj ilişkisi

Kumaş yoğunluğu, gramajın kalınlığa bölümünden elde edilir. Burada kullanılan lif tipi polyester olduğundan yoğunluk, örgü tipinin ve iplik numarasın termal özellikler üzerine etkisini, gramaj ve kalınlıkla bağlantılı olarak incelemekte yardımcı olmuştur. Kumaş yoğunluğunun termal dirence etkisi Şekil 5.4'te gösterilmiştir. Kumaş yoğunluğuyla termal direnç arasında ters orantı olduğu ve kumaş yoğunluğu arttıkça ısı direncin düştüğü görülmektedir. Bunun nedeni kumaş yoğunluğu düştükçe kumaş içerisindeki boşluklara hapsedilen hava miktarının artması sonucu, havanın tekstil liflerine göre oldukça yüksek olan termal direnç değeri, kumaştaki toplam ısı transferini azaltıp termal direnci arttıracaktır.



Şekil 5.4. Kumaş ısı direnci ile kumaş yoğunluğu ilişkisi. Korelasyon katsayısı : -0,724

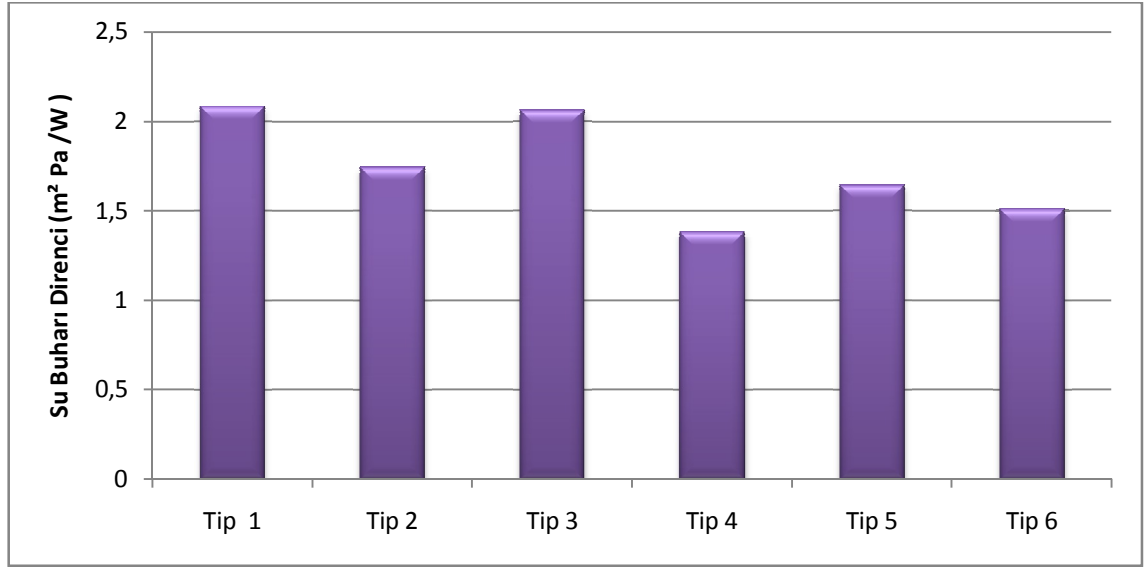
5.1.2.Kumaşların Su Buharı Direnci (R_{et}) Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2'de kumaşların su buharı direncine ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Burada tek faktörlü varyans analizi yapılmasının nedeni kumaş tiplerinin kontrollü olarak üretilmemesinden dolayıdır. Su buharı direncine ait varyans analizi değerlendirildiğinde; kumaş farklılığının direnç değerlerinde anlamlı farklar ortaya çıkardığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.2. Kumaşların su buharı direncine ait varyans analizi

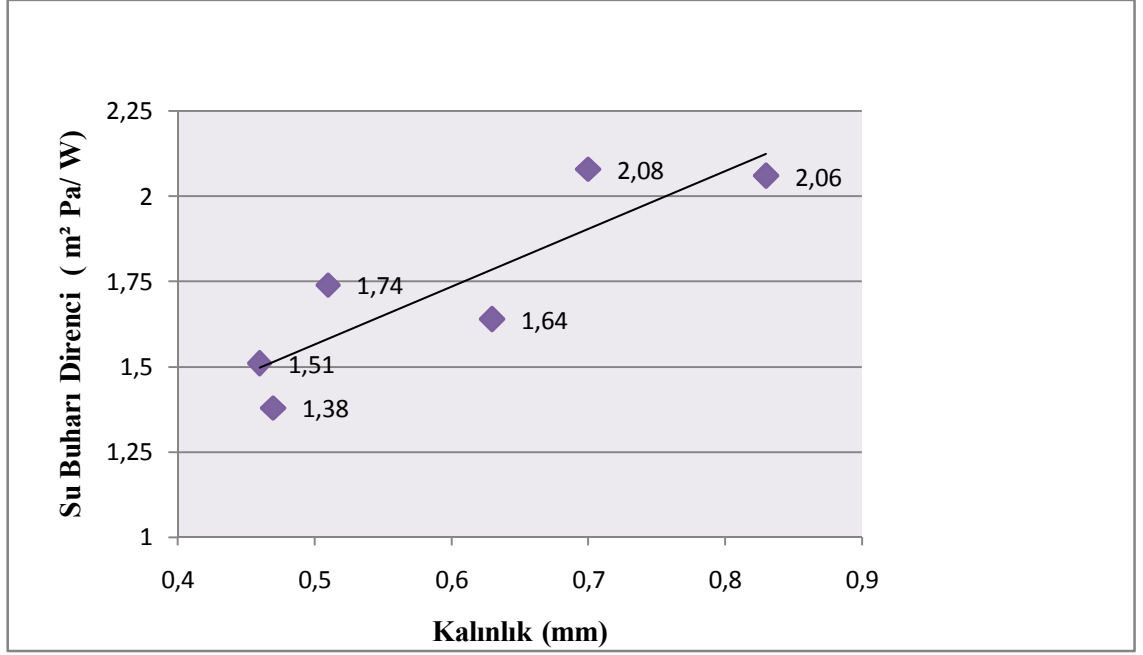
Varyans Kaynağı	df	SS	MS	F _S	F _{TABLO}
Kumaş Tipi	5	1,2	0,24	5,85	3,11
Hata	12	0,5	0,041		
Toplam	17	1,25			

Şekil 5.5'te kumaşların su buharı dirençlerinin karşılaştırılması verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere en yüksek su buharı direncine sahip kumaşlar Tip 1 ve Tip 3 kumaş yapılarıdır. Bunun nedeni bu kumaş yapılarının kalınlıklarının yüksek olmasındandır. Ayrıca bu kumaş yapılarının gramaj değerlerinin de diğer kumaşlardan fazla olduğu bilinmektedir. Tip 2 yapısı ise gramajı yüksek olmasına rağmen kalınlığı düşük olduğundan su buharı direnç değeri düşüktür. En düşük su buharı geçirgenliğine sahip kumaş ise kalınlığı en düşük olan kumaş yani; Tip 4 kumaş yapısıdır.



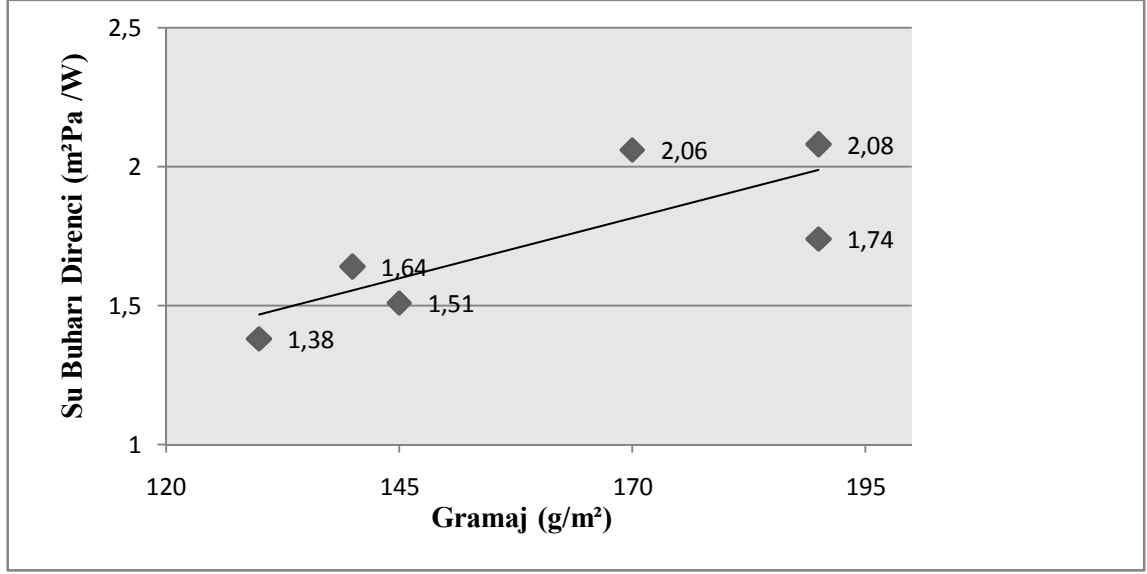
Şekil 5.5. Kumaşların su buharı direnci grafiği

Şekil 5.6'da kumaş kalınlığının su buharı direncine etkisi gösterilmektedir. Burada su buharı direnci ve kumaş kalınlığı arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Korelasyon katsayısı (0,87) olarak bulunmuştur. Kumaş kalınlığı arttıkça su buharı direnci de arttığından kumaşta konforsuzluk hissi artar. Sonuç olarak su buharı direnci özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biri kumaş kalınlığıdır denilebilir.



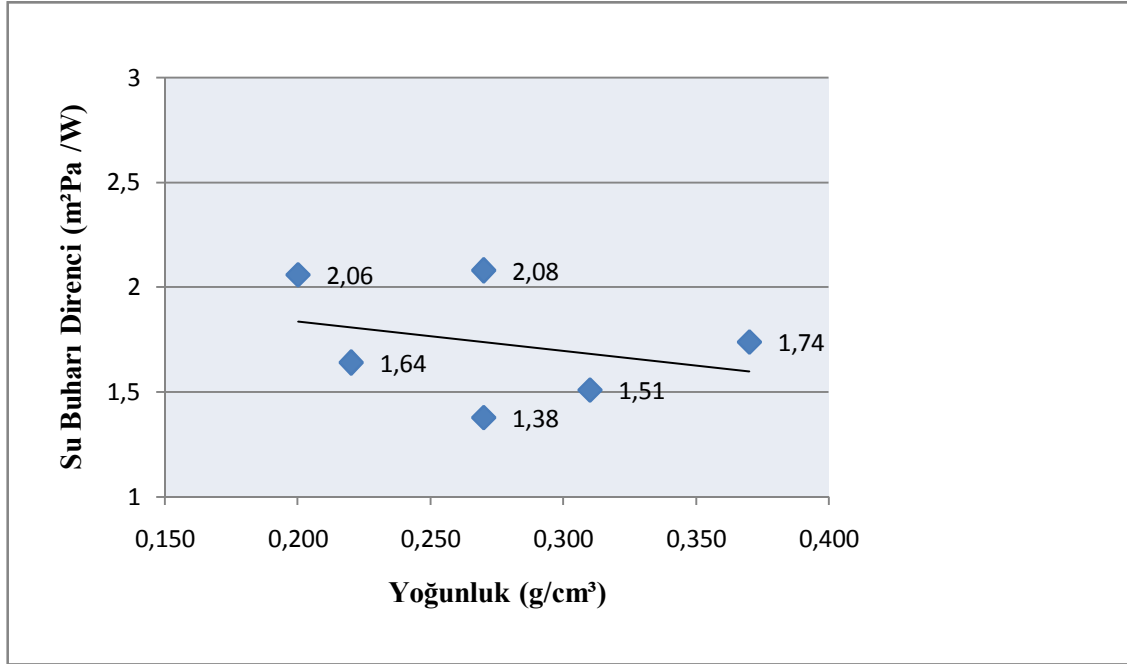
Şekil 5.6. Su buharı direnci kalınlık ilişkisi korelasyon 0,87

Şekil 5.7’de su buharı direnci ile gramaj arasındaki ilişki verilmiştir. Burada korelasyon katsayısı (0,79) ‘dur. Korelasyon katsayısından da anlaşılacağı üzere kumaş gramajıyla su buharı direnci arasında kuvvetli bir ilişki mevcuttur. Kumaş gramajı arttıkça su buharı direnç değeri de artar. Su buharı direnç değerinin artması, terleme sırasında vücut ısını dengelemek için,terin su buharı formunda dış ortama atılmasını güçleştirir. Bu nedenle özellikle spor giyimde kullanılan kumaş yapılarının su buharı direnç değerlerinin düşük olması gerekir.



Şekil 5.7. Su Buharı direnci ve kumaş gramajı ilişkisi . Korelasyon : 0,79 .

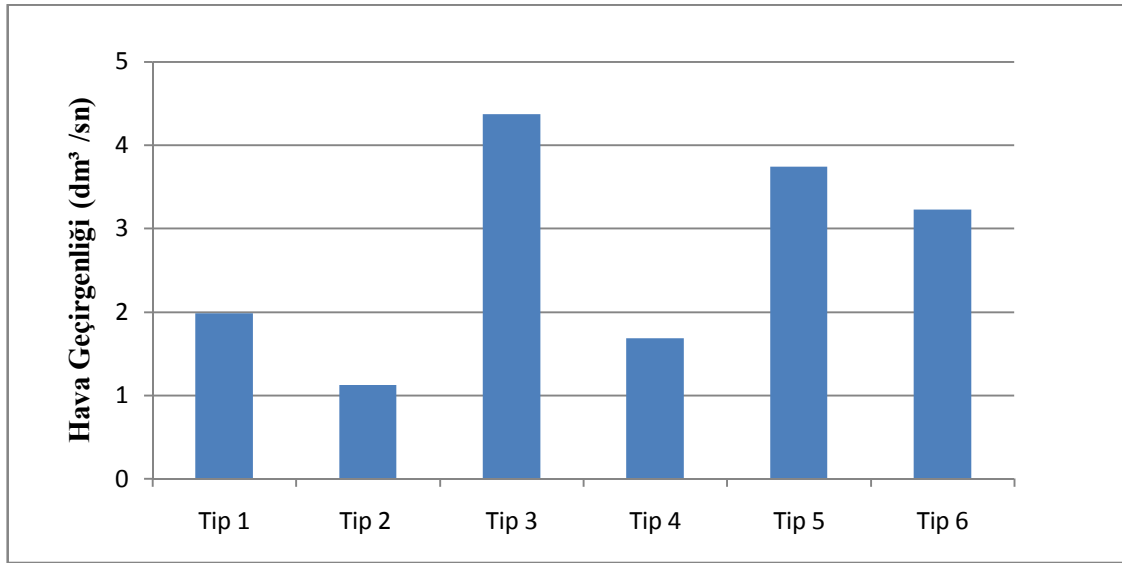
Şekil 5.8’de su buharı direnci ile kumaş yoğunluğu arasındaki ilişki gösterilmiştir. Burada korelasyon katsayısı (-0,30) olarak bulunmuştur. Korelasyon katsayısından da anlaşılacağı gibi kumaş yoğunluğu ile su buharı direnci arasında negatif bir ilişki görülmektedir. Kumaş yoğunluğu arttıkça su buharı direnci düşer. Bunun nedeni yoğunluk arttıkça lif boşlukları arasındaki durgun havanın yerini liflerin almasıdır.



