

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAVLU ÖRME ÇORAPLARIN ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yeliz MORGİL

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tekstil Mühendisliği Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAVLU ÖRME ÇORAPLARIN ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Yeliz MORGİL
503131808**

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tekstil Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fatma KALAOĞLU

ARALIK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503131808 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Yeliz MORGİL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “HAVLU ÖRME ÇORAPLARIN ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİ”başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Fatma KALAOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Hale KARAKAŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Emine Dilara KOÇAK
Marmara Üniversitesi

Teslim Tarihi : 27 Kasım 2015
Savunma Tarihi : 21 Aralık 2015

Aileme ve sevdiklerime,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında daimi yardımlarını ve manevi desteklerini benden esirgemeyen Tekstil Araştırma ve Fiziksel Analiz Laboratuvarı çalışanları Mustafa YILDIRIM, Havva GÜZELBİLEN, Nevzat ATAĞ ve Muharrem DOLDUR'a; kumaşların tedariki ve örülmesinde yardımlarını esirgemeyen Yük.Müh.Pınar ÇAVDAROĞLU'na, Tekstüre Çorap San. ve Tic. A.Ş.'ne ve saygıdeğer danışman hocam Prof.Dr. Fatma KALAOĞLU'na desteklerinden ötürü çok teşekkür ederim.

Aralık 2015

Yeliz MORGİL
Endüstri Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Araştırması	2
2. TERMAL KONFOR.....	9
2.1 Nem Transferi	11
2.2 Isıl İletkenlik	13
2.3 Isıl Yalıtım.....	14
2.4 Isılanma ve Kılcal Isılanma	14
2.5 Kuruma.....	17
2.6 Hava Geçirgenliği	18
2.7 Temas Özelliği	19
2.8 Su Buharı Geçişi.....	19
2.8.1 Kararlı durumda su buharı geçişi	20
2.8.2 Kararsız durumda su buharı geçişi.....	20
2.9 Su Emişi	21
2.10 Kılcallık Teorisi.....	22
2.11 Isı ve Kütle Transferinde Yapılan Çalışmalar	23
2.12 Havlu Çorapların Termal İletim Özellikleri ile İlgili Parametreler.....	24
2.13 Havlu Çorapların Termal İletim Özellikleri.....	25
2.14 Birleşik Isı ve Kütle Transferi	27
3. HAVLU ÇORAP ÖRME TEKNOLOJİSİ	29
3.1 Tek Silindirli Çorap Makinelerinde Havlu Çorap Üretimi	31
3.2 Vanize-Süprem Örgü.....	35
3.3 Lonati Firması	36
3.4 Attivo Maglieria Hav Besleme Aparatı.....	37
3.5 Boyama İşlemi.....	38
3.6 Kullanılan Hammadde.....	39
4. ELYAF ÖZELLİKLERİ.....	41
4.1 Rejenere Selülozik Lifler	41
4.1.1 Pamuk.....	41
4.1.2 Modal	44
4.1.3 Viskon	44

4.2 Sentetik Lifler	45
4.2.1 Poliamid	45
4.2.2 Polipropilen	46
4.2.3 Elastan	47
5. DENEYSEL ÇALIŞMA	49
5.1 Materyal	49
5.2 Metod	50
5.3 Konfor Özellikleri Tespit Deneyleri	51
5.3.1 Su buharı geçirgenliği deneyi	51
5.3.2 Hava geçirgenliği deneyi	51
5.3.3 Transfer ıslanma deneyi	52
5.3.4 Dikey kılcal ıslanma deneyi	52
5.3.5 Isıl iletkenlik, ısı direnç ve kalınlık ölçümü	53
5.3.6 Bağlı su buharı geçirgenliği	54
5.3.7 Su buharlaşma hızı	56
5.3.8 Kuruma hızı deneyi	57
5.4 Fiziksel Performans Testleri	57
5.4.1 Sıklık tayini	57
5.4.2 İlmek iplik uzunluğu tayini	57
5.4.3 Kalınlık ölçümü	58
5.4.4 Gramaj ölçümü	58
5.4.5 Patlama mukavemeti testi	59
5.4.6 Boncuklaşma testi	59
5.4.7 Aşınma dayanımı testi	60
5.4.8 Rijitlik testi	60
6. DENEYSEL SONUÇLAR	61
6.1 Su Buharı Geçirgenliği Deneyi Sonuçları	61
6.2 Hava Geçirgenliği Deneyi Sonuçları	63
6.3 Transfer Islanma Testi Sonuçları	64
6.4 Dikey Islanma Testi Sonuçları	67
6.5 Su Buharlaşma Hızı Deneyi Sonuçları	71
6.6 Kuruma Hızı Deneyi Sonuçları	73
6.7 Isıl İletkenlik, Isıl Direnç ve Kalınlık Ölçümü Sonuçları	74
6.8 Sıklık Ölçümü Sonuçları	76
6.9 İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü Sonuçları	78
6.10 Kalınlık Ölçümü Sonuçları	80
6.11 Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları	82
6.12 Gramaj Ölçümü Sonuçları	83
6.13 Boncuklaşma Testi Sonuçları	84
6.14 Aşınma Dayanımı Testi Sonuçları	86
6.15 Rijitlik Testi Sonuçları	87
7. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	89
7.1 Isıl Direnç ve Kalınlık	89
7.2 Isıl Direnç ve Gramaj	90
7.3 Transfer Islanma ve Isıl Direnç	90
7.4 Isıl İletkenlik ve Kalınlık	91
7.5 Isıl İletkenlik ve Isıl Direnç	92
7.6 Isıl Soğurganlık ve Isıl İletkenlik	93
7.7 Su Buharlaşma Oranı ve Isıl İletkenlik	94

7.8 Su Buharlaşma Oranı ve Isıl Soğurganlık	94
7.9 Transfer Isılanma ile Kalınlık ve Gramaj	95
7.10 Dikey Isılanma Sıra ve May Yönü	97
7.11 Patlama Mukavemeti ve Gramaj	97
7.12 Patlama Mukavemeti ve May Sıklığı	98
7.13 Patlama Mukavemeti ve Sıra Sıklığı	98
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	101
KAYNAKLAR	103
EKLER.....	109
ÖZGEÇMİŞ.....	111

KISALTMALAR

ISO	: International Organization for Standardization
ASTM	: American Society for Testing and Material
AATC	: American Association Textile Chemists and Colorists
DIN	: German Institute for Standardization
BS	: British Standards
WER	: Water Evaporation Rate
WVP	: Water Vapour Permeability
WVR	: Water Vapour Resistance
AP	: Air Permeability
DS	: Drying Speed
f	: Flat
EL	: Elastan
PP	: Polipropilen
PA	: Polyamid
P1	: Ham Pamuk
P2	: Boyalı Pamuk
M	: Modal
VI	: Viskon
PM	: Pamuk-Modal
PVI	: Pamuk-Viskon

SEMBOLLER

La	: Isıl İletkenlik($W/m^2.K$)
a	: Isıl Diffüzivite(mm^2/s)
b	: Isıl Soğurganlık($m^2.K/W$)
r	: Isıl Direnç(W/m^2)
qm	: q_{max}
P	: q_{max} ve q_{steady} arasındaki oran
h	: Kalınlık(mm)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Havlu örme çorap numunelerinin makine hızı	39
Çizelge 3.2 : Havlu örme çorap numunelerinin makine hızı	39
Çizelge 5.1 : Havlu örme çorap numuneleri	49
Çizelge 5.2 : Havlu örme çorap numuneleri	50
Çizelge 6.1 : Sentetik elyaf(1.grup) su buharı geçirgenliği değerleri	61
Çizelge 6.2 : Selülozik elyaf(2.grup) su buharı geçirgenliği değerleri	62
Çizelge 6.3 : Selülozik elyaf(2.grup) hava geçirgenliği değerleri	63
Çizelge 6.4 : Sentetik elyaf(1.grup) hava geçirgenliği değerleri	63
Çizelge 6.5 : Transfer ıslanma yüzüne numune ağırlık değişimleri(1.grup)	65
Çizelge 6.6 : Transfer ıslanma yüzüne numune ağırlık değişimleri(2.grup)	65
Çizelge 6.7 : Sıra yönünde kılcal ıslanma sonuçları	68
Çizelge 6.8 : May yönünde kılcal ıslanma sonuçları	68
Çizelge 6.9 : May yönünde kılcal ıslanma ağırlık farkı sonuçları	70
Çizelge 6.10 : Sıra yönünde kılcal ıslanma ağırlık farkı sonuçları	71
Çizelge 6.11 : Su buharlaşma hızı ölçüm sonuçları	72
Çizelge 6.12 : Kuruma hızı ölçüm sonuçları(1.grup)	73
Çizelge 6.13 : Kuruma hızı ölçüm sonuçları(2.grup)	73
Çizelge 6.14 : Isıl iletkenlik, ısı direnç ve kalınlık ölçüm sonuçları	74
Çizelge 6.15 : Sentetik elyaf(1.grup) sıklık değerleri	77
Çizelge 6.16 : Selülozik elyaf(2.grup) sıklık değerleri	77
Çizelge 6.17 : Sentetik elyaf(1.grup)ilmek iplik uzunluğu	79
Çizelge 6.18 : Selülozik elyaf(2.grup)ilmek iplik uzunluğu	79
Çizelge 6.19 : Sentetik elyaf(1.grup) kalınlık değerleri	81
Çizelge 6.20 : Selülozik elyaf(2.grup) kalınlık değerleri	81
Çizelge 6.21 : Sentetik elyaf(1.grup) patlama mukavemeti değerleri	82
Çizelge 6.22 : Selülozik elyaf(2.grup) patlama mukavemeti değerleri	82
Çizelge 6.23 : Sentetik elyaf(1.grup) gramaj değerleri	83
Çizelge 6.24 : Selülozik elyaf(2.grup) gramaj değerleri	84
Çizelge 6.25 : Sentetik elyaf(1.grup) boncuklaşma değerleri	85
Çizelge 6.26 : Selülozik elyaf(2.grup) boncuklaşma değerleri	85
Çizelge 6.27 : Sentetik elyaf(1.grup) aşınma dayanımı değerleri	86
Çizelge 6.28 : Selülozik elyaf(2.grup) aşınma dayanımı değerleri	86
Çizelge 6.29 : Sentetik elyaf(1.grup) rijitlik değerleri	87
Çizelge 6.30 : Selülozik elyaf(2.grup) rijitlik değerleri	87

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : İnsan-Giysi-Çevre sisteminin ısı durumu.....	9
Şekil 2.1 : ASTM E96 metoduna göre "Açık Kap" nem ölçüm düzeneği	12
Şekil 2.2 : Yüzey gerilimleri ve temas açısı	15
Şekil 2.3 : Dikey kılcal ıslanma testi.....	15
Şekil 2.4 : Kararsız ve denge durumlarında su buharı geçişi	20
Şekil 2.5 : Kumaşta su buharı transferi.....	21
Şekil 2.6 : Kılcal yapıda su yükselmesi	22
Şekil 3.1 : Çorap bölümleri.....	29
Şekil 3.2 : Havlu çorap üretimi akış şeması	30
Şekil 3.3 : Havları kumaşın tersinde oluşan havlu örgüsü	32
Şekil 3.4 : Havlu kumaşın iğne düzeni	33
Şekil 3.5 : Platin değiştirme.....	33
Şekil 3.6 : Havlu platini	34
Şekil 3.7 : Kasnak ayarının yapımı.....	34
Şekil 3.8 : Vanizeilmek oluşumu.....	35
Şekil 3.9 : Makine boyutları	37
Şekil 3.10 : Lonati Donna LA45T	37
Şekil 3.11 : Hav besleme aparatı	38
Şekil 4.1 : Pamuk lifinin yapısı	42
Şekil 4.2 : Pamuk lif kesiti.....	42
Şekil 4.3 : Modal lif kesiti	44
Şekil 4.4 : Viskon lif kesiti	45
Şekil 4.5 : Polyamid lif kesiti	46
Şekil 4.6 : Polipropilen lif kesiti	46
Şekil 5.1 : Döner platform metodu su buharı geçirgenliği deney düzeneği	51
Şekil 5.2 : PROWHITE hava geçirgenliği ölçüm cihazı	52
Şekil 5.3 : Transfer ıslanma deney düzeneği	52
Şekil 5.4 : Dikey kılcal ıslanma deney düzeneği.....	53
Şekil 5.5 : ALAMBETA test cihazı.....	53
Şekil 5.6 : ALAMBETA test cihazının bölümleri	54
Şekil 5.7 : PERMETEST test cihazı	55
Şekil 5.8 : PERMETEST test cihazının bölümleri	56
Şekil 5.9 : Su buharlaşma hızı ölçümü	57
Şekil 5.10 : Kalınlık ölçümü test cihazı.....	58
Şekil 5.11 : Kumaş gramaj kesim aleti	58
Şekil 5.12 : Patlama mukavemeti ölçümü test cihazı	59
Şekil 5.13 : Boncuklaşma test cihazı	59
Şekil 5.14 : Aşınma test cihazı	60
Şekil 5.15 : Rijitlik test cihazı.....	60
Şekil 6.1 : Sentetik elyaf(1.grup) su buharı geçirgenliği	62

Şekil 6.2 : Selülozik elyaf(2.grup) su buharı geçirgenliği	62
Şekil 6.3 : Sentetik elyaf(1.grup) hava geçirgenliği	64
Şekil 6.4 : Selülozik elyaf(2.grup) hava geçirgenliği	64
Şekil 6.5 : Transfer ıslanma yüzüze kumaş ağırlıkları değişimi.....	66
Şekil 6.6 : Sıvı transfer oranları	66
Şekil 6.7 : Dikey ıslanma(Sıra yönünde).....	69
Şekil 6.8 : Dikey ıslanma(May yönünde)	69
Şekil 6.9 : Sıra yönü dikey ıslanma ağırlık farkı	69
Şekil 6.10 : May yönü dikey ıslanma ağırlık farkı	70
Şekil 6.11 : Su buharlaşma hızı	71
Şekil 6.12 : Isıl iletkenlik değerleri.....	75
Şekil 6.13 : Isıl direnç değerleri.....	76
Şekil 6.14 : Isıl soğurganlık değerleri	76
Şekil 6.15 : May sıklığı değerleri.....	78
Şekil 6.16 : Sıra sıklığı değerleri	78
Şekil 6.17 : Zemin ipliği ilmek iplik uzunluğu değerleri.....	80
Şekil 6.18 : Hav ipliği ilmek iplik uzunluğu değerleri	80
Şekil 6.19 : Kalınlık değerleri.....	81
Şekil 6.20 : Patlama mukavemeti değerleri	83
Şekil 6.21 : Gramaj değerleri.....	84
Şekil 6.22 : Rijitlik değerleri.....	88
Şekil 7.1 : Isıl direnç-kumaş kalınlığı ilişkisi	89
Şekil 7.2 : Isıl direnç-gramaj ilişkisi.....	90
Şekil 7.3 : Transfer ıslanma(ıslanan)-ısıl direnç ilişkisi	91
Şekil 7.4 : Transfer ıslanma(ıslatan)- ısıl direnç ilişkisi	91
Şekil 7.5 : Isıl iletkenlik-kalınlık ilişkisi.....	92
Şekil 7.6 : Isıl iletkenlik-ısıl direnç ilişkisi	93
Şekil 7.7 : Isıl soğurganlık-ısıl iletkenlik ilişkisi	93
Şekil 7.8 : Su buharlaşma oranı- ısıl iletkenlik ilişkisi	94
Şekil 7.9 : Su buharlaşma oranı-ısıl soğurganlık ilişkisi	94
Şekil 7.10 : Transfer ıslanma(ıslanan)-kalınlık ilişkisi	95
Şekil 7.11 : Transfer ıslanma(ıslatan)-kalınlık ilişkisi.....	95
Şekil 7.12 : Transfer ıslanma(ıslanan)-gramaj ilişkisi	96
Şekil 7.13 : Transfer ıslanma(ıslatan)-gramaj ilişkisi.....	96
Şekil 7.14 : Dikey ıslanma sıra ve may yönü ilişkisi.....	97
Şekil 7.15 : Patlama mukavemeti-gramaj ilişkisi	98
Şekil 7.16 : Patlama mukavemeti-may sıklığı ilişkisi.....	98
Şekil 7.17 : Patlama mukavemeti-sıra sıklığı ilişkisi.....	99

HAVLU ÖRME ÇORAPLARIN ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİ

ÖZET

Hayat standartlarının yükselişiyle birlikte giysilerin kullanım özelliklerinin yanında termal konfor özellikleri de ön plana çıkmaktadır. Çorap, farklı renk ve desenleri ile bir aksesuar malzemesi olmanın yanında insanların temel ihtiyaç malzemelerinden birisi olup, sağlık açısından da oldukça önemli bir giysidir. Çorapların kullanım performansı açısından ısı konfor en önemli parametredir. Havlu örme çoraplar, havlu örme tekniğine göre iki ipliğin aynı anda örme bölgesinde örücü iğnelere beslenmesiyle üretilen örme ürünleridir. Nefes alabilen ve ısı yalıtımı iyi olan bir örme çorap, zorlu hava koşullarında istenen faaliyeti gösterebilecek gerekli sıcaklık şartlarını ve konforu sağlayacaktır.

Havlu örme çoraplardan beklenen performans özelliklerinin başında; yüksek ısı yalıtım ve nefes alabilme özelliğinin sağlanmasıyla gerekli kullanım faaliyetinin gerçekleştirilmesi gelmektedir. Ayrıca vücudun termal dengesi için ısı transfer özellikleri de çok önemlidir. İç yüzeyinin temas ettiği vücut ısısını dışarı transfer etmemeli; dış ortam ısısını da vücut içine kolayca almamalıdır. Bunun yanında terleme ve yağmur gibi koşullarda meydana gelen ıslanmanın ardından kolayca kuruyabilmelidir. Havlu örme kumaşların konfor özellikleri zor hava koşullarına uyum sağlamada çok önemli rol oynar.

Bu çalışmada; tek silindirli çorap örme makinelerinde üretilen havlu örme çorapların konfor özelliklerini belirlemek için, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, transfer ıslanma, dikey kılcal ıslanma, su buharlaşma hızı, kuruma hızı testleri ile ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı geçirgenlik, ısı soğurganlık ve kalınlık ölçümlerini içeren termal analiz testleri ve fiziksel performansını tespit amaçlı olarak sıkılık,ilmek iplik uzunluğu, patlama mukavemeti, aşınma, rijitlik ve boncuklaşma testleri yapılmıştır. Termal konfor özellikleri en iyi performans veren kumaş özellikleri ve kullanılabilecek lif çeşitleri araştırılmıştır.

Yaygın olarak kullanılan havlu örme çoraplar, tek silindirli çorap örme makinesinde 4 besleme havlu örme tekniği kullanılarak üretilmiştir. Bu tezde, 19 farklı hav ipliği kullanılarak 19 havlu örme çorap üretilmiştir. Çorapların zemin ipliği 78/68/1 ve 44/34/1 dtex elastan olup, hav iplikleri ise 200 denye ile 40 denye arasında değişen poliamid, polipropilen, viskon, modal, pamuk, pamuk-modal ve pamuk-viskondur.

Analiz sonuçlarına göre elyaf tipinin giysi konfor özelliklerine önemli etkisinin olduğu görülmüştür. Çorapların ıslanma davranışlarındaki farklılıkların lif tipinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Modal lifinin konfor ve fiziksel özellikleri açısından iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Pamuk havlu çorapların konfor performansının iyi olduğu bulunmuş, hatta fiziksel performansı en yüksek olan çorap olarak karşımıza çıkmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen en dikkat çekici sonuç, pamuk ile karışım halinde kullanılan yeni liflerden elde edilmiş çoraplar(modal), aynı liflerin %100

oranında kullanıldığı çoraplardan hem konfor açısından hem de fiziksel performans açısından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Ölçüm sonuçları istatistiksel olarak Minitab programı tarafından değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler, havlu örme çorapların farklı fiziksel parametreler kullanılarak termal iletim özellikleri ile ıslanma ve kuruma özellikleri arasındaki ilişkiyi anlamak amacıyla yapılmıştır.

Değerlendirme sonucunda; zorlu hava koşullarında faaliyet gösteren kişilerin termal konfor durumunu etkileyen önemli bileşenlerden biri olan havlu örme çorapların özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Nihai kullanım alanına göre; lif tercihleri değerlendirilmiştir ve farklı kullanım amaçları için öneriler yapılmıştır.

THERMAL COMFORT PROPERTIES OF TERRY KNITTING SOCKS

SUMMARY

With the increase in life standards not only using properties but also comfort properties become important. Sock, as a basic need of human having different materials, colors and design is also very important product for human health. Thermal comfort is very important parameter for usage performance of socks. Terry knitting socks are produced with towel knitting technique by using two thread type according to produced design. The sock which is breathable and having good thermal insulation can provide the necessary thermal conditions and comfort under extreme weather conditions.

The primary expected performance properties of terry knitted socks are high thermal insulation and breathability of the products. In addition heat transfer properties are very important for thermal balance of the body. The inner surface of sock should not transfer the body heat to environment as well as should not allow the the external environment temperature into the body easily. Besides, after wetting of perspiration and rain, must easily dry. The comfort properties of terry knitting fabrics play an important role in order to adapt to different weather conditions.

In this study; terry knitted socks are manufactured in single cylinder socks knitting machine to determine the characteristics of comfort, water vapour permeability, air permeability, vertical and transfer wicking analysis, water evaporation rate, drying speed tests and thermal conductivity, thermal resistance, thermal transmittance, thermal absorptivity and thickness measurement, which includes thermal analysis tests and physical performances such as courses and wales density, loop length, bursting strength, abrasion, rigidity and pilling tests are carried out. Thermal comfort properties of fabrics, which gives the best performance features and the available fibre types was investigated.

Commonly used terry knitting socks are produced single cylinder sock knitting machines with 4 feed terry knitting technique. In this thesis, 19 different yarns are used as a pile yarn in order to produce 19 terry socks. Socks ground yarn is 78/68/1 and 44/34/1 elastane and the pile yarns are polyamide, polypropylene, viscon, modal, cotton, cotton-modal and cotton-viscon which are vary in 200 denier to 40 denier.

According to analysis results, it is seen that fiber type has an important effect on comfort properties of garments. The difference in wetting behaviour of socks was resulted directly from fiber type. In terms of comfort and physical properties, it's seen that Modal had better performance. Cotton terry socks was found also good comfort properties ,moreover it has the highest physical performance as well. The most outstanding result of the study is that socks produced with blend of new fibers(such as modal fiber) and cotton showed higher performance for both comfort and physical properties than the socks produced with 100% of modal.

Measurement results are statistically evaluated by Minitab. The statistical analysis was conducted to understand the thermal properties ,wetting and drying properties of the terry fabrics and in order to understand the relation between different physical parameters.

In this thesis examined the effect of different fiber types on comfort features of the terry knitting socks. For this purpose, used as a terry knitting socks with different characteristics to the person operating the process at low ambient temperatures with high effort assessed the impact on thermal comfort. In this context, terry knitting socks are manufactured using different materials to comfort analysis, the results of the impact on thermal comfort will be determined by the properties of fabric used.

1. GİRİŞ

Konfor, insanın bir çevre içinde rahatlık olarak da bilinen kendini iyi hissetme halidir. Giysiler bu hissi, vücut hareketlerini sınırlamaması ve vücudun kendi ısını düzenleme mekanizmasına yardımcı olması durumundan verebilmektedir. Vücut hareketiyle ilgili olan kısım daha çok giysi yapısı ve kumaş yapısıyla alakalı bir durumken, vücut ısını düzenlenmesi konfor özellikleri diye tabir edeceğimiz kumaşın nem, su, hava ve ısı geçirgenlik özellikleri yardımıyla oluşmaktadır.

Günümüz koşullarında, yükselen hayat standardı ve moda trendlerinin etkisiyle, giysilerin fonksiyonel özelliklerinin (kullanım amacı) yanında konfor özellikleri de giysi seçiminde önemli bir faktör haline gelmiştir. Özellikle, son yıllarda gerek doğal elyaf gerekse sentetik elyaf kategorisinde birçok yeni elyaf çeşidi ortaya çıkartılmıştır. Sentetik tekstüre esaslı liflerin, gerek kimyasal yapısı gerekse yapım aşamasında uygulanan tekniklerle, istenilen konfor performansını daha iyi sağladığı görülmektedir. Sentetik elyaf cinsleri daha çok nemi çabuk uzaklaştırabilen, çabuk kurumayı sağlayan özellikleriyle; doğal elyaflar ise doğallığı ve çeşitli konfor özellikleriyle karşımıza çıkmaktadır.

Her ne kadar sentetik esaslı lifler oldukça iyi konfor performansı sunuyorsa da doğal liflerin kullanımı, özellikle günlük hayatta, vazgeçilmez bir unsurdur. Bu doğrultuda yapılan bu çalışmada tekstürel sentetik esaslı liflerle doğal esaslı liflerin konfor performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Buna paralel olarak günlük kullanıma yönelik imal edilen çoraplar, dış giyimin her mevsim ayrılmaz bir parçası olması bakımından, araştırma malzemesi olarak seçilmiştir.

Bu tez kapsamında havlu örme çoraplarda kullanılan farklı elyaf tiplerinin konfor özelliklerine etkisi incelenecektir.

Bu amaçla havlu örme çorap olarak kullanılan farklı özelliklere sahip kumaşların sentetik elyaf(1.grup) ve rejenere selülozik elyaftan(2.grup) oluşan türlerine yönelik termal konfor analizleri ve fiziksel performans analizleri yapılarak karşılaştırılacaktır.

1.1 Tezin Amacı

Havlu örme çoraplar üzerinde yapılan bu çalışmanın amacı; özel havlu örme tekniğinde üretilen çoraplarda farklı lif yapılarındaki ipliklerin kumaş konfor özellikleri üzerine etkisinin incelenmesidir.

1.2 Literatür Araştırması

Havlu çoraplar zemin ipliği ile hav ipliğinin özel bir ilişkiyle,beraber örülmesiyle elde edilir. Yapılan bu çalışmada örülen çoraplar tek silindirli çorap örme makinesinde zemin ipliği çorabın ön yüzünde, hav ipliği ise arka yüzünde olacak şekilde örülmüştür.

Özdil çalışmasında piyasada sıklıkla karşılaşılan yün, akrilik, pamuk, PA içeren çorapların ısı konfor özellikleri hakkında deneysel çalışmalar yapmış ve sonuçları yorumlamıştır. Yapılan deneysel çalışmada ısı direnç, ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerleri Alambeta, bağıl su buharı geçirgenliği değerleri Permetest, hava geçirgenliği değeri FX3300 cihazında ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlarda yün çorapların ısı iletkenlik değerlerinin akrilik çoraplardan daha düşük olduğu görülmüştür. Yün-akrilik karışımı çorapların ısı direnç değerleri %100 akrilik çoraplardan daha yüksektir ve ısı soğurganlık açısından ilk temasta daha sıcak his vermektedir. PA içeren çoraplar pamuklu çoraplara göre yüksek ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerleri vermektedir [2].

Geçirgenlik özellikleri değerlendirildiğinde bağıl su buharı geçirgenlikleri arasındaki fark önemsiz bulunurken, gözenekliliği fazla olan %100 yün ve yün içeren çorapların hava geçirgenlikleri %100 akrilik çoraplardan daha yüksek değer vermiştir. %100 pamuk çoraplar yüksek gözeneklilik, düşük kalınlık nedeniyle en düşük ısı iletkenlik ve en yüksek hava geçirgenlik değerlerini vermişler. %50 pamuk- %50 PA içeren çoraplar en yüksek kalınlık değerine sahip olup en yüksek ısı direnç değeri ve en düşük hava geçirgenliği göstermişlerdir. Ayrıca çoraptaki PA oranı arttıkça ısı soğurganlık değeri artmakta yani çoraplar ilk temasta daha soğuk his vermektedir.

%100 PA ve elastan içeren PA çoraplar kıyaslandığında düşük gözenekliliğe sahip elastan içeren çoraplar elastan içermeyenlere göre yüksek ısı iletkenlik, düşük ısı direnç göstermişlerdir[2].

Çorap diğer kıyafetlere göre daha iyi konfor performansı sergilemelidir çünkü çoraptaki hava sirkülasyonu ayakkabı içinde olduğu için diğer kıyafetlere göre daha azdır[3].

Cimilli ve ark. farklı iplikler kullanılarak örülen çoraplar üzerinde konfor özelliklerini karşılaştırmalı olarak araştırmışlar ve yorumlamışlar. Modal, mikromodal, bambu, soya ve çitosan ipliklerden örülmüş çoraplara su buharı transferi, hava geçirgenliği, ıslanma ve ısı transferi testleri yapmışlardır. Termal geçirgenliği ölçmek için ISO 8302 sıcak levha metoduna uygun bir test cihazı tasarlamışlardır. Ayrıca yapılan testlerde kumaş kalınlığı da göz önünde bulundurulmuştur[3]. Kullanılan iplik farklılıkları göz ardı edilmemesi ve daha net anlaşılması için çoraplarda naylon ve elastan kullanılmamış çünkü elastanın kumaşın doku sıklığını artırdığı göz önüne alınmıştır.

Test sonuçları değerlendirildiğinde pamuk çorabın termal direncinin en düşük, ısı iletiminin en iyi olduğu saptanmıştır. Bunun sonucu olarak ısıyı deriden uzaklaştırdığı için vücudu serin ve konforlu tutacağı yönünde yorumlanmıştır. Test sonuçlarında genel olarak mikro lifler ile üretilen çorapların düşük ısı iletimine sahip, izolasyon özelliği yüksek çoraplar olduğu görülmüştür. Bambu ve soya liflerinden örülen çorapların diğerlerinden daha yüksek ısı dirence sahip olduğu saptanmıştır. Çitosan ipliğinden örülen çorapların en yüksek ısı direnç ve yalıtıma sahip olduğu görülmüştür.

Hava geçirgenliği açısından test sonuçları değerlendirildiğinde; mikro modal iplikten örülen çorap en yüksek hava geçirgenliği değerine sahiptir. Bu ipliği takiben sırasıyla hava geçirgenlik değerleri: modal, soya, bambu, viskoz, çitosan ve pamuktur. Kumaş kalınlığı ile hava geçirgenliği ters orantılı olarak değişmektedir.

Su buharı geçirgenliği açısından test sonuçları değerlendirildiğinde; çitosan iplik ile örülen çorabın su buharı geçirgenliği en yüksek bulunmuş ve bu lifi takiben diğer lifler şu şekilde sıralanmış: bambu, soya, modal, viskoz, mikromodal ve pamuk[3].

Transfer ıslanma değerleri açısından test sonuçları değerlendirildiğinde elde edilen veriler sırasıyla: mikromodal, çitosan, soya, modal, bambu, viskoz ve pamuktur.

Kuruma hızı açısından çoraplar değerlendirildiğinde yüksek kuruma oranına ($\text{g/cm}^2/\text{h}$) pamuk çorap sahiptir. Diğer çorapların sıralanışı: viskoz, çitosan, bambu, soya, modal ve mikromodal olarak gelir[3].

Su buharı transfer oranı ile ilgili Prahsarn ve ark.de yaptıkları çalışmada kumaş kalınlığı, lif özellikleri (kesit alanı) ile bağıntılı olduğunu; lifin nem alma özelliğinin önemli rol oynamadığını savunmuşlardır[4].

Yu ve Qian'ın araştırmasına göre; ısı yalıtım üzerinde iplik inceliğinin etkisi diğer değişkenlere göre daha büyük olduğunu savunmuşlardır.[5].

Yapılan testlerin sonuçlarına göre aynı koşullarda 14,6 dtex düz örme kumaşlar için pamuk ipliği kullanılan kumaşın giyim rahatlığı en iyidir.Yine aynı şartlarda pamuk ipliği ve düz örme şekli için 14,6 dtex iplik inceliği en iyi konforu sağlar. Ve son olarak aynı şartlarda 18,2 tex pamuk ipliği kullanılan kumaşlarda jakar dokuma olduğunda en iyi giyim konforunu verir.[5]

Cubric ve arkadaşları ısı transferini etkileyen önemli kumaş parametrelerini gözenekli yapıyı göz önünde tutarak incelemişlerdir. Üretilen örme kumaşların birincil ve ikincil parametreleri saptanmaya çalışılmıştır. Ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında ısı direnç ile kalınlık, gramaj, örtme faktörü ve gözeneklilik arasında bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Test sonuçlarının istatistiksel incelemesinde lif iletkenliği ve direncinin ısı transferine etkisinin düşük ($R=0,32$) olduğu görülmektedir. Aynı zamanda örme kumaş yapısı içindeki havanın, kumaşın termal direnç değerinde büyük rol oynadığı saptanmıştır[6].

Mijovic ve ark.'nın araştırmaları göstermiştir ki yapısında zemin ipliği ile birlikte elastan beslenen örme kumaşlar elastansız olanlara göre ısı ve su buharı geçirgenliğine daha yüksek direnç gösterirler [7].

Test için 33 süprem kumaş örülmüş ve heated-plate cihazında terleme testleri yapılmıştır. Isıl transfer ve su buharı (ter) transfer özellikleri incelenmiştir. Test edilen örme kumaşların termal direnç değerleri 0,0120 ile 0,0275 m^2CW^{-1} aralığındadır. Test edilen numunelerde gramaj ve kalınlık azaldıkça termal direncin azaldığı gözlemlenmiştir.[7]

Önceki çalışmalarda Fanworth ve Dolhan pamuk ve polipropilen malzemeler arasında ısı kaybını karşılaştırmışlardı. Bulgular sonucunda numuneler arasında görülen farklılıkların bireyin ısı konfor algısını etkileyecek kadar büyük olmadığını savunmaktadırlar.[8]

Benzer araştırmalar Schneider ve ark. tarafından da yapılmıştır.[9] Holcombe ve Hoschke ısı transferinin lif iletkenliğine bağlı olduğunu savundular.[10] Woo ve ark.

yaptıkları incelemede dokusuz yüzey kumaşların termal özelliklerini analiz etmişlerdir[11].

Tzanov ve ark.göre materyale uygulanan bitim işlemlerinin termal direnç üzerine etkisi yoktur; bu işlemler sadece su buharı geçirgenliğini etkiler.[12]. Yasuda ve ark.bitim işlemlerinin tümünün tekstil yapısı içinden malzeme difüzyonuna önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.[13].

Çift yüzlü kumaşlar giyim konforunu son derece iyi sağlamaktadır. Süpüren ve ark. pamuk /pamuk, pamuk/PP, PP/pamuk ve PP/PP hammaddelerini kullanarak çift yüzlü kumaşlar üzerinde yaptığı çalışmada nem transfer özelliklerini ve termal emicilik değerlerini kuru ve ıslak şartlar altında ölçmüşlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda en iyi nem yönetimini PP(iç)/ pamuk(dış) kumaş sağlamış ve en yüksek konfor seviyesinde olduğu saptanmıştır. Materyal olarak 30/1 ring büküm ($\alpha=3,7$) pamuk ve 167 dtex PP iplikler kullanılmıştır. Kumaşın sıvı ve nem transfer kapasitesi MMT(Moisture Management Tester) cihazında ölçülmüştür. Termal emiciliği Alambeta Test cihazında ölçmüşler,sonuçları ANOVA istatistik yazılımı ile yorumlamışlardır[14].

PP(iç)/pamuk(dış) olan kumaşın genel nem yönetimi kapasitesi en iyisidir.Çünkü PP nemi dış tabakaya hemen transfer eder ve dış tabakadaki pamuk bölge nemi hapseder. Bu durum cildin kuru kalmasını ve daha sıcak ve konforlu bir his algılanmasını sağlar. Pamuk(iç)/PP(dış), Pamuk(iç)/Pamuk(dış) olan kumaş nem yönetimi açısından rahatsızlık hissi vermektedir. Çünkü nemi absorbe eden pamuk yüzey cilt ile temas halindedir ve aynı zamanda ıslaklık ve soğuk bir his duyulmasına neden olur. PP(iç)/PP(dış) olan kumaşta ise PP nem absorbe etmez ancak nem kapiler boşluklarda hızla yayılır ve kumaşın geniş bir bölümüne ıslaklık yayılır.Bu da serin ve ıslak hissetmeye neden olur[14].

Kişi giysiye dokunduğunda vücudu ve kumaş arasında ısı geçişi olur ve bu da ilk sıcak-soğuk hissini doğurur. Bu ısı geçişi ve dinamik termal temas özellikleri kişinin satın alma eğilimlerini yönlendirir [15].

Güneşoğlu ve ark. 2-iplik polar örme kumaşların termal temas özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmalarında 4 farklı çeşit kumaş kullanmışlardır.CC-----% 100 pamuk(300 dtex zemin) / % 100 pamuk (600 dtexhav), PC-----% 87 PET/%13 pamuk (300 dtex zemin) / % 100 pamuk (600 dtexhav), PP-----% 87 PET/%13 pamuk (300

dtex zemin) / % 87 PET/%13 pamuk (600 dtexhav) ve CP-----% 100 pamuk(300 dtex zemin) / % 87 PET/%13 pamuk (600 dtex hav).

Ölçümler kuru ve yaş koşullarda yapılmıştır.Yapılan araştırmada CC kumaşın termal emiciliği en yüksek değerde olduğu görülmüştür ve bu durumun soğuk his algılanmasına neden olduğu yorumu yapılmıştır. [15].

Hes'e göre kumaşın mekanik özellikleri kadar tuşesi de önemlidir. Sıcak-soğuk hissi de tuşe ile ilgilidir ve bu satın alma eğilimlerini belirler [16].

