



EGE ÜNİVERSİTESİ

DOKTORA TEZİ

**FARKLI İPLİKLERDEN DOKUNAN KUMAŞLARA
ÇEŞİTLİ BİTİM İŞLEM YÖNTEMLERİ VE
KİMYASAL MADDELERİ UYGULAMANIN
KUMAŞLARIN FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Eylen Sema NAMLİGÖZ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Süleyman ÇOBAN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Bilim Dalı Kodu: 621.01.04
Sunuş Tarihi: 04.01.2010**

Bornova-İZMİR

2010

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**FARKLI İPLİKLERDEN DOKUNAN KUMAŞLARA
ÇEŞİTLİ BİTİM İŞLEM YÖNTEMLERİ VE
KİMYASAL MADDELERİ UYGULAMANIN
KUMAŞLARIN FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Eylen Sema NAMLİGÖZ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Süleyman ÇOBAN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 621.01.04

Sunuş Tarihi: 04.01.2010

Bornova-İZMİR

2010

III

Eylen Sema NAMLIGÖZ tarafından doktora tezi olarak sunulan “Farklı İpliklerden Dokunan Kumaşlara Çeşitli Bitim İşlem Yöntemleri ve Kimyasal Maddeleri Uygulamanın Kumaşların Fizyolojik Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	:	
Raportör Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	

V

ÖZET

FARKLI İPLİKLERDEN DOKUNAN KUMAŞLARA ÇEŞİTLİ BİTİM İŞLEM YÖNTEMLERİ VE KİMYASAL MADDELERİ UYGULAMANIN KUMAŞLARIN FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

NAMLIGÖZ, Eylen Sema

Doktora Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Süleyman ÇOBAN

Ocak 2010, 111 sayfa

Giysi üretiminde kullanılacak kumaşların ısı ve nem iletimini optimize etmesi ve koruyucu özellikte olması açısından termofizyolojik konforun önemi büyüktür. Özellikle en son terbiye işlemleri olan bitim işlemlerinin giysi konforunu belirlemede etkisi bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında; farklı liflerden birtakım parametreleri sabit tutarak üretilen gömleklik kumaşlara fonksiyonellik kazandırmak amacıyla çeşitli bitim işlemleri uygulayarak lif tipi, farklı bitim işlemi/yöntemi, madde tipi ve madde konsantrasyonu gibi parametrelerin kumaşların termofizyolojik konfor özelliklerine etkisi sistematik bir şekilde incelenmiştir. Denemelerde konvansiyonel emdirme yönteminin yanında kumaştan kumaşa ilk olarak tarafımızca uygulanan transfer tekniği ile klasik ve nano ürünlerden oluşan su-yağ itici, yumuşatıcı ve buruşmazlık maddeleri applike edilmiştir. Aplikasyonlardan sonra kumaşların hem su, yağ iticilik testleri, buruşmazlık açısı tayini, hem de ısıl iletkenlik, ısı akışı, ısıl soğurganlık, ısıl direnç, kalınlık, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve nem iletim özellikleri gibi termofizyolojik konfor açısından önemli parametreler ölçülmüştür.

Sonuç olarak, serin tutma özelliğinin arzu edildiği sıcak iklim bölgelerinde; ısıl geçirgenlik, su buharı ve hava geçirgenliği en yüksek çıkan lyocell, viskon ve bunların karışımlarının kullanımı, nem iletim kapasitelerinin ise en yüksek olduğu selülozik/poliester karışımı kumaşların kullanımı önerilmektedir. Aplikasyon yöntemi açısından değerlendirildiğinde; emdirme yöntemiyle işlem gören kumaşların bitim işlemleri açısından performansları daha yüksek çıkmasına rağmen, transfer tekniği ile işlem gören kumaşların daha hızlı kuruduğu saptanmıştır. Transfer tekniğinin ortaya çıkan bu avantajı yanında enerji, kimyasal madde ve su tasarrufu, çevre açısından minimum atık çıkarması gibi avantajlarıyla da birleştiğinde çok daha önem kazandığı açıktır. Madde tipi bazında incelendiğinde ise; konvansiyonel ürünlere göre nano ürünlerin performanslarının daha yüksek çıkması sebebiyle bu ürünlerin kullanımı önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Termofizyolojik konfor, Bitim işlemleri, Transfer tekniği, Nano ürünler, Pamuk, Lyocell, Viskon, Özel poliester lifleri

VII

ABSTRACT

A RESEARCH ON THE EFFECTS OF TREATING THE WOVEN FABRICS FROM DIFFERENT YARNS WITH VARIOUS FINISHING TREATMENTS AND CHEMICALS ON THE PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF THE FABRICS

NAMLIGÖZ, Eylen Sema

PhD in Textile Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Süleyman ÇOBAN

January 2010, 111 pages

The importance of thermophysiological comfort is great in terms of optimizing the heat and moisture transfer of the fabrics used for the clothing production and being protective of the fabrics. Especially, the last chemical treatments are the finishing treatments that have an effect for determining the clothing comfort.

In this thesis, various finishing treatments for the purpose of giving functional features have been applied to shirt fabrics woven with different fibers by some fixing production parameters. The effects of parameters such as fiber type, various finishing treatment/method, chemical type and chemical concentration on thermophysiological comfort properties of fabrics were systematically investigated. In the experiments, along with the conventional padding, the transfer technique that was applied for the first time from fabric to fabric was carried out. The classic and nano products that are water-oil repellents, softeners and cross-linking agents were applied to the fabrics. After applications, in view of thermophysiological comfort important parameters such as heat conductivity, heat flow, heat absorbtivity, heat resistance, thickness, water vapor permeability, air permeability and moisture transfer properties were measured. Furthermore the water-oil repellency tests and wrinkle recovery angles measurement were performed.