Şekil 5.8. Su buharı direnci kumaş yoğunluğu ilişkisi .Korelasyon katsayısı : - 0,30.

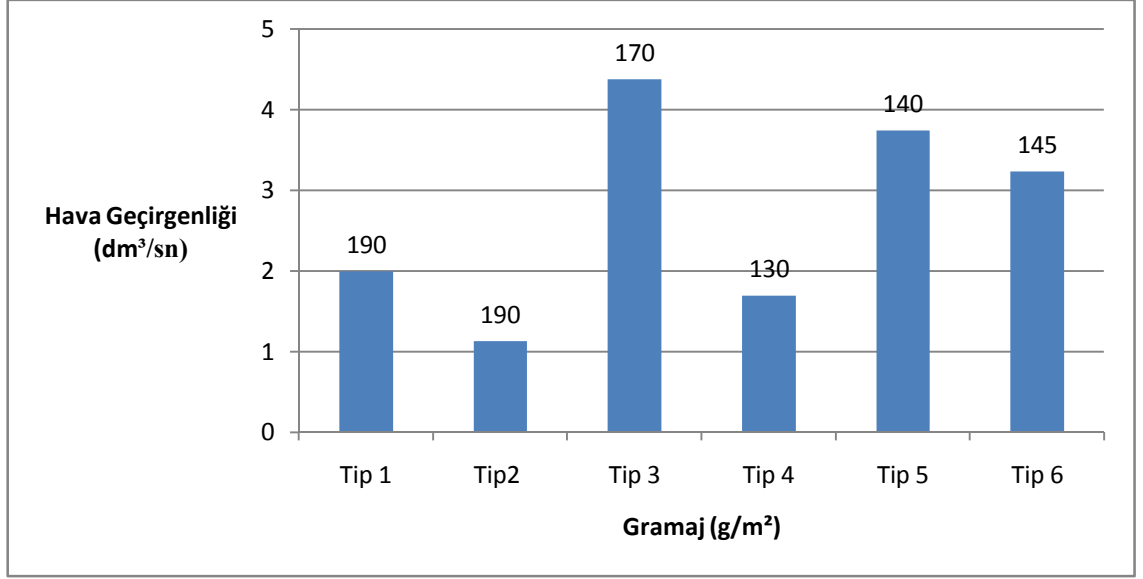
5.1.3. Kumaşların Hava Geçirgenliği Değerlerinin Karşılaştırılması

Şekil 5.9’da kumaş tiplerinin hava geçirgenliği değerleri karşılaştırılmıştır. Waffle örgü kumaşın, hava geçirgenlik değerinin diğer kumaşlardan daha fazla olduğu görülür. Bunun nedeni waffle örgü yapısından kaynaklanmaktadır. Örgü yapısının kumaş gözenekliliğini artırması nedeniyle hava geçirgenliği değeri de artmıştır. En düşük hava geçirgenliği değeri ise 1,13 dm³/sn hava geçirgenliği değerine sahip Tip 2 süprem kumaşta görülmüştür. Bunun nedeni süprem örgü kumaş yapısının gözenekliliğinin daha az olmasındandır. İkinci en düşük hava geçirgenlik değeri ise 1,69 dm³/sn değeri ile Tip 4, yani 1x1 interlok kumaş yapısında görülmüştür. Yağmur desen örgü yapısına sahip Tip 1 ve Tip 5 kodlu kumaşların hava geçirgenliği farklılığının bu iki kumaşın iplik özellikleri de aynı olduğundan(mikrolif polyester) gramaj ve dolayısıyla kalınlık farkından olduğu düşünülmektedir.



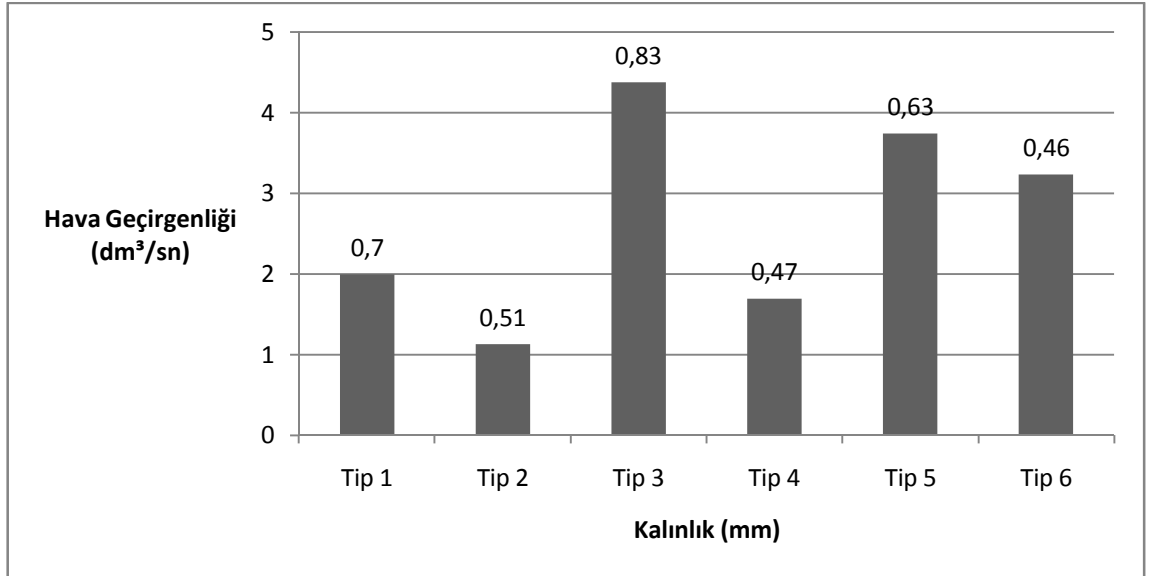
Şekil 5.9 . Kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 5.10’da gramaj hava geçirgenliği ilişkisi görülmektedir. Burada korelasyon katsayısı (-0,3) olarak bulunmuştur. Kumaş gramajıyla hava geçirgenliği arasında negatif yönlü zayıf bir ilişki vardır.



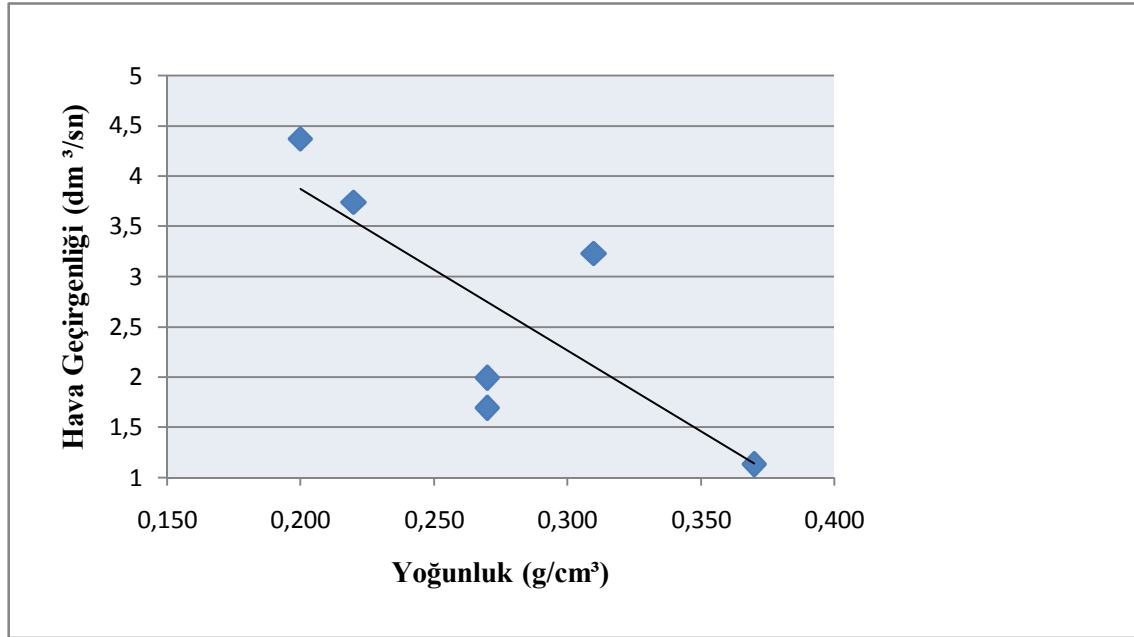
Şekil 5.10. Kumaşların hava geçirgenliği ile gramaj ilişkisi

Şekil 5.11’de hava geçirgenliği ile kalınlık ilişkisi görülmektedir. Burada korelasyon katsayısı (0,57), yani orta bir değerdir. Hava geçirgenliği ile kalınlık arasında direk bir ilişki yoktur. Hava geçirgenliği daha çok kumaş gözenekliliği ve gözenek boyutundan etkilenir. Yani gözeneklilik ve dolayısı ile örgü yapısı kumaşın hava geçirgenliğini daha çok etkiler.



Şekil 5.11. Kumaşların hava geçirgenliği kalınlık ilişkisi

Şekil 5.12'de yoğunluk hava geçirgenliği ilişkisi verilmiştir. En yüksek hava geçirgenliği değeri en düşük yoğunluğa sahip 0,2 g/cm³ waffle kumaştır. En yüksek yoğunluğa sahip (0,37 g/cm³) Tip 2 kumaş yapısının en düşük hava geçirgenliği değerinin sahip olduğu görülmüştür. İkinci en yüksek hava geçirgenliği değeri ise ikinci en düşük yoğunluklu Tip 5 kumaş yapısında görülmüştür. Bunun sonucu olarak da hava geçirgenliği ile kumaş yoğunluğunun ters orantılı olduğu söylenebilir. Kumaş yoğunluk değerleri aynı olan Tip 1 ve Tip 4 kumaş yapılarının hava geçirgenlik değerlerinin farklı olmasının nedeni ise örgü yapılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Tip 1 kumaş yapısı yağmur desen örgü yapısında olduğu ve süprem örgü yapısındaki kumaşa göre daha çok gözenekli olduğu için, hava geçirgenlik değeri de daha yüksektir. İkinci en yüksek yoğunluğa sahip Tip 6 kumaş yapısının hava geçirgenlik değerinin yüksek olmasının nedeni ise bu tipte kullanılan Polyester ipliğin trilobal kesit şeklinde olmasından ve örgü yapısından kaynaklandığı söylenebilir.



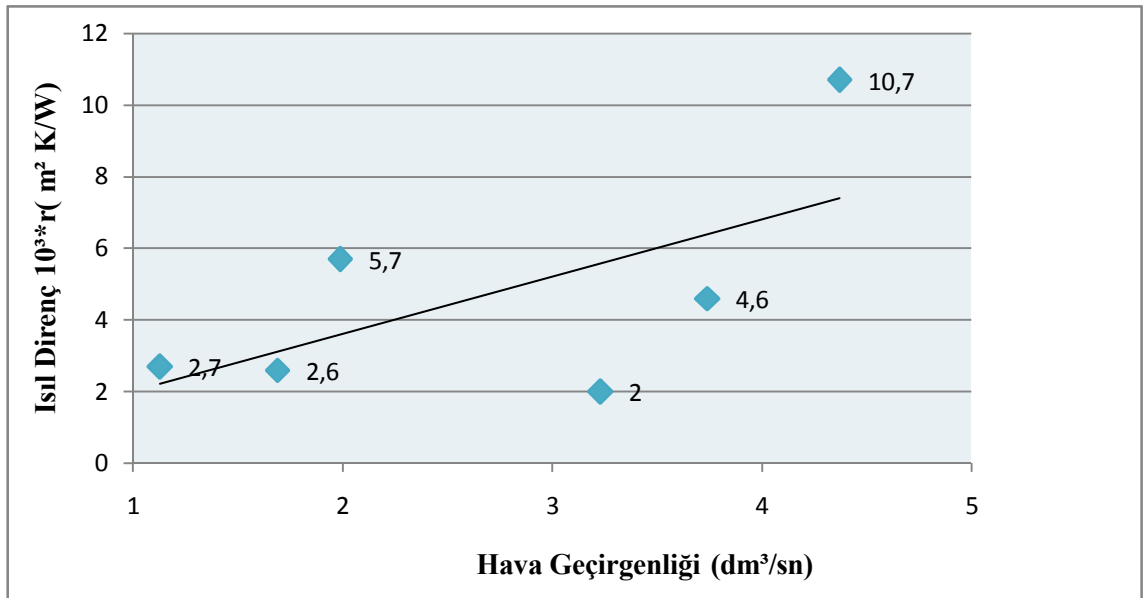
Şekil 5.12. Hava geçirgenliği yoğunluk ilişkisi

Şekilde hava geçirgenliği yoğunluk ilişkisi gösterilmiştir. Burada korelasyon katsayısı (-0,72) 'dir. Korelasyon katsayısından da anlaşılacağı üzere yoğunluk ile hava geçirgenliği arasında negatif yönlü kuvvetli bir ilişki mevcuttur. Kumaş yoğunluğu arttıkça kumaş hava boşluklarının yerini lifler alacağından hava geçirgenliği düşer. Bu da konfor özellikleri açısından istenmeyen bir durumdur. Giysilerin nefes alabilir

özelliğinde olması gereklidir. Yani su buharı ve hava geçirgenliği özelliklerinin iyi olması gerekir. Böylece giysi teri hızlı bir şekilde dış ortama aktararak, kişiyi konforlu hissettirir.