Pac'a göre belli bir sıcaklık dağılımında malzemenin termal iletkenliği ile ısı akısı artar. Malzeme daha çok termal enerji emer, daha iyi bir iletken gibi davranır ve sıcak vücut ile temasında serin hissedilir [17].

Özdil ve ark. istatistiksel incelemeleri gösteriyor ki; farklı büküm katsayıları arasında termal direnç anlamlı bir fark gösterir. İplik büküm katsayısındaki artışın termal dirençte düşüşe neden olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni iplik büküm katsayısı arttıkça iplik daha ince hale gelir, böylelikle kumaş kalınlığı düşer[18].

Ayrıca inceleme sonucunda görülmüştür ki iplik büküm katsayısı arttıkça su buharı geçirgenliği artar[18].

Özdil ve ark. test sonuçları gösteriyor ki; karde iplik ile örülmüş kumaşların termal direnç değerleri penye iplik kullanılan kumaşlardan daha yüksektir. Karde iplik ile örülmüş kumaşların ısı iletkenlikleri düşüktür. Penye iplik ile örülen kumaşların ısı soğurganlık değerleri yüksektir ve serin bir his verir[18].

Penye iplik ile örülen kumaşların su buharı geçirgenliği karde iplik olana göre yüksektir. Bunun nedeni karde ipliğin daha tüylü olmasıdır. Kumaş gözenekleri tüylülükten dolayı kapandığı için su buharı geçişi düşük olur.

Özdil ve ark. araştırmasının sonucunda ince ipliklerden örülen 1X1 rib kumaşlar düşük termal iletkenlik ve yüksek su buharı geçirgenlik değerlerine sahiptirler. Aynı zamanda bu kumaşlar düşük ısı soğurganlık değerleri ile sıcak his verirler.

Kullanılan ipliğin bükümü arttığında ısı soğurganlık ve su buharı geçirgenliği artar, ve bu tip kumaşlar serin his verirler. İpliğin büküm katsayısı arttıkça kumaşın termal direnç değeri düşer [18].

İplik numarası arttıkça (Ne cinsinden)bağıl su buharı geçirgenlik değerinin yükseldiği görülmüştür. Bu durum şu şekilde açıklanmıştır: İnce iplikler kullanılarak örülen

kumaşlar daha fazla gözenekli bir yapıya sahiptir ve gözenekliliğin artışı su buharı geçirgenliğini de artırır[19].

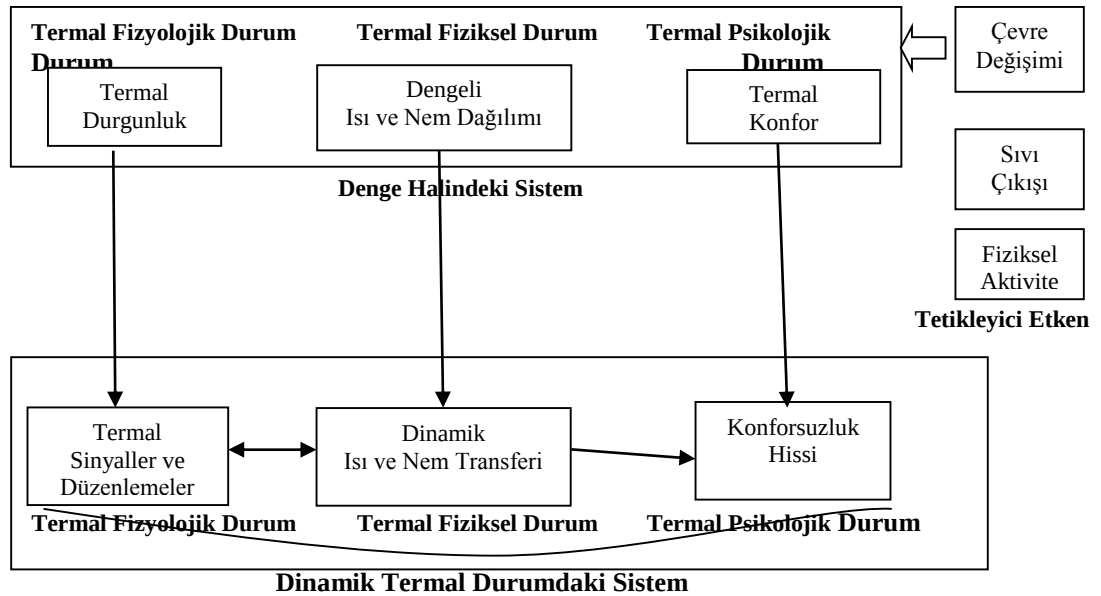
2.TERMAL KONFOR

Slater [20], konforun kişiye göre değişen bir özellik olduğundan nicel tanımlama gerektirmeyeceğini belirtmiştir. Bunun yanında bazı araştırmacılar buna bir tanımlama getirmeye çalışmışlardır. Slater, konforu insanla çevresi arasındaki fiziksel, fizyolojik ve psikolojik memnuniyetin bir karışımı olarak tanımlamaktadır.

Sontag [21], benzer bir ifadeyle konforun iyi hissetme ile alakalı bir durum olduğunu ve bir insanla çevresi arasındaki denge hali olduğunu belirtmiştir. Wang [22] ise İnsan-Giysi-Çevre sistemi şeklinde tanımladığı bu denge halinin çeşitli etkenler sonucu bozulabileceğini belirtmiştir:

Çevrenin ani değişimi (örneğin; klimalı bir odadan sıcak ve nemli bir ortama çıkmak), fiziksel aktiviteler, ani bir sıvı çıkışı (örneğin; alt ıslatma)

Bu etkenler sebebiyle, sistem denge halinden dinamik hale geçerek sistemde ısı ve nem değişimi gibi fiziksel değişimler, vücudun fizyolojik olarak ısınısını düzenlemesi, ısı ve nem algısıyla ilgili psikolojik değişimler gibi sistemler etkin hale geçer (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: İnsan-Giysi-Çevre sisteminin ısıl durumu.

Smith [23], giysinin giyildiğinde hissedilmemesi ve herhangi bir acı vermemesi durumunu konfor olarak tanımlamış ve konforsuzluğu “ufak rahatsızlık verme” ile “aşırı acı” arasında skalandırmıştır. Shivers [24], konforu psikolojik ve fizyolojik olarak sınıflandırmıştır. Fizyolojik konfor vücut ısının üretimiyle kaybı arasındaki ısı dengeyi sağlamakla, psikolojik konfor ise çeşitli durumlarda giysinin rahatlık hissi vermesiyle alakalıdır.

Barker [25] da konforun sadece giysilerin ve kumaşların fiziksel özellikleriyle alakalı olmayıp aynı zamanda insanın fizyolojik ve psikolojik haliyle de alakalı bir durum olduğunu belirtmiştir.

Literatürden alınan bu tanımlamaları özetleyecek olursak konfor aşağıdaki gibi üç ana başlıkta incelenebilir:

Fiziksel konfor; giysinin vücut hareketlerini kısıtlaması, vücuda temasıyla verdiği his gibi giysi ve kumaşın fiziksel yapısının etkili olduğu konfor şeklidir. Giysinin tipi ve şekli, kumaşın geometrisi, yumuşaklık, düzgünlük, ıslaklık, yapışkanlık, batıcılık vs. gibi kumaşın mekanik ve yüzey özellikleri etkilidir.

Psikolojik konfor; sosyolojik konum ve moda gibi etkenlerle kişinin bulunduğu ortamda giydiği giysinin kendisine iyi veya kötü his vermesiyle alakalıdır. Giysinin modeli, şekli ve rengi ana etkenlerdir. Fizyolojik konfor; insan vücuduyla dış ortam arasında oluşacak ısı dengesine giysinin yapacağı etkiyle alakalıdır. Giysi, vücut ısının olması gereken seviyede korunmasına yardımcı oluyorsa insana rahatlık hissi verir. Kumaşın nem, sıvı ve ısı transferi, hava geçirgenliği ve kuruma özellikleri esas olarak fizyolojik konforu oluşturan etkenlerdir. Belirtilen bu üç konfor çeşidi birbirinden bağımsız değildir. Herbiri birbirini etkileyerek giysinin ya da giysi grubunun genel konforunu oluşturur.

Yapılan bu çalışmada; havlu örme çorapların fizyolojik konforu inceleneceğinden literatür çalışması da kumaşların fizyolojik konforu etkileyen fiziksel özellikleri üzerine yoğunlaştırılmıştır.

Birçok araştırmacı fizyolojik konforu etkileyen ana etkenlerin giysilerdeki ısı ve nem hareketlerinin olduğu konusunda birleşmişlerdir.

Bu yüzden araştırmaların çoğu bu iki parametreyi incelemek üzerine olmuştur. Bu iki özelliği etkileyen faktörler ise giyen kişinin hareketliliği, çevredeki rutubet, dış hava

akımı, kumaş kalınlığı, hava boşlukları, kumaş geometrisi ve son olarak da elyaf cinsidir [20].

2.1 Nem Transferi

Normal giyim şartlarında, yani ortalama bir ortam sıcaklığı ve nem ile düşük fiziksel aktivite olması durumunda, insan vücudu deri gözeneklerinden sürekli bir su buharı üretir. Dış ortamla terleyen deri yüzeyi arasında oluşan basınç farkı su buharı moleküllerinin giysi içinden geçerek düşük basınçta olan dış çevreye doğru hareket etmesine yol açar [26].

Mecheels [27] giysideki bu geçişin dört şekilde olduğunu tanımlamıştır: Lifler arasındaki hava boşluğundan geçiş, liflerin sıvıyı emmesi ve geri vermesi, lif ve iplik arasında sıvı haldeki suyun kılcal hareketi ve lif yüzeyinde sıvı haldeki suyun hareketidir.

Bunların içinde nem geçişini en çok belirleyen faktör hava boşlukları arasında oluşan difüzyondur. Diğer mekanizmaların katkısı daha düşüktür. Ancak burada bahsedilen mekanizmalar bilinen difüzyondan daha kompleks bir yapıya sahiptir.

Nem geçişini etkileyen faktörlerden biri de kumaşa kullanılan liflerin hidroskobik (sıvı-severlilik) seviyeleridir. Liflerin içindeki nem miktarının ağırlığının kuru haldeki ağırlığına oranı “nem kazanımı – moisture regain” olarak tanımlanır. “Sıvısever” olarak adlandırılan liflerde bu oran yüksek olmaktadır. Dolayısıyla yüksek nem kazanımına sahip lifler deri üzerindeki nemi daha fazla miktarda absorbe ederek nemin deriden uzaklaşmasını sağlar. Diğer taraftan yüksek nem kazanımı, kumaşın kuruma süresinin uzamasına yol açar, bu da kumaşın nemli ve serin hissi vermesine sebep olur [28].

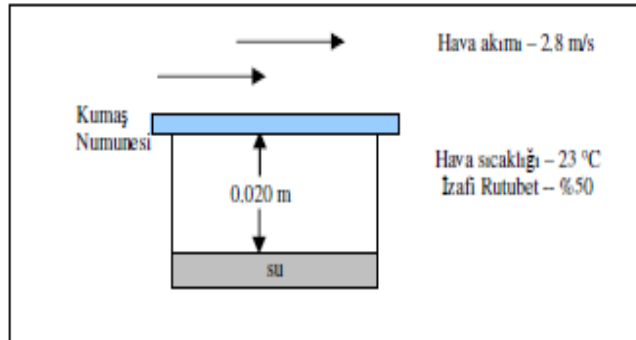
Nemin kumaştan geçişi iki fazda gerçekleşir. Geçiş fazı olarak adlandırılan birinci aşama, giysi yeni giyildiğinde ya da fiziksel aktivasyon gibi denge halindeki bir bozulma sonucunda nemin kumaştan geçmeye başladığı anı temsil eder. Deriden kumaşla deri arasındaki mikro iklim geçiş nem, kumaştaki lifler tarafından absorbe edilir veya lifler ve iplikler arasındaki hava boşluklarından geçer. Liflerin nem bakımından doygunluğa ulaşmasıyla nem geçişi sadece kumaş boşluklarında gerçekleşir. Bu aşama da denge fazı olarak adlandırılır.

Kumaşların nem transfer özelliklerine yönelik yapılan çalışmalarda iki test metodu ön plana çıkmaktadır. Bunlardan birincisi ASTM E96 standardında belirtilmiş olan Kap Metodu (Upright Cup Method) olup diğeri ise Nemli Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hot Plate) Yöntemi' dir [26].

Kap Metodu, üzeri test edilecek malzeme ile kapatılmış içi malzemeye değmeyecek şekilde su ile doldurulmuş bir kabın içindeki suyun zamana göre azalmasıyla tespit edilen Su Buharı Geçirme Oranının (WVPR), Denklem 2.1' de görüldüğü gibi, g/m2/saat cinsinden belirlenmesine dayanan bir yöntemdir.

$$WVPR = G / t.A \quad (2.1)$$

Burada, G; kaybolan su miktarı (g), t; test süresi (saat), A; etkin olan kumaş alanını (m²) göstermektedir. Çevrenin ve kabın sıcaklığı 23 oC olup çevrenin izafi nemi %50 olarak ayarlanır. Kabın içine yaklaşık 5 mm yüksekliğinde su konularak su ile kumaş arasında 20 ± 5 mm lik bir boşluk bırakılır. (Şekil 2.1)



Şekil 2.1: ASTM E96 metoduna göre “Açık Kap” nem ölçüm düzeneği.

Kap Metodu ilk olarak plastik ve kağıt olarak plastik ve kağıt malzemelerde kullanılmıştır. Malzemelerinin temininin ve testin uygulanmasının kolaylığı yüzünden daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Ancak suyun sıcaklığının vücut sıcaklığı olan 35 oC' yi yansıtmaması ve su ile malzeme arasındaki hava boşluğunun nem geçişine gösterdiği direnç yöntemin dezavantajlarını oluşturur.

Pharsarn [26], çalışmasında pamuk, yün, çeşitli lif kesitlerinde kesikli ve filament polyester ve polipropilen elyaf gruplarını kullanılarak örülen çeşitli kalınlıktaki suprem ve lacoste kumaşlara yukarıdaki test metotlarının kullanımıyla çeşitli kumaş parametrelerinin nem geçirgenliğine olan etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre nemli ısı direnç (R_{et}) ve su buharı geçirgenlik katsayısı (WVPR)

kumaşın kalınlığı ve yoğunluğundan direkt olarak etkilenmektedir, ancak kumaşın hava geçirgenliğiyle bir korelasyona sahip değildir. Bunun sebebi de örme kumaşlarının sahip olduğu açık yapı nedeniyle birbirine kıyasla önemli bir fark yaratmaması olarak açıklanmıştır. Hava geçirgenliği daha çok kurumayı etkilemektedir. İplik cinsi de, kumaş yapısına olan etkisi nedeniyle, nem transferini etkileyen bir faktör olarak gözükmemektedir. Yüzeyinde lif çıkması düşük olan, düzgün yüzeyli, ince filament bir iplik daha geniş hava boşlukları oluşturacağından ştapel liflere göre daha fazla nem geçişine müsaade eder.

2.2 Isıl İletkenlik

Termal iletkenlik konveksiyonun ihmal edilebilir olduğu durumlarda iletim ve ısımanın kombinasyonu sonucu kumaştan ısı akısının termal transfer davranışını tanımlayan bir özelliktir. İletime, ısı kaybı, kumaşın kalınlığı ve termal iletkenliğine bağlıdır. Isıl iletkenlik aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$k = (Q / A) / (T / L) \quad (2.2)$$

Q: A kesitinden geçen ve L mesafesinde T sıcaklık farkına yol açan ısı miktarı
Q/A: T/ L ısı gradyanına sebep olan ısı akısı

Tekstil malzemelerinin termal iletkenliğini ölçmek için ISO 8302 standardında belirtilen korumalı sıcak tabaka kullanılır.

Cisimlerin ısıl izolasyonunu ifade eden ısıl direnç de buradan yola çıkarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$R = k / \lambda = Q / A * T (m^2 K / Watt) \quad (2.3)$$

Tekstil malzemelerinin termal iletkenliğini ölçmek için ISO 8302 standardında belirtilen korumalı sıcak tabaka kullanılır.

Frydrych ve arkadaşları [27], Alambeta adı verilen bir cihaz yardımıyla yaptıkları deneylerde, pamuk ve Tencel hammaddeli dokuma kumaşların çeşitli ısı parametreleri – ısı iletimi, ısıl direnç, ısı difüzyon miktarı, ısı emilimi gibi – bakımından karşılaştırmalarını yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda ısı iletimi ve ısı emilimi bakımından pamuklu kumaşlar daha yüksek değerler vermiştir.

Dolayısıyla, yazlık giysilerde kullanılan pamuklu kumaşların ısıyı daha iyi ilettikleri söylenebilmektedir.

2.3 Isıl Yalıtım

Termal yalıtım giyim konforunu belirleyen en önemli özelliklerden biridir. Yalıtım özelliği sadece kumaşın fiziksel özellikleri değil aynı zamanda örgü ve dökümlülük gibi yapısal özellikleri tarafından da belirlenir. Kumaşın termal yalıtım özelliğini belirlemek üzere kullanılacak yöntem ISO 9920 standardında belirtilmiştir. Bu standartta termal yalıtım I_{cl} temel giysi yalıtımı olarak aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$I_{cl} = (T_{sk} - T_{cl}) / H \quad (2.4)$$

H: cilt alanının birim metrekaresine düşen kuru ısı kaybı (W/m^2)

T_{sk} : ortalama cilt sıcaklığı ($^{\circ}C$)

T_{cl} : giyinik bir insan ortalama yüzey sıcaklığı ($^{\circ}C$)

Giyinik kişinin ortalama yüzey sıcaklığı sadece giysi yüzey sıcaklığına bağlı değildir aynı zamanda vücudun giyinik olmayan kısımlarının sıcaklığına da bağlıdır. ISO 8302 standardında korumalı sıcak plaka kullanılarak düz numuneden kararlı durumda ısı transferini belirleyen test metodu tanımlanmıştır. Bir ya da iki numune ile ölçüm yapan iki farklı tip cihaz vardır. Cihazın prensibi korumalı sıcak plakanın kararlı koşulda çok yönlü düzgün yoğunluklu ısı akısı oluşturmaktır.

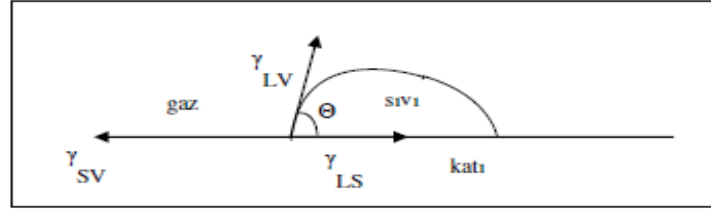
2.4 Isılanma ve Kılcal Isılanma(Wicking)

Aşırı sıcak ve nemli bir ortamda veya yoğun bir aktivasyondan sonra oluşan sıvı haldeki terin deri üzerinden atılması giysinin ıslanma ve kuruma performansı ile sağlanır. Bu giysi konforu açısından önemli bir faktördür. Bu performans kumaşın ıslanabilirliği ve kılcal ıslanmasıyla alakalı bir durumdur. Sıvı ile tekstil malzemeleri arasındaki ilişki dört mekanizmayla açıklanabilir: lif yüzeyinin ıslanması, sıvının lifler arasından taşınması, sıvının lif yüzeyinde tutunması ve sıvının lif içine difüzyonudur [28]. Kissa' nın [28] yaptığı tanımlamaya göre ıslanma, katı-hava kesitinin katı-sıvı kesitiyle yer değiştirmesi olayına denir. Dinamik bir proses olan ıslanma doğal ve zorlanmış olarak çeşitlendirilebilir. Yayılma, daldırma, adhezyon ve kılcal girintililik

gibi mekanizmaları içeren kumaş ıslanması çok kompleks bir sistemdir. Havanın sıvı ile yer değiştirmesi durumu Young-Dupre tarafından şu formülle tanımlanmıştır:

$$\gamma_{SV} - \gamma_{SL} = \gamma_{LV} * \cos \Theta \quad (2.5)$$

Formüldeki γ , arayüz gerilimlerini; S, L ve V indisleri sırasıyla katı, sıvı ve buhar yüzeylerini; Θ , denge temas açısını belirtmektedir (Şekil 2.2).

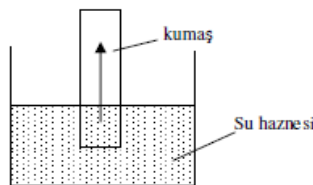


Şekil 2.2: Yüzey gerilimleri ve temas açısı.

İplik veya kumaş gibi lifli bir yapıya sahip cisimlerde sıvı transferinde kılcal yollar ve kuvvetler etkili olabilir. Bu kılcal kuvvetler sayesinde sıvının kendiliğinden gözenekli yapıda ilerlemesine kılcal ıslanma (wicking) adı verilir. ıslanma ile kılcal ıslanma birbirinden ayrı mekanizmalar değildir. ıslanamayan bir kumaşa kılcal ıslanma olması beklenemez. Kılcal ıslanmanın devam edebilmesi için de kumaşın sürekli ıslak kalması gerekmektedir.

Sıvı transferini tespit amaçlı çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan öne çıkan yöntemler Dikey Kılcal ıslanma Testi (DIN 53924), Damla Testi (AATCC 39-1980), Yatay Kılcal ıslanma Testi (Miller & Tyomkin, Yoneda) ve GATS (Gravimetric Absorbency Testing System – ağırlık ölçerek emilim testi) olarak söylenebilir [26].

En yaygın ve kullanımı en kolay yöntem olan dikey kılcal ıslanma testinin esas 1x6 inç ebadında hazırlanmış şerit halindeki kumaşların 21 °C deki saf suya ucundan batırılmasına dayanmaktadır. 5 dakika müddetince, aralıklarla yapılan seviye ölçümleriyle suyun yükselme hızı ölçülebilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Dikey kılcal ıslanma testi.

Yatay kılcal ıslanma testlerinde yöntemin esası, sabit bir su haznesinden sürekli bir sıvı akışının sağlandığı gözenekli bir yapı üzerine yerleştirilen kumaşa üstten de belli bir basınç uygulanmak suretiyle kumaşın emdiği su miktarının tespitine yöneliktir. Bu miktarı tespit etmek için su haznesinde azalan suyun miktarı ölçülmektedir.

Yatay kılcal test yöntemlerinin dikey yönleme göre avantajı yerçekimi kuvvetinin etkisini ortadan kaldırmasıdır.

Zhuang [29], yaptığı çalışmada kumaş tabakaları arasındaki sıvı transferini incelemiştir. Hazırladıkları düzenek ile aynı cinsten hazırlanan aynı ebattaki iki kumaş parçası biri ıslak biri kuru olmak üzere üst üste konmuş ve belli bir dış basınç uygulanmış (bu dikey konumlandırmada yay vasıtasıyla, yatay konumlandırmada içi kum dolu aynı ebatta bir kap vasıtasıyla sağlanmış) - ıslak kumaştan kuru kumaşa olan sıvı transferi tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmada 4.59, 9.18, 13.77, 18.36 ve 27.54 kg/m² lik dış kuvvetler uygulanmış ve çalışmalar sonucunda en iyi sıvı transferinin optimum bir dış basınç değerinde elde edildiğini ve bunun da 14 kg/m² civarında bir basınç olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda ıslak kumaşta bulunan başlangıç sıvı miktarı arttıkça transfer edilen sıvı miktarının da arttığı belirtilmektedir.

Yapılan bu çalışmada ıslak ve kuru tabakalar yüz-yüze, yüz-arka ve arka-arka şeklinde yerleştirmeler yapılarak sıvı transferleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre en iyi transfer ıslak ve kuru kumaşın yüzlerinin karşılıklı geldiği pozisyonda gerçekleşmektedir. Arka-yüz ve arka-arka temaslarında ciddi bir sıvı transferi gözlemlenmemiştir.

Transfer kılcal sıvı transferini etkileyen en önemli parametrelerden birinin ıslak tabakanın başlangıç ağırlığı olduğundan, Adler [26] bu parametrenin etkisini kaldırmak için Denklem 2.6' daki formülü tanımlamıştır:

$$C = (C_1 - C_0)/(C_r - C_0) \quad (2.6)$$

Buna göre, C_0 , başlangıç kuru numune ağırlığı; C_r , ölçüm anındaki ıslak numune ağırlığı ve C_1 , ölçüm anındaki kuru numune ağırlığı şeklinde tanımlanarak sıvı transfer oranı C hesaplanmıştır. Bu oran vasıtası ile ıslak zeminde bulunan suyun ne kadarlık kısmının kuru zemine geçtiği tespit edilmiş olmaktadır.

2.5 Kuruma

Kumaş tarafından deriden emilen nemin veya sıvının ya da dış ortamdan kumaşa gelen sıvının hızlı bir şekilde kumaştan uzaklaşması konforu sağlayan parametrelerden biridir. Bu da kumaşın denge halinde sahip olduğundan fazla sıvıyı buharlaştırmasıyla mümkün olabilmektedir. Genel olarak kurumanın üç evreden oluştuğu belirtilir. Birinci evrede ıslak kumaş çevresine göre sıcaklığını denge haline getirir, ikinci evrede sabit bir kuruma periyodu olur. Bu periyotta kumaş içindeki su hızla yüzeye doğru çıkar ve sabit bir hızda buharlaşma gerçekleşir. Kritik nem oranına ulaştığında bu sabit kuruma biter ve daha yavaş bir kuruma gerçekleşir. Çünkü yüzeydeki su artık buharlaşmış ve dengeye ulaşmıştır ancak yüzeyin altında hala kuruma devam etmektedir [30].

Fourt ve arkadaşları [30], geniş bir kumaş çeşidi kullanarak kumaşların aynı ortamda serbest hava koşullarına bırakılmasıyla kuruma hızlarını incelemiştir. Çalışmadan şu neticeler elde edilmiştir:

- Kuruma işleminin büyük bölümü sabit hızda gerçekleşen bir sıvı uzaklaştırma evresinden oluşmaktadır. Bütün kumaşlar için bu durum aynı olmaktadır.
- Kuruma hızı, kumaş ağırlığı yüzdesine göre hesaplandığında sonuçların kumaş ağırlığına göre değiştiği, birim alanın ağırlığı cinsinden hesaplandığında 10 mm kalınlığa kadarki kumaşlarda düzgün sonuç verdiği görülmektedir.
- Çalışmada en büyük kuruma hızı farkının yüksek ve açık havlı kumaşta olduğu görülmüş, buna neden olarak da serbest duran hav telleri kalınlığı arttırdığından kılcal ıslanmalarına olanak verememelerinden kaynaklandığı görülmüştür.

Coplan [31], yün, naylon, Dacron, orlon, pamuk gibi liflerden oluşan kumaşlar üzerine kuruma testleri yapmıştır. Bunun için kumaşlar önce tamamen ıslatılıp daha sonra fazla suları alındıktan sonra standart laboratuvar koşullarında kuruması için bekletilmeye alınmıştır.

Kumaşların kuruma hızlarının sabit bir hızda olduğu görülmektedir ve $\text{g/cm}^2\text{saat}$ cinsinden belirtilen bu sabit elyaf cinsine bağlı değildir. Ancak yüzeyi çok düzgün ve lifsiz bir yapıda olan kumaşlarda bu sabit değer daha yüksektir. Toplam kuruma süresi ise kumaşların başlangıçta aldıkları sıvı miktarına bağlıdır. Sıvı miktarı ne

kadar fazlaysa kuruma da o kadar geç olmaktadır. Hissel ola olarak kuruma ise nem oranının %100' ün altına düşmesiyle gerçekleşmektedir.

2.6 Hava Geçirgenliği

Hava geçirgenliği kumaşın nem transferi, ısı transferi ve kuruma davranışlarını önemli ölçüde etkileyen yardımcı bir faktördür. Ayrıca direkt olarak düşünüldüğünde düşük sıcaklıklarda veya ıslak kumaş koşullarında kumaşı geçerek deri yüzeyine ulaşan hava konforsuzluk etkisi verebilmektedir. Giysilerin hava geçirgenliği vücut geometrisine, havanın hızına, kumaşın hava geçirgenliğine ve giysi katmanları arasındaki boşluklara önemli ölçüde bağlıdır.

Cheng ve Cheung [32], ASTM D737 test yöntemini kullanarak kumaşların hava geçirgenliklerini tespit etmeye çalışmışlardır. Kumaşın hava geçirgenliğini etkileyen ana faktörün kumaş gözenekliliği olduğunu, bunun da kumaş içindeki lifler ve iplikler arasındaki boşluklar tarafından desteklendiği belirtilmektedir.

Hobbs ve arkadaşları [33], gaz koruyucu apresi yapılmış koruyucu giysilerin konforluluğu açısından yaptıkları çalışmada kumaşların çeşitli konfor özellikleriyle beraber hava geçirgenliğini de tespit etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, $4.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ hava/m}^2 \text{ dk}$ değerinde hava geçirgenliğine sahip giysiler hava geçirmeyen olarak değerlendirilmiş ve bu giysiler konforsuz olarak belirtilmiştir.

Gibson [34], Sıcak Plaka Yöntemi'yle nemli ısıl direncin hesaplanmasında hava faktörünü katarak plakaya teğet olarak 2 m/s hızda ve plakaya dik olarak 2.5 m/s hızda gönderilen hava koşullarında yeni ısıl direnç değerleri elde etmiştir. Kumaşın hava geçirgenliği arttıkça kumaş içine giren hava miktarı da artmaktadır. Bu da ısı ve nem transferinin daha hızlı olmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla hava geçirgenliği düşük olan kumaş en yüksek ısı ve buharlaşma direnci göstermektedir. Yapılan deneylerde, hava geçirgenliğinin buharlaşma direncinin düşmesinde etkisinin yüksek olduğu daha keskin bir şekilde görülmüştür.

Epps ve Song [35], benzer bir çalışmada hava geçirgenliğinin ısıl dirence olan etkisini incelemiştir. Kumaştaki hava boşluklarının fazlalığı, yüksek bir hava geçirgenliği sağlarken düşük bir ısıl izolasyon verebilmektedir. Bu yüzden, kumaşın hava geçirgenliği kumaşın hangi hava koşullarında kullanılacağına göre seçilmelidir. Örneğin, yüksek sıcaklıkta kullanılan bir koruyucu giysinin fazla ısıyı atabilmek için

yüksek ısı transferi sağlaması ve yüksek hava geçirgenliğine sahip olması gerekmektedir.

2.7 Temas Özelliği

Hissel konfor, kumaşın deriyle olan temasıyla oluşmaktadır. Bu, kumaşın yumuşaklık, düzgünlülük, ıslaklık, yapışkanlık ve baticılık gibi yüzeydeki lif ve kontak noktası sayısı, yüzeye su yapışması, emicilik, eğilme rijitliği, kesilme ve gerilme kuvvetlerine karşı direnci, temas sonucu serinlik şeklinde ölçülebilir mekanik ve yüzey özellikleriyle alakalıdır. Lif özellikleri, iplik ve kumaş yapısı ve kumaş bitim özellikleri bu parametreleri etkileyen ana faktörlerdir [36].

Barker [36], yaptığı çalışmada Kawabata Thermolabo cihazını kullanarak ısıtılmış bir plakanın kumaş üzerine koyulmasıyla zamana göre bir ısı akış diyagramı elde etmiştir. Buradan elde edilen maksimum ısı akısının kumaşın ısı kapasitesi ve iletkenliğiyle kumaşın kontak yüzeyine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla daha düzgün yüzeyli kumaşların kontak alanı artacağı için ısı akısı artar ve daha ılık bir his vermesine sebep olur.

Schneider [37], yaptığı diğer bir çalışmada subjektif yöntem kullanmıştır. Yün, pamuk ve polyester ipliklerinden dokunmuş kumaşların deneklerin kolları üzerine koyulmasıyla gelen serinlik hissi cevaplarına göre bir değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmada, lifin su severliği, kumaş yapısı, bağıl nem ve deri sıcaklığı şeklinde dört parametrenin değiştirilmesine göre elde edilen sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Su-severliği yüksek olan kumaşlar daha serin bulunurken pamukla yün arasında ciddi bir fark görülmemiştir. Yünle polyesterin farklı bağıl nem altında karşılaştırmalarında ise yünün polyesterden daha serin olduğu cevabı en çok 50-70 RH arasında alınmıştır. Derideki sıcaklık düşüşünden elde edilen sonuçlara göre sıcaklığı en fazla düşüren yünün daha az su sever olmasına rağmen pamuktan çok farklı bir değer vermediği görülmüştür.

2.8 Su Buharı Geçişi

Su buharı geçiş hızı, birim zamanda vücuttaki birim alandan belirli bir paralel yüzeye, belirli sıcaklık ve rutubet koşullarındaki düzenli su buharı akışı olarak tanımlanabilir [38].

İnsan vücudunun günlük aktiviteleri sırasında kendi kendine yaptığı termofizyolojik düzenlemeler sonucu derideki gözeneklerden ter ve su buharı çıkar. Terleyen vücut ve çevre arasındaki buhar basıncı, su buharı moleküllerinin giysiden çevreleyen ortamdaki düşük basınçlı bölgeye doğru ilerlerler. Su buharı kumaştan çeşitli yollarla transfer edilir: Bunlar; kumaştaki boşluklardaki havadan difüzyon, liflerden difüzyon ve emilen su moleküllerinin lif yüzeylerinden transferidir [39].

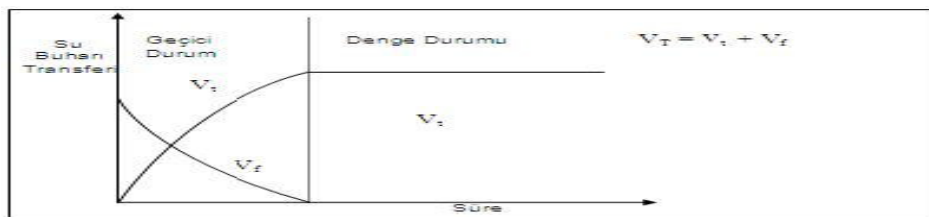
2.8.1 Kararlı durumda su buharı geçişi

Kararlı durumda su buharı nakli difüzyon yoluyla gerçekleşir. Kararlı durumdaki kumaşın su buharı direnci, özellikle kumaş kalınlığı ve gözenekliliği olmak üzere kumaş geometrisine bağlıdır. Kumaş kalınlığı, su moleküllerinin kumaştan difüzyonu sırasında kat ettikleri yolu etkilediği için önemlidir. Kalın kumaşlar ince kumaşlara göre su buharı transferine daha fazla direnç gösterirler [39].

Long, çift tabaka atkılı örme kumaşların su transferi özelliklerini incelemiştir. Kumaşlarda lif kompozisyonu olarak %100 pamuk, pamuk-polipropilen, pamuk-polyester, pamuk-poliakrilonitril, yün-poliakrilonitril-polyamid-polipropilen ve yün-poliakrilonitril ve polyamid-polyester karışımlarını kullanmıştır. Çalışmasının sonucunda kumaşta kullanılan liflerin hidrofobik ya da hidrofilik olmasının su buharı geçirgenliğinde önemli bir etkiye bulunmadığını açıklamıştır. Ayrıca diğer koşullar sabit olmak şartıyla aynı gruptaki kumaşlardan yoğunluğu büyük olanın su buharı geçirgenliğinin düşük olduğunu ve yüksek ilmek yoğunluğuna sahip kumaşın su buharı geçirgenliğinin daha düşük olduğunu gözlemlemiştir [40].

2.8.2 Kararsız durumda su buharı geçişi

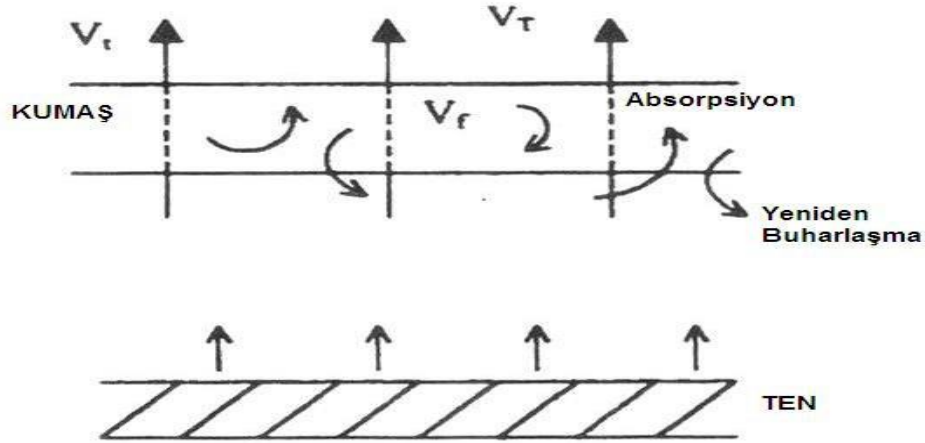
Araştırmacılar giyim konforunu etkileyen su buharı geçirgenliğinde, kararlı durumlar için yapılan ölçümlerin dinamik giyim koşullarında yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Kararsız durumlarda Şekil 2.4'te görüldüğü gibi deri ve kumaş arasındaki buhar basıncı artar ve dengeye ulaşır.



Şekil 2.4: Kararsız ve denge durumlarında su buharı geçişi.

Kararsız durumlarda deriden gerçekleşen toplam su buharı geçişi (V_T), su moleküllerinin kumaştaki hava boşlukları tarafından difüzyonuya da transferi (V_f) ve lifler tarafından emilen nemin (V_i) toplamıdır.

Şekil 2.4'te ve Şekil 2.5'de kararsızlık ve denge durumları ve kumaştan su buharı geçişi gösterilmektedir [39].



Şekil 2.5: Kumaşta su buharı transferi.