5.1.4. Kumaşların Isıl Direnç-Hava Geçirgenliği Karşılaştırılması

Şekil 5.13'te de görüldüğü gibi en yüksek hava geçirgenliği ve dolayısıyla gözenekliliğe sahip Tip 3 waffle örgü yapısının bilinenin aksine en yüksek ısı direnç değeri gösterdiği görülür. Bunun nedeni kumaş gramaj ve kalınlık değerlerinin yüksek olması ile açıklanabilir. Çünkü normal şartlarda hava geçirgenliğinin artması ısı direnci düşürecek şekilde etki eder. İkinci en yüksek ısı direnç değeri Tip 1 yağmur damlası yapısında görülür. Bu kumaş da yapısı itibarıyla gözenekli olmasına rağmen, gramaj ve kalınlık değerlerinin yüksek olmasından dolayı daha yüksek ısı direnç gösterir. En düşük ısı direnç değeri ise Tip 6 kumaş yapısında görülür. Bu kumaş yapısının hava geçirgenliği yüksek ve dolayısıyla ısı direnç değeri düşüktür. Aynı zamanda bu kumaş yapısının gramaj ve kalınlık değerleri de düşüktür. Bu kumaş yapısı hava geçirgenliği ile ısı direncinin birbiriyle ters orantılı olarak değiştiği olgusunu destekler niteliktedir.



Şekil 5.13. Hava geçirgenliği ısı direnç ilişkisi. Korelasyon katsayısı: 0,629'dur.

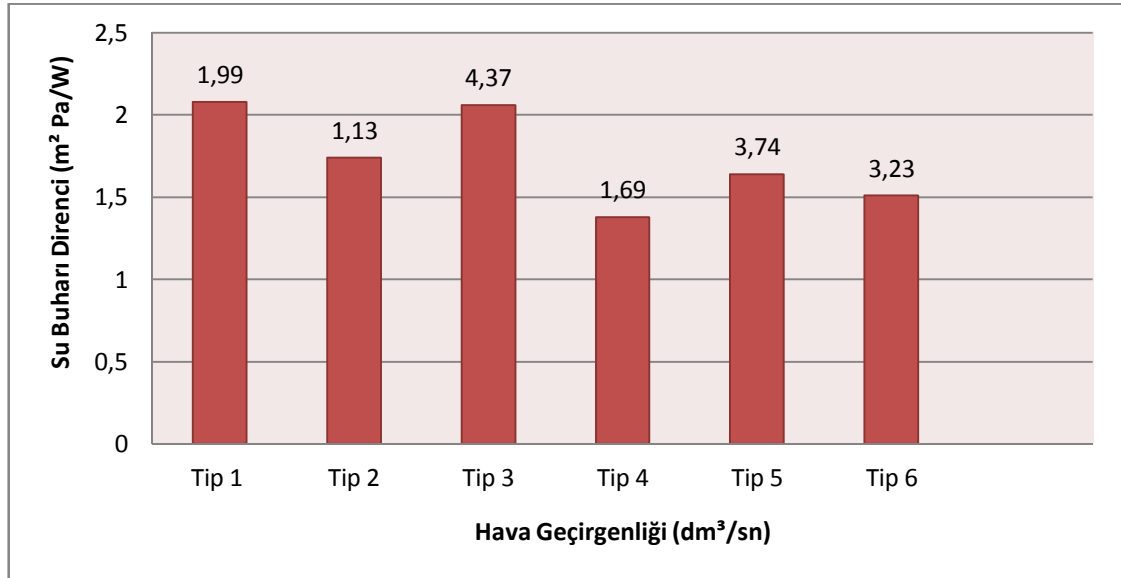
5.1.5.Kumaşların Su Buharı Direnci –Hava Geçirgenliği Karşılaştırılması

Kumaşların hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi Çizelge 5.3'te verilmiştir. Burada kumaş farklılıklarının hava geçirgenliği üzerine anlamlı farklılıklar çıkardığını söyleyebiliriz. Bunun nedeni kullanılan kumaş yapılarının hava geçirgenliğinin etkileyen örgü ve kalınlık gibi faktörlerinin , her kumaş tipinde farklı olmasındandır. Hava geçirgenliğini etkileyen en önemli etkenlerden biri kumaşın gözenekliliğini etkileyen örgü yapısıdır.

Çizelge 5.3. Kumaşların hava geçirgenliğine ait varyans analizi

Varyans Kaynağı	df	SS	MS	F _S	F _{TABLO}
Kumaş Tipi	5	80,94	16,18	1294,4	2,37
Hata	54	0,68	0,0125		
Toplam	59	81,62			

Şekil 5.14'te su buharı direnci ile hava geçirgenliği değerleri arasındaki ilişki verilmiştir.



Şekil 5.14. Kumaşların su buharı direnci ve hava geçirgenliği değerlerinin gösterilmesi

Şekil 5.14'te görüldüğü gibi hava geçirgenliği en yüksek olan kumaş yapısının su buharı direnci değerinin en yüksek değerde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni kumaş yapısının gözenekli olmasına rağmen kalınlığının fazla olmasındandır. Çünkü normalde

hava geçirgenliğinin artması gözenekliliğin artmasına sebep olur. Bunun sonucunda da su buharı geçirgenliği değerinin artması gerekir burda ise tersi bir durum görülmektedir. Bunun nedeni Tip 3 kumaş yapısının kalınlık ve gramajının yüksek olmasıyla açıklanabilir. En düşük hava geçirgenliği yapısına sahip olan Tip 2 süprem örgü yapısının su buharı direnç değerinin diğer kumaşlarla karşılaştırıldığında orta değerlerde olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin de kumaş gramajının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En düşük su buharı direnç değerine sahip olan kumaş yapısı 1x1 interlok örgü yapısına sahip olan Tip 4 kumaş yapısıdır. Bunun nedeninin bu kumaş yapısının diğerleriyle karşılaştırıldığında en düşük gramaj ve kalınlık değerine sahip olduğu görülür.

5.2.Kumaşların Nem Yönetimi (MMT) Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

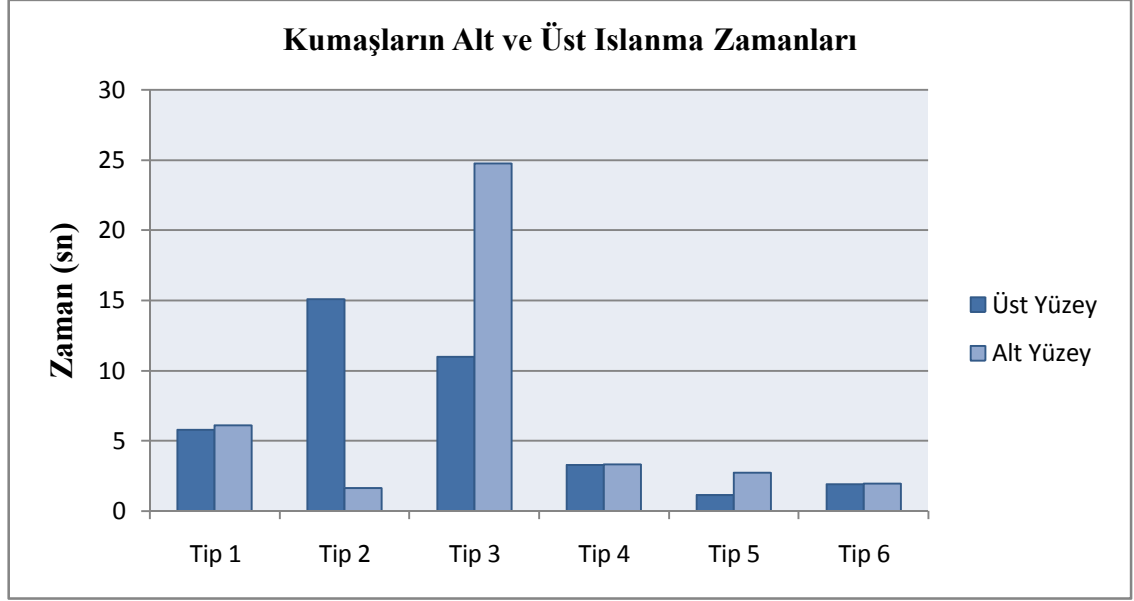
5.2.1.Kumaşların Alt ve Üst İslanma Zamanlarının Karşılaştırılması

İslanma süresi kumaşın alt ve üst yüzeylerinin test başladıktan sonra ıslanmaya başlamasıdır ve saniye cinsinden tanımlanır. Burada üst; kumaşın deriyle temas ettiği yüzeyi, alt ise; kumaşın havayla temas ettiği yüzeyi temsil etmektedir. Ayrıca kumaşlarımız tek katman halindedir. Çizelge 5.4'te kumaşların ıslanma zamanlarına göre değerlendirme tablosu verilmiştir.

Çizelge 5.4. Kumaşların ıslanma zamanlarına göre değerlendirme tablosu

Derece	Değer Aralığı	İslanma Özelliği
1	>119	İslanma yok
2	119-20	Yavaş
3	20-5	Orta
4	5-3	Hızlı
5	≤ 3	Çok hızlı

Şekil 5.15'te tez kapsamında testleri yapılan kumaşların MMT test cihazında ölçülen alt ve üst ıslanma zamanı değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir.



Şekil 5.15. Kumaşların alt ve üst ıslanma zamanlarının karşılaştırılması

Şekil 5.15'te görüldüğü gibi ıslanma zamanı kumaş tipine göre değişmektedir. Aynı zamanda bazı kumaşlarda üst ıslanma zamanı alt ıslanma zamanından fazla, bazı kumaşlarda ise alt ıslanma zamanı üst ıslanma zamanından fazladır. Tip 2 nolu kumaş dışındaki bütün kumaşlarda alt ıslanma zamanı, üst ıslanma zamanından daha fazla veya eşittir. Burada alt ıslanma zamanının en yüksek olduğu Tip 3, yani waffle örgü kumaş yapısıdır. Bu yapıda üst yüzeye damlatılan su daha yavaş şekilde ve daha uzun zamanda alt yüzeye iletilir. Bu da waffle örgü yapısının su itici kumaş yapısına benzer bir davranış göstermesindedir. Çizelge 5.4'te verilen değerlendirme tablosuna göre Tip 3 waffle örgü kumaşın alt ıslanma zamanı yaklaşık 25 saniye ve bu değer 119-20 aralığında olduğundan, bu kumaşın alt yüzeyi yavaş ıslanma özelliği gösterir. Üst ıslanma zamanı ise yaklaşık 11 saniye olduğu ve bu 5-20 değer aralığında olduğu için, üst yüzey orta değerde ıslanma gösterir.

Alt ıslanma zamanının üst ıslanma zamanından fazla olması kumaşın su emilim kapasitesiyle ilgilidir. %100 Mikrolif polyester iplikten yapılan Tip 1 ve Tip 5 kodlu kumaşları karşılaştıracak olursak, bu kumaşların örgü yapıları benzer olduğundan ıslanma zamanlarının da benzer davranış gösterdiği görülmüştür. Burada Tip 5'in ıslanma zamanlarının düşük olması, iplik numarasının daha ince olması dolayısıyla kumaş kalınlığı ve gramajının düşük olmasıyla açıklanabilir. İplik numarası incelidikçe

kumaş kalınlığı düşecek ve kalınlığı az olan kumaş eşit miktarda su ile muamele edilse de daha çabuk ıslanma gösterecektir. Tip 1 kumaş yapısının alt ve üst ıslanma zamanları 5 saniye civarı ve bu değer 5-20 değer aralığında olduğundan bu kumaş orta değerde ıslanma özelliği gösterir. Tip 5 kumaş yapısının ıslanma zaman değerleri 2 saniye ve daha az sürede olduğu ve bu değerın ıslanma değer tablosunda 3 değerinden düşük olduğundan bu kumaş tipi mükemmel ıslanma özelliği gösterir.

Tip 2 kodlu kumaş, süprem örgü yapısına sahiptir. Burada üst ıslanma zamanının alt ıslanma zamanından daha fazla olduğu görülür. Bunun nedeni üst yüzeye damlatılan test solüsyonunun üst yüzeyde daha uzun zamanda ıslanmaya sebep olurken alt yani dış yüzeyde daha hızlı yayıldığı anlamına gelir. Burada üst ıslanma zamanı yaklaşık 15 saniye yani orta değer gösterirken, alt ıslanma zamanı 1,65 saniye yani mükemmel özellik gösterir.

Tip 4 kumaş yapısı, 1x1 interlok örgü yapısına sahiptir. Burada alt ve üst ıslanma zamanlarının birbiriyle hemen hemen aynı olduğu görülür. Bu üst yüzeye damlatılan test solüsyonunun hızlı bir şekilde alt yüzeye iletiildiği anlamına gelir. Tip 4 kumaş yapısında alt ve üst ıslanma zamanları 3,34 ve 3,29 saniye civarında olduğundan çok iyi ıslanma özelliği gösterirler.

Tip 6 kumaş tipinde ise alt ve üst ıslanma zamanları birbirlerine çok yakındır. Üst yüzeye damlatılan test solüsyonu hızlı bir şekilde alt yüzeye iletilir. Bu, kumaşın suyu hızlı emen ve hızlı kuruyan kumaş yapısına sahip olmasındandır. Tip 6 kumaş yapısında da alt ve üst ıslanma zamanları 3 saniyeden daha düşük olduğundan mükemmel ıslanma davranışı gösterirler.

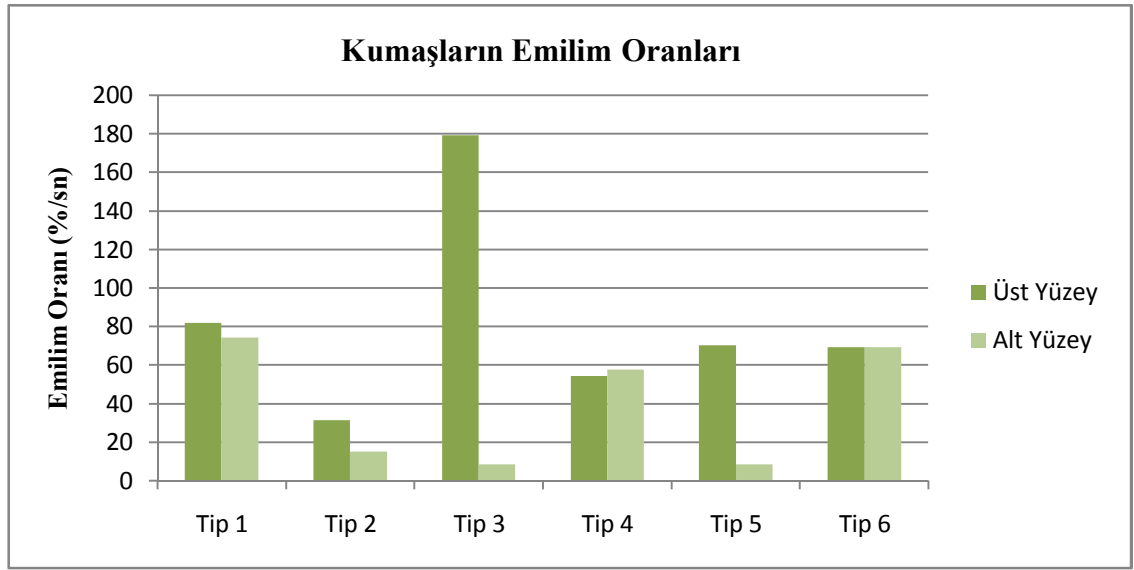
5.2.2. Kumaşların Emilim Oranlarının Karşılaştırılması

Absorpsiyon yani emilim oranı, pompalama zamanı süresi içerisinde (20 sn) kumaşın alt ve üst yüzeylerinin ortalama nem emicilik yeteneği (%/sn) olarak tanımlanır. ıslanma zamanında olduğu gibi emilim oranı da iplik numarası inceldikçe, kumaş kalınlığının düşmesiyle ters orantılı olarak artar. Çizelge 5.5'te kumaşların emilim oranlarına göre değerlendirme tablosu verilmiştir. Bu değerlere göre kumaşların emilim özelliği tespit edilmiştir.

Çizelge 5.5. Kumaşların emilim oranlarına göre değerlendirme skalası

Derece	Değer Aralığı	Emilim Özelliği
1	0-10	Çok yavaş
2	10-30	Yavaş
3	30-50	Orta
4	50-100	Hızlı
5	>100	Çok hızlı

Şekil 5.16'da kumaşların alt ve üst yüzeylerinin emilim oranları verilmiştir.



Şekil 5.16. Kumaşların emilim oranlarının karşılaştırılması

Şekil 5.16'ya göre, genellikle üst emilim oranının alt emilim oranından fazla olduğu görülür (Tip 4 hariç). Bu da ter çözeltisinin kumaşın deriye yakın kısmı tarafından büyük oranda emilim yaptığı, terin dış yüzeye doğru difüzyonla iletildiği ve bir kısmının da kumaşın alt yüzeyinde toplandığını gösterir. Buna en çarpıcı örnek Tip 3 waffle örgü yapısıdır. Üst tabakanın hızlı bir şekilde emdiği su alt tabakaya yavaş iletilir veya bir kısmı iletilmez. Deri yüzeyinde biriken su kişiye rahatsızlık verir. Burada Tip 3 üst yüzey emilim oranı 180 yani, 100'den büyük olduğundan çok hızlı emilim özelliği gösterirken, alt yüzey emilim oranı 0-10 değer aralığında yani çok yavaş emilim özelliği gösterir. Üst yüzey tarafından emilen terin çok az bir kısmı dış yüzeye iletildiğinden kumaş iç yüzeyinde sıvı birikmesi olur, bu da konforsuzluk hissine sebep olur. Bu kumaş suyu hızlı emen fakat yavaş kuruyan kumaş yapısına örnektir.

Tip 4, 1x1 interlok kumaş örgü yapısında kumaşın deriyle temas eden üst yüzeyi tarafından emilen terin, diğer tiplerden farklı olarak hızlı bir şekilde kumaşın dış yüzeyine transfer edildiği görülür. Burada üst ve alt emilim değerleri emilim özelliği değerlendirme tablosuna göre hızlı değer aralığında görülmektedir. Bu da kumaşın deriyle temas eden yüzeyinde terin birikmediği anlamına gelir. Bu nedenle kumaş daha konforlu hissettirir.

Tip 6 kumaş yapısının ise alt ve üst emilim oranlarının hemen hemen birbirinin aynı olduğu görülür. Bunun nedeni kumaşların alt ve üst ıslanma zamanlarının mükemmel olarak derecelendiği görülür. Kumaş emilim özelliği tablosuna göre bu kumaşların emilim oranları 50-100 değer aralığına sahip olduğundan hızlı emilim yapan kumaş özelliği gösterirler. Bu kumaş nem yönetimi özelliğine sahip suyu hızlı emen ve hızlı kuruyan kumaş yapısına örnektir.

Tip 1, yağmur desen örgü yapısında da kumaş alt ve üst emilim oranları Çizelge 5.5. emilim oranları değerlendirme tablosuna göre 50-100 aralığında olduğundan hızlı emilim özelliği gösterir.

Tip 2, süprem kumaşın alt ve üst emilim oranları Çizelge 5.5' e göre 10-30 değer aralığında olduğundan bu kumaşın emilim özellikleri yavaştır. Kumaşın deri ile temas eden yüzeyinde ter birikmesi olur bu da konforsuzluk hissine sebep olur.

Tip 5, yağmur desen örgü yapısında üst emilim oranı hızlı bir davranış gösterirken alt emilim oranı yavaş davranış gösterir. Bu da kumaşın deriyle temas eden yüzeyi tarafından hızlı bir şekilde emilen ter çözeltisinin yavaş bir şekilde dış yüzeye aktarıldığı anlamına gelir.

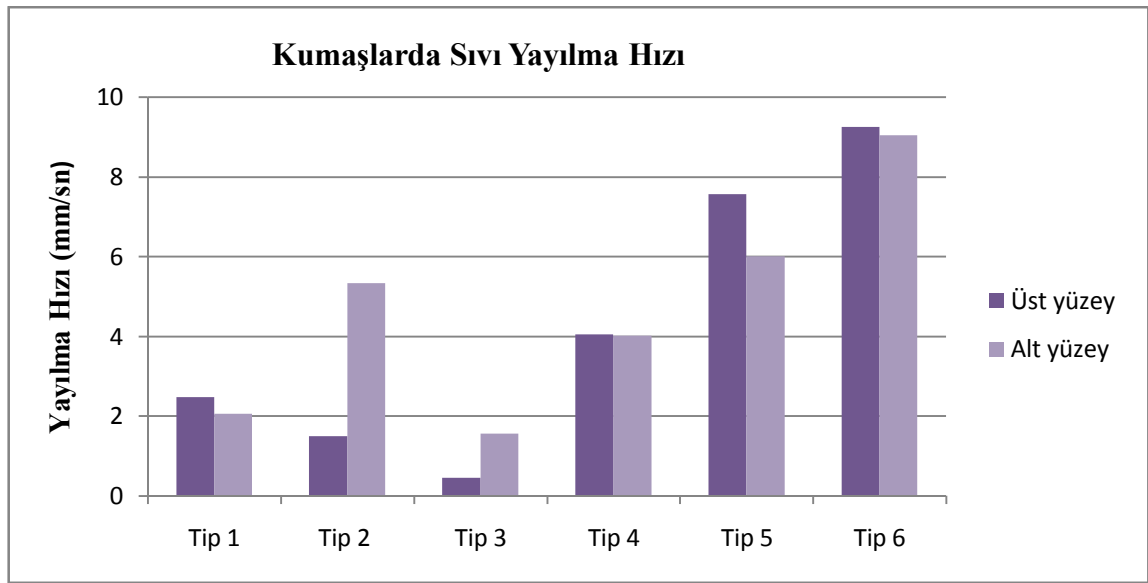
5.2.3.Kumaşların İslanma Hızlarının Karşılaştırılması

İslanma hızı: merkezden maksimum ıslanma halkasına kümülatif yayılma hızı olarak tanımlanır.Kumaşların alt ve yüzey yayılma hızı özelliği Çizelge 5.6'da verilen değerlendirme tablosuna göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.6. Kumaşların yayılım hızı değerlendirme tablosu

Derece	Değer Aralığı	Sıvı Yayılma Hızı
1	0-1	Çok yavaş
2	1-2	Yavaş
3	2-3	Orta
4	3-4	Hızlı
5	>4	Çok hızlı

Şekil 5.17’de kumaşların alt ve üst sıvı yayılım hızlarının karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 5.17. Kumaşların alt ve üst sıvı yayılım değerlerinin karşılaştırılması

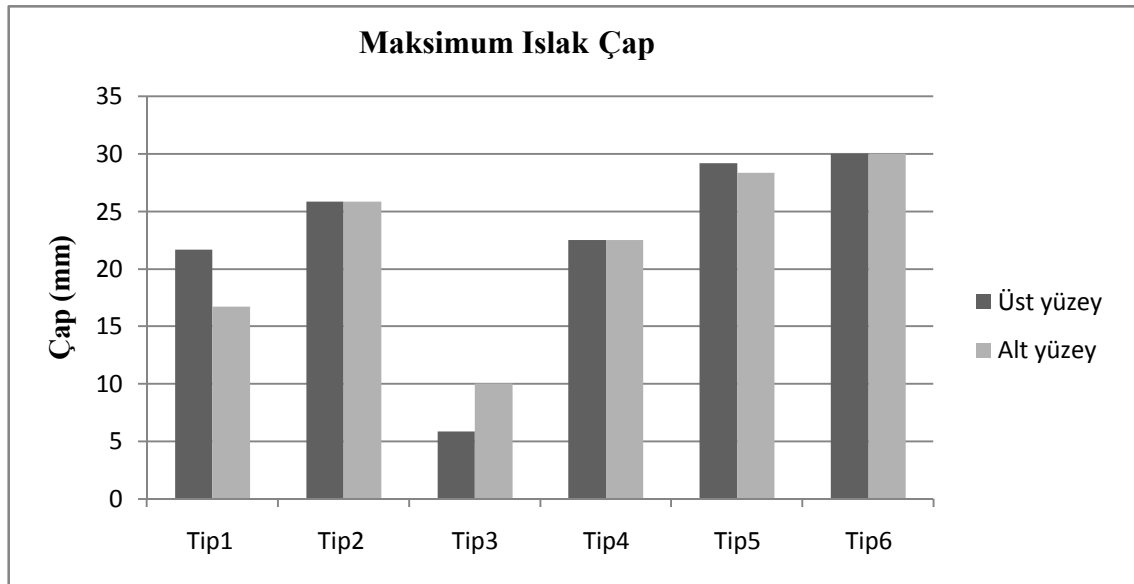
Şekil 5.17’de de görüldüğü gibi Tip 4, Tip 5 ve Tip 6 kumaş yapılarında, kumaşın deriyle temas eden yüzeyi tarafından emilen ter sıvısının hızlı bir şekilde kumaşın üst yüzeyine dağılım yaptığı görülür. Aynı zamanda bu kumaşların yayılma hızı değerleri Çizelge 5.6’da belirtilen yayılma hızı değerlendirme tablosuna göre (>4) olduğundan bu kumaşların sıvı yayılım hızı çok fazladır. Bu kumaşların emilim oranları da yüksek olduğundan, bu kumaşlara teri hızlı bir şekilde emerek dış yüzeye ileten ve hızlı kuruyan kumaş yapısına sahiptir diyebiliriz. Bunlar konforlu hissettiren kumaş yapılarıdır.

Tip 2 ve Tip 3 yapılarında ise kumaşın deriyle temas eden yüzeyi tarafından emilen terin dış yüzeye difüzyonla iletilerek, kumaşın dış yüzeyinde iç yüzeye göre daha hızlı bir dağılım yaptığı görülür. Tip 2 kumaş yapısının alt yüzey yayılım hızı çok hızlı iken , üst yüzey yayılım hızı yavaştır. Tip 3 kumaş yapısında ise alt yüzey yayılma hızı çok yavaşken üst yüzey yayılma hızı yavaştır. Bu kumaşların alt emilim oranları da çok yavaş olduğundan bu kumaşlar teri yavaş bir şekilde emen ve yavaş kuruyan kumaş yapılarına örnektir. Bu da deri üzerinde terin biriktiği ve bu kumaşların konfor davranışlarının kötü olduğu anlamına gelir.

Tip 1 kumaş yapısının ise, kumaş alt ve üst yayılım hızları yavaş ve orta değerlerde olduğu ve bu kumaşın emilim özelliğinin de yavaş olmasından dolayı, bu kumaş yapısını yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaş yapısı olarak tanımlayabiliriz. Kumaşın konfor davranışı zayıftır.

5.2.4. Kumaşların Maksimum Islak Çap Değerlerinin Karşılaştırılması

Kumaşların maksimum ıslak çap değerleri kumaş tarafından emilen suyun hangi çapta kumaş yüzeyine dağılım yaptığı ve kumaşın kuruma davranışıyla ilgidir. Genel olarak çap büyüdükçe kuruma hızı da artar diyebiliriz. Şekil 5.18 'de kumaşların maksimum çap değerlerinin karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 5.18. Kumaşlarının maksimum ıslak çap değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 5.18’de görüldüğü gibi Tip 2, Tip 4 ve Tip 6 ‘da alt ve üst yüzeyin maksimum ıslak çapları hemen hemen birbirine eşittir. Bu da üst yüzeye damlatılan ter çözeltisinin hızlı bir şekilde difüzyonla alt yüzeye iletildiğini ve alt yüzeyde de hızlı bir dağılım yaparak aynı çapı gösterdiği anlamına gelir. Tip 3’te ise alt yüzeydeki çapın daha fazla olduğu görülür. Bu da terin dış yüzeyde iç yüzeye göre daha hızlı yayıldığı anlamına gelir. Çizelge 5.7’de kumaşların maksimum ıslak çap özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan değerlendirme tablosu verilmiştir.