Fukazawa tekstil materyallerinin su buharı geçişine gösterdikleri direnci ölçmek için bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada sıcaklık ve basıncın etkisini ölçmek için yüksek yerlerdeki su buharı naklini incelemiştir. Çalışmasında sıcaklığın su buharına dirençte sıcaklığın az etkili, basıncın ise fazla etkili olduğunu görmüştür. Yükselti arttıkça su buharı direnci düşmektedir.

Su buharı direncinin azalması, kıyafetlerde kişiye rahatsızlık veren sıvılaşmaya (buğulaşma) sebep olmaktadır. Aynı şekilde basınç azaldıkça tekstil materyalinin su buharı direnci azalmaktadır [41].

2.9 Su Emişi

Su emişinin iki boyutu vardır. Bunlardan birincisi zamandan bağımsız olarak emilebilecek su miktarıdır; diğeri ise su emişinin hızıdır. Değişik su emiş oranlarına sahip kumaşların emdikleri toplam su miktarı aynı olabilir, bunun yanında aynı kumaş yapısına sahip farklı kumaşların emdikleri toplam su miktarları aynı olmak zorunda değildir [42].

$$\% \text{ Su Emişi} = (\text{Emilen Su Kütlesi} / \text{Orijinal Kütlesi}) * 100 \quad (2.7)$$

Crow and Osczevski yaptıkları çalışmalarında su ve çeşitli kumaşlar arasındaki etkileşimi incelemişlerdir. Bu çalışmada emilen su miktarının kumaş kalınlığıyla ve su miktarıyla sıkı bir ilişkide olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca bir kattan diğerine kılcal bir şekilde geçen suyun miktarının gözenek boyutuna ve gözenek hacmine bağlı olduğunu belirtmişlerdir [43].

2.10 Kılcallık Teorisi

Kılcal bir yapıda sıvı sıvı-katı ara yüzünde net pozitif P kuvvetine göre yükselir.

$$\Delta P = P - \delta gh \quad (2.8)$$

δ : g/cc cinsinden sıvı yoğunluğu

g: yerçekim ivmesi (980,7 cm/s²)

h: cm cinsinden sıvı yüksekliği

Kılcal basınç P kılcal alandaki (r_i^2) iç ıslatma kuvveti (F_{wi}) olarak tanımlanır:

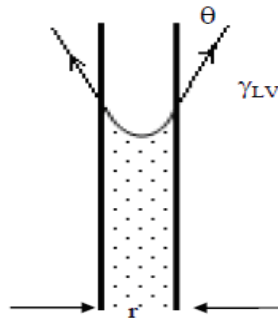
$$P = \frac{F_{wi}}{\pi_i^2} = \frac{2\pi_1\gamma \cos \Theta}{\pi_i^2} = \frac{2\gamma \cos \Theta}{r_i} \quad (2.9)$$

γ : dyne/cm cinsinden sıvı yüzey gerilimi

r_i : cm cinsinden yarıçap

θ : sıvı-katı temas açısı

Kılcal basınç P sıvı ağırlığı δgh 'dan büyük olduğu zaman pozitif kuvvet sıvıyı yukarı taşır. $P=\delta gh$ olduğu zaman sıvının yükselmesini sağlayan P sıfır olur ve sıvı yükselmesi denge yüksekliğinde durur [44].



Şekil 2.6: Kılcal yapıda su yükselmesi.

2.11 Isı ve Kütle Transferinde Yapılan alışmalar

Fan ve ark. gözenekli yapılar da sorpsiyon ve kondensasyon ile ısı ve nem transferi için dinamik bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde gözenekli lifli yapılar da su içeriğinin efektif termal iletkenlik ve sınır sıcaklıklarda önemli fark olduğu zaman önemli bir ısı transfer mekanizması haline gelen ışımayla ısı transferi üzerindeki etkisi ilk defa dikkate alınmıştır. Modelin sayısal sonuçları lifin higroskopikliği arttıkça yoğunlaşmanın daha az olduğunu göstermiştir. İ kumaşın su buharı direnci artırılarak, dış kumaşinki ise azaltılarak vatkanın gözenek dağılımı değiştirilerek yoğunlaşma azaltılabilir [45].

Fohr ve ark. alışmalarında lamine, yapıştırılmış ya da dikimli kumaşlar gibi çok tabakalı tekstil yapılarında dinamik ısı ve sıvı transferi üzerinde çalışarak matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelde sıvı difüzyonu ve sorpsiyonu ile çok tabakalı kumaşın hangi kısımlarında suyun biriktiği belirlenmektedir [46].

Hong ve Kim pamuk polyester karışımı kumaşların konfor özelliklerini araştırmışlardır. Bu kapsamda farklı kumaş yapısındaki örme kumaşlarda akış hızı, dikey sıvı transferive kılcal basınç karakteristikleri test edilmiştir. 100 % pamuk kumaşların yüksek yüzey gerilimi kumaşın kılcal basıncını artırarak sıvı transferinde kumaş tarafından emilen sıvı miktarını artırmıştır. Kumaş yapısındaki polyester oranı arttıkça kılcal basınç düşerek geçirgenlik artmaktadır. % 100 polyester kumaşta yüzey gerilimi en düşük, geçirgenlik ise en yüksektir. Dikey sıvı transfer testinde kumaşın ilk ilerleyişi oldukça hızlıdır ancak yerçekimi kuvvetinin etkisiyle ilerleme yavaşlar [47].

Wu ve Fan sıfır derecenin altındaki çevresel koşullarda kullanılan ve içinde çift katlı lif tabakası barındıran kışlık giysilerde biriken nem miktarını, transfer edilen nem miktarını ve bunlar üzerinde lif tipi ve tabakadaki lif yerleşiminin etkisi üzerinde çalışmışlardır. Bunun için terleyen korumalı sıcak plaka test cihazını sıfır derecenin altındaki atmosfer koşullarını canlandırarak şekilde modifiye etmişlerdir.

Lif tabakalarında y n, polyester ve kaz tüyü kullanılmış, ölçüm sonuçlarına göre çok soğuk iklim koşullarında kullanılacak giysilerde y n lifinin lif tabakasının v coda yakın olan iç kısmında kullanımının tabaka üzerinde biriken nem miktarını azaltıp dışarıya transfer edilen nem miktarını azaltacağı tespit edilmiştir [48].

Ding ve ark. tek tabakalı kumaş ve hava boşluğundan oluşan kumaş sisteminde birleşik ısı ve kütle transferini inceleyerek matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri model deneysel sonuçlarla uyum göstererek belirli bir kumaş tipi için termal direnç ve evaporative direncin tahminlenerek termal konfor koşullarının belirlenmesini sağlamaktadır [49].

Ding ve ark. çalışmalarının ikinci bölümünde ilk çalışmada geliştirdikleri modeli kullanarak çevresel koşulların, hava tabakası ve malzeme özelliklerinin kumaşın termal ve evaporatif direnci üzerindeki etkilerini araştırmışlardır [50].

Malikarjunan ve ark. hastane yataklarından kaynaklanan yatak yaralarının önlenmesi için yatak kaplama kumaşı olarak kullanılabilecek çok katlı kumaşların konfor ve termofizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Farklı malzeme ve konstrüksiyonla örme ve dokuma kumaşlar üreterek bu kumaşların hava geçirgenlik, ısı iletkenlik, düzlemsel sıvı iletimi, su emicilik ve sıkıştırılabilirlik özelliklerini ölçmüşlerdir.

Analiz sonuçlarına göre Lyocell havlı ve dimi konstrüksiyondaki kumaşlar hastane yatakları için en uygun özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir [51].

2.12 Havlu Çorapların Termal Özellikleri İle İlgili Parametreler

İnsan vücudu ile çevre arasındaki ısı alışverişi Met ve Clo birimleriyle ifade edilir. 1 Met (metabolic equivalent=metabolik eşdeğer) oturur pozisyonda ve ısı iletken olarak konforlu bir insanın metabolizmasını ifade eder ve 50 kcal/m²saat değerine eşittir.

“Clo” birimi ise giysi yalıtımını belirtir ve 1 clo birimi normal havalandırılmış bir odada (0,1 m/s hava hızı) 21 °C hava sıcaklığında ve % 50 ‘den az bağıl nemde oturur-uzanır durumdaki bir erkeği konforlu hissettiren giysi yalıtımı olarak ifade edilir. Metabolik ısı üretiminin % 24 ‘ü deriden buharlaşmayla kaybedilir. Geriye kalan 38 kcal/m² saat giysiden iletim, konveksiyon ve ışıma ile iletilir. Ortalama konforlu vücut sıcaklığı 33 °C ‘dir. Giysi ve havanın toplam yalıtımı;

$$I_t = \frac{33 - 21}{38} = 0,32 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{Csaat} / \text{kcal} \quad (2.10)$$

olarak verilir. Bu özel koşulda hava yalıtımı 0,14 m²°C h / kcal, giysinin yalıtımı ise 0,18 m²°C h / kcal olarak bulunmuştur. 1 clo birimi 0,18 m²°C h / kcal olarak tanımlanır ve 0,155 m²°C/W değerine eşittir. Bu tip giysi yalıtımı efektif yalıtım olarak bilinir.

Tog termal direncin birimidir ve 1 W/m² ısı akısında 0,1°C 'lık sıcaklık gradyanı elde etmek için gereken ısı direnç olarak tanımlanır. Hafif yazlık giysi 1 tog'luk yalıtım sağlar. Isıl yalıtım tog cinsinden ifade edildiğinde giysi boyunca sıcaklık düşüşü tog değeri ile ısı akısının çarpımının onda biri olarak hesaplanır. Isı akısı da sıcaklık düşüşü tog değerinin onda birine bölünerek bulunur [51].

Geçirgenlik indeksi: Geçirgenlik indeksi giysinin evaporatif performansının göstergesi olarak Woodcock tarafından geliştirilmiştir. Geçirgenlik indeksi aşağıdaki denklemlerle ifade edilir:

$$i_m = \frac{R_t}{LR \times R_{et}} \quad (2.11)$$

R_t : giysi ve yüzey hava tabakasının toplam ısı direnci (m²°C/W)

R_{et} : giysi ve hava tabakasının toplam evaporatif direnci (m²kPa/W)

R_t/R_{et} oranı iletilen kuru havaya göre evaporatif ısı iletiminin etkinliğini ifade eder. Lewis ilişkisi (LR) ise evaporatif kütle transfer katsayısı ile konvektif ısı transfer katsayısının bir oranıdır.

Tipik uygulamalar için bu oranın 16,65 °C/kPa olduğu kabul edilir. Teorik olarak geçirgenlik indeksi değeri 0 ile 1 arasında değişir [51].

2.13 Havlu Çorapların Termal İletim Özellikleri

Havlu çorapların termal iletim özellikleri liflerin morfolojik özellikleri, ipliğin iç yapısı ve çorabın fiziksel ve yapısal karakteristikleri gibi pek çok faktöre bağlıdır.

Tekstil liflerinin termal geçirgenlik özellikleri moleküler yapı, yoğunluk, kristalizasyon seviyesi, kristal oryantasyon açısı, amorf bölgelerde moleküler zincirlerin hareketliliği gibi moleküler yapısal parametreye dayanır. Havlu çorapların termal iletim özellikleri ayrıca iplik içindeki lif yerleşiminden de etkilenmektedir.

Şapeli liflerin paketlenme yoğunluğu lif yerleşimine bağlı olarak değişmektedir. Üretim tekniklerinden bağımsız olarak tekstil kumaşları birbirine bağlı boşluklardan oluşan yapılardır ve çorapların ısı geçirgenliği liflerin gözenekliliğinden dolayı değişmektedir. Buna göre kumaş gözenekliliğini etkileyen her parametre onun ısı geçirgenliğini etkilemektedir. Kumaşın termal davranışını en çok etkileyen parametre

ise kumaşın kalınlığıdır. Kumaş kalınlığındaki artış kumaş hacmini artırarak kumaş gözenekliliğini etkiler.

Tekstil yapılarının termal yalıtım özellikleri kumaşın lif yerleşiminin rastgele yapısına bağlıdır. Kumaş kalınlığı gibi kumaştaki liflerin yerleşimi de kumaşın termal yalıtım özelliğini belirler. Lif, iplik ve kumaş özellikleri ve kumaşın vücuda uygulanış şekli kişinin termal, fiziksel ve psikolojik konforunu belirler.

İplik yapısal parametreleri iplik boyunca hava ceplerinin varlığı ile termal transmisyon özelliği üzerinde etkilidir. Bir lif bileşeninin iplik içinde kısalmasıyla oluşan hacimli iplikler diğer ipliklerden sadece yapı yönünden değil aynı zamanda mekanik özellikleri, yüzey ve iplik hacmi yönünden de ayrılır. Bu ipliklerden üretilen kumaşların ipliğin hacimliliği tarafından etkilenir. Hacimli ipliklerden üretilen kumaşlar normal ipliklerden üretilen kumaşlardan her yönüyle farklıdır.

Hacimli iplik iyi termal izolasyon özelliğine sahip hacimli tekstil ürünleri üretebilmeyi sağlar.

Kesikli bükümsüz ya da boşluklu ipliklerden yapılmış dokuma kumaşların konforla ilgili hava geçirgenliği, ısı iletkenliği, yüzde su buharı geçirgenliği, sıvı çekme ve su emicilik gibi özelliklerinin etkilendiği görülmüştür.

Normal iplikten yapılan kumaşlar maksimum termal iletkenlik özelliği gösterirken boşluklu ipliklerden yapılan kumaşların termal iletkenlik değerleri minimumda kalmıştır.

Bükümsüz iplikten üretilen kumaş ise ortalama termal iletkenlik özelliği göstermektedir. Boşluklu iplikten üretilen kumaşın termal iletkenlik özelliğinin minimumda kalmasının sebebi boşluklu liflerin hacimli yapısının izolasyon ortamı oluşturmasıdır. Boşluklarda hava sıkışır ve iç tabakanın ısısı dışarıya verilmez.

Mikroklima kalınlığındaki artış ile insan vücudundan gerçekleşen toplam ısı akışı azalmaktadır. Bu durum yalıtkan malzeme görevi gören hava tabakasının artışından kaynaklanır.

Mikroklima kalınlığındaki artışla ısımanın toplam ısı akısındaki katkısı artar. Işımayla ısı iletimi mikroklima kalınlığından etkilenmemektedir. Mikroklima kalınlığı azaldıkça kumaş kalınlığının etkisi artmaktadır [52].

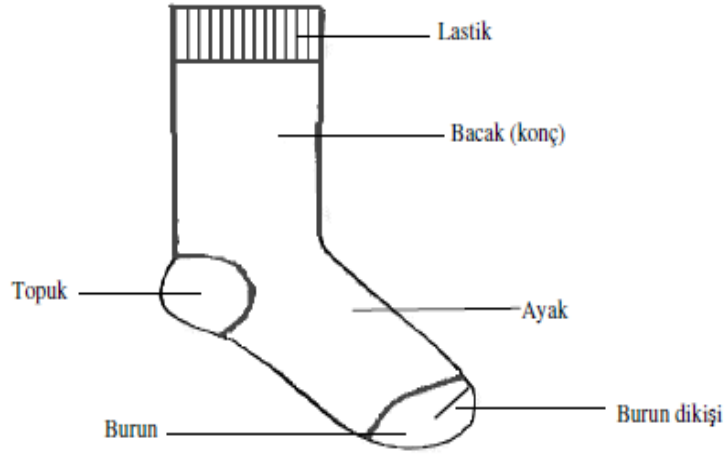
2.14 Birleşik Isı ve Kütle Transferi

Tekstil materyalinden nem transferinde sadece kütle transferi değil ısı transferi de mutlaka hesaba katılmalıdır. Higroskopik malzemelerde ısı ve nem transferi birbirinden ayrılmaz. Su moleküllerinin iletimi sırasında bu moleküller kimyasal doğa ve yapılarına göre lif tarafından absorbe edilir. Suyun absorpsiyonu ile absorpsiyon ısısı denilen bir miktar ısı serbest bırakılır. Isı üretimi sırasında malzeme yüzeyindeki sıcaklık arttıkça nem buhar iletim hızı azalır. Nem sorpsiyonu ve difüzyonunun geçici koşullarında ısı transferine nem transferinin dört farklı şekli eşlik eder. Isı ve nem transferi arasındaki bu bağlantı nem sorpsiyon kapasitesi, lif çapı, su buharı difüzyon katsayısı, yoğunluk ve sorpsiyon ısısına bağlıdır. Selülozik liflerin ıslanma ısısı ise nem içeriği ve kristalin yapısına bağlıdır ve liflerin kristalinitesinin artışına orantılı olarak azalır [1].

Lifli yapılardaki iki geçici durum tamponlama ve üşütme eş zamanlı ısı ve nem taşınımıyla ilgilidir. Serinletme ya da tamponlama efekti sıcak havada terlemenin, üşütme ise soğuk havalarda egzersizle terlemenin sonucudur.

3.HAVLU ÇORAP ÖRME TEKNOLOJİSİ

Çorap örgüsü beş bölgeden oluşmaktadır: lastik, bacak(konç), topuk, ayak ve burundur(Şekil 3.1). Bir çorap makinasında bu sıra doğrultusunda örülen çorap, sadece burnu açık olarak kullanım formunda makinadan çıkar. Burun dikiş makinasında burnu kapatılan çorap boya ve ütü işlemlerinden sonra kullanıma hazır hale gelir.



Şekil 3.1: Çorap bölümleri.

Lastik: Bu kısmın görevi çorabı ayakta tutmaktır.

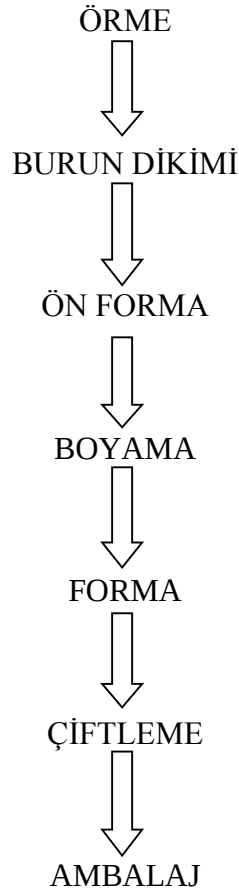
Gövde(Konç): Bu kısım çorabın topuk kısmıyla lastik kısmı arasında kalır. Renkli, atlamalı, havlu, boyuna çizgili, enine çizgili vb. desenler bu kısımda oluşturulur.

Topuk: Tabanla gövde arasında kalan kısımdır. Çorabın tabandan kaymasını önleyen en etkili kısımdır.

Ayak-Taban: Çorabın alt kısmıdır. Takviyeli örülmesi çorabın sağlamlığını artırır. Ayak kısmının desenine bağlı olarak bir desen uygulanabilir. Ayak kısmının deseni ayak üstünde açılır. Taban kısmında ise tabanı saracak bir desen kullanılmaya çalışılır. Bu nedenle ayak ve taban desenleri birbirine bağlıdır.

Burun: Çorabın kapanması durumuna göre yapılış şekli değişir. Dikilecekse ayrı maylardan geçirilerek dikilir; ayrı şekilde örülür ve çorap bitirilir. Burun, takviyeli olarak da örülebilir.

Havlu çorap imalatı 7 aşamadan oluşmaktadır: Çorabın örülmesi, burun dikişi, ön forma, boya, forma, çiftleme ve ambalajdır.



Şekil 3.2: Havlu çorap üretimi akış şeması.

Çorabın Örülmesi: Çorap örülmeye lastik kısmından başlar. Lastik tamamlandıktan sonra sırasıyla konç, topuk, ayak, taban ve son olarak da burun örülür. Çorap örme makinesinde burun kısmı açık olarak örülen çorap burun dikişi için burun makinesine gönderilir.

Burun Dikim İşlemi: Burada havlu çorabın burnu dikilir. Burun dikimi overlok dikiş olarak yapılmaktadır. Dikişin görüntüsü çok estetik olmamasına karşın; ince bayan çoraplarında en çok tercih edilen overlok dikiştir.

Ön Forma: Boyama yapılacak çoraplar bu işlem öncesinde ön forma(ütüleme) işlemine tabi tutulurlar. Böylece ilmekler sıcaklık etkisiyle açılıp boyanın örgüye daha iyi nüfuzu sağlanmaktadır. Ön formada çoraplar rezistanssız kalıplara sokulmaktadır.

Boyama: Çoraplar boyalı iplikle örülmemesi halinde örme işlemi sonrasında boyama işlemine tabi tutulurlar. Boyama işlemi sonucu bazı çorap özelliklerinde değişme görülebilir.

Forma: Çorabın görünüşünü iyileştirmek ve çorap üzerindeki nemi almak üzere yapılan işlemdir. Forma yapılan çorap bir miktar çekerek gerçek boyutlarına ulaşır. Forma işlemi otomatik ütüler yardımıyla yapılmaktadır. Otomatik ütü makinelerinde çoraplar alüminyum ayaklara takılarak buharlama, fiksaj, presleme ve kurutma işlemlerine tabi tutulur.

Çiftleme: Formadan çıkan çorapların ikişerli gruplar haline getirilmesi işlemidir. Bu işlem sonrası etiketleme ve jelatinleme işlemlerine geçilir.

Ambalaj: Çiftlenen çoraplar belirli büyüklükteki kutulara belirli sayıda yerleştirilir.

3.1 Tek Silindirli Çorap Makinelerinde Havlu Çorap Üretimi

Çorap örgüsünde kullanılan makinalar tek plaka ve çift plaka olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilirler. Tek plakalı bir çorap makinasında temel örgü birimi düz örgüdür. İlave mekikleri sayesinde desenli çorap imalatına olanak verir. Ayrıca; havlı çorap imalatı için de bu tip makinalar kullanılır.

Tek plakalı bir makinadan elde edilen çorapla çift plakalı bir makinadan elde edilen çorap ilk olarak lastik şeklinden ayırt edilebilir. Tek plakalı makinada lastik kısmı örüldükten sonra üstüne kıvrılarak çoraba bağlanır, dolayısıyla lastiği çift katlıdır.

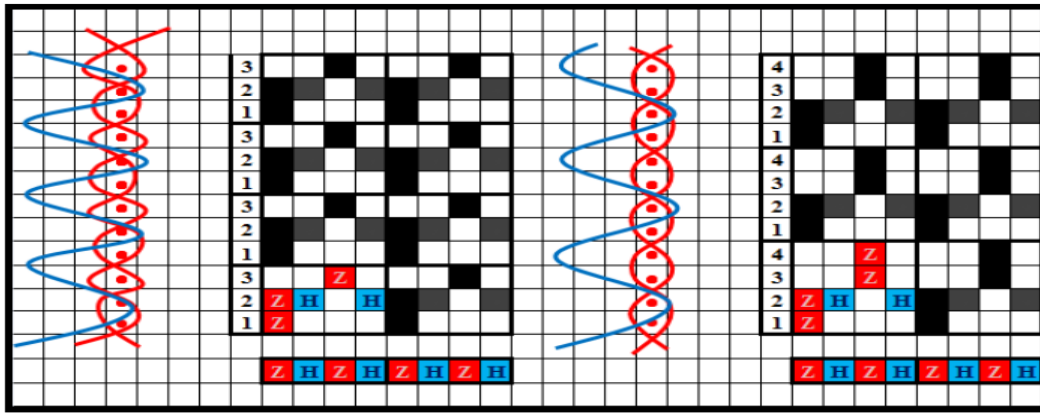
Çift plakalı makinada ise lastikler direkt olarak ribana şeklinde örülür ve tek katlıdır. Bu sebepten dolayı çift plakalı bir makinadan örülmüş çorabın lastik konforu açısından daha rahat olduğu söylenebilir.

Havlu çoraplar zemin ipliği ile hav ipliğinin özel bir ilişkiyle beraber örülmesi sonucu elde edilir.

Zemin ve hav örgülerinin özel havlu örme makinelerinde zemin kumaşın yüzünde, tersinde veya hem yüzü hem de tersinde hav oluşturmak için mayların hareketini belirleyen örgülere **havlu örgüler** denir.

Özellikler:

- Havlu örgüler ilmekli yapıları sebebiyle kumaşa yumuşak bir tutum kazandırır.
- Buruşma problemleri yoktur.
- Pamuk ipliği ile dokunmaları ve ilmekli yapıları sebebiyle nem alma, ısı ve hava tutma yetenekleri yüksektir.
- Sıcak suda ve sık sık yıkanmaya dayanıklıdır.
- Havlu örgüleri zemin ve hav örgülerinin belirli oranlarda birleşmesiyle oluşur.
- Dokuma tekniğine göre havlu örgüleri üç ve dört grupta olarak çizilir.
- Havlı (ilmekli) yapı, havlu kumaşın yüzünde, tersinde veya her iki tarafında yer alabilir.
- Desen büyüklüğüne göre havlu örgülerini, armürlü ve jakarlı olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür.



Şekil 3.3: Havları kumaşın tersinde oluşan havlu örgüsü.

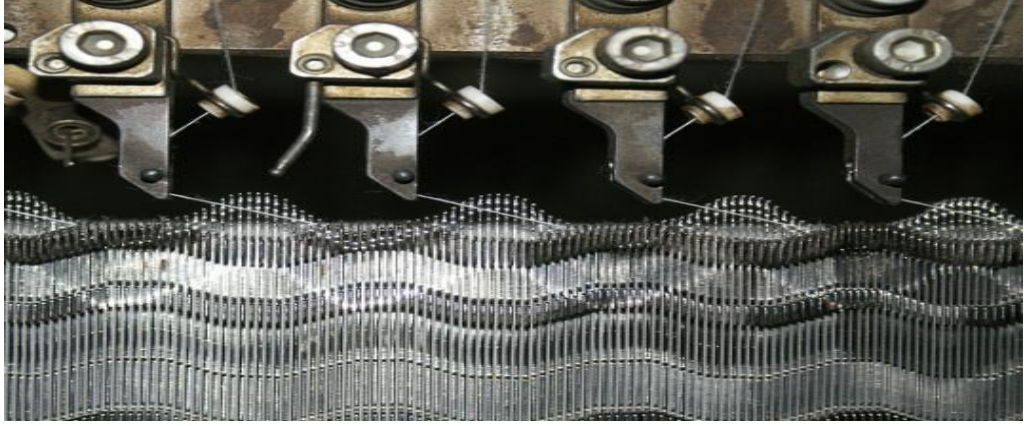
RL havlı (peluş) örgüler; tek plaka yuvarlak örme makinelerinde üretilen havlı kumaşların üretiminde kullanılan örgülerdir.

RL Havlı örgülerde vanize örgüler gibi iki farklı iplik beslenerek birinci ipliğin zemini, ikinci ipliğin ise havları oluşturması sağlanır. Hav ipliğinin yüzeyde hav oluşturması özel hav platinleri sayesinde hav ipliğinin örme kumaş yüzeyinde uzun ilmekler oluşturması tekniğine dayanır. RL havlı örgü raporu bir sistem ve bir iğneden oluşur.

Her sistemde iki iplik aynı anda beslenir ve birinci iplik zemini ikinci iplik havı oluşturur.

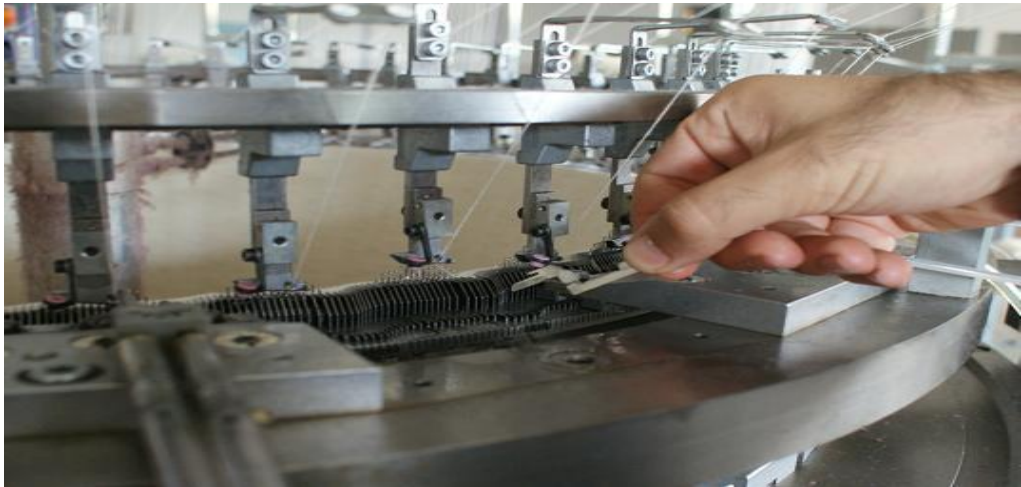
Havlı örgü ile oluşturulan kumaş ön yüzünde süprem örgü görüntüsü ters yüzünde ise havlı görüntü hâkimdir.

İğne ayarı: Havlu çorapların üretilmesi için tek plaka çorap örme makinesinin iğne düzeni düz kumaş (süprem) örgüsü yapacak iğne düzeni olmalıdır.



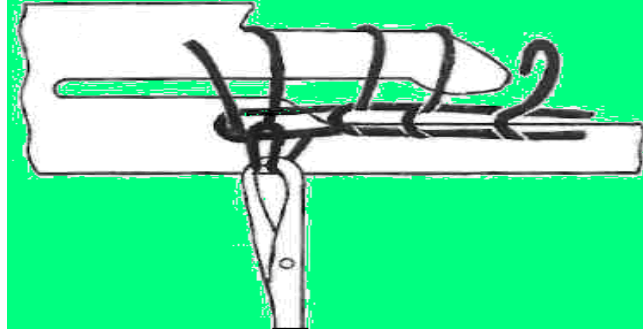
Şekil 3.4: Havlu kumaşın iğne düzeni.

Platinlerin değiştirilmesi: Platin tek plaka yuvarlak örme makinelerinde örgü oluşmasına yardımcı olan parçadır. Havlu örgülerde bu özellikleri ile rol oynamaktadır. Hav yükseklikleri platinlerin yüksekliğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Hav platinleri mm olarak ölçülendirilir ve hav yüksekliğini belirten ölçüye göre de numaralandırılır veya isimlendirilir. Şekil 3.5'te platin değiştirme işlemi görülmektedir.



Şekil 3.5: Platin değiştirme.

Zemin ipliği: Zemin ipliği süprem örgü yaparken, havları oluşturan hav ipliği, hav platinin üst kısmındaki hav tutma kısmına takılarak örgünün ters (L) yüzeyinde uzun ilmek oluşturmaları sağlamaktadır.



Şekil 3.6: Havlu platini.

Mekik ayarı: Havlu kumaşların örülmesinde de vanize mekiği kullanılır. Mekiğin ön deliğine kumaşın (R) yüzeyini oluşturacak iplik, arka deliğine ise kumaşın (L) ters yüzünde hav oluşturan iplik takılmalıdır. Bu işlem tüm mekiklerde aynı düzende tekrarlanmalıdır.

Çelik ayarları: Havlu çorabın üretilmesinde makinenin tüm çelikleri ilmek çeliği olmalıdır.

May ayarı: Havlu çorap üretiminde may ayarı diğer örgülere nazaran daha sıkı olmalıdır. Gevşek bırakılan may ayarı kumaşın arka yüzeyindeki hav ipliklerinin kumaşın ön yüzünden gözükmesine neden olur.

Gerginlik ve kasnak ayarı: Havlu çorap üretiminde kasnak ayarı yapılırken arka yüzeyde hav yapacak ipliklerin beslendiği kasnağın ayarı daha gevşek bırakılmalıdır. Ön yüzeyde ilmek oluşturan ipliklerin beslendiği kasnak ise daha sıkı olmalıdır.

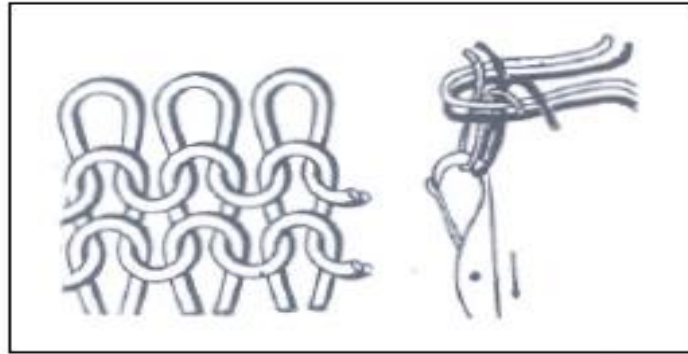


Şekil 3.7: Kasnak ayarının yapımı.

Kumaş çekim ayarı: Kumaş çekim ayarı bütün örme tekniklerinde olduğu gibi bu örgü tekniğinde de örülen kumaşa göre belirlenir. Makine çalışırken kumaş gerginliği elle kontrol edilir, duruma göre çekim hızı düşürülür ya da yükseltilir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli unsur, eğer kumaş çok çekerse iğnelerde bozulmalar ve kumaşta patlaklar oluşur. Aynı şekilde eğer kumaş çekim ayarı çok gevşek bırakılırsa iğne ağızlarında yığılmalar olur ve iğnelerde bozulmalar olur.

Sonra çorabın hammaddesi, hav yüksekliği, tuşesi ve diğer örgü özellikleri karşılaştırılır, kontrol edilir. Üretim esnasında makine cağlıklarına iplik yerleştirilirken aynı numara iplik olmasına dikkat edilmelidir. Hatta ipliklerin üretim seri numaralının bile farklı olmaması üretimin kalitesi açısından önemlidir.

Genel olarak çorap örgüsünde her iki makina tipinde de vanize örgüsü kullanılır. Vanize örgüsü, aynı iğneye beslenen iki farklı ipliğin birinin kumaşın ön yüzünde diğerinin kumaşın arka yüzünde baskın olarak görülmesini sağlayan bir örgü çeşididir. Bu özelliği sağlamak için özel vanize mekikleri kullanılır. Bu mekikler vasıtasıyla aynı iğneye farklı iki iplik beslenebilir. Şekil 3.8’ de gösterilen örgüde, beyaz iplik mekikteki önde bulunan gözden geçirilerek gerilim altında beslenmiş; siyah iplik ise arkada bulunan gözden geçirilerek normal bir gerilim ile beslenmiştir. Böylece beyaz iplik siyah ipliğe göre iğneyi daha kısa yoldan sardığı için kumaşın önünde görünmektedir [53].



Şekil 3.8: Vanize ilmek oluşumu.

3.2 Vanize-Süprem Örgü

Vanize-süprem örgü: Örme sanayinde vanize süprem diye anılan bu örme çeşidinde de yöntem süprem örgüsünde olduğu gibidir. Farkı mekiğin çift gözlü ve jakar sistemine göre çalışmasıdır.

Çift katlı kumaş görünümünde bu örgüde iplikler isteğe ve amaca göre farklı materyallerden yapılmış olabilirler. Örneğin eşofmanlık kumaşlarda ön yüz floş, arka yüz ise pamuk ipliği kullanılabilir.

3.3 Lonati Firması

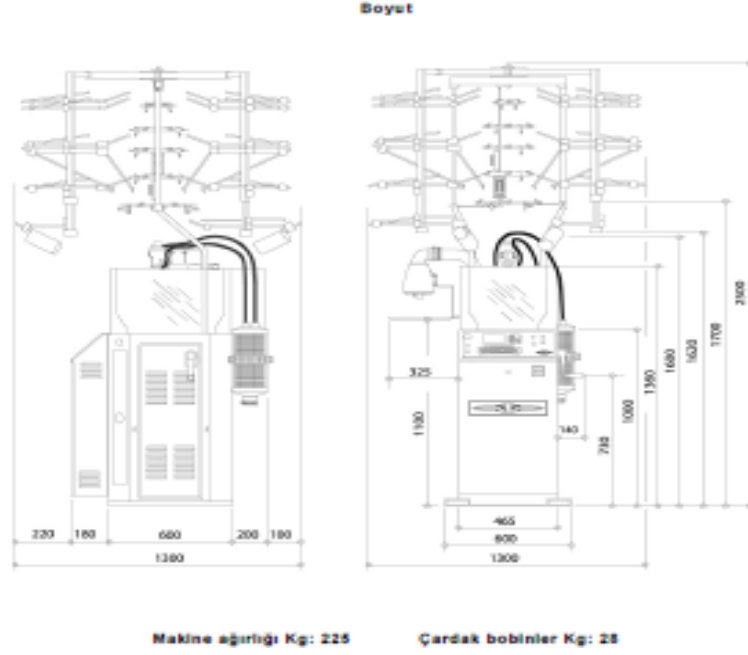
Lonati SpA, 8000 üzerinde çorap örme makineleri ile dünyanın önde gelen çorap örme makine üreticisidir. İlk olarak Klasik G 5JA erkek çorap örme makinesi serisi tasarladı. Kuzey Amerika fabrikalarında montaj için yüz ünite hazır olan, şimdi varolan tüm modellerde monte edilebilir harici otomatik ayak bağlama ile çevrilidir. Bu sürüm büyük ölçüde üretim ve maliyet tasarrufu açısından net avantajlar vererek, çorap pick-up ve dikiş işlemlerini basitleştirmiştir. Farklı versiyonları yaz aylarında satışa sunulacak olan. 5 ve 6 renk tek besleme, çift besleme, fileto ve 3D - Tüm standart modeller geliştirilmiştir. Ayrıca; 4-besleme spor çorap örme makineleri de piyasada mevcuttur. Lonati, dünyanın her köşesine kendi makinelerinin% 60'ını ihraç etmektedir.

60 ülkede ihracat ağının muazzam yayılmasına rağmen, müşteri hizmeti maksimum ürün kalitesi ve müşteri ilişkilerinde eşit yüksek kalite standartlarını vurgulayan şirket politikasına uygun olarak ; Lonati Brescian ekonominin bir dayanak noktası olduğunu ve ulusal, Avrupa ve dünya düzeylerinde giderek daha önemli bir rol oynamayı hedeflemektedir.