Çizelge 5.7. Maksimum ıslak çap değerlendirme tablosu

Derece	Değer Aralığı	Maksimum Islak Çap
1	0-7	Islanma yok
2	7-12	Yavaş
3	12-17	Orta
4	17-22	Hızlı
5	>22	Çok hızlı

Burada Tip 1 üst ve alt yüzey maksimum çap değerleri, Çizelge 5.7’ ye göre hızlı ve orta değer aralığındadır. Kumaşın üst yüzeyine damlatılan ter çözeltisi alt yüzeyde daha düşük çapa dağılır. Bu kumaşın emilim ve yayılım değerlerinin de yavaş olmasından dolayı yavaş kuruyan kumaş yapısına örnek verilebilir.

Tip 2 kumaş yapısının, alt ve üst yüzey ıslanma çapları birbirine benzer özellikte çok hızlı davranış gösterir. Fakat bu kumaşın üst yüzey emilim ve yayılım hızı yavaş olduğundan her ne kadar geniş çapta ıslanma davranışı gösterse de kuruma hızı yavaştır.

Tip 3 kumaş yapısının maksimum ıslak çap değerleri 7-12 değer aralığında olduğundan bu kumaş yapısında ter daha düşük bir çapta dış yüzeye transfer edilir. Ayrıca bu kumaş yapısının emilim ve yayılım hızı davranışlarının da kötü olmasından dolayı yavaş ıslanan ve yavaş kuruyan kumaş yapısıdır. En konforsuz hissettiren kumaş yapısı bu kumaş yapısıdır diyebiliriz.

Tip 4 kumaş yapısının maksimum ıslak çap değerleri (>22) olduğundan ve bu kumaşların emilim ve dağılım özelliklerinin de çok iyi olmasından dolayı bu kumaşlar

teri hızlı emen ve hızlı kuruyan kumaş yapısına örnek verilebilir. Bu kumaş konforlu kumaş özelliği gösterir.

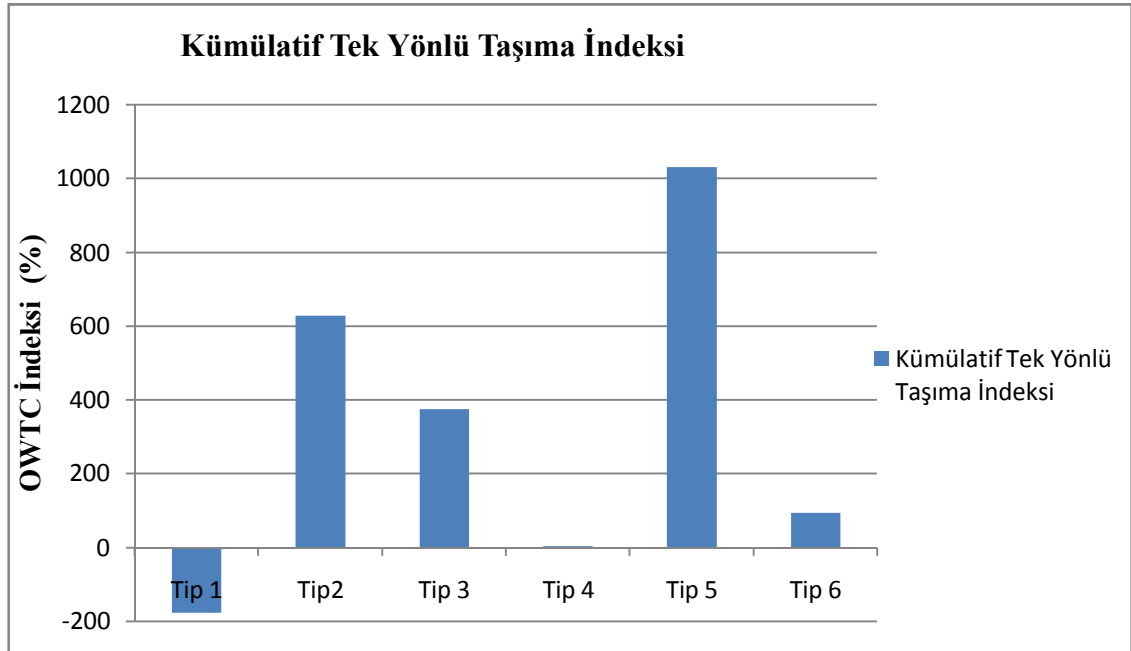
5.2.5.Kumaşların Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksinin Karşılaştırılması

Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi (OWTC): Kumaşın iki yüzü arasındaki nem miktarı farkıdır. Çizelge 5.8 'te kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksi özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan değerlendirme tablosu verilmiştir.

Çizelge 5.8. Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerlendirme tablosu

Derece	Değer aralığı	Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi
1	< -50	Tek Yönlü taşınım yok
2	(-50) -100	Zayıf
3	100-200	İyi
4	200-400	Çok İyi
5	≥ 400	Mükemmel

Şekil 5.19'da kumaşların tek yönlü taşıma indeksi değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 5.19. Kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerleri

Şekilden de anlaşılacağı üzere Tip 1 kumaş yapısında OWTC yani kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değeri -177,75 yani, kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değer tablosuna göre (-50) değerinden daha düşük olduğundan bu kumaşta tek yönlü taşınım yoktur, bu kumaşın kılcallık özelliği de çok zayıftır. Tip 4 süprem örgü yapısında kümülatif tek yönlü taşıma indeksi 2,95 ve Tip 6 kumaş yapısında 93,52 yani, kümülatif tek yönlü taşıma indeksi tablosuna göre (-50 ve 100) değerleri arasında olduğundan dolayı bu kumaşların transfer kapasitesi zayıftır. Tip 3 kumaş yapısı kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değeri 375,61 ve değer tablosuna göre (200-400) aralığında olduğundan bu kumaşın tek yönlü transfer kapasitesi çok iyidir. Yani bu kumaşın kılcallık özelliği çok iyidir. Tip 5 yağmur damlası örgü yapısında tek yönlü taşıma indeksi 1038,63 ve Tip 2 süprem örgü yapısında ise 628,93 değerine sahiptir yani, kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değer tablosuna göre (400)'den fazla olmasından dolayı bu kumaşların tek yönlü transfer kapasitesi mükemmeldir. Bu nedenle kılcallık özelliği en iyi kumaşlar Tip 2 ve Tip 5 kumaş yapılarıdır diyebiliriz.

5.2.6. Kumaşların Genel Sıvı Yönetim Performanslarının Karşılaştırılması

Kumaşların genel sıvı yönetim performansları (OMMC) : kumaşın genel nem yönetim özelliğini belirlemede kullanılan bir değerdir. Çizelge 5.9 'da kumaşların genel nem yönetim özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan değerlendirme tablosu verilmiştir. Bu değerlendirmeye göre kumaşların genel nem yönetim özellikleri Çizelge 5.10 'da verilmiştir.

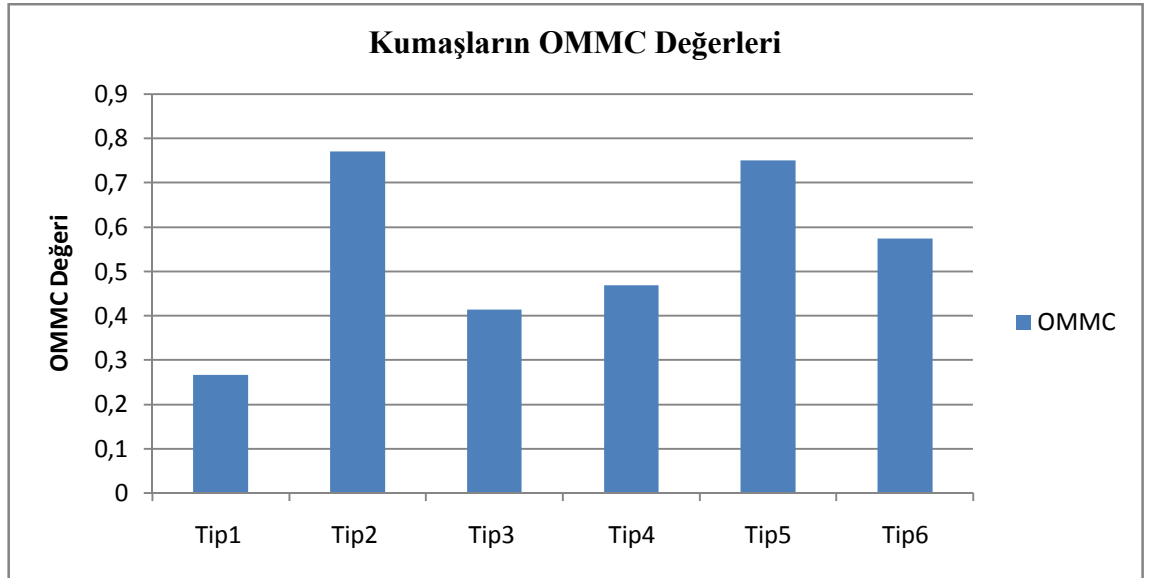
Çizelge 5.9. Kumaşların genel nem yönetim özellikleri değerlendirme tablosu

Derece	Değer aralığı	OMMC Değeri
1	0 - 0.2	Çok Kötü
2	0.2 - 0.4	Kötü
3	0.4 - 0.6	İyi
4	0.6 - 0.8	Çok İyi
5	□0.8	Mükemmel

Çizelge 5.10. Kumaşların genel nem yönetim özellikleri

Derece	OMMC	Sıvı Yönetim Performansı
Tip 1	0,26705	Kötü
Tip 2	0,77	Çok iyi
Tip 3	0,4145	İyi
Tip 4	0,4684	İyi
Tip 5	0,75	Çok iyi
Tip 6	0,5744	İyi

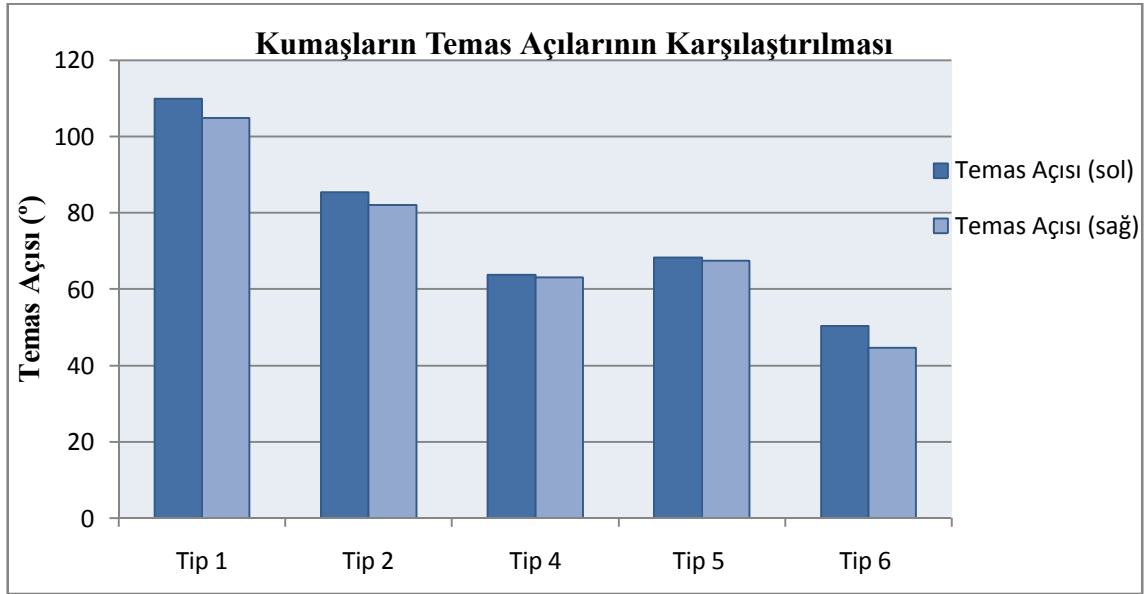
Şekil 5.20’ de kumaşların genel nem yönetimi özelliklerinin karşılaştırılması verilmiştir. Burada en yüksek OMMC değerleri (0.77 ve 0.75), Tip 2 ve Tip 5 kumaş yapılarında görülmüştür. Çizelge 5.9 da verilen OMMC değerlendirme tablosuna göre bu kumaş yapılarının sıvı yönetim performansları çok iyidir. Tip 3, Tip 4 ve Tip 6 yapılarının sıvı yönetim performansları OMMC değerlendirme tablosuna göre 0,4 ve 0,59 değer aralığında olduğundan bu kumaşların sıvı yönetim performansları iyidir. Tip 1 kumaş tipinin OMMC değeri 0,2-0,9 aralığında olduğundan bu kumaşın sıvı yönetim performansı kötüdür.



Şekil 5.20. Kumaşların genel nem yönetim özelliklerinin karşılaştırılması

5.3. Kumaşların Temas Açılarının Karşılaştırılması

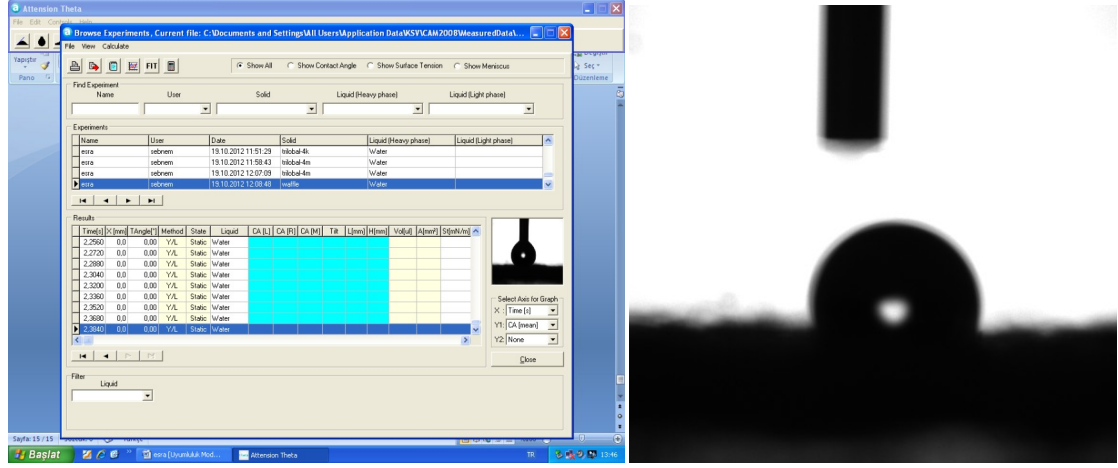
Kumaşların temas açılarının karşılaştırılması Şekil 5.21’de verilmiştir. Grafiğe göre en fazla temas açısına sahip kumaş yapısı sol temas açısı 109,39 ve sağ temas açısı 100,98 değerleri ile Tip 1’dir. Genel olarak temas açısı 90 ° ve üzeri olduğunda, sıvının yayılmadığı ve yüzeyin ıslanmadığı anlaşılır. Bu nedenle Tip 1 kumaş yapısında ıslanmanın olmadığı grafikten anlaşılır.



Şekil 5.21. Kumaşların temas açılarının karşılaştırılması

Temas açısının sıfıra yaklaşması ıslanabilirliğin maksimuma ulaştığı anlamına gelir. Tip 1 dışındaki diğer kumaş tiplerinde grafikten de görüleceği gibi temas açısı 90°nin altında olduğundan bu kumaş tiplerinde ıslanma gerçekleşir (Tip 3 hariç). Islanmanın en fazla gerçekleştiği kumaş tipi temas açısının en düşük olduğu kumaş, yani Tip 6 kumaş yapısıdır.

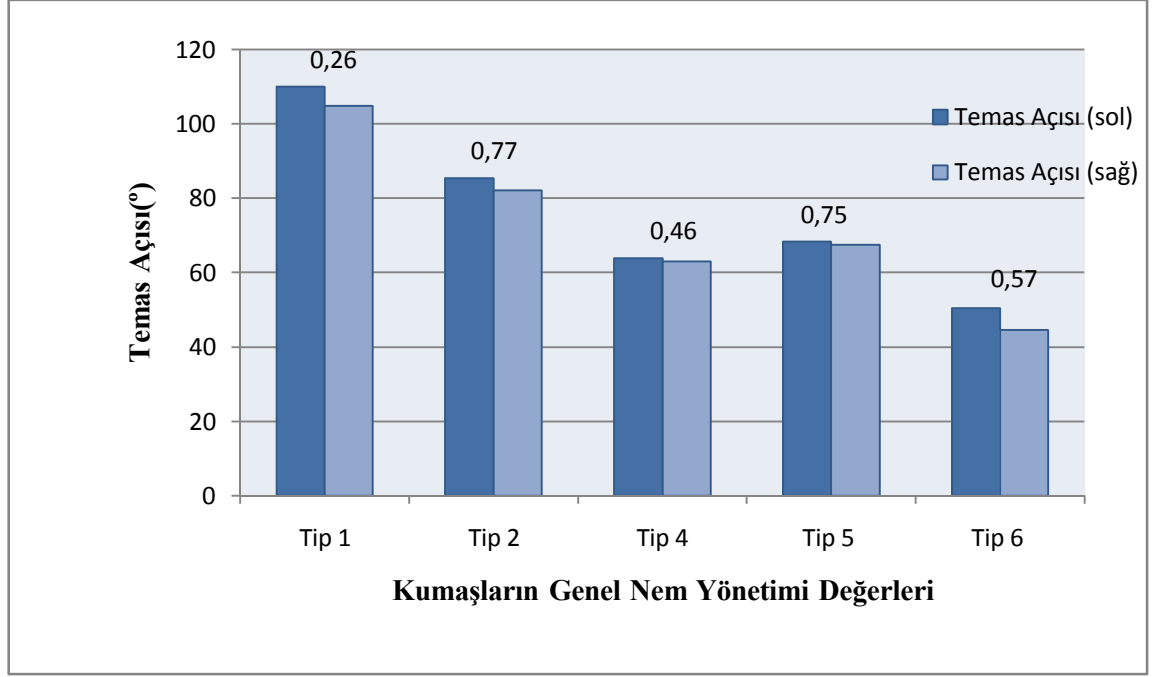
Tip 3 kumaş yapısı su geçirmez kumaş yapısına benzer davranış gösterdiğinden bu kumaşın temas açısı aşağıdaki ekran görüntüsünden (Şekil 5.22) de anlaşılacağı gibi ölçülememiştir.



Şekil 5.22. Tip 3 temas açısı ölçümü ekran ve kamera görüntüsü

5.3.1. Kumaşların Nem Yönetimi-Sıvı Temas Açıları Karşılaştırılması

Şekil 5.23'te kumaşların nem yönetim değerleri ile temas açısı özellikleri karşılaştırılmıştır. Temas açısı en büyük olan Tip 1 kumaşı, Çizelge 5.7'de verilen nem yönetim değerlendirme tablosuna göre genel nem yönetim özelliği en kötü olan kumaş yapısıdır. Bunun nedeni bu kumaşın yüzeyinde meydana gelen ıslanmanın düşük olması ve transfer özellikleri zayıf olmasındandır. Temas açısı en düşük olan Tip 6 kumaş yapısı ise, Çizelge 5.10'da verilen değerlendirme tablosuna göre genel nem yönetim özelliği iyi olarak sınıflandırılan kumaş yapısıdır. Nem yönetim özelliği çok iyi olarak sınıflandırılan Tip 2 kumaş yapısının temas açısı değerleri 82,05 ve 85,36 arasındadır. Bu değerlerin 90° 'nin altında olması ıslanmanın olduğu anlamına gelir. Aynı zamanda bu kumaşın kılcallık özelliğinin iyi olmasından dolayı sıvı hızlı bir şekilde difüzyonla dış yüzeye iletilerek kişinin konforlu hissetmesini sağlar.

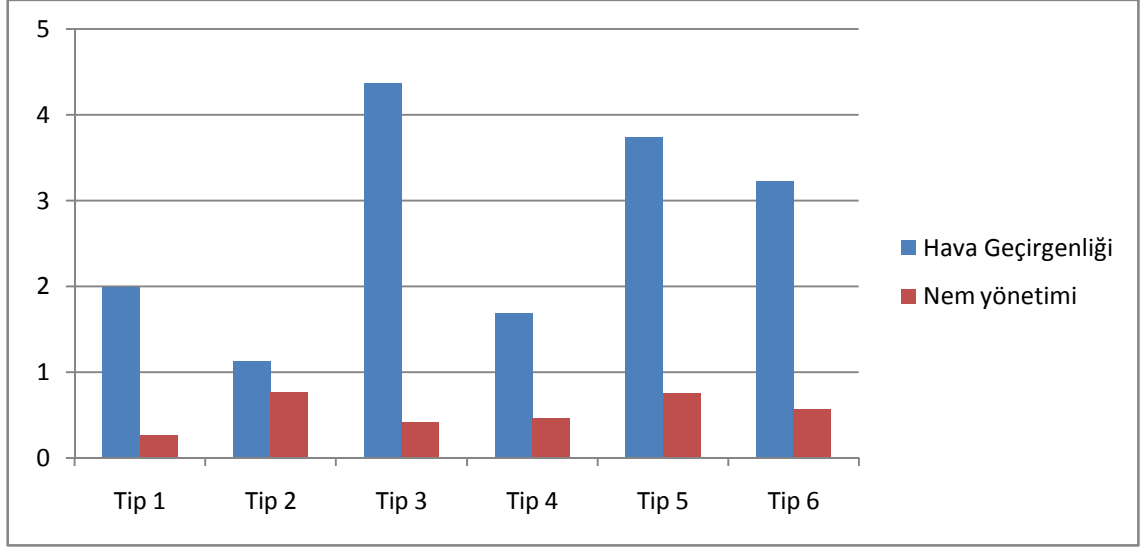


Şekil 5.23. Kumaşların temas açıları ile OMMC değerlerinin karşılaştırılması

Sonuç olarak kumaşların genel nem yönetim özellikleri ile temas açıları arasında ilişki olduğu söylenebilir. Çünkü nem yönetim özelliği iyi olan kumaşların temas açısı değerleri düşüktür yani bu kumaşlar iyi ıslanma davranışı gösterirler. Tip 3 kumaş yapısının ise temas açısı ölçülemediği yani kumaş yüzeyinde ıslanma olmamıştır.

5.4.Kumaşların Genel Nem Yönetimi -Hava Geçirgenliği Karşılaştırılması

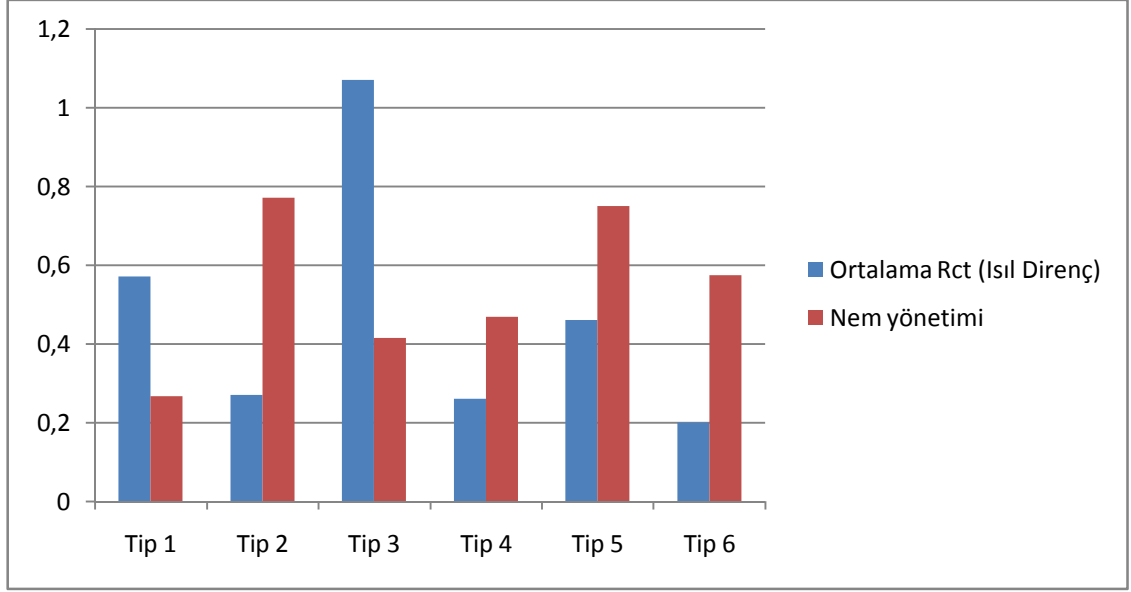
Şekil 5.24'te kumaşların hava geçirgenlikleri ile MMT test cihazı ölçümleri sonucunda elde edilen genel nem iletim özelliklerinin karşılaştırılması görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi hava geçirgenliği ile genel nem iletim özelliği arasında direkt bir ilişki söz konusu değildir. Kumaş hava geçirgenliğinin yüksek olması kumaşın nefes alabilirliğini ve su buharı geçirgenlik özelliğini artırarak konfor algısını olumlu yönde etkilese de, Tip 1 kumaş yapısında olduğu gibi hava geçirgenliği iyi olan bir kumaşın genel nem yönetim özelliği kötü olabilir.



Şekil 5.24. Kumaşların hava geçirgenliği ile nem yönetim özelliği ilişkisi

5.5.Kumaşların Genel Nem Yönetimi -Isıl Direnç Karşılaştırılması

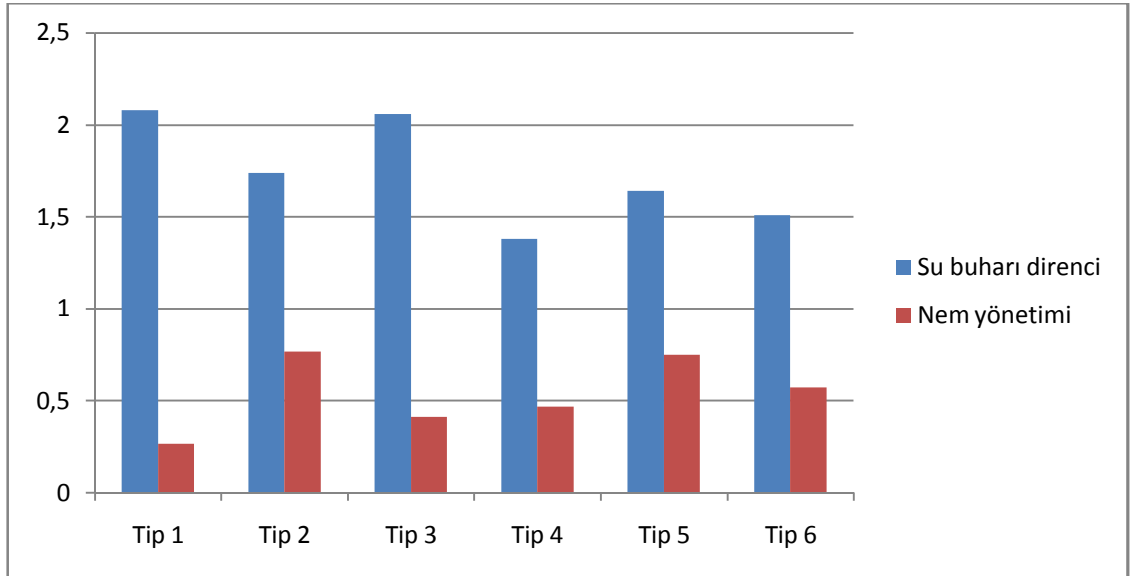
Şekil 5.25'te kumaşların ısı direnç değerleri ile nem yönetim özellikleri karşılaştırılmıştır. Şekilden de anlaşılacağı üzere bu iki değer arasında direk bir ilişki mevcut değildir. Isıl direnç değeri en düşük olan Tip 6 kumaş yapısının nem yönetim özelliği Çizelge 5.6 'ya göre iyidir. Isıl direnç değerleri birbirine yakın olan Tip 2 süprem kumaş yapısı ile Tip 4 interlok kumaş yapısının nem yönetim özellikleri karşılaştırıldığında Tip 2 kumaş yapısının nem yönetim özelliği mükemmel, Tip 4 kumaş yapısının ise iyidir. Nem yönetim özelliği kötü olan Tip 1 kumaş yapısının ısı direnç değeri ise bu kumaş yapıları içinde orta değerlerdedir.