Bu çalışmada; havlu örme çoraplar; Lonati Donna adlı LA45T model 340 iğneli 4,5 inchlik 0,70 mm kalınlığındaki makinede örülmüştür. Makinenin teknik özellikleri ve boyutu aşağıda belirtilmiştir.

Düz ilmekli ve/veya havlu, 4 besleme üzerinde 1x1 ve 3x1 sabit örgülü, lycra kaplamalı, 4 beslemeli, beden numaralı, tümbeslemeler üzerinde pnömatik seçimli, extra large "XL-XXL"bedenli çorap ve külotlu çorap üretimi için 4 beslemeli, tek silindirli elektro pnömatik makinedir.

Tek kancalı kenar mevcuttur. Her makine ısısında bedeni muhafaza etmek için elektronik düzen vardır.



Şekil 3.9: Makine boyutları.



Şekil 3.10: Lonati Donna LA45T.

3.4 Attivo Maglieria Hav Besleme Aparatı

Cihaz piyasada tamamen yeni tasarlanmış olup iplikteki voltaj değişikliklerinin dengelenmesi için bir gerilim sensörüne dayalı olarak çalışmaktadır. Bu sensör; çalışma sırasındaki gerilim değişikliklerini algılamaktadır. Bu her zaman ipliğin örgü makinesinde sabit ve programlanabilir bir voltajın muhafaza edilmesine imkan verir.

Ana özellikleri:

- Gerilim sensörü uzaktan laptop ile programlanabilir
- Yeni gerilim sensörü hassasiyet ve doğruluk garantili
- Tüm açılardan görülebilen uyarı lambaları
- Aktif iplik kullanımı, orta veya ince

Aşağıda hav besleme aparatı Şekil 3.11'de görülmektedir:



Şekil 3.11: Hav besleme aparatı.

3.5 Boyama İşlemi

Havlü örme çorapta parça boyama prosesi uygulanmaktadır. Bu çalışmada tamburlu boyama makineleri alanında öncü kuruluş olan Proll & Lohmann firmasının bu konuda son geliştirdiği model Colorcombi parça boya makinesi kullanılmıştır. Uygulanan santrifüj ve boyama hızı kumaşa göre ayarlanır. Bu çalışmada test edilen numuneler modal, viskon, pamuk, poliamid ve polipropilen iplikler açısından sınıflandırılarak optimum şartlarda boyanmıştır.

Aşağıda kullanılan iplik cinslerine göre uygulanan ortak bitim işlemleri açıklanmıştır.

Ayrıca örnek bir boyama reçetesi ve işlemine ilişkin şema; Ek B'de görülmektedir.

Bitim İşlemi: Polipropilen ve poliamid hav iplikli kumaşlara uygulanan bitim işlemi:
50 °C de 20 dk. % 2 Rucofin WO (Rudolf Draner) pH:5 (asetik asit)

Pamuk, modal ve viskon hav iplikli kumaşlara uygulanan bitim işlemi:
50 °C de 20 dk. % 4 Densoft Ultra (Denge Kimya) pH:5 (asetik asit)

3.6 Kullanılan Hammadde

Örülen çoraplarda zemin ipliği olarak elastan, hav ipliği olarak da pamuk, modal, viskon, pamuk-modal, pamuk-viskon, poliamide ve polipropilen iplikleri kullanılmıştır. Ayrıca havlu örme çorapların formalama işlemi Cortese makinesinde 170 derecede 12 saniyede yapılmıştır. Burun kapatma işlemi overlok dikişle Detexomet makinesinde, külotlu çoraplardaki külot dikimi de overlok dikiş olarak Takatori makinesinde yapılmıştır.(1 inch=23 adım.)

Çizelge 3.1: Havlu örme çorap numunelerinin makine hızı.

HAMMADDE	ZEMİN İPLİĞİ dtex	HAV İPLİĞİ dtex	MAKİNE HIZI(rpm)
PA	EL22/78/68/1	33/20/1	200
PA	EL22/78/68/1	40/40/2	200
PA	EL22/78/68/1	78/68/1	200
PA	EL22/78/68/1	44/34/1	200
PA	EL22/78/68/1	33/10/1	200
PP-kırmızı	EL22/78/68/1	78/25/1	200
PP-mor	EL22/78/68/1	56/16/1	200
PA	EL44SC22/7/1	33/20/1	200
VİSKON	EL22/78/68/1	Ne 60/1	200
PAMUK	EL22/78/68/1	Ne 40/1	200
MODAL	EL22/78/68/1	Ne 40/1	200
HAM PAMUK	EL22/78/68/1	Ne 60/1	200
50/50 PAMUK/MODAL	EL22/78/68/1	Ne 40/1	200
50/50 PAMUK/VİSKON	EL22/78/68/1	Ne 40/1	200

Çizelge 3.2: Havlu örme çorap numunelerinin makine hızı.

STANDART KIŞLIK ÇORAPLAR				MAKİNE HIZI(rpm)
İPLİK NO.	HAMMADDE	ZEMİN İPLİĞİ	HAV İPLİĞİ	
200 DEN	PA	EL22/44/34/1	78/68 FLAT X 2	500
70 DEN	PA	EL22/44/34/1	78/68 FLAT	500
40 DEN	PA	17 DTEX ELASTAN	44/34/1	500

4. ELYAF ÖZELLİKLERİ

Geleneksel elyaf çeşitlerine alternatif olarak konfor özelliklerini iyileştirilmesi amaçlanarak geliştirilmiş birçok lif çeşidi bulunmaktadır. Rejenere selülozik elyaf ve sentetik olarak karşımıza çıkan bu lif tipleri daha çok ticari markalar şeklindedir. Rejenere selülozik lifler daha çok pamuk, yün gibi doğal liflerin yerine ikame edebilmek için geliştirilirken sentetik esaslı olanlar ise performans kumaşlarında kullanım alanı bulabilmektedir.

4.1 Rejenere Selülozik Lifler

1940'lı yıllarda ağaçlardaki selülozu bir hamur haline getirip bundan çeşitli kimyasal işlemler sonucu lif elde edilmesiyle ilk yapay selülozik lifler olan viskon ve selüloz asetat lifleri doğmuştur. Parlak görünümü ve yumuşak tuşesiyle dikkat çeken viskonun yanında pamuk, modal, tencel, bambu, soya vb. gibi liflerin geliştirilmesi sağlanmıştır. Böylece sentetik liflere karşı doğallık ve çevre dostu araçları kullanılarak bir rekabet unsuru yaratılmaya çalışılmıştır.

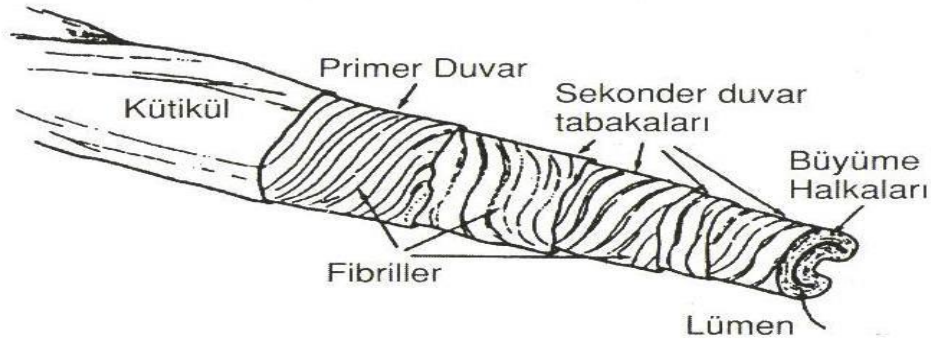
4.1.1 Pamuk

Pamuk lifi %88-%96 selüloz, %1,5 pektin, %1-%1,2 anorganik maddeler, %0,5-%0,6 vaks ve yağlar, %2-%3,5 oranında nemden oluşmaktadır. Pamuğu oluşturan selüloz polimer zincirlerinin temel yapıtaşı glikozdur. Glikoz; karbon, hidrojen ve oksijen elementlerini içerir. Yapısında bulunan hidroksil grupları selülozik liflerin birçok özelliklerinden sorumludurlar. Örneğin pamuğa su emicilik özelliği katarak kolay boya almasını sağlarlar.

Pamuk lifi; kütikül, primer duvar, sekonder duvar ve lümeninden oluşmaktadır.

Kütikül lifin yüzeysel dayanıklılığını sağlar. Primer duvar, lif oluşumunda uzayan ve hücrenin en üstünde bulunan selülozik zardır. Sekonder duvar, açık ve koyu renkte saf

selüloz halkalarından oluşmuştur. Lümen ise lifin ortasında muntazam olmayan bir boşluk halindedir.



Şekil 4.1: Pamuk lifinin yapısı.

Pamuk lifinin enine kesiti ortası delikli bir fasulye tanesini andırır. Bu delik şeklindeki kanal lifin gelişimi boyunca lifi beslemeyi sağlar. Boyuna görünüşünde ise selüloz fibrillerinin spiral yapısından dolayı kıvrımlı bir yapıya sahiptir.



Şekil 4.2: Pamuk lif kesiti.

Uzunluk: Lif uzunluğu pamuk lifinin kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden biridir. Lif inceliği ve mukavemetiyle ilişkilidir ve eğirme sürecini etkiler. Uzun lifler daha incedir ve daha mukavim iplik oluşumunu sağlarlar. Ayrıca daha yumuşak, düzgün, mukavim ve parlak kumaş oluşumunu sağlarlar. Dünyada üretilen pamuk liflerinin uzunlukları 9 ile 55 mm arasında değişmektedir. 35 milimetreden uzun lifler ekstra uzun ştapelli, 29 ile 35 mm arasında olanlar uzun ştapelli, 25 ile 28 mm arasında olanlar orta ştapelli, 25 milimetreye kadar olanlar ise kısa ştapelli olarak sınıflandırılırlar.

İncelik: Uzunluktan sonra en önemli lif özelliği inceliktir. Lif uzunluğu ile inceliği arasında ters bir orantı vardır. Uzun lifler ince, kısa lifler kalındır. Pamuk liflerinin inceliği 12 ile 18 mikron arasında değişmektedir. 20 mikrondan düşük çaplı lifler ince lifler, daha büyük çaplı lifler kalın lifler olarak sınıflandırılabilir.

Mukavemet: Pamuk lifi orta derecede mukavemete sahip bir liftir. Sekonder duvarı dolu yani içi selülozik tabakayla dolu olan lifler daima yüksek mukavemete sahiptir. Pamuk lifinin yaş mukavemeti kuru mukavemetinden yüksektir. Yaşken yaklaşık %20 daha mukavim olur.

Elastikiyet: Diğer çoğu selülozik lif gibi pamuk lifinin de elastikiyeti düşüktür. Bu yüzden kolay kırılır. Uzama değeri %7 ile %15 arasındadır. Rezilyans özelliği de düşüktür ancak bir takım bitim işlemleriyle bu özelliği iyileştirilebilir.

Yoğunluk: Lifin birim hacminin gram olarak ağırlığıdır. Bu değer lifi oluşturan moleküllerin ağırlığına ve onların ne kadar sıkı bir şekilde paklendiğine bağlıdır. Pamuk lifinin yoğunluğu 1,54 g/cm³tür.

Su Emiciliği: Yapısındaki hidroksil gruplar pamuğa su emici özellik katarlar. Bu özelliğinden dolayı vücutla temas eden çok konforlu kumaşlar üretilebilmektedir. Ayrıca bu özelliği sayesinde kolay boya alabilmektedir. Standart koşullarda pamuğun nem alımı %7-%8 civarındadır. Çok yüksek bağıl neme sahip ortamlarda bu oran yaşlılık hissedilmeden %21 seviyelerine çıkabilmektedir.

Isı ve Elektrik İletkenliği: Pamuk lifi iyi bir ısı iletkenliğe sahiptir, bu sayede pamuklu kumaşlar serin tutarlar. Ayrıca elektrik iletkenliği de iyidir.

Renk: Pamuk lifinin rengi beyazdan sarıya kadar tanımlanabilir. Beyaz, hafif benekli, benekli ve sarı olarak sınıflandırılabilir.

Parlaklık: Pamuk lifinin parlaklığı düşüktür. Bunun sebebi pamuk lifinin doğal bir kıvrıma sahip olması, yüzeyinin düz olmaması ve ışığı kırmasıdır. Parlaklık kazandırmak için özel terbiye ve bitim işlemleri uygulanır.

Kimyasallara Dayanım: Sülfürik asit, nitrik asit gibi mineral asitler pamuğa zarar verir. Organik asitlerin çok zararı yoktur. Bazların pamuk lifine bir zararı yoktur. Bunların dışında pamuk lifi kuvvetli mineral asitler tarafından çözünebilir.

Çevresel Şartlara Dayanım: Pamuk lifi güneş ışığına karşı diğer çoğu life göre daha dayanıklıdır. Ancak çok fazla güneş ışığına maruz kalmaları pamuklu kumaşlarda zayıflamaya ve kötüleşmeye sebep olur.

4.1.2 Modal

Modal, kayın ağacının selülozundan elde edilen bir elyafıdır. Lenzing firmasının ticari bir markasıdır. Sektörde oldukça yaygın olarak kullanılan bu lifin en öne çıkan özellikleri oldukça yumuşak ve parlak olmasıdır. Bunun yanında, diğer doğal liflerde görünen yıkama ve kullanım sonucu sertleşme Modal'dan elde edilen giysilerde görünmemekte ve aynı yumuşaklığını koruyabilmektedir. Düşük lif katılığı, düzgün lif yüzeyi, düşük iplik düzgünsüzlüğü, yüksek mukavemeti, doğal yumuşaklık maddesi içermesi, yüksek renk parlaklığı da diğer özellikleri olarak sayılabilir. Kuru halde 35 cN/tex mukavemete ve %13 kopma uzamasına sahiptir.



Şekil 4.3: Modal lif kesiti.

4.1.3 Viskon

Viskonun hammaddesi çam ağacı, ladin ağacı ve okaliptüs adı verilen ağaçlardan kabuk kısımlarının çıkarılmasından sonra elde edilen kerestelerin yapraklar şeklinde küçük boyutlarda dilinmesi sonucunda elde edilir. Reçine ve istenmeyen diğer kalıntı ve kirlilikler, pahalı bir prosesle ayrıştırılır. Selüloz arındırılır, ağartılır ve daha sonra preslenerek katı yapraklar haline getirilir. Lif üretimi için selülozun çözünmesi, gerekir. Selüloz yaprakları Na çözeltisinde iyice ısıtılır. Böylece çözeltinin selüloz yapraklarına iyice işlemesi sağlanarak, moleküler arası bağlara kadar iyice yayılması ve yapısının gevşemesi sağlanır. Sonuçta soda selülozu adı verilen yapı oluşur.

Likör fazlası preslenerek boşaltılmasından sonra soda selülozu ufak parçalara ayrılır ve sonra dinlenmeye bırakılır. Dinlendirme işlemi selüloz moleküllerinin boylarında kısaltmaya neden olur ve çözünmelerini kolaylaştırır. Karbondisülfid ilavesiyle selüloza NaOH çözeltisinde çözünebilir bir form kazandırılır. Böylelikle bal kıvamında lif elde etme sıvısı viskoz elde edilir. Bu haldeyken istenildiğinde içerisine toz halde renk verici boya maddeleri veya farklı parlaklıkta lif elde edebilmek için çeşitli maddeler katılır. Viskon elyafının esnekliği pamuk ve ketenden fazla; ipek ve

yünden azdır. Yünden daha dayanıklı olan viskon lifinin ısı iletkenliği de yüksektir. Yakıldığında pamuk benzeri gri-siyah bir kül bırakır ve yanık kağıt kokusu verir. Seyreltik asitlerle reaksiyona girdiğinde hidroselüloz meydana gelir. İnceliği 1.7 dtex, mukavemeti 22-25 cN/tex tir. Lif yaş haldeyken mukavemeti düşer. Selülozu boyayan tüm boyarmaddelerle boyanabilir.



Şekil 4.4: Viskon lif kesiti.

4.2 Sentetik Lifler

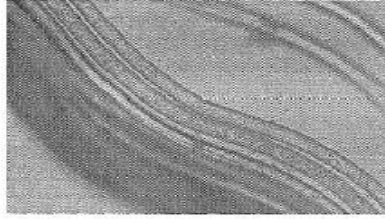
Sentetik liflerin gerek kimyasal yapıları gerekse imalat aşamasında yapılan şekilsel müdahaleler sayesinde liflerin sunduğu özellikler yerine istenen özelliğe göre lif üretimi kavramının gelişmesini sağlamıştır. Ev, araba döşemelerinden sanayii kullanımlarına, koruyucu kıyafetlerden gündelik giysilere kadar birçok alanda her biri farklı yapıda ve kullanım amacına göre dizayn edilmiş sentetik liflerin kullanıldığı görülmektedir. Bu yüzden burada sadece konfor özelliklerine yönelik geliştirilmiş bazı lifler hakkında kısa bir bilgi verilecektir.

Konfora yönelik yapılan sentetik lif çalışmalarında esas temelin ısı ve sıvı transferi üzerine olduğu görülmektedir. İyi birer su itici olduğu bilinen sentetik lifler, farklı formlarda imal edilebilmelerinin de yardımıyla, çok çabuk kuruyabilen, dışardan gelen sıvının vücuda gelmesini azaltan, vücutta oluşan nemin hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlayan özelliklere sahip olmaktadır. Bu tip lifler bu özellikleri sayesinde gündelik kullanımdan ziyade daha çok kayak, dağcılık vb. ağır şartlardaki spor aktivitelerinde kullanımı yaygındır.

4.2.1 Poliamid

Poliamid ilk gerçek sentetik elyaf olan naylonun genel adıdır. Polyamid lifi %4-5 oranında nem çeker. 290-300 °C 'da erir. Termoplastik özellik gösterdiğinden dolayı kolayca tekstüre edilebilir. Uzaması %25-30 değerleri arasındadır. UV ışığından etkilenir ve bozunur. Mukavemeti 4.6-5.8 g/denye'dir. Mükemmel bir aşınma ve

çekme dayanımına sahiptir. Emiciliği düşük olan lif hızlı kurur. Dispers, asit, reaktif ve küp boyarmaddelerle boyanabilir. Nylon 6 ve Nylon 6.6 olmak üzere iki tip olarak piyasada bulunur. Her iki lif temelde benzer özellikler göstermekle beraber; Nylon 6.6 daha zor boyanır ve daha yüksek sıcaklıklarda ısı ile fikse edilir. Nylon 6 ise daha iyi boya afinitesine sahiptir, elastikliği daha iyidir. Nylon 6 daha çok kalın örgü erkek-bayan çoraplarında kullanılırken; Nylon 6.6 ise daha çok ince örgü bayan çoraplarında kullanılmaktadır.



Şekil 4.5: Polyamid lif kesiti.

4.2.2 Polipropilen

Polipropilen lifi düz, pürüzsüz ve mumsu bir görünüme sahiptir. Lif mukavemeti 3.5-5.5g/denye arasında değişir. Uzama sonrası esnekliği iyi sayılabilir. Rezilyansı yüksektir. Son derece hafif bir lif olup yoğunluğu $0,91 \text{ g/cm}^3$ tür. Nem emiciliği %0-0.05 arasında değişmekte ve nemi absorplamadığı kabul edilmektedir.

Polipropilenden üretilen kumaşlarda boncuklaşma problemi vardır. Ayrıca düşük dökümlülük de mevcuttur. Polipropilen oksidatif ve radyasyon kaynaklı bozunmaya son derece açıktır. Antioksidan, ısı ve UV stabilizatörlerin geliştirilmesiyle polipropilen tüketimi artmıştır. Polipropilen lifinin ısı iletkenliği diğer liflerden daha düşüktür. Bu nedenle termal giysilerde kullanılabilir. Erime sıcaklığı düşüktür ve 165-170 °C arasında değişmektedir. Yavaş yanar ve isli duman çıkarır.

Polipropilen lifi mükemmel kimyasal dirence sahiptir. Asit ve alkaliye karşı dayanıklıdır. Güneş ışığına uzun süre maruz kalırsa mukavemetini kaybeder. Statik elektrik oluşumu azdır.



Şekil 4.6: Polipropilen lif kesiti.

4.2.3 Elastan

Elastan lifi elastik bir lif olup, serbest uzunluğunun 6 katına kadar uzatılabilir ve tekrar eski haline dönebilir. 1958 yılında DuPont firması tarafından Lycra ticari ismiyle piyasaya sürülmüştür. Elastan lifi diğer liflerle karışım halinde kullanılıp, kopma mukavemeti 0.5-2.8 g/denye aralığındadır. Rutubet değeri %1.3'tür. İnceliği 7 denye ile 2500 denye gibi çok geniş bir aralıkta yer alır. Elastan lifi 149 °C'de bir saat kadar tutulursa sararır, mukavemetinde ve uzamasında belirgin bir düşüş olur.

Isı, ışık ve özellikle klor life zarar verebilmektedir. Elastan dispers, asit, krom, metal kompleks boyalara karşı yüksek afinite göstermektedir.

5. DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1 Materyal

Ondokuz farklı havlu örme kumaşın konfor özellikleri analiz için test edilmiştir. Çorap zemin ipliği 78/68/1 ve 44/34/1 elastan ve havlu ipliği olarak poliamid, polipropilen, viskon, modal, pamuk, pamuk-modal ve pamuk-viskon olan iplik nosu 40 denye ile 200 denye arasından değişen iplikler kullanılmıştır. Havlu örme çoraplar 4 besleme havlu örgü olarak örülmüştür.

Aşağıda hav ve zemin ipliklerinin türü belirtilmiştir:

Çizelge 5.1: Havlu örme çorap numuneleri.

HAMMADDE	ZEMİN İPLİĞİ dtex	HAV İPLİĞİ dtex	ÇETME
PA	EL22/78/68/1	33/20/1	45-40
PA	EL22/78/68/1	40/40/2	45-40
PA	EL22/78/68/1	78/68/1	44-39
PA	EL22/78/68/1	44/34/1	45-40
PA	EL22/78/68/1	33/10/1	45-40
PP-kırmızı	EL22/78/68/1	78/25/1	44-39
PP-mor	EL22/78/68/1	56/16/1	45-40
PA	EL44SC22/7/1	33/20/1	47-40
VİSKON	EL22/78/68/1	Ne 60/1	35-31
PAMUK	EL22/78/68/1	Ne 60/1	34-29
MODAL	EL22/78/68/1	Ne 40/1	34-29
HAM PAMUK	EL22/78/68/1	Ne 60/1	35-31
50/50 PAMUK/MODAL	EL22/78/68/1	Ne 40/1	34-29
50/50 PAMUK/VİSKON	EL22/78/68/1	Ne 40/1	34-29

Çizelge 5.2: Havlu örme çorap numuneleri.

STANDART KIŞLIK ÇORAPLAR				
İPLİK NO.	HAMMADDE	ZEMİN İPLİĞİ	HAV İPLİĞİ	ÇETME
200 DEN	PA	EL22/44/34/1	78/68 FLAT X 2	44-30
70 DEN	PA	EL22/44/34/1	78/68 FLAT	44-30
40 DEN	PA	17 DTEX ELASTAN	44/34/1	44-30

5.2 Metod

Bu çalışmada; havlu örgü çorapların termal konfor analizi yapılmıştır ve termal olarak havlu örme kumaş özellikleri incelenmiştir. Sağlanan havlu örme çorapların, dikey ıslanma ve transfer ıslanma analizi, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ile termal konfor koşullarını değerlendirmek için su buharlaşma hızı, kuruma hızı, ısı iletkenliği, ısı direnci ve kumaş kalınlığı ölçümleri yapılmıştır. Havlu çoraplarda; fiziksel koşulları değerlendirmek için sıklık, ilmek iplik uzunluğu, kumaş gramajı, patlama mukavemeti, rijitlik, boncuklaşma ve aşınma direnci ölçümleri yapılmıştır.

Ölçüm sonuçları istatistiksel olarak Minitab tarafından değerlendirilmiştir.

Dikey ıslanma analizinde kumaş örnekleri 5 dakika boyunca distile suya daldırılır ve su yüksekliği kaydedilir. Dikey ıslanma kapiller basınç tarafından yönetilir. Transfer ıslanma analizinde ise; aktarımda test sıvı aktarmak amacıyla kuru ve ıslak numuneler arasında kauçuk diskler konur ve ıslanma miktarı ölçülür. Diskler tarafından uygulanan basınç tekstil malzemeleri için kullanım sırasında uygulanan basınçtır. Transfer esneklik testinde sıvı aktarma özellikleri kumaşların baskısı altında incelenmektedir. Su buharlaşma hızı bir kumaş kurutma oranı ölçüsüdür. En önemli parametre lif için su buharlaşma hızıdır. Su buharı geçirgenliği kumaş konfor özellikleri belirlenmesi için çok önemlidir. Çünkü ter buhar formunda vücuttan atılır. Su buharı geçirgenliği liflerle gözenekleri arasındaki en önemli parametredir.

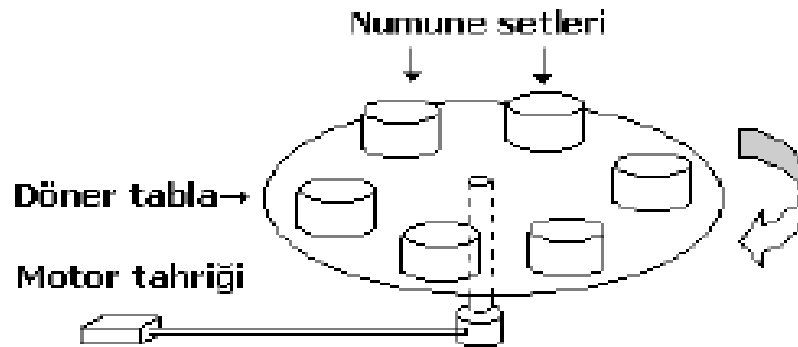
Isıl iletkenlik, ısı direnci ve kumaş kalınlığı ölçümleri havlu örme kumaşta termal konfor analizi için gerçekleştirilen diğer testlerdir. Isıl iletkenlik ve deri ile temas halinde kullanılan kumaşların termal direnci özellikleri, termal konfor ve ısı yalıtımı için çok önemlidir. Kalınlık da termal konfor ve yalıtım için önemlidir. Termal direnci

ve ısı iletkenlik üzerinde olumsuz etkisi vardır. Ayrıca ağırlığın termal direnç üzerinde olumlu etkisi vardır.

5.3 Konfor Özellikleri Tespit Deneyleri

5.3.1 Su buharı geçirgenliği deneyi

Su buharı geçirgenliği testi BS 7209:1990 standardına göre Döner Platform metoduna göre yapılmıştır. Her kumaştan üçer adet numune kesilerek ağırlıkları ölçülür. Test süresince kumaşların yerleştirileceği test kaplarının ağırlıkları da ölçülür. Deney kapları standart su seviyesine kadar saf su ile doldurularak tekrar tartılır. Kumaş numuneleri önyüzleri üstte kalacak şekilde deney kaplarına yerleştirilerek deney bilezikleriyle sabitlenir. Deney kapları döner platform üzerine konur. 5 saatlik deney süresi sonunda numuneler deney kaplarından çıkarılarak tartılır. Deney kapları da içlerindeki su ile beraber tartılır [54].



Şekil 5.1: Döner platform metodu su buharı geçirgenliği deney düzeneği.

5.3.2 Hava geçirgenliği deneyi

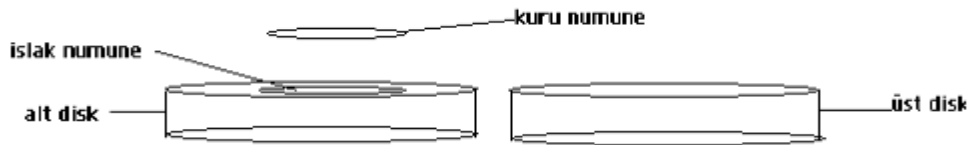
Hava geçirgenliği testi için ASTM D 737 [55] standardına göre ProWhite hava geçirgenliği cihazı kullanılmıştır. 20 cm² lik test kafalarına 249 Pa basınçta yerleştirilen numunelere hava akımı uygulanmıştır. Kumaşın iki yüzeyi arasındaki basınç farkından numunelerin hava geçirgenliği cihaz göstergesinden ft³/ft²/dk olarak okunan veriler 0.305 katsayısıyla çarpılarak metrik sisteme çevrilmiş ve m³/m²/dk olarak kaydedilmiştir.



Şekil 5.2: PROWHITE hava geçirgenliği ölçüm cihazı.

5.3.3 Transfer ıslanma deneyi

Transfer ıslanma analizinde 74,5 mm çapında 6 çift dairesel numune kesilir. Her numunenin ağırlığı ıslanma öncesinde ölçülür. Her numune çiftinden birer numune saf su ile tamamen ıslatılır. Numune çiftindeki diğer kumaş ise kuru bırakılır. Islatılan numuneler ızgara üzerine konarak her bir yüzü ikişer dakika süre ile kurutulur. Ardından ıslak numune ön yüzü üstte kalacak şekilde kauçuk disk üzerine yerleştirilir. Kuru numuneler ıslak numuneler üzerine yerleştirilir. Bir numune çifti kuru numunenin yüz kısmı ile ıslak numunenin yüz kısmı temas edecek şekilde hazırlanır. Numune çiftleri bu şekilde hazırlandıktan sonra üzerlerine 154 gr lık ikinci kauçuk disk kapatılarak sandviç benzeri bir yapı oluşturulur. 30 dakikalık test süresi boyunca her 5 dakikada bir numune ağırlıkları hassas terazide ölçülerek ıslak numuneden kuru numuneye sıvı transferi incelenir.

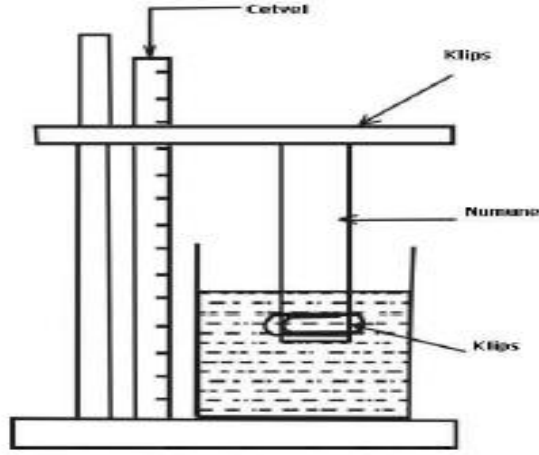


Şekil 5.3: Transfer ıslanma deney düzeneği.

5.3.4 Dikey kılcal ıslanma deneyi

Testler DIN 53924 [56] nolu standarda göre yapılmıştır. Numuneler 25x100 mm ebatlarında şeritler halinde kumaşın eni ve boyu yönlerinde olmak üzere üçer tane hazırlanmıştır. Kumaşların üzerine ölçüm kolaylığı için mesafeler işaretlenmiştir. İçine saf su konmuş bir kabın üstünde numuneler suya 3 mm dalacak şekilde

sabitlenmiştir. 1, 2, 3, 4 ve 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. dakikalarda suyun kumaş üzerinde yükseldiği noktalar okunarak 10 dakika sonunda suyun yükselme mesafesi tespit edilmiştir.



Şekil 5.4: Dikey kılcal ıslanma deney düzeneği.

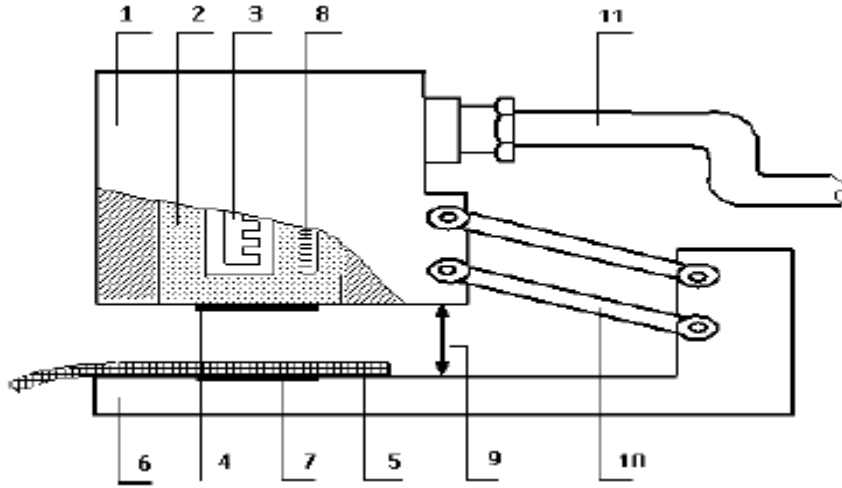
5.3.5 Isıl iletkenlik, ısıl direnç ve kalınlık ölçümü

Bu çalışmadaki ısıl iletkenlik, ısıl direnç ve kalınlık ölçümleri ALAMBETA cihazında ISO 11092 standardına göre yapılmıştır. L.Hes tarafından geliştirilen bu cihazın geliştirilme amacı ısıl absorpsiyonun ölçülmesidir. Cihaz ölçüm kafası ve numunelerin yerleştirildiği bir tabandan oluşur. Testin başlamasıyla üzerinde ısı akış sensörü bulunan ölçüm kafası aşağı inerek alt tabandaki numuneye temas eder. Aynı anda numune yüzeyindeki sıcaklık değişir ve ısı akış değerleri kaydedilir. Fotoelektrik sensör tarafından da numune kalınlığı ölçülür [57].

ALAMBETA denilen yarı otomatik cihaz kontrollü bilgisayar ölçümü yaparak tüm istatistik parametrelerini hesaplar ve hatalı alet çalışmasını önler. Isıl iletkenlik, ısıl direnç, R, Qmax, örnek kalınlığı ve sonuçların değerlendirilmesi ölçümü de dahil olmak üzere tüm ölçüm prosedürü, en az 3-5 dakika sürer.



Şekil 5.5: ALAMBETA test cihazı.



Şekil 5.6: ALAMBETA test cihazının bölümleri.

- 1.Ölçüm kafası
- 2.Metal blok
- 3.Elektrikli ısıtıcı
- 4.İsı akış sensörü
- 5.Tekstil malzemesi
- 6.Metal taban
- 7.Plaka
- 8.Termometre
- 9.Ter akışının simüle edildiği ıslak kumaş ara-yüzeyi
- 10.Kafa kaldırma mekanizması
- 11.Bağlantı borusu

5.3.6 Bağlı su buharı geçirgenliği

Bağlı su buharı geçirgenliği Permetest cihazı tarafından ölçülmektedir. Alet, ISO 11092 standadına göre her türlü ölçümü sağlamakta ve sonuçları bu standarda ilişkin olarak vermektedir. Su buharı direnci ölçümlerinde bu standarttaki prosedürler uygulanmaktadır. Permetest cihazında yapılacak su buharı 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 laboratuvardaki geçirgenlik katsayısı C bulunur. İlgili parametreler formülde yerine yazılarak R_{et} değeri bulunur.

$$R_{et} = C(1 - \phi)((1/q'_{hs}) - (1/q'_{h0}))[m^2 * Pa / W] \quad (5.1)$$

C: testin yapıldığı laboratuvarda tespit edilen katsayı

ϕ : test yapılan ortamdaki % bağıl nem miktarı

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

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

Bağıl su buharı geçirgenliği (r_{wvp});

$$r_{wvp} = (q'_{hs} / q'_{h0}) * 100\% \quad (5.2)$$

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

q'_{hs} : ölçüm kafası bir numuneyle kaplı olduğunda sıvıda meydana gelen ısı kaybıdır.

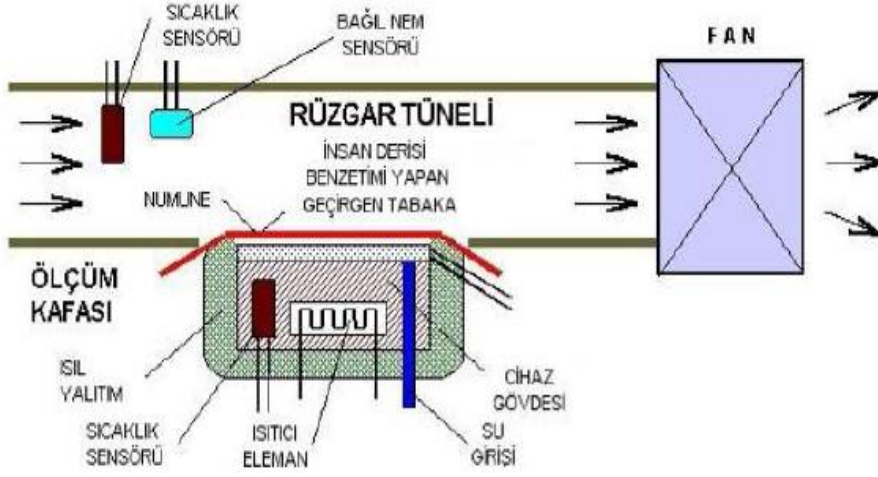
Ölçüm kafasının bir parça kavisli ve gözenekli yüzeyi isteğe bağlı olarak sürekli ya da aralıklı olarak nemlendirilir ve bir rüzgar kanalı içerisinde yer alan, ayarlanabilir hızda olan paralel hava akışına maruz bırakılır. Test edilecek numune, çapı yaklaşık 80 mm olan nemlendirilmiş alandan çok az bir mesafe uzaklıkta bulunan ve yüksek termal iletkenlik özelliğine sahip alan içine yerleştirilir.



Şekil 5.7: PERMETEST test cihazı.