Şekil 5.25.Kumaşların ısı direnci ve nem yönetimi özellikleri ilişkisi

5.6.Kumaşların Genel Nem Yönetimi-Su Buharı Direnci Karşılaştırılması

Şekil 5.26’da kumaşların su buharı direnci ve genel nem yönetimi özellikleri karşılaştırılmıştır. Kumaşların nem yönetimi özellikleri daha çok kılcallıktan,su buharı direnci daha çok kumaş gözenekliliğinden etkilenir.Şekilden de anlaşılacağı üzere su buharı direnci ve nem yönetimi özellikleri arasında direkt bir ilişki yoktur.



Şekil 5.26. Kumaşların su buharı direnci ve nem yönetimi ilişkisi

5.7.SONUÇ

Bu çalışmada, spor giyimde kullanılan farklı örgü ve gramajdaki kumaşların ısı ve nem iletim özelliklerini tespit etmek için testler yapılmıştır. Burada amaç kullanıcıya konfor sağlayan giysi yapılarının belirlenmesidir. Bu testler, konfor özelliklerinin objektif ölçümlere dayalı yöntemlerle belirlenmesi esasına dayanır. Konfor özelliklerini belirlemede; kumaş yapısal farklılıklarının ısı direnç, su buharı direnci, hava geçirgenliği, genel nem yönetim özelliği ve temas açısı ölçümlerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda grafik çizimleri ve değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca tek faktörlü varyans analizi yapılarak hava geçirgenliği, ısı direnç ve su buharı direnci değerlerinin anlamlılıkları ortaya çıkarılmıştır.

Çalışmada kullanılan kumaşlar spor giyimde konfor özelliğini arttırmak için geliştirilmiş kumaş yapılarıdır. Kumaşların örme yapıları, kalınlık, gramaj gibi değerleri birbirinden farklılık göstermektedir. Ayrıca kumaş yapılarında filament ve mikrolif polyester iplik yapıları kullanılmıştır. Bilindiği üzere Polyester mikroliften imal edilen örgü kumaşlar, hızlı bir su transfer özelliğine sahiptir ve konvansiyonel liflere nazaran daha hızlı kururlar. Bu sebeple özellikle spor kıyafetlerde tercih edilirler.

Yapılan incelemeler, bazı kumaş özelliklerinin diğerlerine göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Bunlar kalınlık ve yoğunluk gibi faktörlerdir. Ayrıca örgü yapılarındaki farklılıklar kumaş gözenekliliğini etkileyeceğinden, gözenekliliğin artması kumaştan dış ortama gerçekleşen ısı akışını arttıracak , aynı zamanda hava ve su buharı geçirgenliğini yükseltecektir.

Kumaşların kalınlığı, ısı ve kütle transferi için önemli bir parametredir. Kalın bir kumaşta ısı direnç değeri artacak ve ısı transferi az olacak, fakat kalınlığın artması hava ve su buharı geçirgenliği değerlerinde düşüşe sebep olacaktır.

Çalışmada kumaşların ısı direnç değerlerini etkileyen en önemli faktörün kalınlık artışı olduğu ve kalınlık artışı ile kumaş ısı direnci arasında doğru orantılı kuvvetli bir ilişki olduğu görülmüştür. Kumaş gramajının artması ise az da olsa kalınlığı etkileyeceğinden,

gramaj artışı ısı direnci dolaylı olarak ve düşük bir oranda etkileyecektir. Kumaş yoğunluğu ile ısı direnç arasında ise ters orantılı bir ilişki vardır. Yoğunluğun artması kumaş boşlukları arasına hapsedilen durgun hava miktarını azaltacağından ısı direnci de azaltır. Bu nedenle spor giyimde kullanılan yazlık giysilerin kumaşların ısı geçişine izin verecek şekilde, kalınlıklarının çok yüksek olmaması gerekmektedir. Çünkü özellikle yüksek aktivite sırasında vücut terlemeye başlar ve vücut ısı dengesini sağlamak için dış ortama atılması gereken ısı miktarı artar. Bu çalışmada yazlık spor giysilerin konfor özellikleri incelendiğinden ısı direnç açısından karşılaştırıldığında, ısı direnç değeri en düşük olan kumaş yapısı (Tip 6) tercih edilebilir.

Su buharı direnci ve su buharı geçirgenliği birbiriyle ters orantılı kavramlardır. Konfor açısından değerlendirildiğinde bir kumaşın su buharı geçirgenliği değerlerinin yüksek ve dolayısıyla su buharı direnç değerinin düşük olması gerekir. Su buharı direnci, kumaş kalınlığında ve gramajda meydana gelen artışla doğru orantılı olarak artar. Burada yazlık spor giysilerin konfor davranışı göz önüne alındığından su buharı direnç değeri düşük olan kumaş yapıları (Tip 4 ve Tip 6) tercih edilebilir. Bu kumaş yapılarında su buharı geçirgenlik özellikleri fazla olduğundan, kumaşın nefes alabilirlik özellikleri artar. Özellikle yüksek aktivite sırasında terleme artacağından su buharı geçirgenliğinin artması kişiye konfor sağlar.

Kumaşların hava geçirgenliği özellikleri, kalınlık ve gözeneklilik özelliklerine bağlıdır. Kumaş kalınlığının artması hava geçirgenliğini azaltacağından, özellikle spor giyimde istenmeyen bir özelliktir. Kumaş örgü yapısındaki farklılıklar ise gözenekliliği etkiler. Bu çalışmada özellikle yağmur desen ve waffle örgü yapılarının gözeneklilikleri yüksektir. Gözenekliliğin fazla olması kumaşın her iki tarafına olan hava giriş çıkışının kolaylıkla gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca kumaş inceliği de havanın kumaş içerisinde aldığı yolu kısaltacağı için terin vefazla ısının dışarı atılması için iyi bir sirkülasyon ortamı sağlayacaktır. Bu çalışmada en yüksek hava geçirgenliği değerleri Tip 3 waffle ve Tip5 yağmur desen örgü yapısında görülmüştür. En düşük hava geçirgenliği değeri ise Tip 2 süprem kumaş yapısında görülmüştür.

Kumaşların nem yönetimi özelliklerinin iyi olması, terin vücuttan hızlı bir şekilde uzaklaşmasını sağlayacağından önemlidir. Kumaşların ıslanma zamanlarının düşük

olması, kumaşın teri hızlı bir şekilde absorbe etme özelliği ile ilgili olduğundan tercih edilen bir durumdur. Bu çalışmada üst ıslanma zamanı en düşük olan kumaş Tip 5 kumaş yapısıdır. Kumaş yüzeyine temas eden ter kumaşı hızlı bir şekilde ıslatır.

Kumaşların nem emilim özelliklerinin yüksek olması, teri hızlı bir şekilde vücut yüzeyinden uzaklaştırıp derinin kuru kalmasını sağlayacağından tercih edilen bir durumdur. Hızlı üst emilim özelliğine sahip kumaş yapıları Tip 3, Tip 4, Tip 6 ve Tip 1 kumaş yapılarıdır. Ancak burada Tip 3 kumaş yapısının alt emilim oranı düşük olduğundan hızlı bir şekilde emilen ter dış ortama aynı hızda aktarılmadığından kumaşta birikir ve konforsuzluk hissi yaratır.

Kumaşların ıslanma hızları değerleri de nem konfor özelliklerini etkileyen faktörlerden biridir. Bu çalışmada kullanılan kumaşlar ıslanma hızlarına göre karşılaştırıldığında Tip4, Tip 5 ve Tip 6 kumaş yapılarının ıslanma hızlarının fazla olduğu görülür. Tip 4 ve Tip 6 yapılarının emilim oranları da fazla olduğundan bunlara teri hızlı emen ve hızlı kuruyan kumaş yapıları diyebiliriz. Tip 2 kumaş yapısında ise üst ıslanma hızı fazla olmasına rağmen alt ıslanma hızının yavaş olduğu görülür. Buda kumaş yüzeyinde terin biriktiği ve konfor hissinin azaldığı anlamına gelir.

Kumaşların maksimum ıslak çap değerleri suyun yayıldığı çapı ifade eder ve çap arttıkça sıvının dağıldığı alan genişleyeceğinden, kuruma hızı da artar. Burada Tip 2, Tip 4 ve Tip 6 kumaş yapılarının ıslanma çapları diğerlerine göre daha büyüktür. Fakat Tip 2 yapısının emilim ve yayılım davranışları kötü olduğundan ıslanma çapı büyük olsa da kuruma hızı yavaştır.

Kumaşların kümülatif tek yönlü taşıma indeksi değerleri (OWTC), kumaşların kılcallık özellikleri ile ilgilidir. Burada OWTC değeri en düşük olan ve dolayısıyla kılcallık özelliği en zayıf olan kumaş Tip 1 yağmur desen örgü yapısı, en yüksek olan ise Tip 5 yağmur desen örgü yapısıdır. Tip 1 kumaş yapısının OWTC değerinin düşük olmasının nedeni, yağmur desen örgü yapısı olması ve gözenekliliğinin fazla olmasına rağmen, kalınlık ve gramaj değerlerinin yüksek olmasındandır.

Kumaşların genel nem yönetimi özellikleri (OMMC), en yüksek olan kumaş Tip6 kumaş yapısıdır. Bu kumaş yapısının emilim ve yayılım davranışları da iyi olduğundan bu kumaş yapısına nem yönetimi açısından en konforlu kumaş yapısıdır denebilir. Tip 4 kumaş yapısı da Tip 6 kumaş yapısına benzer şekilde iyi nem yönetim özellikleri gösterir. Genel nem yönetim özelliği en kötü olan kumaş yapısı ise Tip2 kumaş yapısıdır. Çünkü bu kumaş yapısının sıvı ıslanma hızı, emilim oranı ve yayılım hızı değerleri kötüdür.

Kumaşların temas açıları karşılaştırıldığında; en düşük temas açısı yani ıslanabilirliğin en yüksek olduğu Tip 6kumaş yapısıdır. Tip 3 kumaş yapısının temas açısı ölçülememiştir.En yüksek temas açısı ise Tip 1 kumaş yapısında görülmüştür yani ıslanabilirliğin düşük olduğu anlamına gelir.

Kumaşların nem yönetim özellikleri ile hava geçirgenlikleri karşılaştırıldığında direk bir ilişki görülmemiştir. Fakat hava geçirgenliğinin artması kumaşların nefes alabilirliğini etkilediğinden, nem yönetimi üzerine de olumlu etkileri olduğu söylenebilir.

Kumaşların ısı direnç ve nem yönetimi özellikleri arasında direk bir ilişki görülmemiştir. Fakat kumaşların ısı direncinin artması kalınlığın artmasıyla doğru orantılı olduğundan ve kumaş kalınlığının artması nem iletim özelliklerini olumsuz yönde etkileyeceğinden, kumaşların ısı direnç özellikleri arttığında nem yönetim özellikleri kötüleşir diyebiliriz.

Kumaşların su buharı dirençlerinde meydana gelen artış,su buharı geçirgenliği özelliği ile ters orantılıdır. Su buharı geçirgenliğinin yüksek olması, terin vücuttan hızlı bir şekilde atılması anlamına geldiğinden nem yönetim özellikleri ile bağlantılıdır. Yani su buharı geçirgenliğinin yüksek olması nem yönetim özelliklerinin iyi olması anlamına gelir. Böylece özellikle spor giyimde aktivite sonrası ve sonrasında oluşan ter hızlı bir şekilde dış ortama atılarak kişiye konfor sağlar.

Bu bilgiler ışığında, çalışmada kullanılan kumaşların konfor değerlendirmesini yapmak için objektif yöntemlerle yapılmış testlerin sonuçlarının esas alındığı bir skala

oluşturulmuştur. Bu skalada her kumaş numunesine her bir özellik için 1-6 arasında değerler verilmiştir. Burada 1 en düşük değeri, 6 ise en yüksek değeri göstermektedir.

Çizelge 5.11. Kumaşların Konfor Değerlendirme Skalası

Ölçülen Özellik	Kumaş Tipi					
	Tip1	Tip 2	Tip 3	Tip4	Tip5	Tip 6
Kalınlık (düşük)	2	4	1	5	3	6
Isıl Direnç (Düşük)	2	4	1	5	3	6
Su Buharı Direnci (Düşük)	1	3	2	6	4	5
Hava Geçirgenliği	3	1	6	2	5	4
Üst Islanma Zamanı	3	1	2	4	6	5
Alt Islanma Zamanı	2	6	1	3	4	5
Üst Emilim Oranı	5	1	6	2	4	3
Alt Emilim Oranı	6	3	1	4	2	5
Üst Yayılma Hızı	3	2	1	4	5	6
Alt Yayılma Hızı	2	4	1	3	5	6
Üst Islak Çap	2	4	1	3	5	6
Alt Islak Çap	2	4	1	3	5	6
OWTC Değeri	1	5	4	2	6	3
OMMC Değeri	1	6	2	3	5	4
Temas Açısı Düşük	2	3	1	5	4	6
TOPLAM	37	51	31	54	66	76

Değerlendirme skalasını incelediğimizde; Tip 3 kumaş numunesi en düşük değeri alırken ,Tip 6 kumaş numunesi en yüksek puanı almıştır.Bu puanlama sistemi test sonuçlarında ulaşılan sonuçları da sağlamaktadır.Sonuç olarak ısı ve nem konfor özellikleri açısından en yüksek puanı ve test sonuçlarını veren Tip 6 Trilobal iplik yapısına sahip kumaş yapısının en ideal kumaş olduğu belirlenmiştir. En kötü konfor değerlerini sağlayan kumaş yapısı Tip 3 waffle örgü kumaş yapısıdır.