Sıvı suda buharlaşıp aktif gözenekli yüzeyden uzaklaşan ısı miktarı özel bir entegre sistem ile ölçülür. Böylece kısa sürede tüm sistemde başarılı bir ölçüm işlemi

gerçekleştirilir ve tam sinyal birkaç dakika içerisinde alınabilir. Ölçümün başında numune yer almaksızın meydana gelen ısı akısı q'_{ho} ölçülür. Daha sonra, ölçüm kafası aşağı çekilir ve numune kafa ile rüzgar kanalının arasına sıkıca yerleştirilir. Gösterge, numunede farklı sıcaklık etkisini kısa sürede yansıtır, sinyal birkaç dakika içerisinde sabit hale gelir ve numuneyle kaplı nemlendirilmiş ölçüm kafasından kaybedilen ısı miktarını ifade eden q'_{hs} değeri yeni değer olarak okunur. Sinyalin sabit hale geldiği bu nokta, materyalin su buharı geçirgenliğini ifade etmektedir.



Şekil 5.8: PERMETEST test cihazının bölümleri.

Permetest ölçüm sonuçları teze dahil edilmemiştir.

5.3.7 Su buharlaşma hızı

Su buharlaşma hızının tayini Fanguiero ve ark. tarafından yapılan çalışmada kullandıkları prensibe göre yapılmıştır. Kumaşlardan su buharlaşma hızının belirlenmesi için her kumaştan üçer adet 80 mm x 80 mm'lik kare numuneler kesilir. Bu numunelerin kuru ağırlıkları ölçülerek w_f olarak kaydedilir. Kuru numune ağırlığının % 30'u kadar su numunelere eklenerek numune ıslatılır. Bunun sonucunda kumaş ağırlığı tekrar ölçülerek bu değer de w_0 olarak kaydedilir. Test numuneleri ızgara üzerinde kurumaya bırakılır. 120 dakikalık test süresi boyunca numuneler her 5 dakikada bir hassas terazide tartılarak ağırlıkları w_i olarak kaydedilir. Her ölçüm sonunda suyun buharlaşma hızı aşağıdaki formüle göre hesaplanır [58].

$$WER(\%) = [(w_0 - w_i) / (w_0 - w_f)] * 100\% \quad (5.3)$$



Şekil 5.9: Su buharlaşma hızı ölçümü.

5.3.8 Kuruma hızı deneyi

Bu test için Fourt [30] ve Coplan [31]' in yaptığı çalışmalar baz alınmıştır. 8X16 cm ebadında kesilen numunelerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra saf su içinde 1 saat bekletilerek tamamen ıslanması ve üzerinde hiç hava kabarcığı kalmaması sağlanmıştır. Sudan çıkarılan numunelerin fazla suyu hafifçe sıkılarak kalan suyun uzaklaştırılması için numunelerin her iki yüzü ikişer dakika kurutma kağıdı üzerinde bekletilmiştir.

Fazla suyu alınan kumaşlar, ıslak ağırlığı tespit edildikten sonra, kurumaları için, standart atmosfer şartlarında kurutma telleri üzerine serilmiştir. Saatte bir alınan ağırlık ölçümleri yardımıyla kumaştaki fazla nem miktarının oranı tespit edilmiştir.

5.4 Fiziksel Performans Testleri

5.4.1 Sıklık tayini

Bu test; TS250 EN 1049-2 birim uzunluktaki iplik sayısının tayini standardına göre yapılmaktadır. Deney numunesi düz olarak yatay bir düzlem üzerine serilerek; iplik sayma aletinin ışık alma aralığının iki paralel kenarı arasında kalan sıra ve may sayısı tespit edilmektedir. Sayma aletinin ortasından geçen sıra ve may yarım adet olarak sayılmaktadır. Test kumaşın her iki yüzü için aynı sıra ve may hizasında en az 5 kez tekrar edilir. Ölçümlerin ortalaması alınır.

5.4.2 İlmek iplik uzunluğu tayini

Bu test; TS EN ISO 139 ilmek iplik uzunluğunun tayini standardına göre yapılmaktadır. Deney numunesi yatay bir düzlem üzerine serilerek en az 50 ilmek içerecek mesafeden sayılarak işaretlenmiştir. Daha sonra işaretli kısımlardan kumaş

kesilerek işaretli kısımlar arasındaki ilmeklere denk gelen kumaş uzunluğundan 40 adet iplik çıkartılarak düzleştirilmiş iplik uzunlukları cetvelle ölçülerek tayin edilmiştir. Ardından ilmek sayısına karşılık gelen iplik uzunluklarının ortalaması ipliğin söküldüğü ilmek sayısına bölünerek ilmek iplik uzunluğu tayin edilmiştir.

5.4.3 Kalınlık ölçümü

Kumaş kalınlıklarının tespiti için BS 2544 standardına göre ölçüm yapan James H. Heal marka kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için makina basıncı 10 g/cm² olarak ayarlanmıştır. Her bir grup için 5 ölçüm yapılmış ve bunların ortalama değeri kumaşın kalınlığı olarak kaydedilmiştir.



Şekil 5.10: Kalınlık ölçümü test cihazı.

5.4.4 Gramaj ölçümü

Kumaş gramaj ölçümü için gramaj kesim aletiyle 100 cm²lik daire numuneler kesilerek elde edilen parçaların ağırlıkları korunaklı hassas terazide ölçülür. Elde edilen parçalar 100 cm²=1 dm² olduğu için kumaşın gr/m²cinsinden gramajını elde etmek için numune ağırlıkları 100 ile çarpılır.



Şekil 5.11: Kumaş gramaj kesim aleti.

5.4.5 Patlama mukavemeti testi

TS393 [59] standardına göre yapılan testlerde kumaş numuneleri 33 mm'lik çapa sahip bir diyafram üzerine yerleştirilmiş ve 5 kg/cm^2 lik bir basınç altında sıkıştırılmıştır. Diyafram şişirilmeye başlanarak kumaş patlatılmaya zorlanmıştır. Kumaşların patladığı andaki ekrandaki basınç değeri kumaşların patlama mukavemeti olarak kaydedilmiştir.



Şekil 5.12: Patlama mukavemeti ölçümü test cihazı.

5.4.6 Boncuklaşma testi

Boncuklaşma testi için ISO 12945-1 [60] standardı esas alınarak ICI Boncuklaşma test cihazı kullanılmıştır. Numuneler $12.5 \times 12.5 \text{ cm}$ ebadında kesilip bir tüp formu oluşturacak şekilde iki ucundan katlanarak dikilmiştir. Dikilen her numune bir poliüretan tüpe geçirilerek iki ucundan sıkıca tüpe bantlanmıştır. Her gruptan 3'er tane hazırlanan numuneler cihaz üzerinde bulunan iç yüzeyi mantar kaplı iki kutuya her kutuda aynı cins numune olacak şekilde yerleştirilmiştir. Örme kumaşlar için belirtilen devir sayısında (7200 tur) kutular cihaz sayesinde döndürüldükten sonra tüplerden çıkarılan numuneler ışık kabini içinde 45° lik açıyla yerleştirilmiş platform üzerine konarak standart boncuklaşma skalasına göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme 1 en kötü 5 en iyi olmak üzere 1 ile 5 arasında yapılmıştır.



Şekil 5.13: Boncuklaşma test cihazı.

5.4.7 Aşınma dayanımı testi

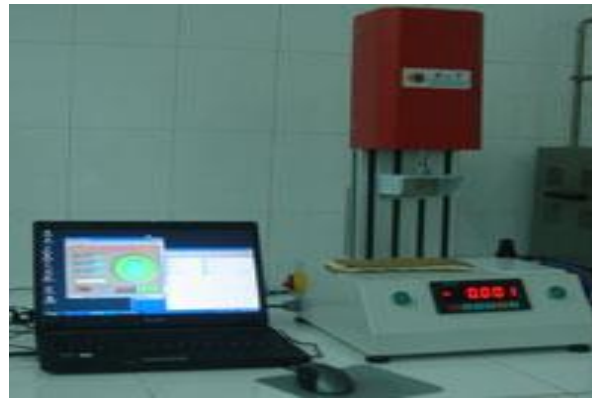
ISO 12947-2 [61] standardı esas alınarak ve Martindale aşınma test cihazı kullanılarak test işlemleri yapılmıştır. 38 mm çapında hazırlanan her gruptan 3'er tane numune 9 Pa'lık basınç altında iplik kopuşu tam olarak gerçekleşmediğinden max. değer olan 75000 tur aşınmaya maruz bırakılmıştır. 75000 turdan sonra ağırlıkları ölçülen numunelerin başlangıç ağırlıklarına göre kaybettikleri kütleleri hesaplanarak aşınma değerlendirmesi yapılmıştır.



Şekil 5.14: Aşınma test cihazı.

5.4.8 Rijitlik testi

Rijitlik testi; ASTM D 4032 standardına uygun olarak A&T Lab. cihazında yapılmıştır. Numuneler önce ikiye katlanarak üst yüzey içe gelecek ve kısa kenar makineye paralel olacak şekilde cihaza yerleştirilmiştir. Ardından bilgisayar üzerinden kalınlık ve incelik ile ilgili gerekli seçim yapıldıktan sonra cihazdaki iki düğmeye aynı anda basmak suretiyle kumaşların rijitlik değerleri kg-f cinsinden okunmuştur.



Şekil 5.15: Rijitlik test cihazı.

6. DENEYSEL SONUÇLAR

6.1 Su Buharı Geçirgenliği Deneyi Sonuçları

Su buharı geçirgenliği testinde kumaşa ve deney kabında meydana gelen ağırlık değişimleri aşağıdaki Çizelge 6.1 ile Şekil 6.1 ve Çizelge 6.2 ile Şekil 6.2 'de verilmiştir. Su buharı geçirgenliği indeks değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$WVP = 24 * (M / A) * t(g / m^2 / gün) \quad (6.1)$$

Yapılan deneylerde elde edilen sonuçlarda en yüksek su buharı geçirgenlik değeri 6 numaralı havlu örme kumaşa görülmüştür. Bu sonucun sebebi; ise hav ipliği olarak polipropilen kullanılmış olmasıdır. Elde edilen verilere göre viskon grubu en düşük su buharı geçiş değerini verirken pamuk grubu ise diğerlerine göre yüksek oranda nem geçişine olanak vermektedir. Dikkat çeken bir husus pamuk grubunun tüm yeni lif gruplarından daha iyi bir sonuç vermiş olmasıdır. Bu sebeple su buharı geçiş değerleri bakımından pamuk ile karışım halinde kullanılan yeni liflerden elde edilmiş çorapların, aynı liflerin %100 oranında kullanılmasıyla elde edilen çoraplardan daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 6.1: Sentetik elyaf(1.grup) su buharı geçirgenliği değerleri.

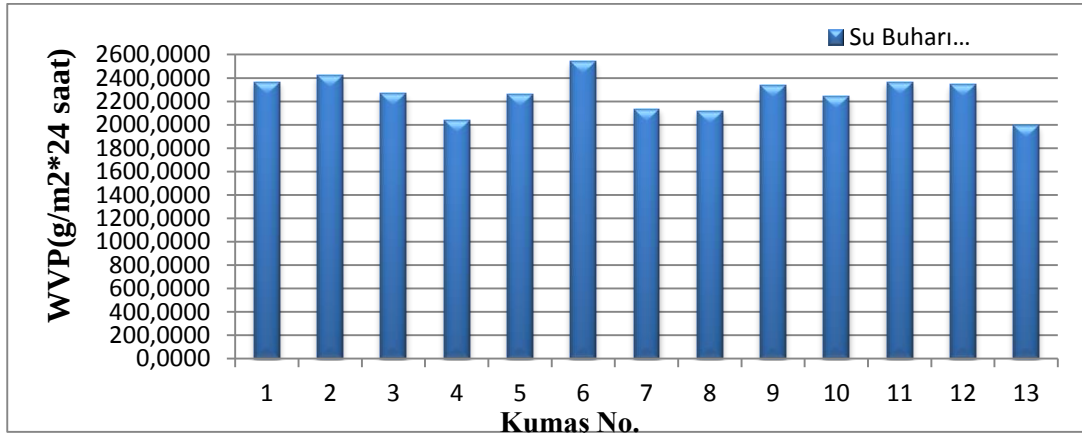
KUMAŞ NO.	Test kabında meydana gelen ağırlık kaybı(gr)	WVP
1	1,0642	2364,8889
2	1,0915	2425,5556
3	1,0212	2269,3333
4	0,9167	2037,1111
5	1,0189	2264,2222
6	1,1447	2543,7778
7	0,9607	2134,8889
8	0,9521	2115,7778
9	1,0529	2339,5556
10	1,0088	2241,7778
11	1,0641	2364,6667
12	1,0563	2347,3333
13	0,8966	1992,4444

Çizelge 6.1 incelendiğinde test kabında meydana gelen ağırlık kaybı en yüksek olan kumaş 6 numaralı kumaştır. Hav ipliği olarak polipropilen kullanılmıştır. Bu kumaşın su buharı geçirgenliği değerinin diğerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Ağırlık kaybı en düşük olan kumaş ise 13 numaralı kumaştır. Hav ipliği olarak poliamid kullanılmıştır. Bu kumaşın su buharı geçirgenliği değeri de en düşüktür.

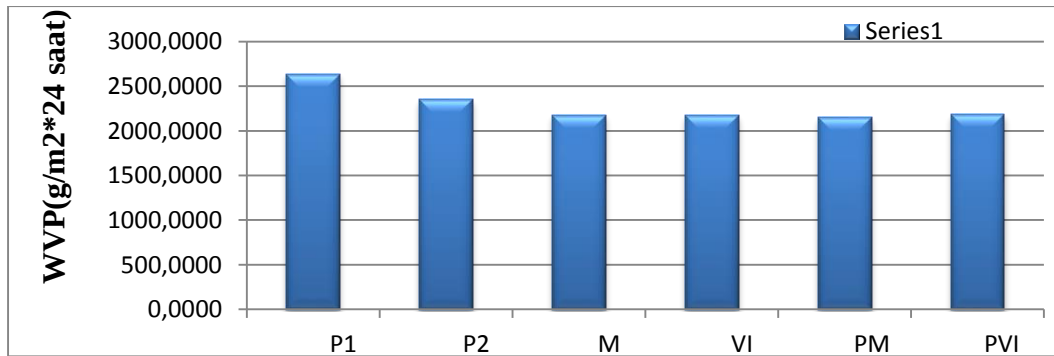
Çizelge 6.2: Selülozik elyaf(2.grup) su buharı geçirgenliği değerleri.

KUMAŞ NO.	Test kabında meydana gelen ağırlık kaybı(gr)	WVP
P1	1,1868	2637,3333
P2	1,0576	2350,2222
M	1,2535	2180,5556
VI	1,9902	2155,6677
PM	1,4189	2193,1111
PVI	1,4326	2183,5556

Çizelge 6.2 incelendiğinde test kabında meydana gelen ağırlık kaybı en yüksek olan kumaş pamuktur. Yani su buharı geçirgenliği değerinin pamuklu kumaşa en yüksek olduğu söylenebilir. En düşük olan kumaş ise viskon grubudur.



Şekil 6.1: Sentetik elyaf(1.grup) su buharı geçirgenliği.



Şekil 6.2: Selülozik elyaf(2.grup) su buharı geçirgenliği.

6.2 Hava Geçirgenliği Deneyi Sonuçları

Numunelerin hava geçirgenliği değerleri Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4.' de verilmiştir.

Çizelge 6.3: Selülozik elyaf(2.grup) hava geçirgenliği değerleri.

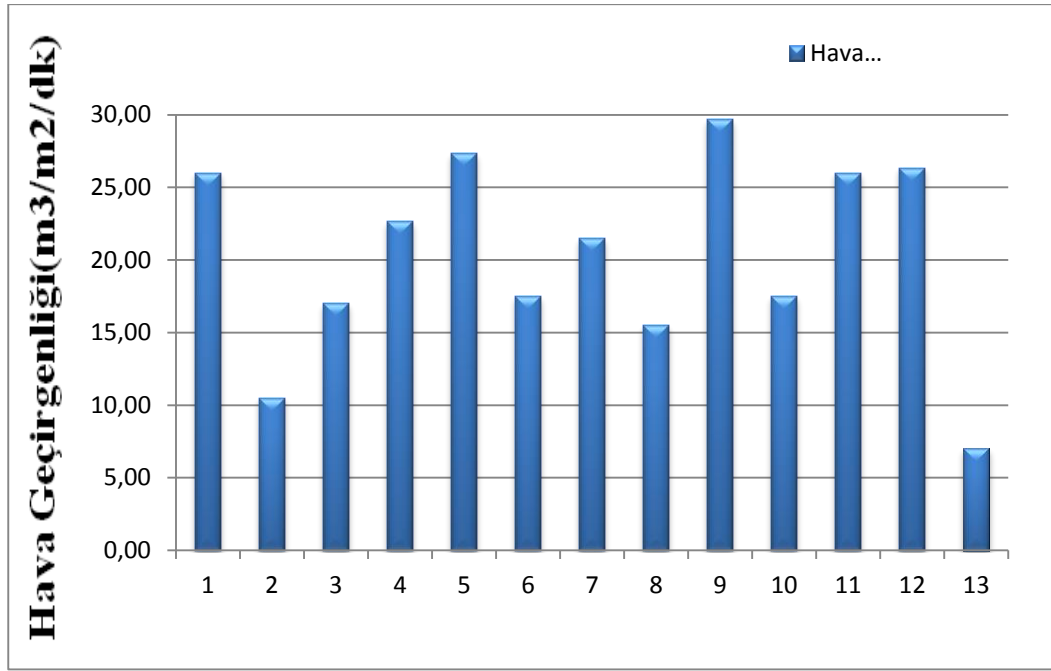
KUMAŞ NO.	HAVA GEÇİRGENLİĞİ(m ³ /m ² /dk)
P1	9,67
P2	10,33
M	9,83
VI	9,00
PM	8,67
PVI	7,17

Çizelge 6.3 incelendiğinde en yüksek hava geçirgenliği değeri pamuk grubundadır. En düşük hava geçirgenliği değeri ise viskonun lif özelliğinden dolayı pamuk-viskon grubunda görülmektedir.

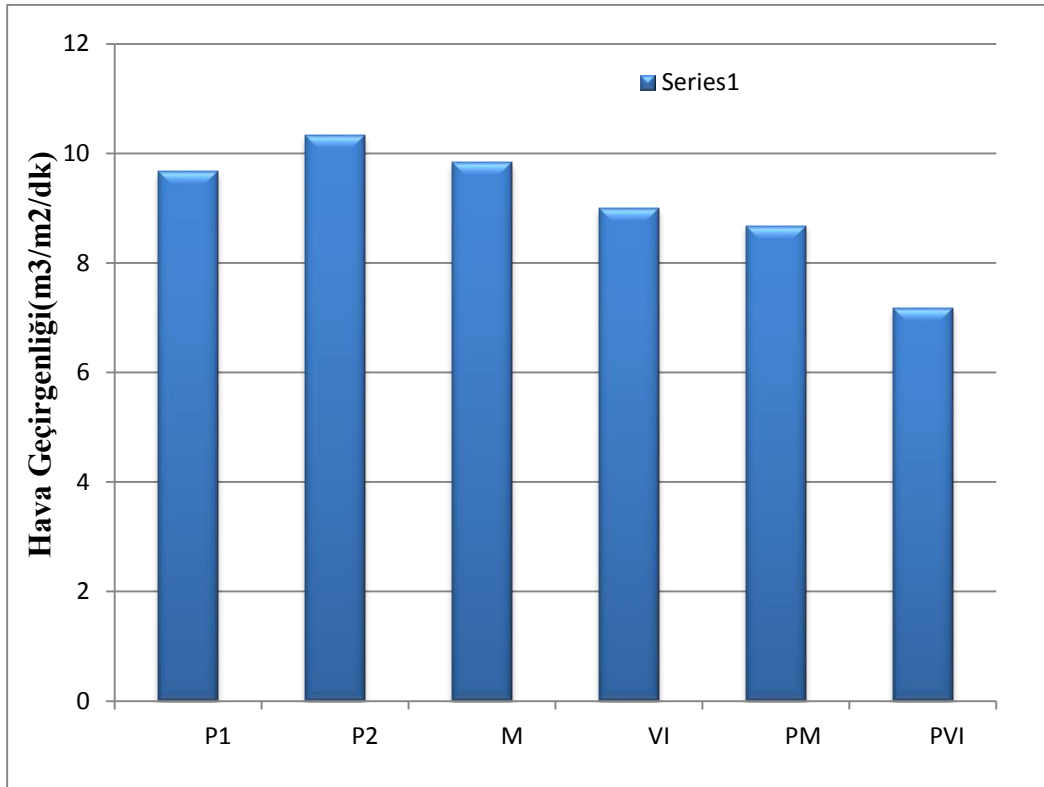
Çizelge 6.4: Sentetik elyaf(1.grup) hava geçirgenliği değerleri.

KUMAŞ NO.	HAVA GEÇİRGENLİĞİ(m ³ /m ² /dk)
1	26,00
2	10,50
3	17,00
4	22,67
5	27,33
6	17,50
7	21,50
8	15,50
9	29,67
10	17,50
11	26,00
12	26,33
13	7,00

Görüldüğü gibi; en yüksek hava geçirgenlik değerini Pamuk grubu vermektedir. Bununla birlikte, Pamuk grubuyla Modal grubunun hava geçirgenlik değerleri hemen hemen aynı iken karışımından oluşan Pamuk-Modal grubu daha düşük bir hava geçirgenliği sağlamaktadır. Benzer bir şekilde aynı lif tipine sahip olmalarına rağmen 9 ve 13 nolu kumaşlar hem en düşük hem de en yüksek değeri vermiştir. Sonuç olarak, hava geçirgenlik değerine lif tipinin direkt bir etkisinin olmadığı söylenebilir.



Şekil 6.3: Sentetik elyaf(1.grup) hava geçirgenliği.



Şekil 6.4: Selülozik elyaf(2.grup) hava geçirgenliği.

6.3 Transfer Islanma Testi Sonuçları

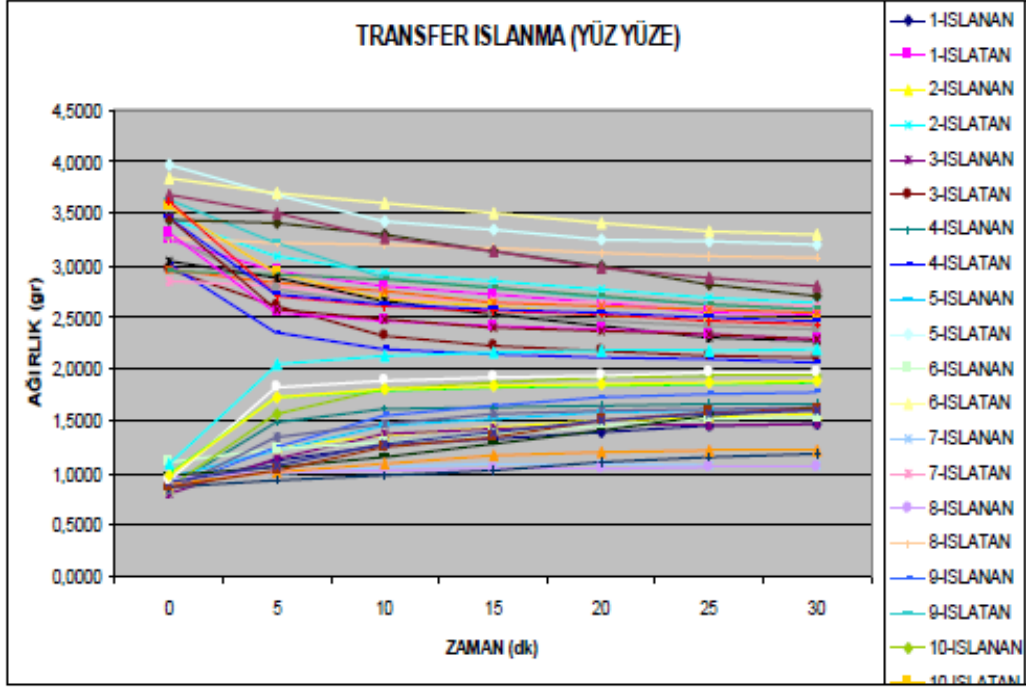
Her kumaş tipi için sıvı transferinden kaynaklanan ağırlık değişimi görülmektedir.

Çizelge 6.5: Transfer ıslanma yüzüze numune ağırlık değişimleri(1.grup).

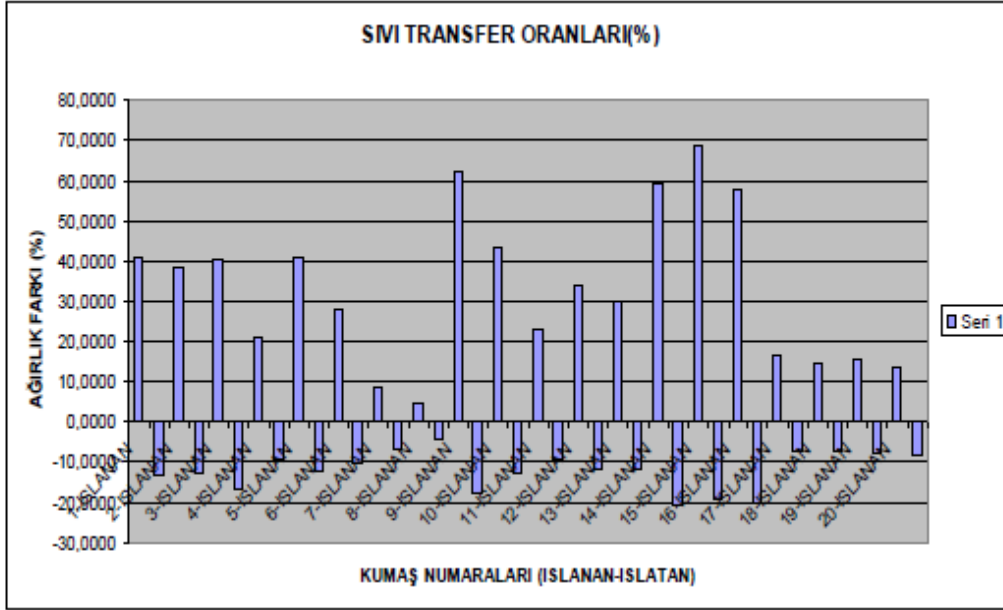
KUMAŞ	ZAMAN(sn)	KURU	0	5	10	15	20	25	30
1	ISLANAN	0,8566	0,8566	1,1280	1,2580	1,3280	1,3960	1,4510	1,4790
	ISLATAN	0,8391	3,2453	2,9510	2,8080	2,7300	2,6410	2,5500	2,5240
2	ISLANAN	0,8555	0,8555	1,2460	1,3590	1,4410	1,4990	1,5390	1,5720
	ISLATAN	0,8551	3,4597	3,0850	2,9360	2,8440	2,7670	2,6980	2,6380
3	ISLANAN	0,8083	0,8083	1,1390	1,3790	1,4280	1,4580	1,4620	1,4670
	ISLATAN	0,8126	2,9659	2,6060	2,3240	2,2260	2,1720	2,1280	2,1070
4	ISLANAN	0,8690	0,8690	1,4880	1,6200	1,6410	1,6560	1,6620	1,6690
	ISLATAN	0,8600	3,0100	2,3480	2,1960	2,1480	2,1130	2,0900	2,0620
5	ISLANAN	0,9560	0,9560	1,2160	1,4610	1,5140	1,5910	1,5970	1,6080
	ISLATAN	0,9810	3,9690	3,6850	3,4270	3,3510	3,2580	3,2350	3,1990
6	ISLANAN	1,1050	1,1050	1,2300	1,2990	1,3780	1,4560	1,5170	1,5380
	ISLATAN	1,1100	3,8420	3,6930	3,6070	3,5120	3,4090	3,3380	3,2970
7	ISLANAN	0,9410	0,9410	0,9880	1,0640	1,0830	1,0840	1,0760	1,0720
	ISLATAN	0,9190	2,8550	2,8020	2,6930	2,6620	2,6560	2,6270	2,6070
8	ISLANAN	0,9540	0,9540	1,0080	1,0210	1,0390	1,0460	1,0610	1,0550
	ISLATAN	1,0760	3,2700	3,2130	3,2050	3,1640	3,1260	3,0870	3,0700
9	ISLANAN	0,8550	0,8550	1,2480	1,5510	1,6450	1,7220	1,7660	1,7810
	ISLATAN	0,8560	3,6310	3,2210	2,8890	2,7870	2,6890	2,6210	2,5860
10	ISLANAN	0,8600	0,8600	1,5690	1,8090	1,8670	1,9160	1,9330	1,9420
	ISLATAN	0,9310	3,5710	2,9340	2,6790	2,6040	2,5330	2,5000	2,4810
11	ISLANAN	0,8920	0,8920	1,0120	1,0820	1,1720	1,2000	1,2100	1,2180
	ISLATAN	0,8160	2,9660	2,8310	2,7580	2,6490	2,6100	2,5780	2,5540
12	ISLANAN	0,8270	0,8270	1,3460	1,4790	1,5650	1,5950	1,6150	1,6300
	ISLATAN	0,9070	3,2890	2,7730	2,6230	2,5230	2,4620	2,4230	2,3860
13	ISLANAN	0,8680	0,8600	0,9330	0,9690	1,0270	1,0990	1,1540	1,1920
	ISLATAN	0,9370	2,9520	2,9170	2,8640	2,7930	2,7060	2,6260	2,5730

Çizelge 6.6. Transfer ıslanma yüzüze numune ağırlıkları değişimi(2.grup).

KUMAŞ	ZAMAN(sn)	KURU	0	5	10	15	20	25	30
P1	ISLANAN	0,9830	0,9830	1,0610	1,1520	1,2750	1,4040	1,5580	1,6410
	ISLATAN	0,9730	3,4450	3,4120	3,2940	3,1440	2,9940	2,8160	2,7040
P2	ISLANAN	0,8680	0,8680	1,0270	1,2420	1,3530	1,5100	1,5810	1,6240
	ISLATAN	0,9220	3,6900	3,5060	3,2740	3,1460	2,9800	2,8800	2,8070
M	ISLANAN	0,9180	0,9180	1,0670	1,2850	1,3880	1,5100	1,5680	1,5950
	ISLATAN	0,8810	3,0490	2,8870	2,6530	2,5330	2,4160	2,3130	2,2720
VI	ISLANAN	0,9310	0,9310	1,8190	1,8970	1,9210	1,9430	1,9620	1,9730
	ISLATAN	0,8270	3,6190	2,7040	2,6090	2,5640	2,5380	2,4740	2,4410
PM	ISLANAN	0,9890	0,9890	1,7270	1,7950	1,8210	1,8450	1,8620	1,8740
	ISLATAN	0,9530	3,4660	2,7180	2,6320	2,5770	2,5430	2,5010	2,4660
PVI	ISLANAN	0,9810	0,9810	1,7340	1,8020	1,8350	1,8540	1,8710	1,8840
	ISLATAN	0,9800	3,3190	2,5520	2,4700	2,4170	2,3820	2,3310	2,2970



Şekil 6.5: Transfer ıslanma yüzyüze kumaş ağırlıkları değişimi(1. ve 2.grup).



Şekil 6.6: Sıvı transfer oranları(1. ve 2.grup).

Şekil 6.5.'te transfer ıslanma yüzyüze kumaş ağırlıkları değişimi gösterilmiştir. Şekil 6.6.'da ise sıvı transfer oranları belirtilmiştir.

Şekil 6.6. incelendiğinde; yüzyüze transfer için ıslak kumaştaki ağırlık kaybı ile kuru kumaşın su alım oranının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yani basınç altında ıslak kumaştan kaybedilen su kaybı oranı ile kuru kumaşın suyu alım oranı birbirine

yakındır. Şekil 6.6'da görüldüğü gibi transfer ıslanma oranları en düşük olan kumaşlar 17, 18, 19 numaralı kumaşlardır. Özellikle transfer ıslanmada basınç çok önemli bir parametredir. Bu deney sonuçlarında kumaş yüzeyleri arasındaki transferi gösteren eğrilerdeki farklılıklar basınç altında sıvı transferinin özelliklerini ifade eder. Grafiklerin tamamı incelendiğinde tüm kumaşlarda da ıslak numuneden sıvı kayıp oranı ile kuru numuneye bu sıvının geçiş oranı arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Yani ıslak kumaştan basınç altında kaybedilen sıvı kuru numuneye aynı oranda alınamamaktadır.

Transfer ıslanma oranı en yüksek olan kumaşlar 14 ve 15 tir. Pamuklu kumaşların transfer ıslanma sonuçlarındaki bu yükseklik pamuğun higroskopik bir lif oluşu dolayısıyla suyu absorbe etmeye ve absorbe ettiği suyu bünyesinde tutmaya meyilli oluşuyla açıklanır.

6.4 Dikey Islanma Testi Sonuçları

Kumaş numunelerinin dikey ıslanma testi sonuçları Çizelge 6.7. ve 6.8'de verilmektedir. 10 dakikalık test süresi boyunca may boyuna ve may enine ortalama dikey ıslanma sonuçları ise grafik olarak Şekil 6.7. ve Şekil 6.8. 'de verilmiştir.

Test sonuçlarına bakıldığında; hav ipliği sentetik lif olan yüzeylerin dikey ıslanma özelliği de çok iyidir. Bu durum sentetik liflerin düzgün gözenek yapısından dolayı kılcallığının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek kılcallık sıvı yükselmesini artırmaktadır. Aynı polimerik yapıdaki liflerin ince olanı daha fazla kılcal basınca sahiptir ve daha hızlı dikey ıslanma sonuçları göstermektedir. Dikey ıslanmada sıvı yükselmesi kılcal basınç tarafından yönetilir. Kılcal basınç farkı ise gözenek boyutuna bağlıdır. Küçük gözeneklerde sıvı yükselmesi büyük gözeneklerde sıvı yükselmesinden daha fazladır. Gözenegin geometrisi ve devamlılığı da aynı şekilde sıvı yükselmesini etkileyen faktörlerdir. Özellikle doğal liflerde kesikli lif yapısından, lif yüzeyinin pürüzlülüğü ve kesit şeklinden dolayı gözenekler düzensiz yapı gösterir. Tekstüre filamentlerde ise gelişigüzel filament yerleşimi kılcallığı azalttığı için sıvı yükselmesini azaltır. Test sonuçlarında doğal liflere bakıldığında durum sentetik liflerle arasındaki farkı göz önüne koymaktadır. Normalde pamuk lifinin yüksek nem içeriği ve düzensiz gözenek yapısı nedeniyle dikey ıslanma özelliği zayıftır. Bu kumaşların gevşek ve az desenli yapılarının dikey ıslanmalarını iyileştirdiği düşünülmektedir.

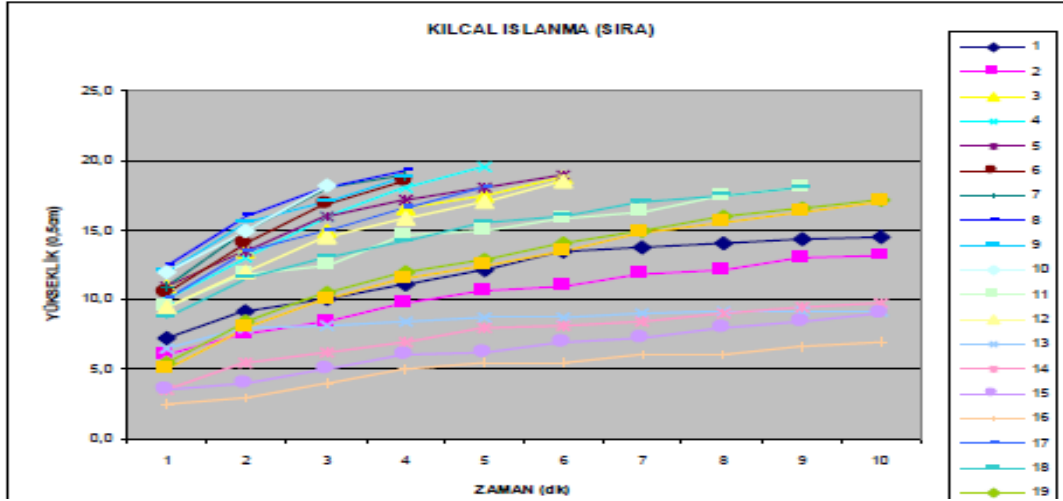
Çizelge 6.7: Sıra yönünde kılcal ıslanma sonuçları.

KILCAL ISLANMA (SIRA YÖNÜ)YÜKSEKLİK																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	P1	P2	M	VI	PM	PVI
1	7,2	6,0	11,0	10,0	11,0	10,5	11,0	12,5	12,0	12,0	9,5	9,5	6,5	3,5	3,5	2,5	10,0	8,8	5,5
2	9,1	7,6	13,5	13,0	13,5	14,0	15,0	16,0	15,5	15,0	11,8	12,0	8,0	5,5	4,0	3,0	13,5	11,5	8,5
3	10,0	8,5	15,0	16,0	16,0	16,8	18,0	18,0	17,0	18,2	12,5	14,5	8,2	6,2	5,0	4,0	15,0	13,0	10,5
4	11,1	9,8	16,5	18,0	17,1	18,5	19,0	19,2	18,8		14,6	15,8	8,5	7,0	6,0	5,0	16,5	14,2	12,0
5	12,2	10,6	17,5	19,5	18,0						15,0	17,0	8,8	8,0	6,2	5,5	18,0	15,5	12,8
6	13,5	11,0	18,8		19,0						15,8	18,5	8,8	8,2	7,0	5,5		16,0	14,0
7	13,8	11,8									16,3		9,0	8,5	7,3	6,0		17,0	15,0
8	14,0	12,2									17,5		9,1	9,0	8,0	6,0		17,5	16,0
9	14,3	13,0									18,0		9,1	9,5	8,5	6,6		18,0	16,5
10	14,5	13,1											9,2	9,8	9,0	7,0			17,1

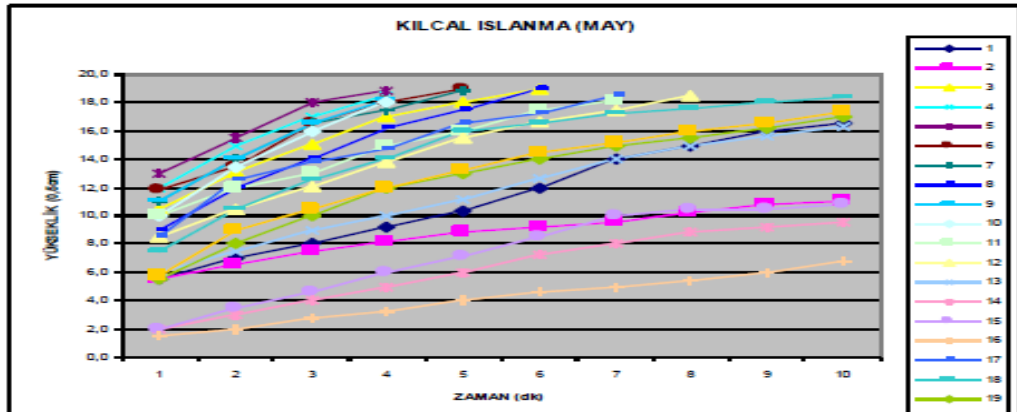
Çizelge 6.8: May yönünde kılcal ıslanma sonuçları.

KILCAL ISLANMA (MAY YÖNÜ)YÜKSEKLİK																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	P1	P2	M	VI	PM	PVI
1	5,5	5,5	10,5	12,0	13,0	11,8	11,0	9,0	11,0	10,0	10,0	8,5	6,0	2,0	2,0	1,5	8,5	7,5	5,5
2	7,0	6,5	13,1	15,0	15,5	13,5	14,0	12,0	14,0	13,5	12,0	10,5	7,5	3,0	3,5	2,0	12,5	10,5	8,0
3	8,1	7,5	15,1	17,0	18,0	16,5	16,5	14,0	16,5	16,0	13,0	12,1	9,0	4,0	4,6	2,8	13,8	12,5	10,0
4	9,2	8,2	17,0	18,5	18,8	18,0	17,5	16,2	18,2	18,0	15,0	13,8	10,0	5,0	6,0	3,2	14,7	14,0	12,0
5	10,3	8,8	18,1			19,0	18,8	17,5			16,0	15,5	11,2	6,0	7,1	4,0	16,5	16,0	13,0
6	12,0	9,2	19,0					19,0			17,5	16,7	12,6	7,2	8,5	4,6	17,2	16,5	14,0
7	14,0	9,5									18,2	17,5	14,0	8,0	10,0	5,0	18,5	17,2	15,0
8	15,0	10,2										18,5	15,0	8,8	10,5	5,4		17,6	15,5
9	16,0	10,8											15,6	9,2	10,5	6,0		18,0	16,2
10	16,5	11,0											16,3	9,5	10,8	6,8		18,4	17,0

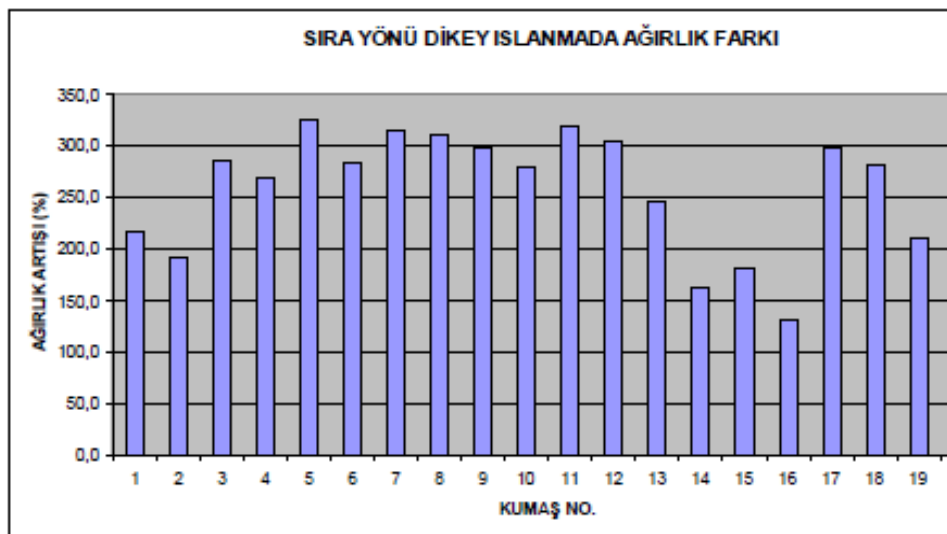
Deneylerde sıra yönünde dikey ıslanma ve may yönünde dikey ıslanma arasında belirgin fark görülmemiştir.



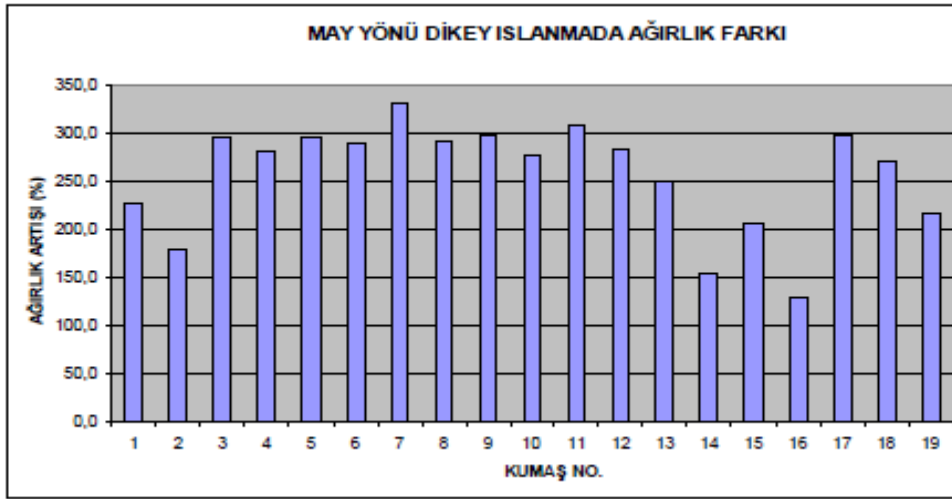
Şekil 6.7: Dikey ıslanma(Sıra yönünde).



Şekil 6.8: Dikey ıslanma(May yönünde).



Şekil 6.9: Sıra yönü dikey ıslanma ağırlık farkı.



Şekil 6.10: May yönü dikey ıslanma ağırlık farkı.

Çizelge 6.9: May yönünde kılcal ıslanma ağırlık farkı sonuçları.

KUMAŞ	KURU AĞIRLIK	YAŞ AĞIRLIK	AĞIRLIK FARKI (gr)	AĞIRLIK FARKI (%)
1	0,4910	1,6028	1,1118	226,4
2	0,4900	1,3683	0,8783	179,2
3	0,5250	2,0818	1,5568	296,5
4	0,5544	2,1164	1,5620	281,7
5	0,6116	2,4178	1,8062	295,3
6	0,6515	2,5456	1,8941	290,7
7	0,5800	2,5006	1,9206	331,1
8	0,5818	2,2861	1,7043	292,9
9	0,4858	1,9295	1,4437	297,2
10	0,5580	2,1105	1,5525	278,2
11	0,5236	2,1429	1,6193	309,3
12	0,5126	1,9639	1,4513	283,1
13	0,5339	1,8729	1,3390	250,8
P1	0,5841	1,4812	0,8971	153,6
P2	0,5416	1,6638	1,1222	207,2
M	0,5926	1,3517	0,7591	128,1
VI	0,5516	2,1941	1,6425	297,8
PM	0,5918	2,1916	1,5998	270,3
PVI	0,6138	1,9426	1,3288	216,5

Çizelge 6.9. incelendiğinde may yönünde en yüksek ağırlık farkı 7 numaralı kumaşta en düşük ağırlık farkı ise modal grubunda görülmüştür.

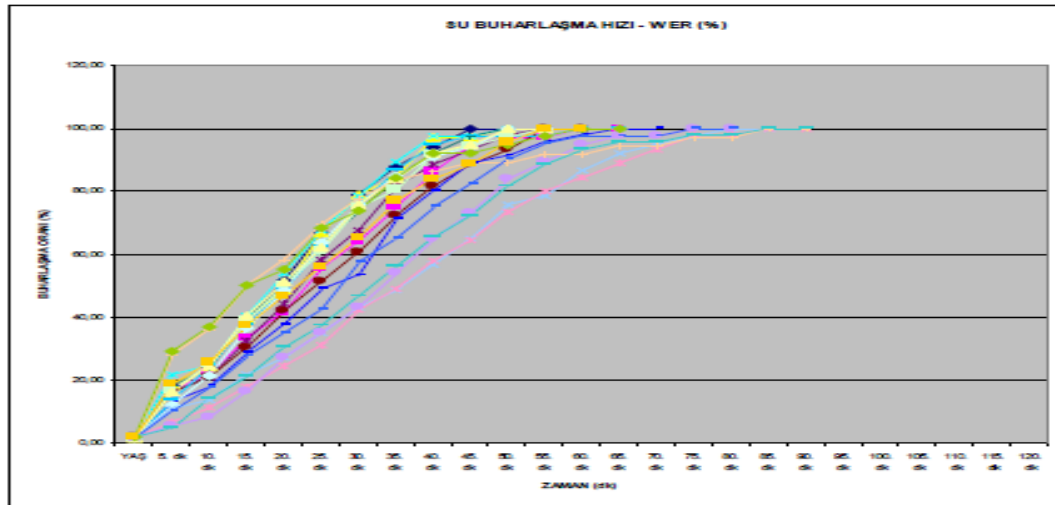
Çizelge 6.10: Sıra yönünde kılcal ıslanma ağırlık farkı sonuçları.

KUMAŞ	KURU AĞIRLIK	YAŞ AĞIRLIK	AĞIRLIK FARKI (gr)	AĞIRLIK FARKI (%)
1	0,5190	1,6452	1,1262	217,0
2	0,5150	1,5115	0,9965	193,5
3	0,5048	1,9501	1,4453	286,3
4	0,5455	2,0207	1,4752	270,4
5	0,5797	2,4650	1,8853	325,2
6	0,6845	2,6242	1,9397	283,4
7	0,5626	2,3332	1,7706	314,7
8	0,6489	2,6633	2,0144	310,4
9	0,5019	2,0001	1,4982	298,5
10	0,5453	2,0646	1,5193	278,6
11	0,5123	2,1542	1,6419	320,5
12	0,5025	2,0323	1,5298	304,4
13	0,5316	1,8344	1,3028	245,1
P1	0,5839	1,5326	0,9487	162,5
P2	0,5326	1,5026	0,9700	182,1
M	0,5536	1,2829	0,7293	131,7
VI	0,5236	2,0843	1,5607	298,1
PM	0,5943	2,2721	1,6778	282,3
PVI	0,6129	1,9123	1,2994	212,0

Çizelge 6.10. incelendiğinde sıra yönünde en yüksek ağırlık farkı 5 numaralı kumaşta en düşük ağırlık farkı ise yine modal grubunda görülmüştür.

6.5 Su Buharlaşma Hızı Deneyi Sonuçları

Su buharlaşma oranı deneyinde ölçümleri yapılan üçer adet numunenin 120 dakika sonunda hesaplanan ortalama su buharlaşma oranı (Water Evaporation Rate-WER) Çizelge 6.11 ve Şekil 6.11'de verilmiştir.



Şekil 6.11: Su buharlaşma hızı.

Deney sonuçları incelendiğinde; en yüksek su buharlaşma oranlarını; 1 numaralı kumaş başta olmak üzere sentetik polimer esaslı hav ipliklerinin kullanıldığı kumaşların gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuç Fanguiero ve diğerlerinin çalışmalarında elde ettiği bulgularla uyumludur. Dikkat edilmesi gereken bir husus da hav sıklığı arttıkça buharlaşma hızının düşmesidir. Hav ipliği olarak pamuk kullanılan kumaşları 14,15,18 ve 19'da buharlaşma süresinde diğer sentetik hav ipliği kullanılan kumaşlardan ortalama 30-40 dakikalık gecikme görülmüştür. Bu durum pamuk ve viskon liflerinden oluşan hav iplik kullanılmış kumaşlar su moleküllerini daha fazla bünyelerine alırlar ve buharlaşma daha zor ve uzun sürede gerçekleşir.

Çizelge 6.11: Su buharlaşma hızı ölçüm sonuçları.

su	0,36	0,36	0,36	0,39	0,42	0,49	0,41	0,45	0,37	0,41	0,37	0,38	0,41	0,45	0,41	0,41	0,40	0,44	4,29
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	P1	P2	M	VI	PM	PVI
KURU	1,19	1,21	1,16	1,29	1,42	1,62	1,34	1,50	1,22	1,35	1,22	1,26	1,36	1,50	1,36	1,37	1,32	1,46	1,43
YAŞ	1,52	1,57	1,49	1,66	1,85	2,05	1,72	1,95	1,59	1,68	1,58	1,63	1,73	1,95	1,73	1,73	1,72	1,89	1,81
5.dk	1,46	1,51	1,43	1,58	1,78	1,98	1,65	1,89	1,54	1,64	1,52	1,57	1,69	1,92	1,71	1,63	1,68	1,87	1,70
10.dk	1,44	1,49	1,41	1,57	1,76	1,96	1,63	1,87	1,50	1,61	1,49	1,54	1,68	1,90	1,70	1,60	1,65	1,83	1,67
15.dk	1,39	1,45	1,36	1,51	1,71	1,92	1,57	1,82	1,45	1,56	1,44	1,48	1,65	1,87	1,67	1,55	1,61	1,80	1,62
20.dk	1,35	1,42	1,33	1,46	1,66	1,87	1,53	1,78	1,41	1,52	1,40	1,44	1,63	1,84	1,63	1,52	1,58	1,76	1,60
25.dk	1,30	1,37	1,27	1,41	1,60	1,83	1,48	1,73	1,36	1,47	1,36	1,40	1,60	1,81	1,60	1,48	1,55	1,73	1,55
30.dk	1,26	1,34	1,23	1,37	1,56	1,79	1,44	1,71	1,31	1,43	1,31	1,35	1,57	1,76	1,57	1,45	1,49	1,69	1,53
35.dk	1,23	1,30	1,21	1,33	1,50	1,74	1,40	1,63	1,27	1,40	1,29	1,32	1,55	1,73	1,53	1,43	1,46	1,65	1,49
40.dk	1,21	1,26	1,17	1,30	1,47	1,70	1,37	1,59	1,24	1,38	1,25	1,29	1,52	1,69	1,49	1,41	1,42	1,61	1,46
45.dk	1,19	1,23	1,17	1,30	1,45	1,67	1,35	1,55	1,23	1,37	1,24	1,28	1,49	1,66	1,46	1,40	1,39	1,58	1,46
50.dk	1,19	1,22	1,16	1,29	1,43	1,65	1,34	1,54	1,23	1,35	1,23	1,26	1,45	1,62	1,42	1,38	1,36	1,54	1,45
55.dk		1,22	1,16	1,29	1,42	1,62	1,34	1,52	1,23	1,35	1,22	1,26	1,44	1,59	1,40	1,37	1,34	1,51	1,44
60.dk		1,21			1,42	1,62		1,51	1,22		1,22		1,41	1,57	1,38	1,37	1,33	1,49	1,43
65.dk		1,21						1,50	1,22				1,39	1,55	1,37		1,33	1,48	1,43
70.dk								1,50					1,38	1,53	1,37		1,33	1,48	
75.dk													1,37	1,51	1,36		1,32	1,47	
80.dk													1,36	1,51	1,36		1,32	1,47	
85.dk													1,36	1,50				1,46	
90.dk														1,50				1,46	
95.dk																			
100.dk																			
105.dk																			
110.dk																			
120.dk																			

6.6 Kuruma Hızı Deneyi Sonuçları

Numunelerin kuruduğu kabul edilen %1' lik fazla nem seviyesindeki süreler ve ortalama kuruma hızları Çizelge 6.12 ve Çizelge 6.13' de gösterilmiştir.

Çizelge 6.12: Kuruma hızı ölçüm sonuçları(1.grup).

KUMAŞ NO.	KURUMA SÜRESİ(saat)	KURUMA HIZI(g/saat)
1	4,3	0,72
2	4,2	0,75
3	3,4	0,76
4	5,2	0,92
5	4,3	0,83
6	6,2	0,92
7	6,4	0,93
8	4,2	0,85
9	3,3	0,72
10	3,2	0,71
11	1,5	0,45
12	4,6	0,73
13	4,7	0,74

Çizelge 6.12 incelendiğinde kuruma hızı en yüksek 7 numaralı çorapta ve en düşük 10 numaralı çorapta olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.13: Kuruma hızı ölçüm sonuçları(2.grup).

NUMUNE KODU	KURUMA SÜRESİ(saat)	KURUMA HIZI(g/saat)
P	7,3	0,56
PM	7,8	0,51
PVI	7,6	0,57
M	5,7	0,54
VI	7,3	0,56

Grupların kuruma hızlarına bakıldığında saatte 0.51 ile 0.57 gram arasında değişen bir farklılık görülmektedir. Bu farklılığın düşük seviyede olması kumaşların kuruma hızlarının hemen hemen sabit olduğunu göstermektedir. Ancak kumaşlar kurumaya yakın sürelerde daha düşük hızda bir kuruma davranışı gösterdiği görülmektedir.

Modal grubu, tüm gruplara eşit ıslatılma işlemi yapılmış olmasına rağmen, diğer 5 gruptan farklı olarak üzerine daha az miktarda sıvı almıştır (diğer gruplar %111 -136 arasında bir ıslaklığa sahip olurken Modal %85'lik bir ıslaklık sağlamıştır). Bunun sonucu olarak daha önce kurumuştur.

6.7 Isıl İletkenlik, Isıl Direnç ve Kalınlık Ölçümü Sonuçları

Alambeta test cihazında elde edilen ortalama kumaş ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve kalınlık değeri Çizelge 6.14 'de verilmektedir.

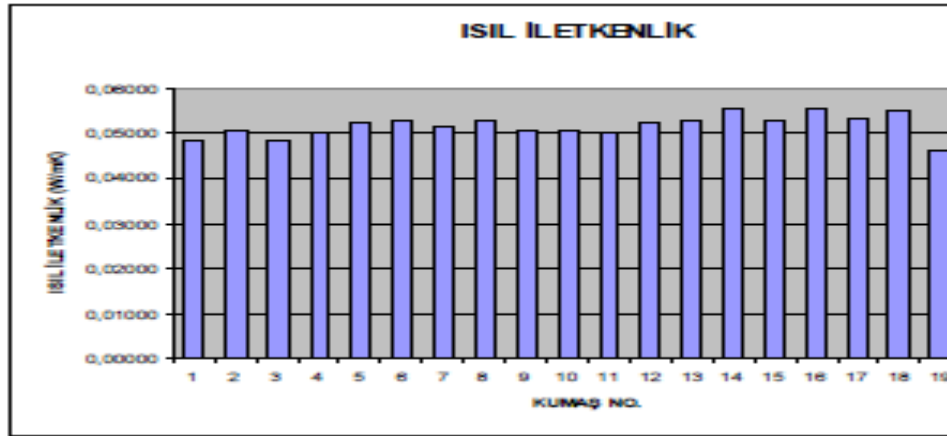
Çizelge 6.14: Isıl İletkenlik,ısı direnç ve kalınlık ölçüm sonuçları(1. ve 2.grup).

Kumaş No.	Isıl İletkenlik(W/mK)	Isıl Direnç (m ² K/W)	Isıl Soğurganlık (Ws ^{1/2} /m ² K)	Kalınlık (mm)
1	0,04844	0,02439	128,7	1,182
2	0,05093	0,02153	156,4	1,096
3	0,04840	0,02393	138,6	1,159
4	0,05015	0,02241	144,1	1,124
5	0,05251	0,02619	148,6	1,376
6	0,05317	0,02708	145,7	1,440
7	0,05174	0,02760	145,1	1,429
8	0,05256	0,02775	152,4	1,459
9	0,05074	0,02351	161,8	1,193
10	0,05090	0,02485	156,6	1,265
11	0,05022	0,02320	154,9	1,166
12	0,05231	0,02020	166,9	1,057
13	0,05293	0,02376	152,1	1,256
P1	0,05531	0,02120	183,5	1,172
P2	0,05292	0,02328	157,7	1,230
M	0,05582	0,02026	171,4	1,131
VI	0,05337	0,02245	171,7	1,198
PM	0,05490	0,02063	182,7	1,134
PVI	0,04616	0,03241	142,7	1,496

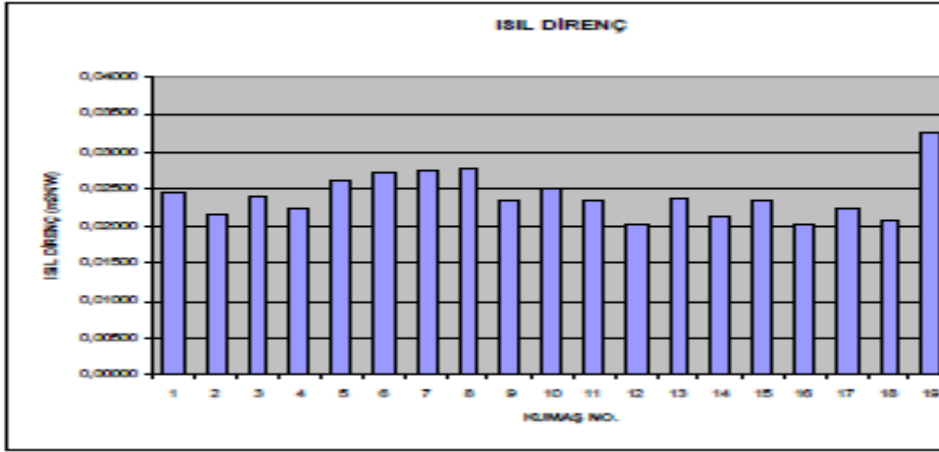
Yapılan ısı iletkenlik testlerinde en yüksek sonuçlar sırasıyla 16, 14, 18, 17, 6, 13, 15, 8, 5 numaralı kumaşlardır. Bu yüksek ısı iletkenlik seviyesine yakın olan 5 ve 6 numaralı kumaşlar sentetik iplik olan naylon ile örülmüştür. Test sonuçlarına göre bu seviyede yüksek ısı iletkenlikleri olan bu kumaşlar dış ortam ısını vücuda kolaylıkla iletecek, aynı zamanda vücut ısını da dışarı kolayca atacaktır.

Yine bu kumaş çiftleri de genel bir değerlendirme ile hav yoğunluğu yüksek olan kumaşın ısıl direnci de daha yüksek çıkmıştır. Yani daha fazla (sık) hav sırası ile örülen kumaş daha yüksek yalıtımlı yani daha sıcak tutan bir kumaştır. İplik numarası daha düşük olan 8-7 kumaş çiftinin daha yüksek ısıl direnç değerine sahip olması ipliği oluşturan ince lif toplulukları arasında daha fazla hava boşluklarının olmasındandır. Sentetik lif hammaddeli kumaşlardan yukarıdaki seriye en yakın olan 10 numaralı kumaştır. Bu kumaş PP lifinin ısıl direnç özelliğini kumaşa yansıtmıştır.

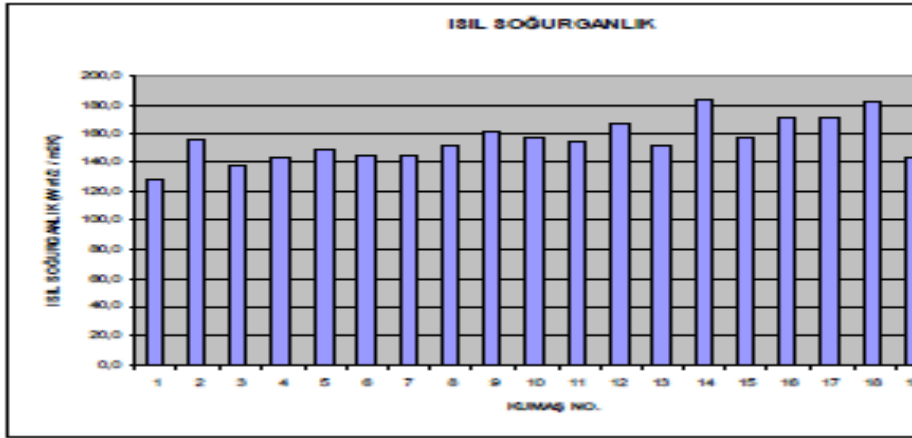
Isıl soğurganlık test sonuçları incelendiğinde ise en yüksek değerlere sahip olan kumaşların 14, 18, 17, 16, 12, 9, 15,10 numaralı kumaşlar olduğu görülmektedir. Soğurganlık değerinin yüksek olması cilde temas ettiğinde soğuk hissin algılanması anlamındadır. Yukarıda sıralanmış kumaşlar tene temas ettiğinde (yani giyildiğinde) daha serin bir algı doğuracaktır. Bu durum kullanım alanına göre giyim konforu için çok önemlidir. Soğurganlık değerinin düşük olması ise cilde temas ettiğinde sıcak hissin algılanması anlamındadır. Soğurganlık değeri en düşük olan 1 ve 3 numaralı kumaşların tene temasta sıcak his uyandırması beklenen bir sonuç olacaktır.



Şekil 6.12: Isıl iletkenlik değerleri.



Şekil 6.13. Isıl direnç değerleri.



Şekil 6.14: Isıl soğurganlık değerleri.

6.8 Sıklık Ölçümü Sonuçları

Havlu örme çorapların may sıklığı ve sıra sıklığı değerleri Çizelge 6.15 ve Çizelge 6.16 ile Şekil 6.15 ve Şekil 6.16'da görülmektedir.

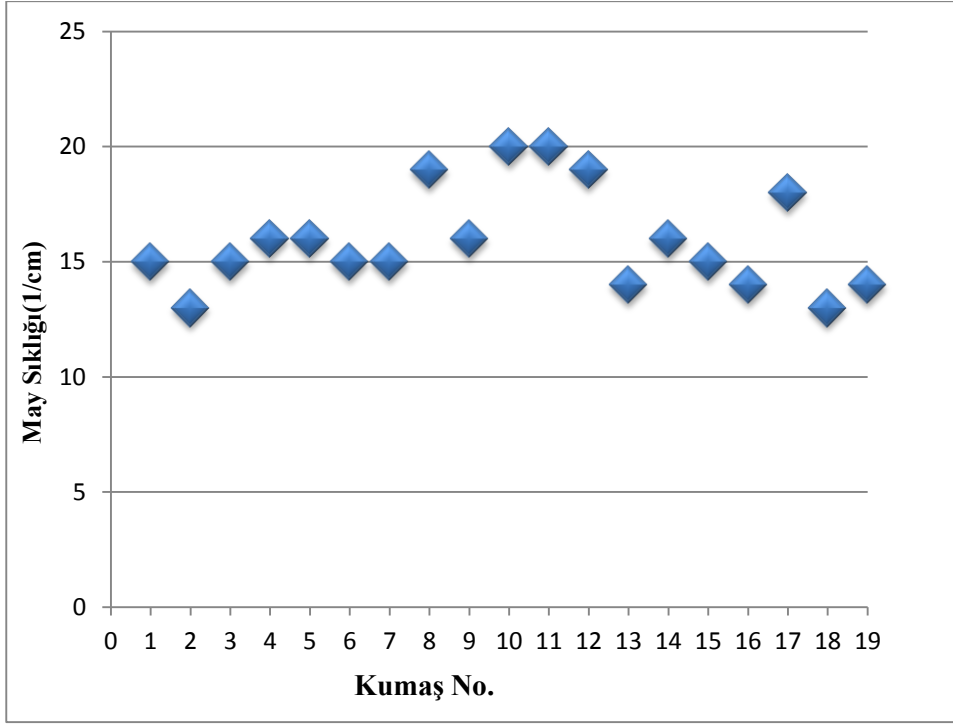
Çizelge 6.15: Sentetik elyaf(1.grup) sıklık değerleri.

KUMAŞ NO.	MAY SIKLIĞI(1/cm)	SIRA SIKLIĞI(1/cm)
1	15	30
2	13	26
3	15	28
4	16	30
5	16	30
6	15	29
7	15	29
8	19	38
9	16	16
10	20	20
11	20	20
12	19	38
13	14	28

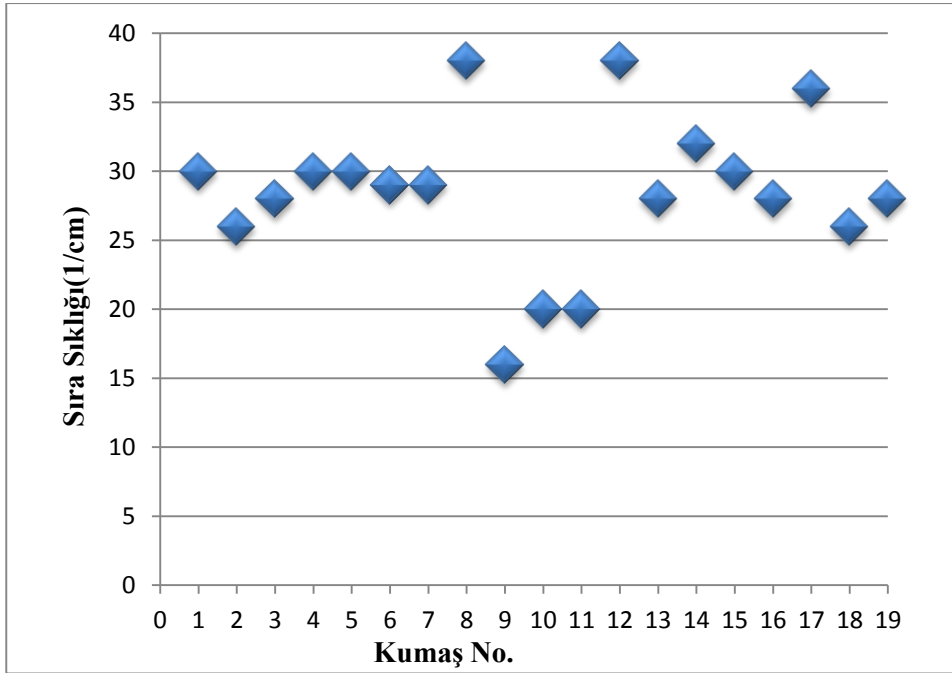
Çizelge 6.16: Selülozik elyaf(2. grup) sıklık değerleri.

KUMAŞ NO.	MAY SIKLIĞI(1/cm)	SIRA SIKLIĞI(1/cm)
P1	16	32
P2	15	30
M	14	28
VI	18	36
PM	13	26
PVI	14	28

Deney sonuçları incelendiğinde; 10 ve 11 nolu kumaşlar ile viskonun may sıklığı değerinin ve 8 ve 12 nolu kumaşlar ile yine viskonun sıra sıklığı değerinin en yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 6.15: May sıklığı değerleri(1. ve 2.grup).



Şekil 6.16: Sıra sıklığı değerleri(1. ve 2. grup).

6.9 İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü Sonuçları

Havlü örme çorapların ilmek iplik uzunluğu değerleri Çizelge 6.17 ve Çizelge 6.18 ile Şekil 6.17 ve Şekil 6.18'de görülmektedir.

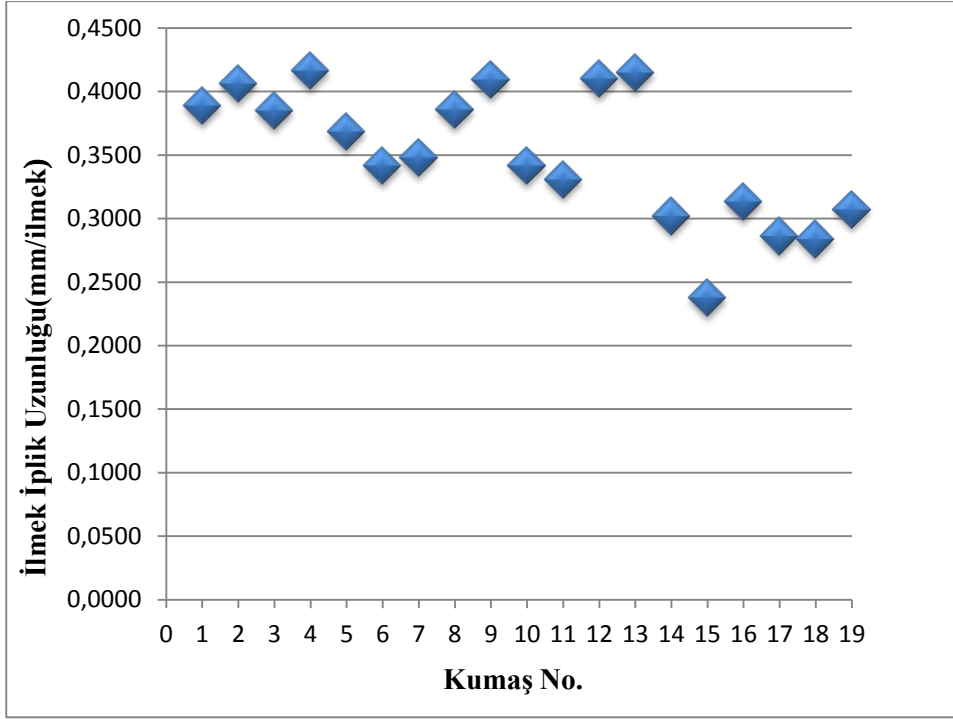
Çizelge 6.17: Sentetik elyaf(1.grup) ilmek iplik uzunluğu.

KUMAŞ NO.	ZEMİN İPLİĞİ(mm/ ilmek)	HAV İPLİĞİ(mm/ ilmek)
1	0,3889	0,6658
2	0,4063	0,7483
3	0,3853	0,6774
4	0,4168	0,7259
5	0,3683	0,6460
6	0,3415	0,6194
7	0,3481	0,6168
8	0,3859	0,6374
9	0,4094	0,3584
10	0,3418	0,3311
11	0,3311	0,3271
12	0,4103	0,6800
13	0,4148	0,7342

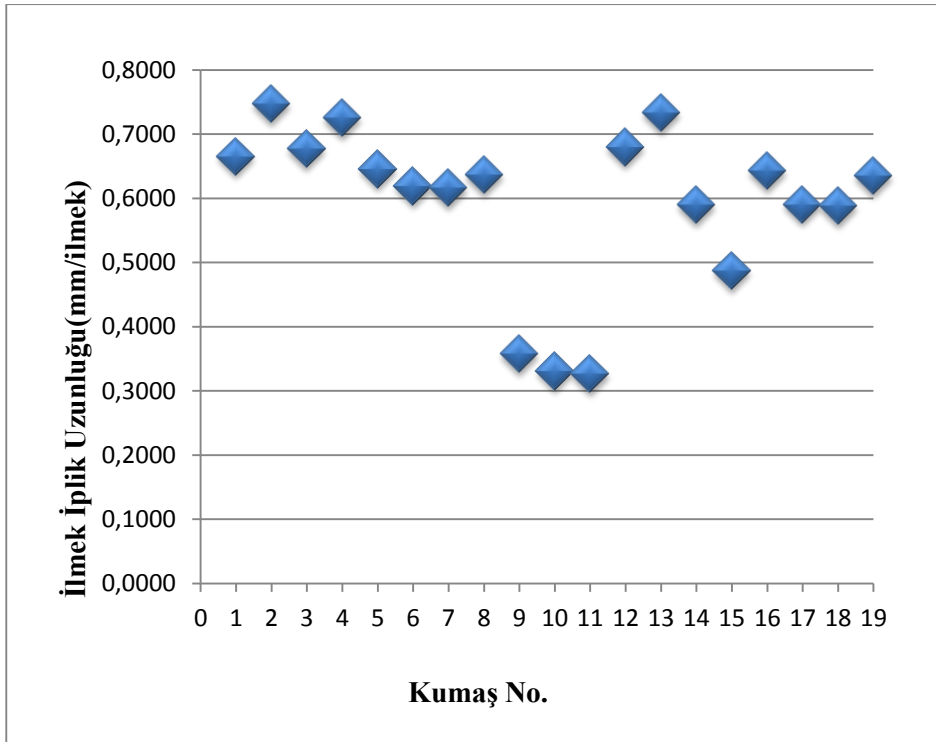
Çizelge 6.18: Selülozik elyaf(2. grup) ilmek iplik uzunluğu.

KUMAŞ NO.	ZEMİN İPLİĞİ(mm/ ilmek)	HAV İPLİĞİ(mm/ ilmek)
P1	0,3021	0,5904
P2	0,2381	0,4870
M	0,3133	0,6431
VI	0,2863	0,5911
PM	0,2839	0,5889
PVI	0,3074	0,6357

Deney sonuçları incelendiğinde ilmek iplik uzunluğunda zemin ipliğinde en yüksek değeri 4 numaralı kumaş ve modal grubu; hav ipliğinde ise 2 numaralı kumaş ve modal grubu vermiştir. En düşük değeri ise; zemin ipliğinde 11 nolu kumaş ve pamuk grubu vermiştir. Hav ipliğinde de en düşük değeri 11 nolu kumaş ve pamuk grubu vermiştir.



Şekil 6.17: Zemin ipliği ilmek iplik uzunluğu değerleri(1. ve 2.grup).