KAYNAKLAR

- AİHUA,M., JIE ,L. , YI, L. ,XIAONAN, L.,RUOMEİ, W.2011.** A Multi-disciplinary Strategy for Computer-aided Clothing Thermal Engineering Design. *Computer-Aided Design*, 43 :1854–1869.
- AKSOY, A. , KAPLAN, S. 2011.**Tekstil Materyallerinde Sıvı Transfer Mekanizmaları ve Ölçüm Yöntemleri.*Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2): 51-67.
- ANONİM, 2012.**Mikrolif Kumaşların Su Geçirmezlik, Buhar Geçirgenliği, Rüzgar İtici Özellikleri.<http://www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm>-(Erişim Tarihi: 22.10.2012)
- ANONİM, 2012.**Thermolite iplik kesit görüntüsü.<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/thermolite.php>-(Erişim Tarihi: 22.10.2012).
- ANONİM, 2012.**Coolmax iplik görüntüsü.www.advancedfibres.eu/coolmax.htm .eu - (Erişim Tarihi: 22.10.2012).
- ANONİM, 2012.**Coolmaxli kumaşta nem transferi.<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/coolmax.php> -(Erişim Tarihi: 22.10.2012).
- ANONİM, 2012.** Coolmax kuruma süresinin diğer liflerle karşılaştırılması.<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/coolmax.php>-(Erişim Tarihi: 22.10.2012).
- ANONİM, 2012.** Tactel Lif Özellikleri.<http://www.invista.com/en/brands/tactel.html>-(Erişim Tarihi: 13.11.2012).
- ARABULİ, S., VLASENKO,V., HAVELKA A.,KUS Z. 2010.**Analysis of Modern Methods for Measuring Vapor Permeability Properties of Textiles .7th International Conference , 6-8 September 2010, Liberec , Czech Republic.
- ALAY, Ş.,YILMAZ, D. 2010.**An Investigation Of Knitted Fabric Performances Obtained From Different Natural And Regenerated Fibres *Journal of Engineering Science and Design*, 1(2):91-95.
- ASHRAE.**(American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers) . (1992). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (ASHRAE Standard 55-1992). Atlanta, GA: ASHRAE.
- ATMACA , İ. ,YİĞİT , A. 2007.** İklimlendirilen Ortamlarda İnsan Isıl Tepkileri Ve Sağlığı Üzerine Deneysel Bir Çalışma . VIII Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi , 25–28 Ekim 2007 , Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi,İzmir.
- BALCI, H. 2006.**Akıllı Tekstiller; Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri, *Yüksek Lisans Tezi*,Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü ,Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı ,Adana.
- BOZDOĞAN , S. , IŞIKTAŞ, H. ,OĞLAĞÇIOĞLU, N.,MARMARALI, A.2007.**Jakarlı Örme Yapıların Isıl Konfor Özellikleri.*Tekstil ve Mühendis* ,65:18-23.

BUTERA, F.M. 1998. Principles of Thermal Comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2: 39-66 .

ÇİL,M.G., NERGİZ,U.B, CANDAN, C. 2009. An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton Acrylic Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*, 79(10): 917-923.

DAS, A. , ALAGİRUSAMY , R. , KUMAR , P. 2011. Study Of Heat Transfer Through Multilayer Clothing Assemblies: A Theoretical Prediction . *AUTEX Research Journal*, 11(2): 54-60.

DEMİRÖZ GÜN , A., DEMİRCAN, B. , ŞEVKAN A. 2011. Mikrolif Üretim Yöntemleri Özellikleri ve Kullanım Alanları , *Tekstil ve Mühendis*, 18(83):38-46.

DEVECİOĞLU, S. , ALTINGÜL O. 2011. Spor Teknolojilerinde Inovasyon. 6 th. International Advanced Technologies Symposium , 16-18 May 2011, Elazığ , Türkiye.

DİAS, T. , DELKUMBUREWATTE, G.B. 2007. The Influence of Moisture Content on the Thermal Conductivity of a Knitted Structure. *Measurement Science and Technology* , 18:1304-1314.

DOLEZAL, I., HES, L. 2003. P-Test-Computerized Instrument for Testing of the Water Vapour and Thermal Resistance of Fabrics . *IEEE Int. Symp. on Industrial Electronics* , 5:880.

EMEK, A. 2004. Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhraç İmkanları. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracat Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.

ERYÜRÜK, S.H. 2004. Polar Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi. *Örme İhtisas*, 7: 38- 42.

FARNWORTH,B., 1983. Mechanism of Heat Flow Through Clothing Insulation. *Textile Research Journal* , December: 717-725.

GÜNEŞOĞLU, S. 2005 . Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması. *Doktora Tezi* , UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

GÜNEY,F., ÜÇGÜL,İ. 2010. Koruyucu Giysiler İçindeki Nefes Alabilir Membranların Termal Yalıtım Özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon* , 1:9-16.

HAVENİTH, G. 2002. The Interaction between Clothing Insulation and Thermoregulation. *Exogenous Dermatology*, 1(5):221-230.

HES, L. 2004. Marketing Aspects of Clothing Comfort Evaluation. X. International Textile and Apparel Symposium, İzmir.

HES, L. 2005. Fundamentals of Design of Fabrics and Garments with Demanded Thermophysiological Comfort. Lecture notes. Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic.

HOLCOMBE, B.V., HOSCHKE, N. 1983. Dry Heat Transfer Characteristics of Underwear Fabrics. *Textile Research Journal*, 53(3):368-374.

HOLLIES ,N.R. , FOURT, L.1970.Clothing Comfort and Function , Marcel Dekker Inc. New York,USA, 254 pp.

HUANG, J. ,HU , W.2006.A New Practical Unit for the Assessment of the Heat Exchange of Human Body with the Environment.*Journal of Thermal Biology* ,31:318-322.

JEONG, W.Y., AN, S. K. 2001.The Transport Properties of Polymer Membrane-Fabric Composites .*Journal of Materials Science* ,36:4797 – 4803.

JUN, Y.İ , KANG, Y.K., PARK, C., CHOI, C. 2002. Evaluation of Textile Performance of Soccer Wear .*Textile Asia*, 33(5): 43-44.

KARACA, E. ,ÖZÇELİK ,F. 2007. Influence of the Cross-Sectional Shape on the Structure and Properties of Poliester Fibers. *Journal of Applied PolymerScience*, 103: 2615– 2621.

KAPLAN, S., OKUR, A. 2005. Kumaşların Geçirgenlik-İletkenlik Özelliklerinin Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri. *Tekstil Maraton*, 2: 56- 65.

KAPLAN, S., OKUR, A. 2010. A New Dynamic Sweating Hotplate System for Steady-state and Dynamic Thermal Comfort Measurements. *Measurement Science and Technology*, 21 (8) :1-8.

KAYNAK, H.K. , BABAARSLAN, O. 2009. Mikroliflerin Tekstil Endüstrisindeki Yeri ve Önemi. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* , 3(3) :70-83.

KAYNAKLI, Ö., YİĞİT, A. 2003. İnsan Vücudu İçin Isı Dengesi ve Isıl Konfor Şartları . *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* , 5(2) : 9-17 .

KILINÇ, F. S. 2004. A Study of Nature of Fabric Comfort: Design-Oriented Fabric Comfort Model.*Doktora Tezi*, Auburn University, Alabama.

KISSA , E. 1996. Wetting and Wicking .*Textile Research Journal*,66(10):660-668.

KUNTMAN, A. , ERSOY, A. 2008. Polimerik Yalıtkanlarda Yüzey Özelliklerinin Temas Açısı ile İncelenmesi. Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu (ELECO2008), Bildiri Kitabı-Elektrik, Kasım 2008, Bursa.

LANGENHOVE, L .V , HERTLEER C. 2004. Smart Clothing: A New Life.*International Journal of Clothing Science and Technology*, 16(1/2):63-72.

LI, Y. 2001. The Science of Clothing Comfort. Textile Progress, The Textile Institute International, UK. 138p.

LI, M. , LI, D. , ZHANG , W. , TANG,X. 2009.Factor Analysis on Subjective Attributes Affecting Knitted Fabric's Comfort Sensation . First International Workshop on Database Technology and Applications , 695-698 .

LIAO, X. , HU, J., LI, Y. , LI, Q. , WU, X. 2011. A Review on Fabric Smoothness-roughness Sensation Studies .*Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 4(2):105-114.

MAEJIMA, M. 1983. Applying Capillarity to Estimation of Space Structure of Fabrics.*Textile Research Journal*, 53(7): 427-434.

MAJUMDAR, A. , MUKHOPADHYAY, S. , YADAV, R. 2010.Thermal Properties of Knitted ,Fabrics Made from Cotton and Regenerated Bamboo Cellulosic Fibres, *International Journal of Thermal Science* ,49 : 2042-2048.

MARMARALI, A. ,DÖNMEZ KRETZSCHMAR, S. , ÖZDİL, N. ,GÜLSEVİN OĞLAKCIOĞLU,N.2006. Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler.*Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 241-246.

MARMARALI,A. , ÖZDİL, N . , DÖNMEZ KRETZSCHMAR, S. 2007.Elastik İplikli Düz Örme Kumaşların Isıl Konfor Özellikleri.*Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 3 :178-182.

MATHUR, G.N., H.RAJ, N.KASTURIYA. 1997. Protective Clothing for Extreme Cold Region. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 22:292- 296.

MİJOVIĆ, B. , SKENDERİ, Z. , SALOPEK, I . 2009. Comparison of Subjective and Objective Measurement of Sweat Transfer Rate. *Coll. Antropol.*, 33(2): 509–514.

OH, T.H., LEE, M.S., KİM, S.Y. , SHİM, H.J. 1998. Studies on Melt-Smeltalning Process of Hollow Fibers.*Journal of Applied Polymer Science*, 66:1209.

OĞLAKÇIOĞLU, N. , MARMARALI A. 2007. Thermal Comfort Properties of Some Knitted Structures. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* , 15(5- 6):94- 96.

ONOFREI, E. , ROCHA, A. M. , CATARINO, A. 2011. The Influence of Knitted Fabrics' Structure on the Thermal and Moisture Management Properties .*Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 6(4) 10-22.

ÖNDER, E., SARIER, N. 2003. Tekstillerde Dinamik Isı Yönetimi Olanakları. Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu IX., 30 Nisan-2 Mayıs 2003, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, Bursa.

ÖZÇELİK,F.F. 2005. İçi Boş Lif Üretiminde Bazı Parametrelerin Lif Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi , *Yüksek Lisans Tezi*,UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı,Bursa.

ÖZÇELİK,G. , ÇAY, A., KIRTAY, E. 2007. A Study of the Thermal Properties of Textured Knitted Fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 15 : 55-60.

ÖZDİL, N. , SÜPÜREN, G. , ÖZÇELİK, G. ,PRŮCHOVÁ J. 2009. A Study on The Moisture Transport Properties of The Cotton Knitted Fabrics in Single Jersey Structure .*Tekstil ve Konfeksiyon* , 3: 218-223.

PARSONS, K. 2002 . Human Thermal Environment. CRC Press, 480 pp.

PETRULYTE, S., BALTAKYTE, R. 2009. Liquid Sorption and Transport in Woven Structures, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2 (73), 39-45.

PRAHSARN, C., BARKER , R. L. , GUPTA, B. S. 2005.Moisture Vapor Transport Behavior of Polyester Knit Fabrics. *Textile Research Journal*,75(4) : 346 –351.

PURANE, S.V. , PANİGRAHİ, N.R.2007. Microfibers Microfilaments and Their Applications. *Autex Research Journal*, 7(3): 148-158.

SHISHOO, R . 2005. Textiles in Sport , Woodhead Publishing Limited and CRC Press, Cambridge ,England,376 pp.

SİVRİ, Ç. 2008.Membranla Lamine EdilmişNefes AlabilirKumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*,SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı,Isparta.

SONG, G. 2011. Improving Comfort in Clothing. Woodhead Publishing Limited,Cambridge ,England, 480 pp .

SU C. , FANG J. , CHEN X. , WU W. 2007. Moisture Absorption and Release of Profiled Polyester and Cotton Composite Knitted Fabrics.*Textile Research Journal* , 77(10): 764 -769.

TURAN, B. , OKUR, R. 2008. Kumaşlarda Hava Geçirgenliği. *Tekstil ve Mühendis*, 72: 16-25.

TYAGI, G.K., GOYAL, A., VİNEET JAIN, V. 2004. Fibre Cross-Section and Comfort of Polyester- Viscose Fabrics. *Textile Asia*, 35-37.

UĞUR, Ş. , SİVRİ, Ç. 2008.Tekstil Materyallerinde Su Buharı Geçirgenliği Ölçüm Metotlarının Karşılaştırılması.*Teknolojik Araştırmalar Dergisi*, 3 :13-20 .

VİGO, T. 1997.Textile Processing and Properties: Preparation, Dying, Finishing and Performance. Elsevier Science Publishers B.V. ,Amsterdam,Netherlands, 479.

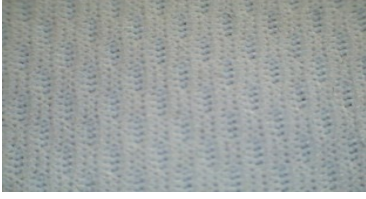
WONG, A. S. W., LI, Y., YEUNG P. K. W., LEE ,P. W. H. 2003 .Neural Network Predictions of Human Psychological Perceptions of Clothing Sensory Comfort. *Textile Research Journal* ,73: 31-37.

YILDIZ, S.A. , ARZUMAN P. 2009. Sıcak Ortamda Egzersiz. *Klinik Gelişim Dergisi* , 22 (1) :10-15.

YOO, H. S., HU, Y. S., KIM, E. A. 2000. Effects of Heat and Moisture Transport in Fabrics and Garments Determined with a Vertical Plate Sweating Skin Model. *Textile Research Journal* , 70 (6):542-549.

EK 1 Kumaş Görüntüleri

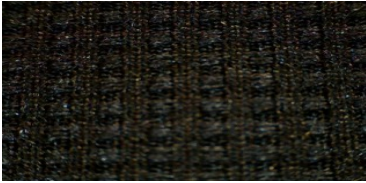
1. Tip 1 Yağmur Desen Örgü Kumaş Görüntüsü



2. Tip 2 Süprem Örgü Kumaş Görüntüsü



3. Tip 3 Waffle Örgü Kumaş Görüntüsü



4. Tip 4 Interlok Örgü Kumaş Görüntüsü



5. Tip 5 Yağmur Desen Örgü Kumaş Görüntüsü



6. Tip 6 Raşel Örgü Yapısı



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esra Taştan Özkan
Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya / 30.10.1981
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Atatürk Kız Lisesi
Lisans : Gaziantep Üniversitesi
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :2006-2007 Mert İplik ve Dokuma A.Ş.

2007-2009 Güntaş İplik ve Dokuma A.Ş.

İletişim (e-posta) : esratastan@uludag.edu.tr

Yayımları* :