Şekil 6.18: Hav ipliği ilmek iplik uzunluğu değerleri(1.ve 2.grup).

6.10 Kalınlık Ölçümü Sonuçları

Havlu örme çorapların ölçülen kalınlık değerleri Çizelge 6.19 ile Çizelge 6.20 ve Şekil 6.19'da belirtilmiştir.

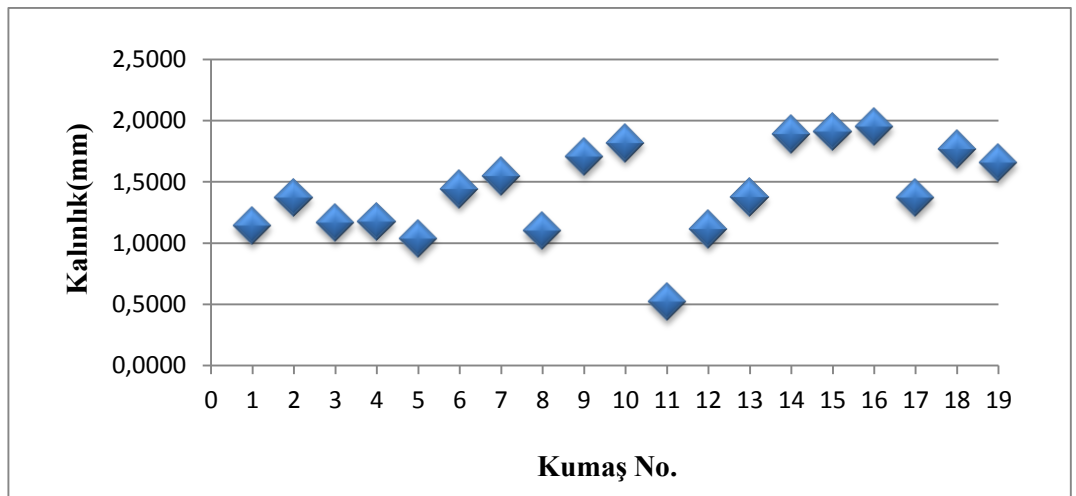
Çizelge 6.19: Sentetik elyaf(1.grup) kalınlık değerleri.

KUMAŞ NO.	KALINLIK(mm)
1	1,1433
2	1,3700
3	1,1667
4	1,1733
5	1,0367
6	1,4400
7	1,5467
8	1,1000
9	1,7067
10	1,8167
11	0,5233
12	1,1133
13	1,3766

Çizelge 6.20: Selülozik elyaf(2.grup) kalınlık değerleri.

KUMAŞ NO.	KALINLIK(mm)
P1	1,8900
P2	1,9133
M	1,9533
VI	1,3700
PM	1,7667
PVI	1,6566

Kalınlıklar arasında ciddi bir fark görülmemiştir. 10 numaralı kumaş ve Modal diğerlerine göre daha kalın olduğu belirtilebilir.



Şekil 6.19: Kalınlık değerleri(1.ve 2. grup).

6.11 Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları

Numunelere yapılan patlama mukavemeti test sonuçları, Çizelge 6.21 ile Çizelge 6.22 ve Şekil 6.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.21: Sentetik elyaf(1. grup) patlama mukavemeti değerleri.

KUMAŞ NO.	PATLAMA MUKAVEMETİ(kg/cm ²)
1	15,89
2	10,37
3	13,80
4	18,83
5	14,40
6	13,58
7	12,48
8	9,54
9	23,41
10	15,06
11	13,02
12	8,64
13	10,43

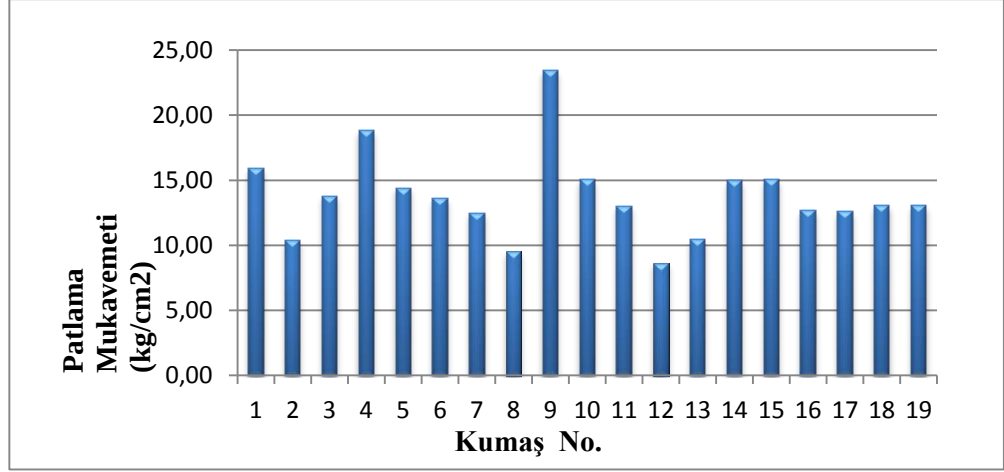
Çizelge 6.21 incelendiğinde patlama mukavemeti en yüksek olan 9 numaralı kumaştır.

Patlama mukavemeti en düşük olan kumaş ise 12 numaralı kumaştır.

Çizelge 6.22: Selülozik elyaf(2. grup) patlama mukavemeti değerleri.

KUMAŞ NO.	PATLAMA MUKAVEMETİ(kg/cm ²)
P1	15,00
P2	15,07
M	12,67
VI	12,61
PM	13,08
PVI	13,06

Test edilen numune grupları vanize-süprem ve havlu örgü olması ve arka iplik olarak naylon ipliği çorabın mukavemetini belirleyen ana faktörler olmaktadır. 9 numaralı kumaş ile Modal ve Pamuk-Modal gruplarının Patlama mukavemeti değeri oldukça yüksektir.



Şekil 6.20: Patlama mukavemeti değerleri(1.ve 2. grup).

6.12 Gramaj Ölçümü Sonuçları

Gramaj kesim aletiyle kesilen numuneler hassas terazide tartılarak gramaj değerleri elde edilmiştir. Ölçümler sonucunda elde edilen g/m² cinsinden ortalama gramaj değerleri Çizelge 6.23 ile Çizelge 6.24 ve Şekil 6.21'de gösterilmiştir.

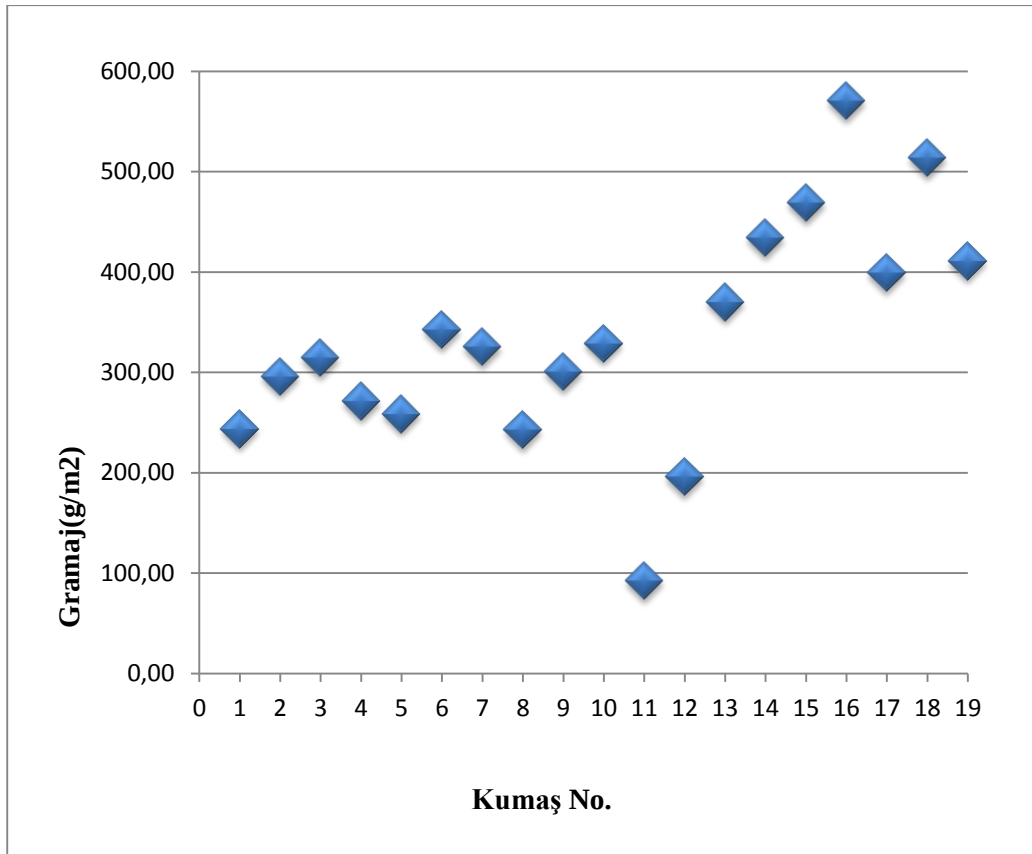
Çizelge 6.23: Sentetik elyaf(1. grup) gramaj değerleri.

KUMAŞ NO.	GRAMAJ(g/m ²)
1	243,43
2	296,27
3	314,64
4	271,19
5	258,65
6	342,72
7	325,44
8	243,11
9	300,68
10	328,97
11	92,49
12	196,49
13	370,31

Çizelge 6.24: Selülozik elyaf(2. grup) gramaj değerleri.

KUMAŞ NO.	GRAMAJ(g/m ²)
P1	434,24
P2	469,20
M	571,02
VI	399,42
PM	513,93
PVI	411,05

Ölçüm sonuçları incelendiğinde; en yüksek gramajın 13 nolu kumaşta ve Modal grubunda olduğu görülmektedir. En düşük gramaj değeri ise; 11 nolu kumaşta ve Viscon grubundadır.



Şekil 6.21: Gramaj değerleri(1. ve 2. grup).

6.13 Boncuklaşma Testi Sonuçları

Yapılan değerlendirme sonucunda elde edilen boncuklaşma dereceleri Çizelge 6.25 ve Çizelge 6.26'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.25: Sentetik elyaf(1. grup) boncuklaşma değerleri.

KUMAŞ NO.	BONCUKLAŞMA DEĞERİ
1	2
2	1-2
3	1-2
4	3-4
5	3-4
6	3-4
7	4-5
8	2
9	2-3
10	3-4
11	2
12	2-3
13	2-3

Çizelge 6.25 incelendiğinde; 2 ve 3 numaralı çorapların boncuklaşma derecesinin çok kötü olduğu görülmektedir. Diğer taraftan en iyi sonucu 7 numaralı çorap vermiştir.

Çizelge 6.26: Selülozik elyaf(2. grup) boncuklaşma değerleri.

KUMAŞ NO.	BONCUKLAŞMA DEĞERİ
P1	4
P2	4
M	3
VI	2
PM	3-4
PVI	3-4

Viskon grubunun boncuklaşma derecesinin çok kötü olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Pamuk en iyi sonucu verirken pamuk karışımli numunelerin de diğerlerine göre daha iyi durumda olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yeni elyaf gruplarından elde edilecek çoraplarda boncuklaşma problemi olacağı söylenebilir. Bunu azaltmak için de pamuk ile karışım halinde kullanılması bir çözüm olarak sunulabilir.

6.14 Aşınma Dayanımı Testi Sonuçları

75000 devirlik bir aşınma uygulaması sonucu numunelerdeki kütle kaybı değerleri Çizelge 6.27 ve Çizelge 6.28' de gösterilmiştir.

Çizelge 6.27: Sentetik elyaf(1. grup) aşınma dayanımı değerleri.

KUMAŞ NO.	BAŞLANGIÇ AĞIRLIĞI(g)	75000 DEVİR AĞIRLIĞI(g)	% KAYIP
1	0,252	0,221	-0,12431
2	0,341	0,327	-0,04191
3	0,370	0,344	-0,06955
4	0,284	0,267	-0,05847
5	0,314	0,297	-0,05414
6	0,392	0,375	-0,04239
7	0,343	0,329	-0,04082
8	0,284	0,275	-0,03169
9	0,303	0,285	-0,06065
10	0,329	0,316	-0,03893
11	0,108	0,092	-0,14485
12	0,260	0,254	-0,02383
13	0,364	0,323	-0,11264

Çizelge 6.27 incelenirse; en düşük kaybın 12 numaralı çorapta, en yüksek kaybın ise 11 numaralı çorapta olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.28: Selülozik elyaf(2. grup) aşınma dayanımı değerleri.

KUMAŞ NO.	BAŞLANGIÇ AĞIRLIĞI(g)	75000 DEVİR AĞIRLIĞI(g)	% KAYIP
P1	0,471	0,463	-0,01657
P2	0,526	0,513	-0,02471
M	0,623	0,616	-0,01124
VI	0,424	0,413	-0,02525
PM	0,540	0,528	-0,02222
PVI	0,495	0,480	-0,03030

Modal grubu aşınması en düşük grup olarak çıkmıştır. Elyaf cinsinden kaynaklanan yüzey tüylülüğü ve gevşek yapı bunu oluşturan en önemli etkenlerdir.

6.15 Rijitlik Testi Sonuçları

Çorapların rijitlik değerleri kg-f cinsinden Çizelge 6.29 ve Çizelge 6.30 ile Şekil 6.22'de görülmektedir.

Çizelge 6.29: Sentetik elyaf(1. grup) rijitlik değerleri.

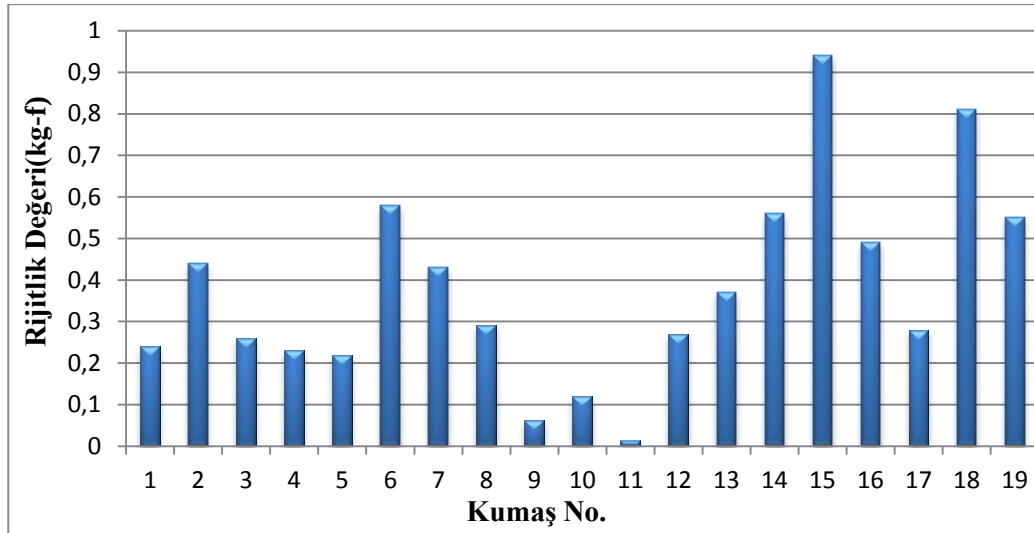
KUMAŞ NO.	RIJİTLİK DEĞERİ(kg-f)
1	0,24
2	0,44
3	0,26
4	0,23
5	0,22
6	0,58
7	0,43
8	0,29
9	0,06
10	0,12
11	0,01
12	0,27
13	0,37

Çizelge 6.29 incelendiğinde en yüksek rijitlik değeri 2 numaralı çoraba aitken; en düşük rijitlik değeri ise 11 numaralı çoraba aittir.

Çizelge 6.30: Selülozik elyaf(1. grup) rijitlik değerleri.

KUMAŞ NO.	RIJİTLİK DEĞERİ(kg-f)
P1	0,56
P2	0,94
M	0,49
VI	0,28
PM	0,81
PVI	0,55

Çizelge 6.30 incelendiğinde ise en yüksek rijitlik değerini pamuk grubu vermiştir. Buna karşın pamukla karışım halinde kullanılan diğer liflerin de rijitlik özelliğinin iyi olduğu söylenebilir. En düşük rijitlik değeri ise Viskon grubuna aittir.



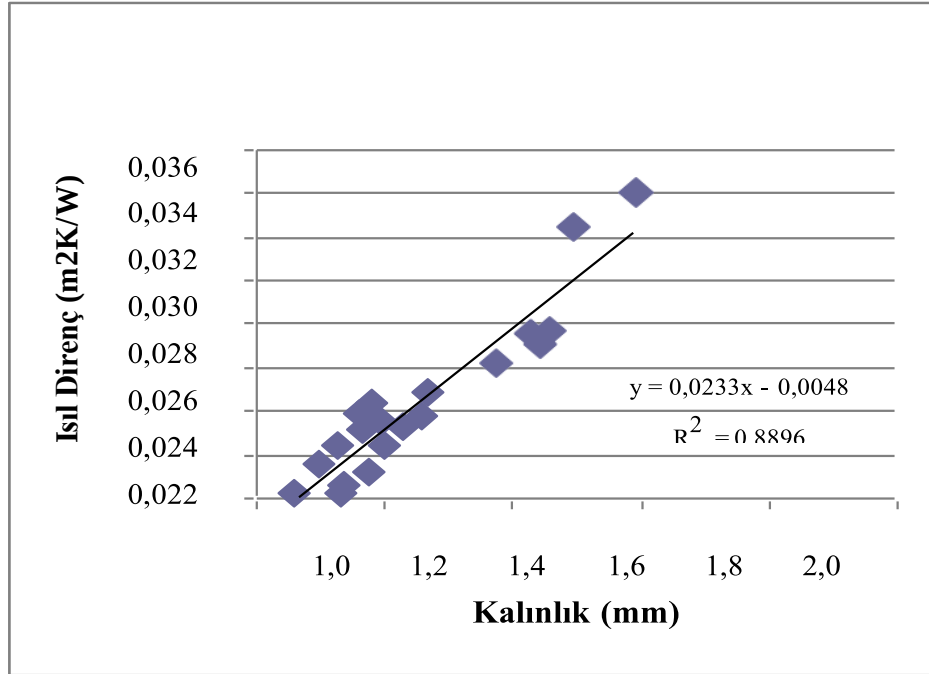
Şekil 6.22: Rijitlik değerleri(1. ve 2. grup).

Sonuçlar incelendiğinde; en yüksek rijitlik değerinin pamuk grubunda olduğu görülmektedir. En düşük rijitlik değeri ise; 11 nolu kumaşta ve viskon grubunda görülmektedir.

7.İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Bu bölümde yapılan tüm testlerin istatistiksel değerlendirmesi Minitab istatistik programında analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

7.1 Isıl Direnç ve Kalınlık



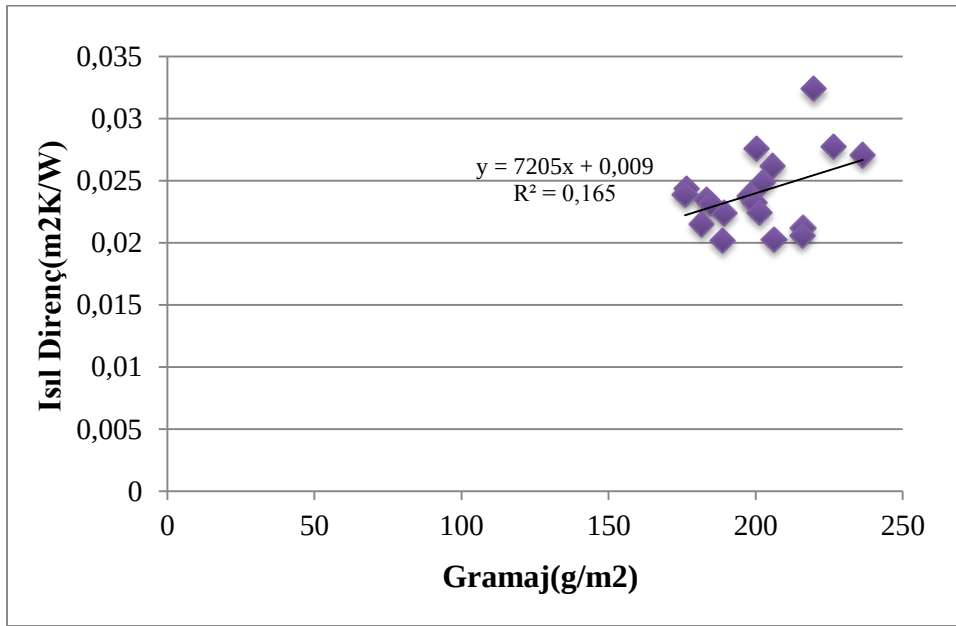
Şekil 7.1: Isıl direnç-kumaş kalınlığı ilişkisi.

Kumaşların ısı direnç kalınlık korelasyon analizinde elde edilen korelasyon katsayısı 0,945 ($p=0,000$) kalınlık artışı ile ısı dirence arasında önemli bir ilişki olduğunu ve bu ilişkinin pozitif yönde olduğunu ifade etmektedir. Yani kalınlık arttıkça ısı direnç de artmaktadır. Isıl direnç ve kalınlık arasındaki korelasyon Jun ve ark. tarafından yapılan çalışmada da gözlenmiştir [62].

Hesaplatılan regresyon denkleminde pozitif yönlü bir eğilim çizgisi görülmüştür. R^2 korelasyon katsayısının karesini ifade eder. Bu gözlem değerlerine göre elde edilen regresyon bağıntısının hatasını gösterir. 0 ile +1 arasında değerler alır, ve ne kadar 1'e yakınsa tahmin edilen regresyon doğrusunun gözlemleri doğru yansıttığı anlaşılır.

7.2 Isıl Direnç ve Gramaj

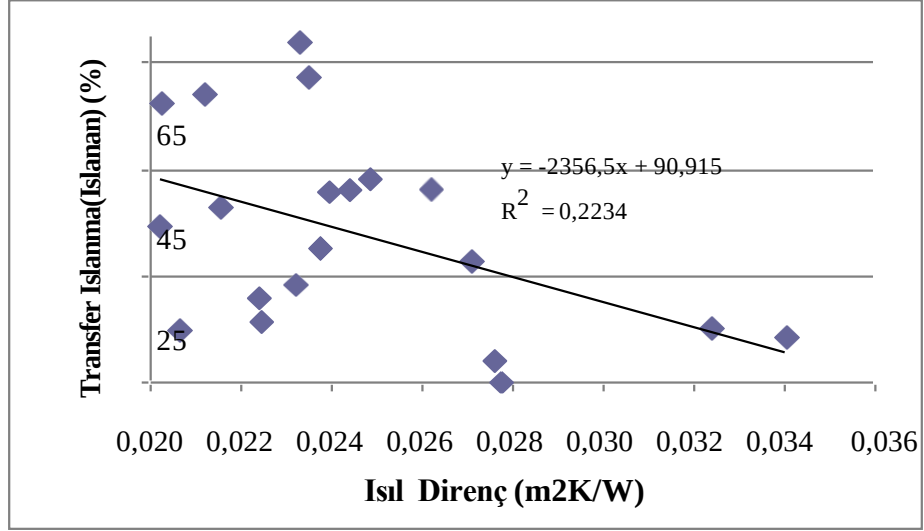
Isıl direnç ve gramaj arasında da pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır (Pearson korelasyon katsayısı=0,621, $p=0,003$). Oğlakçioğlu ve Marmaralı çalışmalarında ağırlık artışının birim alana düşen lif miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Birim kesite düşen lif miktarının artışı ile hava miktarının azalışı kumaşın ısı geçişine direncini artırmaktadır [63]. Birim kesite düşen lif miktarının artışı ile hava miktarının azalışı kumaşın ısı geçişine direncini artırmaktadır.



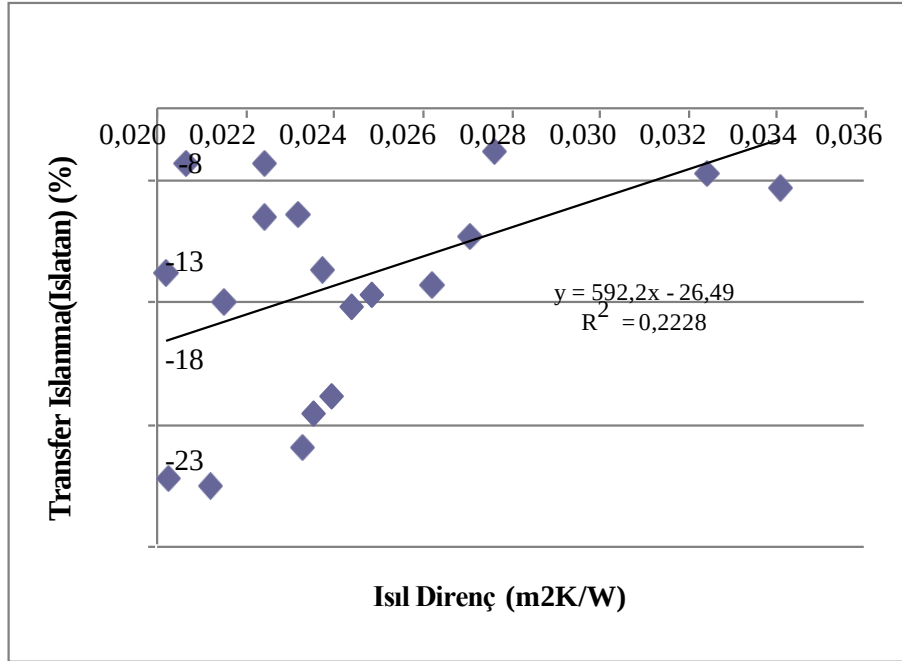
Şekil 7.2: Isıl direnç-gramaj ilişkisi.

7.3 Transfer İslanma ve Isıl Direnç

Isıl direnç ve transfer ıslanma test sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde veriler ışığında ıslanan kumaşla negatif ıslatan kumaşla pozitif yönde görülen korelasyon nicelik bakımından birbirine çok yakındır. Şekil 7.3'de test kumaşlarının transfer ıslanma oranı arttıkça ısı dirençlerinin düştüğü görülmektedir (Pearson katsayısı: -0,471 $p=0,035$).



Şekil 7.3: Transfer ıslanma(ıslanan)-ıslıl direnç ilişkisi.



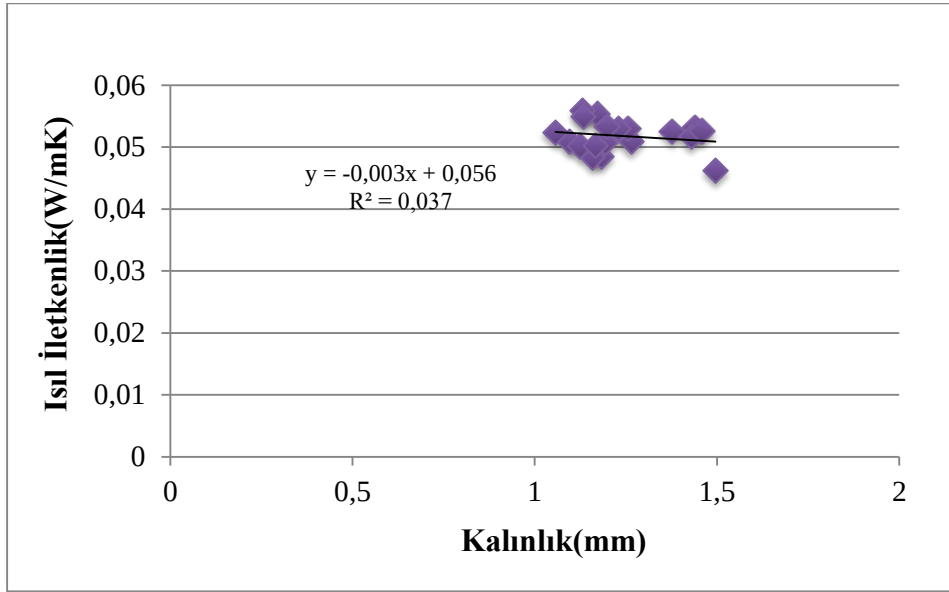
Şekil 7.4: Transfer ıslanma(ıslatan)-ıslıl direnç ilişkisi.

Ters yönlü ancak benzer ilişki ıslatan kumaşın ıslatma oranı ve ıslıl direnç değeri arasında da mevcuttur. Şekil 7.3 ve 7.4 birlikte yorumlandığında ıslanma ve ıslatma eğilimi azalan kumaş yani transfer ıslanma değeri düşük olan kumaş daha yüksek ıslıl dirence sahiptir.

7.4 Isıl İletkenlik ve Kalınlık

Kumaşların ıslıl iletkenlik kalınlık korelasyon analizinde elde edilen korelasyon katsayısının -0,362 değeri ($p=0,114$) kalınlık artışının ıslıl iletkenliğe negatif yönde etki

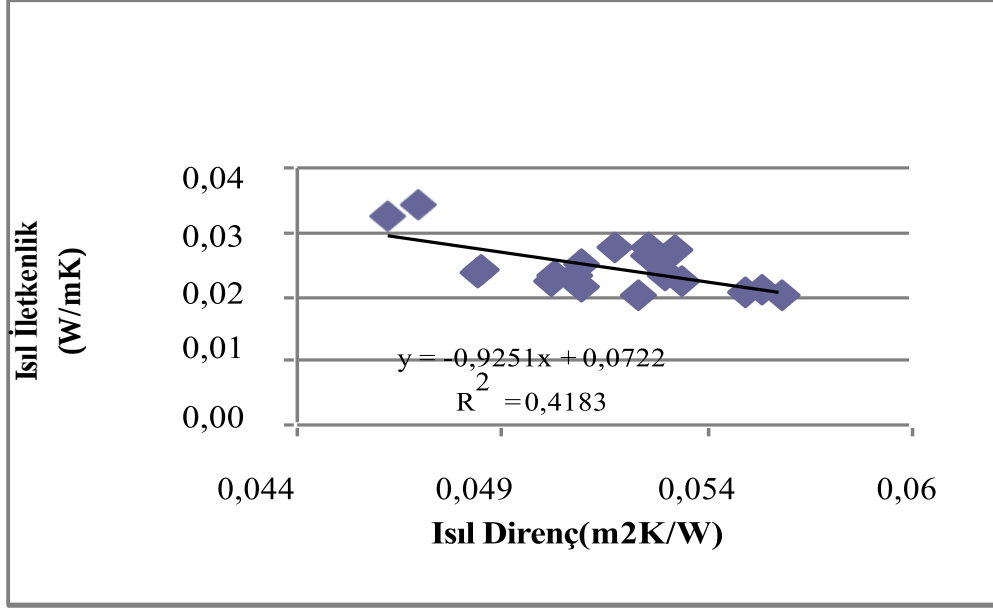
ettiğini gösterir. Yani kalınlık artışı ısı iletkenliğı azaltmaktadır. Isıl iletkenlik formülünde kullanılan transfer edilen ısı miktarı, ön yüz ile arka yüz arasındaki ısı miktarı, alan ve kumaş kalınlığı ısı iletkenliğı direkt olarak etki eden parametrelerdir. Kalınlığın ısı iletkenliğı etkisi ise kalınlık arttıkça kumaşın içerdiiği hava miktarının artmasından kaynaklanır.Hava yalıtkan olduğı için kumaşta bulunan hava miktarının artışı ısı iletkenliğı negatif yönde etki etmektedir.[64].



Şekil 7.5: Isıl iletkenlik- kalınlık ilişkisi.

7.5 Isıl İletkenlik ve Isıl Direnç

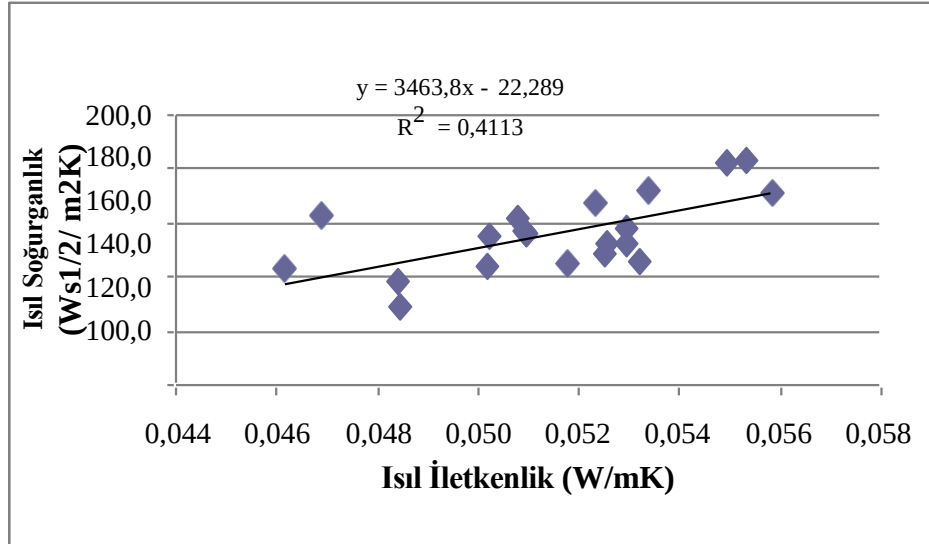
Isıl iletkenlikle ısı direnç arasındaki -0,645'lik Pearson korelasyon katsayısı ($p=0,002$) kuvvetli negatif korelasyonu gösterir. Isıl iletkenlik lifin iletkenliğı ve kumaş kalınlığından etkilenir, kumaş kalınlığının artışı ise ısı iletkenliğı azaltmaktadır. Isıl direnç ise kumaş kalınlığından pozitif yönde etkilenir.



Şekil 7.6: Isıl iletkenlik-ısı direnç ilişkisi

7.6 Isıl Soğurganlık ve Isıl İletkenlik

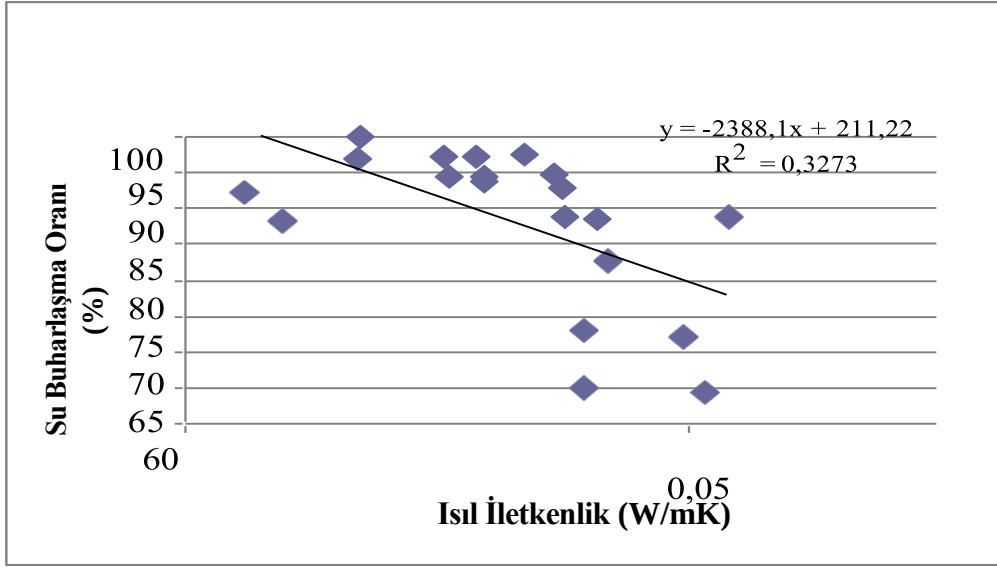
Isıl soğurganlık ısı iletkenlik arasındaki 0,640'lık Pearson korelasyon katsayısı ($p=0,002$) pozitif korelasyonu gösterir. Bu bağıntının anlamı ısı iletkenliği yüksek olan kumaşların soğurganlık değerinin de yüksek olduğu anlamına gelir. Yani yüksek ısı iletkenlikteki kumaşlar tence daha serin bir his verecektir.



Şekil 7.7: Isıl soğurganlık-ısı iletkenlik ilişkisi.

7.7 Su Buharlaşma Oranı ve Isıl İletkenlik

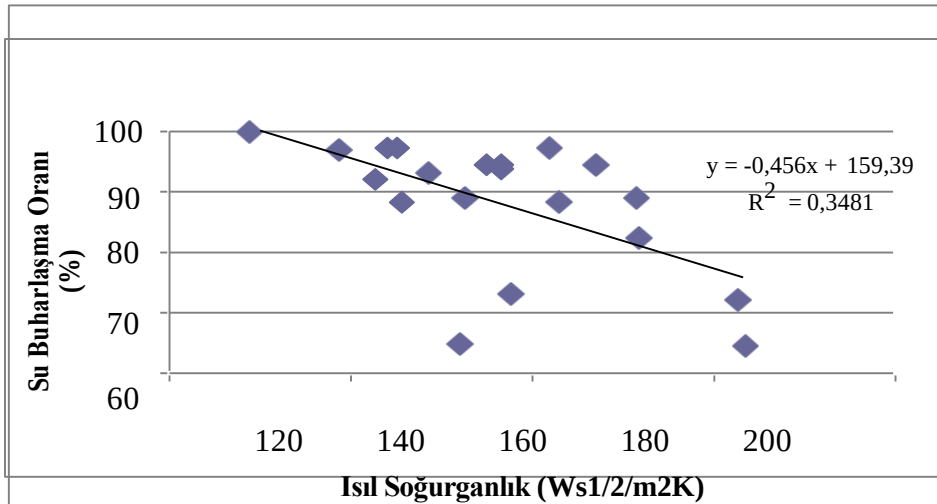
Isıl iletkenlik su buharlaşma oranı arasındaki -0,570'lik Pearson korelasyon katsayısı ($p=0,008$) negatif korelasyonu gösterir. Bu bağıntının anlamı su buharlaşma oranı yüksek olan kumaşların ısı iletkenliği değeri de yüksek olduğu anlamına gelir.



Şekil 7.8: Su buharlaşma oranı-ısı iletkenlik ilişkisi.

7.8 Su Buharlaşma Oranı ve Isıl Soğurganlık

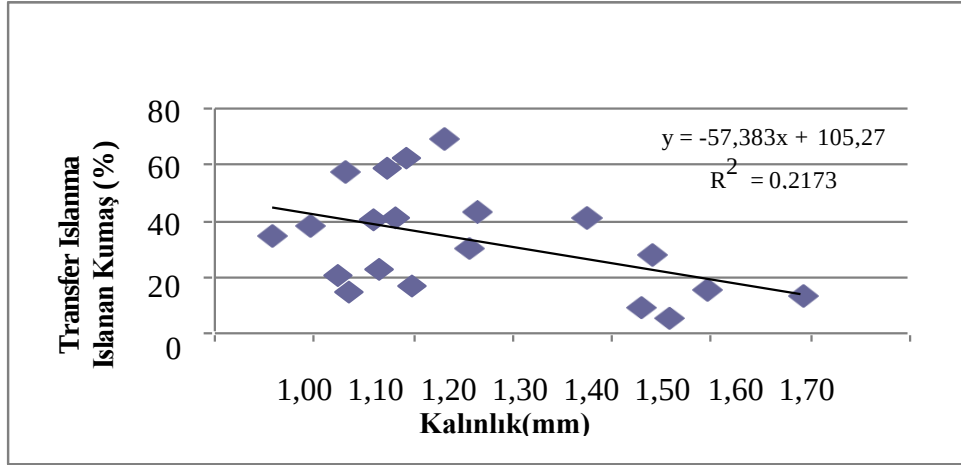
Isıl soğurganlık su buharlaşma oranı arasındaki -0,592'lik korelasyon katsayısı ($p=0,006$) negatif korelasyonu gösterir. Bu bağıntının anlamı su buharlaşma oranı yüksek olan kumaşların ısı soğurganlık değeri de yüksek olduğu anlamına gelir. Yani çabuk kuruyan kumaşlar tende daha serin bir his uyandırır.

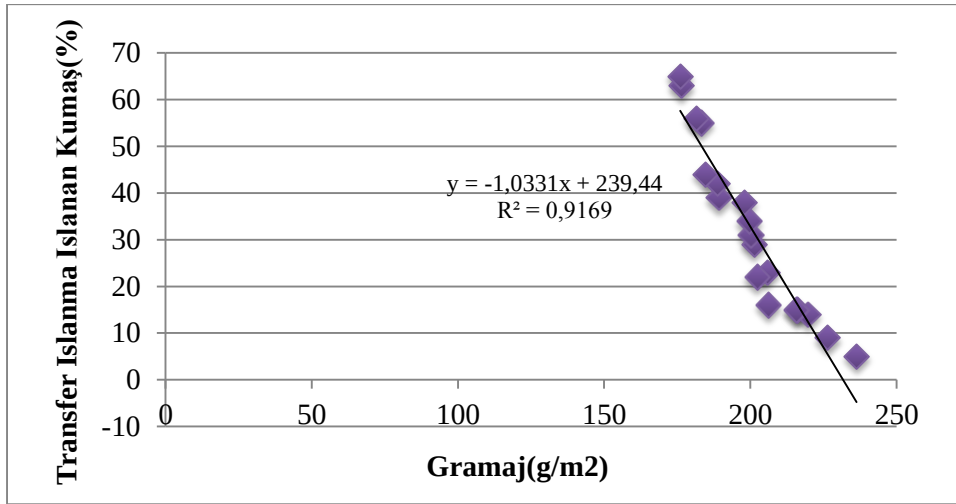


Şekil 7.9: Su buharlaşma oranı-ısı soğurganlık ilişkisi.

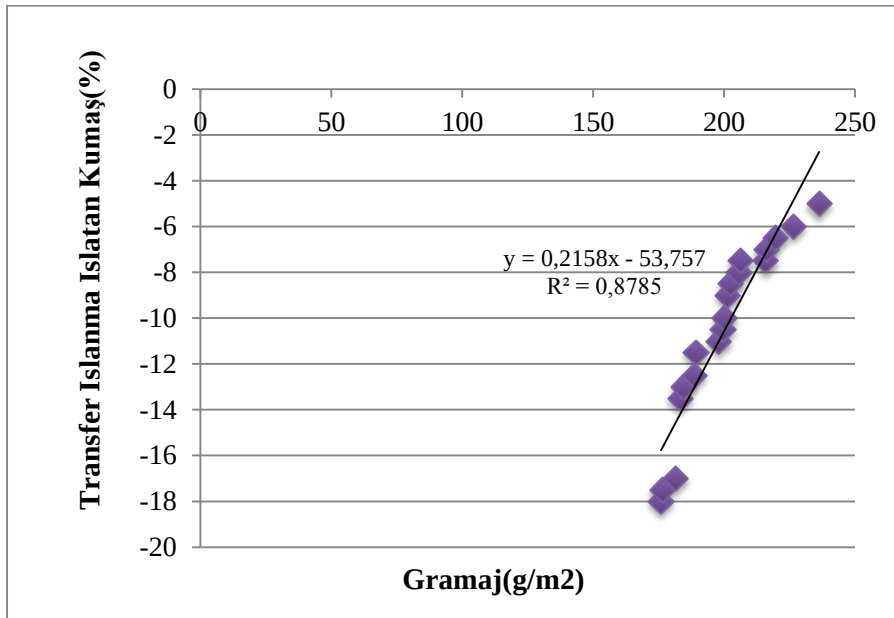
7.9 Transfer ıslanma ile Kalınlık ve Gramaj

Islanmayı başlatmaya yetecek kadar kılcal basınç altında kalınlığın artışı transfer ıslanmayı da artırmaktadır. Aynı zamanda ıslak kumaşta bulunan su miktarı da transfer ıslanmayı etkilemektedir[30].





Şekil 7.12: Transfer ıslanma (ıslanan)-gramaj ilişkisi.

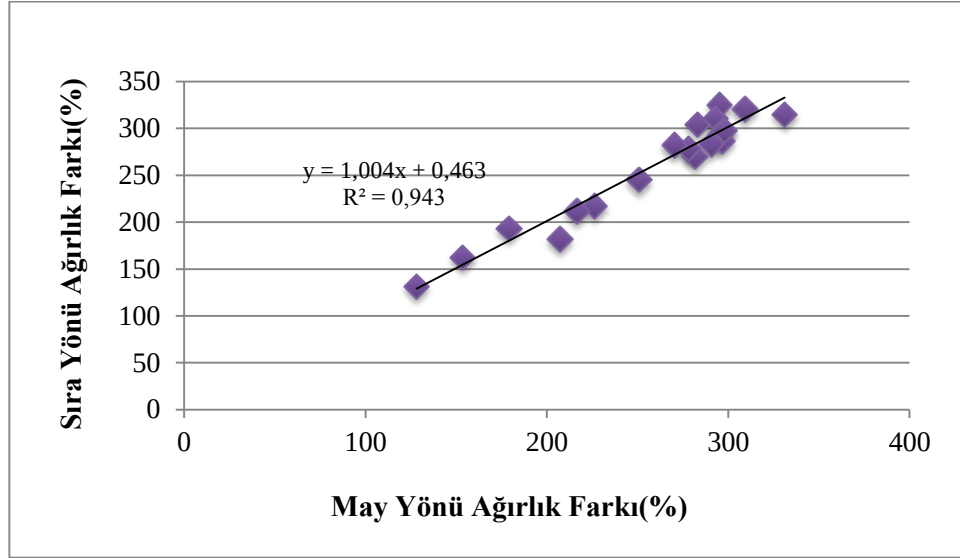


Şekil 7.13: Transfer ıslanma (ıslatan)-gramaj ilişkisi.

Transfer ıslanma oranlarının istatistiksel analizi gramaj açısından incelendiğinde sonuçların gramaja göre korelasyonu pozitifdir (transfer ıslanan kumaş & gramaj: Pearson katsayısı -0,370 (p=0,106) transfer ıslatan kumaş & gramaj : Pearson katsayısı 0,337 (p= 0,1444)). Yani gramaj artışının transfer ıslanmada ıslatma oranına etkisi pozitif ıslanma oranına etkisi negatif yönde gerçekleşmektedir. Bu durum Şekil 7.12 ve 7.13'deki grafiklerde görülmektedir.

7.10 Dikey İslanma Sıra ve May Yönü

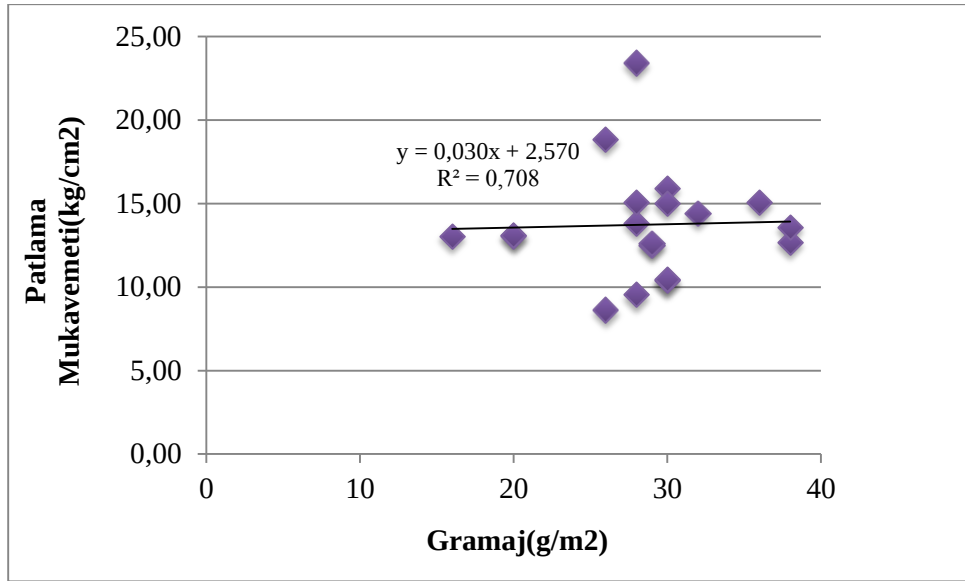
Dikey ıslanma test sonuçları istatistiksel açıdan incelendiğinde sıra yönündeki ıslanma ile may yönündeki ıslanma arasında pozitif bir korelasyon görülmektedir. Sıra ve may yönlü dikey ıslanmanın arasındaki Pearson katsayısı 0,972 dir ($p=0,000$). Bu sonuç kumaşın sıra yönünde ve may yönünde yakın hızda ve oranda dikey ıslanma göstermektedir



Şekil 7.14: Dikey ıslanma sıra ve may yönü ilişkisi.

7.11 Patlama Mukavemeti ve Gramaj

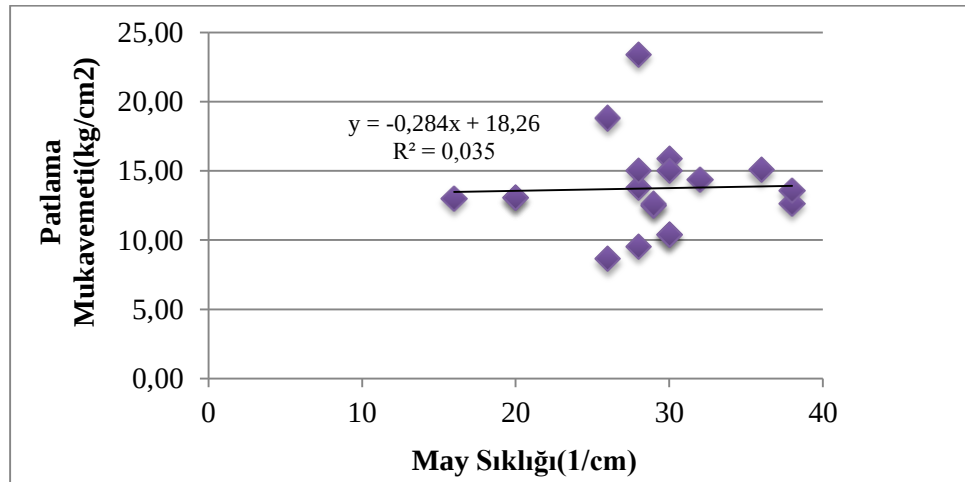
Çorapların patlama mukavemeti ve gramaj değeri Pearson korelasyon katsayısı 0,708'dir($p=0,04$). Şekil 7.15 'de patlama mukavemeti ve gramaj değerleri arasında pozitif bir korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Yani patlama mukavemeti değeri arttıkça kumaş gramajı da artmaktadır.



Şekil 7.15: Patlama mukavemeti-gramaj ilişkisi.

7.12 Patlama Mukavemeti ve May Sıklığı

Çorapların patlama mukavemeti ve may sıklığı değeri Pearson korelasyon katsayısı 0,035'dir($p=0,02$). Şekil 7.16'da patlama mukavemeti ve may sıklığı değerleri arasında pozitif bir korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Yani patlama mukavemeti değeri arttıkça may sıklığı da artmaktadır.

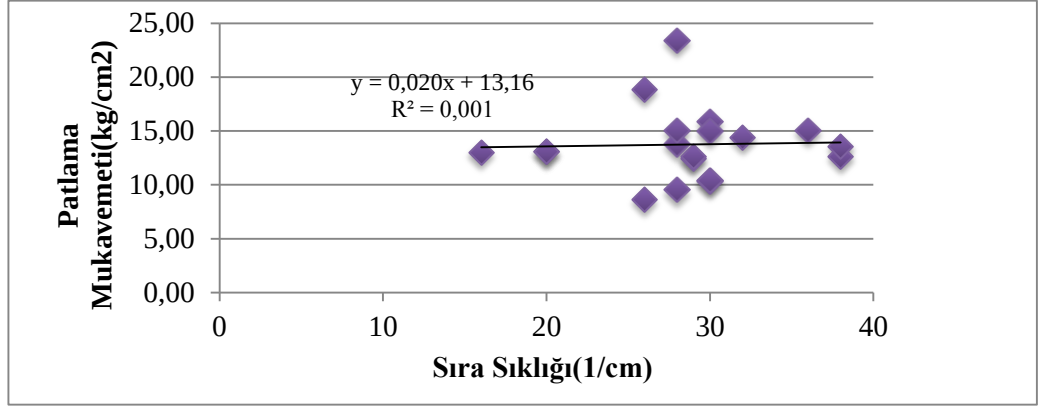


Şekil 7.16: Patlama mukavemeti-may sıklığı ilişkisi.

7.13 Patlama Mukavemeti ve Sıra Sıklığı

Çorapların patlama mukavemeti ve sıra sıklığı değeri Pearson korelasyon katsayısı 0,473'tür.($p=0,08$). Şekil 7.17'de patlama mukavemeti ve sıra sıklığı değerleri arasında

pozitif bir korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Yani patlama mukavemeti değeri arttıkça sıra sıklığı değeri de artmaktadır.



Şekil 7.17: Patlama Mukavemeti- sıra sıklığı ilişkisi.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada havlu çoraplardaki hav ipliğinin çorapların konfor özelliklerine etkisi incelenmiştir. Hav ipliği olarak hem selülozik hem de sentetik esaslı lifler kullanılmıştır.

Havlu kumaşların termal konfor analizini yapmak amacıyla kumaşların gramaj, dikey ıslanma, transfer ıslanma, su buharı geçirgenliği, su buharlaşma hızı, ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık, kalınlık değerleri ölçülmüştür.

Dikey ıslanma testinde kumaş numuneleri saf suya batırılarak 10 dakika boyunca suyun numunede yükselmesi izlenerek kaydedilmiştir. Bir kumaşın dikey ıslanma özelliği kılcal basınç taraflarından yönetilir. Küçük ve düzgün yüzeyli gözeneklere sahip liflerin kılcallığı yüksektir. Bu durum sentetik liflerin dikey ıslanmasının iyi olmasını gerektirir.

Transfer ıslanma testinde iki adet kauçuk disk arasına yerleştirilen birbiri ile temas halindeki ıslak ve kuru numuneler arasındaki sıvı transfer miktarı ölçülmüştür. Diskler tarafından uygulanan basınç kullanım sırasında tekstil malzemelerinin maruz kaldığı basıncı ifade etmektedir. Transfer ıslanma testinde kumaşların ağırlık değişim eğrileri incelenerek basınç altında sıvı transfer davranışı analiz edilmiştir.

Bu çalışmada oransal olarak en iyi dikey ıslanma sonuçlarını polipropilen, pamuk ve viskon hav iplikli beslemeli kumaşlar göstermiştir. Polipropilen bünyesine sıfıra yakın nem almasına rağmen yüzey özellikleri ve kapiler yapısı sayesinde temas ettiği yüzeyin nemini yüksek oranda kumaşa çekip transfer etme eğilimi göstermektedir. Aynı zamanda pamuk ve viskon hidrofilik lifler olduğu için suyu çekmeye eğilimleri fazladır. Bu durum selülozik liflerin transfer ıslanma özelliklerini iyileştirmektedir.

Elde edilen deney sonuçları istatistiksel olarak analiz edildiğinde; havlu kumaşların gramaj ve kalınlıklarının transfer ıslanmaya pozitif olarak etki ettiği görülmüştür.

Isı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve kalınlık ölçümleri termal konfor analizi için yapılan diğer testlerdir.

Bu çalışmada yapılan konfor testleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde; kumaş kalınlığının diğer ölçüm sonuçları üzerinde önemli etkileri olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. Kumaş kalınlığının ısı direnç ve transfer ıslanmaya pozitif, ısı iletkenlik ve ısı soğurganlığa negatif yönde etki ettiği görülmüştür. Daha sık hav ipliği olan çoraplar seyrek hav iplikli çoraplara göre daha yüksek iletkenlik, ısı soğurganlık değerlerine ve daha düşük su buharlaşma oranı, dikey ıslanma, transfer ıslanma ve ısı direnç değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Su buharı geçişine etki eden faktörlerin başında kumaşın yoğunluğunun ve nem içeriğinin geldiği tespit edilmiştir. Her iki parametre de su buharı geçişini azaltacak yönde etki etmektedir. Her ne kadar bu iki parametre kumaşın bir özelliği gibi görünse de içinde kullanılan elyafa göre değiştiği için dolaylı olarak elyaf cinsinin değişmesinin su buharı geçişinde farklılık yarattığı görülmüştür.

Ortaya çıkan en belirgin sonuç ise Modal ile pamuk arasında yapılan %50-50 karışımli ipliklerden elde edilen çorapların gerek konfor özellikleri gerekse fiziksel özellikleri bakımından sunduğu performansların bu liflerin %100 halinden çok daha iyi netice vermesi olmuştur. Dolayısıyla bu yeni liflerden optimum verim alabilmek için pamuk ile karışım halinde kullanılmasının daha uygun olacağı görülmektedir.

Yapılan çalışmada; havlu kumaşlar için iplik seçilmesinde çoraplardan beklenen fiziksel performansların ve konfor özelliklerinin son kullanıma uygun olarak birlikte değerlendirilmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma sonucu elde edilen veriler ışığında ileriki çalışmalarda; havlu çorapların farklı performanslar sonucunda insan vücudu üzerinde termal kamera ile ölçülmesi amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1]Terliksiz S., Kalaoğlu F. ve Eryürük S.H., (2012). Sandviç kumaşların Termal Konfor Özellikleri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek lisans tezi), 19.
- [2]Fabris J. P., Camaron M. E., Russo S. L. (2011).Analysis of Thermal Comfort in the Textile Industry, *European Journal of Scientific Research*, Vol.65(2), 168-174
- [3]Weder M., Rossi R. M., Chaigneau C., Tillmann B. (2008). Evaporative Cooling and Heat Transfer in Functional Underwear, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol.20 Iss: 2pp., 68-78
- [4]Jussila K., Vakkala A., Remes J., Anttonen H. (2010). The Effect of Cold Protective Clothing on Comfort and Perception of Performance, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol.16 (2), 185-197
- [5]Yu Y. ve Qian X. (2011). The Effect of Material Performances of Knit Fabric on Clothing Comfort, *Advanced Materials Research*, Vols. 156-157, 717-723.
- [6]Cubric I. S., Skenderi Z., Mihelc´-Bogdanic´ A., Andrassy M. (2012). Experimental Study of Thermal Resistance of Knitted Fabrics, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 38, 223-228
- [7]Mijovic B., Salopek I., Skenderi Z., (2010). Measurement of thermal parameters of skin fabrics-environment, *Period Biol*, 112, 69-73.
- [8]Farnworth B., Dolhan P.A. , (1985)Heat and water transport through cotton and polypropylene underwear,*Textile Research Journal*, 55, 627-630.
- [9]Schneider A.M., Huschkei B.N., Goldsmith H.J., (1992) Heat transfer through moist fabrics, *Textile Research Journal*, 62, 61-66.
- [10]Holcombe B.V, Hoschke B.N., (1983) Dry heat transfer characteristics of underwear fabrics, *Textile Research Journal*, 53, 368-374
- [11]Woo S.S, Shalev I., Barker R.L., (1994) Heat and moisture transfer through nonwoven fabrics. *J. Text.Ind.*64, 149-162
- [12]Tzanov T., Betcheva R., Hardalov I., (1999) Thermophysiological comfort of silicone softeners-treated woven textile materials, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 11, 189-197.
- [13]Yasuda T., Miyama M., Yasuda H., (1992) Dynamic water vapour and heat transport through layered fabrics, *Textile Research Journal*, 62 , 227-235. 116

- [14]**Süpüren G., Oğlakçioğlu N., Özdil N. ve Marmarali A.** (2011). Moisture Management and Thermal Absorptivity Properties of Double-face Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, 81 (13), 1320-1330.
- [15]**Güneşoğlu S., Meriç B. ve Güneşoğlu C.** (2005). Thermal Contact Properties of 2-Yarn Fleece Knitted Fabrics, *Fibres & Textiles*, Vol.13, No. 2 (46-50).
- [16]**Hes L., Offermann P. ve Dvorakova I.** (2001). The Effect of Underwear on Thermal Contact Feeling Caused by Dressing up and Wearing of Garments, *Autex Conference*, Technical University of Liberec, Czech Republic.
- [17]**Pac M.J., Bueno M., Renner M.,** (2001). Warmcool Feeling Relative to Tribological Properties of Fabrics .*Textile Research Journal*, 71(9), pp. 806-812
- [18]**Özdil N., Marmaralı A., Kretzschmar S. D.** (2007). Effect of Yarn Properties on Thermal Comfort of Knitted Fabrics, *International Journal of Thermal Sciences*, 46, 1318-1322
- [19]**Hes L.,** (2002). Recent Developments in the field of User-Friendly Testing of mechanical and Comfort Properties of Textile Fabrics and Garments, *World Textile Congress of the Textile Institute*.
- [20]**Slater, K.,** 1975. Discussion Paper: The assesment of Comfort, *Journal of Textile Institute*, 77(3), 157-171.
- [21]**Sontag, S. M.,** 1985. Comfort Dimensions Of Actual And Ideal Insulative Clothing For Older Women, *Clothing and Textile Research Journal*, 4(1), 9-17.
- [22]**Wang, Y.,** 2002. Heat and Moisture Transfer and Clothing Thermal Comfort, *PhD Thesis*, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
- [23]**Smith, J. E.,** 1993. The Comfort of Clothing, *Textiles*, 22(1), 18-20.
- [24]**Shivers, J.,** 1980. Phsical Measures of Clothing Comfort: A Literature Review, *Canadian Home Economics Journal*, 30(4), 241-244.
- [25]**Barker, R. L.,** 2002. From fabric hand to thermal comfort: the evolving role of objective measurements in explaining human comfort, *Int. Journal of Clothing Clothing Science and Technology*, 14(3/4), 181-200.
- [26]**Prahsarn, C.,** 2001. Factors Influencing Liquid and Moisture Vapour Transport in Knit Fabrics, *PhD Thesis*, NCSU, Raleigh.
- [27]**Mecheels, J.H., and Umbach, K.H.,** 1977. The psycometric ranges of clothing systems, *Clothing Comfort: Interacitons of Thermal, Ventilation, Construction and Assesment Factors*, pp 133-166, Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers.
- [28]**Kissa, E.,** 1996. Wetting and Wicking, *Textile Research Journal*, 66(10), 660-668.
- [29]**Zhuang, Q., Harlock, S.C., Brook D.B.,** 2002. Transfer Wicking Mechanism of Knitted Fabric Used as Undergarment for Outdoor Activities, *Textile Research Journal*, 72(8), 727-734.
- [30]**Fourt, L., Sookne, A.M., Frishman, D., and Harris M.,** 1951. The Rate of Drying of Fabrics, *Textile Research Journal*, 21, 26-32.

- [31]**Coplan, M.J.**, 1953. Some Moisture Relations of Wool and Several Synthetic Fibers and Blends, *Textile Research Journal*, **23**, 897-916.
- [32]**Cheng, K.P.S., & Cheung, Y.K.** 1994. Comfort in Clothing, *Textile Asia*, 48-52.
- [33]**Hobbs, N. E., Oakland, B. G., & Hunvitz, M. D.** 1986. Effects of barrier finishes on aerosol spray penetration and codort of woven and disposable nonwoven fabrics for protective clothing, *Performance of protective clothing. ASTM STP 900*, (pp. 15 1- 16 1). Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- [34]**Gibson, P.W.**, 1993. Factors Influencing Steady-State Heat and Water Vapor Transfer Measurements for Clothing Materials, *Textile Research Journal*, **63(12)**, 749-764.
- [35]**Epps, H.H., & Song, M. K.** 1992. Thermal transmittance and air permeability of plain weave fabrics. *Clothing and Textiles Research Journal*. **11(I)**, 10-17.
- [36]**Barker, R. L.**, 2002. From fabric hanf to thermal comfort: the evolving role of objective measurements in explaining human comfort, *Int. Journal of Clothing Clothing Science and Technology*, **14(3/4)**, 181-200.
- [37]**Schneider, A.M., Holcombe, B.V., Stephens, L.G.** 1996. Enhancement of Coolness to the Touch by Hyroscopic Fibers, *Textile Research Journal*, **68(8)**, 515-520.
- [38] **ASTM E96-00**, 2000. Standard Test Methods For Water Vapor Transmission of Metarials, *ASTM International*, PA, US.
- [39]**Prahsarn, C.**, 2001. Factors Influencing Liquid and Moisture Vapor Transport in Knit Fabrics, *PhD Thesis*, NCSU, Raleigh.
- [40]**Long, H.**, 1999. Water Transfer Properties of Two-Layer Weft Knitted Fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **11(4)**, 198-205.
- [41]**Fukazawa, T., Kawamura, H., Tochihara, Y. and Tamura, T.**, 2003. Water Vapor Transport Through Textiles and Condensation in Clothes atHigh Altitudes -Combined Influence of Temperature and Pressure Simulating Altitude, *Textile Research Journal*, **73(8)**, 657-663.
- [42]**Saville, B. P.**, 1999. Physical Testing of Textiles, Woodhead Publishing, England.
- [43]**Crow, R.M. and Osczevski, R.J.**, 1998. The Interaction of Water with Fabrics, *Textile Research Journal*, **68(4)**, 280-288.
- [44]**Hsieh, Y. L.** (1995). Liquid Transport in Fabric Structures, *Textile Research Journal*, 65(5), 299-307.
- [45]**Fan, J., Luo, Z., Li, Y.** (2000). Heat and moisture transfer with sorption and condensation in porous clothing assemblies and numerical simulation, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 43, 2989-3000.
- [46]**Fohr, J. P., Couton, D. and Treguier, G.** (2002). Dynamic Hear and Water Transfer Through Layered Fabrics, *Textile Research Journal*, 72 (1), 1-12.

- [47]**Hong, C. J., Kim, J. B.** (2007). A Study of Comfort Performance in Cotton and Polyester Blended Fabrics. I.Vertical Wicking Behavior, *Fibers and Polymers*, 8, 218-224.
- [48]**Wu, H. ve Fan, J.** (2008). Measurements of Moisture Transport within Multilayer Clothing Assemblies Consisting of Different Types of Batting: A Factorial Design Analysis, *Textile Research Journal*, 78 (11), 988-995.
- [49]**Ding, D., Tang, T., Song, G., McDonald, A.** (2011). Characterizing the performance of a single-layer fabric system through a heat and mass transfer model- Part I: Heat and Mass Transfer Model, *Textile Research Journal*, 81 (4), 398-411.
- [50]**Ding, D., Tang, T., Song, G., McDonald, A.** (2011). Characterizing the performance of a single-layer fabric system through a heat and mass transfer model- Part II: Thermal and evaporative resistances, *Textile Research Journal*, 81 (9), 945-958.
- [51]**Mallikarjunan, K., Ramachandran, T., Manohari, B. G.** (2011). Comfort and thermophysiological characteristics of multilayered fabrics for medical textiles, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 7, 1-15.
- [52]**Das, A. ve Alagirusamy, R.** (2010), Science in Clothing Comfort, Woodhead India, New Delhi, India.
- [53]**Candan, C.**, 2004. Çorap Örne Teknolojisi, Çorap Sanayicileri Derneği Yayını, İstanbul.
- [54]**ISO 9237:1995.** International Standard for Determination of the permeability of fabrics to air, *International Organization for Standardization*, İsviçre.
- [55]**ASTM D737-04**, 2004. Standard test method for air permeability of textile fabrics, *American Society for Testing and Materials International*, PA, US.
- [56]**DIN 53924**, 1997. Velocity of suction of textile fabrics in respect of water method determining the rising height, *Deutsches Institut für Normung*, Berlin, Germany.
- [57]**Güney, F., Üçgül, Ş.** (2010). Koruyucu Giysiler İçindeki Nefes Alabilir Membranların Termal Yalıtım Özellikleri, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 9-16.
- [58]**Fanguiero, R., Filgueiras, A., Soutinho, F., Meidi, X.** (2009). Wicking Behavior and Drying Capability of Functional Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, 80 (15), 1522-1530.
- [59]**TS 393 EN ISO 13938-1**, 2002. Tekstil – Kumaşların Patlama Özellikleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [60]**TS EN ISO 12945-1**, 2002. Tekstil – Kumaşlarda Yüzey Tüylenmesi ve Boncuklaşma Yatkınlığı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [61]**TS EN ISO 12947-2**, 2001. Tekstil – Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- [62]**Jun, Y., Park, C. H., Shim, H. ve Kang, T. J.** (2009). Thermal comfort properties of wearing caps from various textiles, *Textile Research Journal*, 79 (2), 179-189.
- [63]**Oğlakçioğlu, N. ve Marmaralı, A.** (2007). Thermal comfort properties of some knitted structures, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 15(5-6), 94-96.
- [64]**Marmaralı, A., Kretzschmar, S. D., Özdil, N., Oğlakçioğlu, N. G.** (2006). Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler, *Tekstil ve Konfeksiyon*, (4), 241-246.

EKLER

EK A: Lonati Donna Çorap Örne Makinesi

EK B : Attivo Maglieria Hav Besleme Aparatı

EK C : Çorap Boya Reçetesi

EK D : Su Buharı Geçirgenliği Değerleri

EK E : İstatistiksel Testler Arasındaki Bağımsız Değişkenlerin İlişkisi

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Yeliz Morgil
Doğum Tarihi ve Yeri : 14/10/1989-Çankaya/ANKARA
E-posta : byzkrdl14@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2011, Doğuş Üniversitesi , Müh.Fak., Endüstri Müh.
- **2. Lisans** : 2012, Doğuş Üniversitesi,İİBF, İşletme

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- ATABAY İLAÇ SAN. VE TİC.A.Ş. Endüstri Mühendisi, 01/04/2011- ... , İST.
- ÖNAYSAN.METAL. SAN. TİC. , Endüstri Mühendisi, 01/07/2008, Dudullu.
- DİKTAŞ DİKİŞ İPLİK SAN. VE TİC. A.Ş. Endüstri Mühendisi, 01/09/2009,Cevizli

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ								
KUMAŞ	KUMAŞ İLK(g)	KUMAŞ SON(g)	KUMAŞTA KALAN SU BUHARI(g)	KAP İLK(g)	KAP SON(g)	Test kabında meydana gelen ağırlık kaybı(g)	SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ(g)	WVP
1	1,7052	1,7137	0,0085	115,6168	114,5526	1,0642	1,0557	2364,8889
2	2,0660	2,0744	0,0084	118,2947	117,2032	1,0915	1,0831	2425,5556
3	2,2192	2,2318	0,0126	123,1317	122,1105	1,0212	1,0086	2269,3333
4	1,9374	1,9481	0,0107	111,3232	110,4065	0,9167	0,9060	2037,1111
5	1,9096	1,9986	0,0890	117,9143	116,8954	1,0189	0,9299	2264,2222
6	2,4027	2,5828	0,1801	123,4763	122,3316	1,1447	0,9645	2543,7778
7	2,3027	2,3102	0,0075	115,8794	114,9187	0,9607	0,9532	2134,8889
8	1,6311	1,6427	0,0116	109,8625	108,9104	0,9521	0,9405	2115,7778
9	2,0490	2,0643	0,0153	121,2351	120,1823	1,0529	1,0375	2339,5556
10	2,1445	2,1556	0,0111	116,6256	115,6168	1,0088	0,9977	2241,7778
11	0,6747	0,6875	0,0128	120,3516	119,2875	1,0641	1,0513	2364,6667
12	1,4671	1,4967	0,0296	117,4268	116,3705	1,0563	1,0267	2347,3333
13	2,5306	2,5393	0,0087	116,8719	115,9753	0,8966	0,8879	1992,4444

SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ								
KUMAŞ	KUMAŞ İLK(g)	KUMAŞ SON(g)	KUMAŞTA KALAN SU BUHARI(g)	KAP İLK(g)	KAP SON(g)	Test kabında meydana gelen ağırlık kaybı(g)	SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ(g)	WVP
P1	3,0519	3,3064	0,2545	121,9167	120,730	1,1868	0,9323	2637,3333
P2	3,1623	3,2920	0,1297	117,3808	116,3232	1,0576	0,9279	2350,2222
M	3,8344	3,9294	0,0950	122,5589	121,3054	1,2535	1,1585	2180,5556
VI	2,7146	3,2520	0,5374	116,5207	114,5305	1,9902	1,4528	2175,6677
PM	3,4573	3,5020	0,0447	121,5769	120,1580	1,4189	1,3742	2153,1111
PVI	2,7800	2,8087	0,0288	117,3907	115,9581	1,4326	1,40385	2183,5556

		WVP	isil_iletkenlik	isil_direnc	isil_sogurganlik	Kalinlik	transfer_islanan_kumas	transfer_islatan_kumas	dikey_islanma_sira	dikey_islanma_may	su_buharlasma_orani	gramaj
WVP	Pearson Correlation	1	-,527*	,192	,006	-,030	-,057	,063	-,227	-,234	,141	,039
	Sig. (2-tailed)		,017	,418	,980	,900	,811	,790	,336	,322	,553	,871
isil_iletkenlik	Pearson Correlation	-,527*	1	-,645**	,640**	-,362	,276	-,271	-,032	-,094	-,570**	,052
	Sig. (2-tailed)	,017		,002	,002	,114	,239	,248	,894	,695	,008	,827
isil_direnc	Pearson Correlation	,192	-,645**	1	-,423	,945**	-,471*	,472*	-,004	,040	,218	,621**
	Sig. (2-tailed)	,418	,002		,063	,000	,035	,036	,988	,866	,356	,003
isil_sogurganlik	Pearson Correlation	,006	,640**	-,423	1	-,290	,173	-,198	-,232	-,331	-,592**	,278
	Sig. (2-tailed)	,980	,002	,063		,215	,465	,404	,325	,153	,006	,235
Kalinlik	Pearson Correlation	-,030	-,362	,945**	-,290	1	-,464*	,475*	,037	,067	,052	,755**
	Sig. (2-tailed)	,900	,114	,000	,215		,038	,034	,878	,778	,828	,000
transfer_islanan_kumas	Pearson Correlation	-,057	,276	-,471*	,173	-,464*	1	-,958**	-,426	-,417	-,157	-,370
	Sig. (2-tailed)	,811	,239	,035	,465	,038		,000	,061	,068	,510	,106

transfer_islat an_kumas	Pearson Correlation	,063	-,271	,472*	-,198	,475*	-,958**	1	,527*	,511*	,190	,337
	Sig. (2-tailed)	,790	,248	,036	,404	,034	,000		,017	,021	,423	,144
dikey_islan ma_sira	Pearson Correlation	-,227	-,032	-,004	-,232	,037	-,426	,527*	1	,972**	,349	-,227
	Sig. (2-tailed)	,336	,894	,988	,325	,878	,061	,017		,000	,132	,336
dikey_islan ma_may	Pearson Correlation	-,234	-,094	,040	-,331	,067	-,417	,511*	,972**	1	,352	-,252
	Sig. (2-tailed)	,322	,695	,866	,153	,778	,068	,021	,000		,128	,284
su_buharlas ma_oran	Pearson Correlation	,141	-,570**	,218	-,592**	,052	-,157	,190	,349	,352	1	-,331
	Sig. (2-tailed)	,553	,008	,356	,006	,828	,510	,423	,132	,128		,154
gramaj	Pearson Correlation	,039	,052	,621**	,278	,755**	-,370	,337	-,227	-,252	-,331	1
	Sig. (2-tailed)	,871	,827	,003	,235	,000	,106	,144	,336	,284	,154	
**. Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).												
*. Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).												