As a result, in terms of material type in the hot climate regions where the cold feeling is desired, the usage of lyocell, viscose and their blends which have the highest values on the heat flow, water vapor and air permeability and the usage of cellulosic/polyester blended fabrics which have the highest values on moisture transfer are suggested. Although the performances of fabrics treated with padding method are higher than those of fabrics treated with transfer method, it is determined that the fabrics treated with transfer method dry faster. Additional to this, transfer method has many other advantages such as energy, chemical and water savings, more eco-friendly so this method is more popular. It is suggested to use nano products due to the better performances compared to the conventional chemicals.

Keywords: Thermophysiological comfort, Finishing treatments, Transfer technique, Nano products, Cotton, Lyocell, Viscose, Special polyester fibers

IX

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçimi, denemelerin yönlendirilmesi, tezin düzenlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi sırasında yol gösteren, destek olan kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Süleyman ÇOBAN'a, değerli tez izleme üyelerine, iplik temininde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Işık TARAKÇIOĞLU'na, Advansa/Adana, Polyteks Tekstil Sanayi Araştırma ve Eğitim A.Ş./Bursa, Karsu Tekstil Sanayi Ticaret A.Ş./Kayseri, Midaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş./Kahramanmaraş, Gökhan Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş./Denizli, üretimin gerçekleştirilmesi sırasında fabrikalarındaki her türlü olanağı kullanmamızı sağlayan Atak Tekstil Sanayi Ticaret Pazarlama A.Ş./Denizli, Akayteks Dokumacılık ve Emprimecilik A.Ş./Bursa, Sarı Ankolaj Sanayi/Bursa, Sözteks Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti./Bursa, terbiye işlemlerindeki yardımlarından dolayı Söktaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş./Söke, okulumuz işletmesindeki üretimin gerçekleşmesini sağlayan Sayın Arif ER'e, ve tez çalışmam süresince bana her konuda destek ve yardımcı olan Evrim KANAT'a, Pelin ÜNAL, İbrahim BAHTİYARİ, Gonca ÖZÇELİK, Rıza ATAV, Diren MECİT, Alparslan DEMİREL, Can ÜNAL, Ahmet ÇAY başta olmak üzere tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Yrd. Doç. Dr. Arzu YAVAŞ'a, tekniker Gözde SEPET'e ve kimyasal madde temininde yardımcı olan Hunstman ve Rudolf Duraner firmalarına teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca destekleriyle her zaman yanımda olan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XXV
1.GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3.TERMOFİZYOLOJİK GİYSİ KONFORU ve ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	6
3.1 Konfor ve Giysi Konforu İle İlgili Temel Kavramlar	6
3.1.1 Konforun Tanımı	6
3.1.2 Konforun Sınıflandırılması.....	6
3.1.2.1 Psikolojik Konfor.....	6
3.1.2.2 Duyusal Konfor	6
3.1.2.3 Termofizyolojik Konfor.....	7
3.1.2.4 Estetik Konfor	7
4. ISI TRANSFERİ ve KİŞİSEL KONFOR.....	8

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1 Vücut Isısının Ayarlanması.....	8
4.2 Isı ve Kütle Transfer Mekanizmaları	9
4.2.1 İletimle Isı Transferi.....	11
4.2.2 Taşınım ile Isı Transferi	11
4.2.3 Işınım ile Isı Transferi	12
4.2.4 Buharlaşma.....	12
4.3 Kişisel Konfor	13
5. TEKSTİLDE KONFOR.....	14
5.1 Giysi Konfor Parametreleri	15
5.2 İnsan Yaşamındaki Çevresel Parametreler.....	15
5.3 Giysi Konforunun Tıbbi Temelleri	18
6. TERMOFİZYOLOJİK AÇIDAN GİYSİ KONFORU	19
6.1 Termofizyolojik Konfor Özellikleri	20
6.1.1 Kumaşların Absorbsiyon (nem çekme) Özellikleri.....	20
6.1.2 Kumaşların Su Buharı Geçirgenlik (nem iletim) Özellikleri	20
6.1.2.1 Mikroklima Bölgesi	23
6.1.2.2 Giysi İzolasyonu.....	25

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

6.1.3 Kumaşların Su İticilik ve Su Geçirmezlik Özellikleri	25
6.1.4 Kumaşların Hava Geçirgenlik Özellikleri	26
6.1.5 Kumaşların Isı Geçirgenlik Özellikleri	27
6.2 Termofizyolojik Konfor Testleri ve Kullanılan Cihazlar	27
6.2.1 Isıl Konfor Özelliklerinin Ölçümü	27
6.2.2 Hava Geçirgenliğinin Ölçümü	29
6.2.3 Su Buharı Geçirgenliğinin Ölçümü	30
6.2.4 Nem İletim Özelliklerinin Ölçümü	32
7.BURUŞMAZLIK ve SU, YAĞ ve KİR İTİCİLİK BİTİM İŞLEMLERİ	33
7.1 Buruşmazlık Bitim İşlemleri	33
7.2 Su, Yağ ve Kir İticilik Bitim İşlemleri	34
7.3 Buruşmazlık ve Su, Yağ ve Kir İticilik Bitim İşlemlerinde Yeni Ürünlerin Kullanımı	36
7.3.1 Nano Ürünlerin Kullanımı	36
7.3.2 Dendrimerlerin Kullanımı	38
8. MATERYAL VE YÖNTEM	41
8.1 Kullanılan İplikler ve Kumaşlar	41

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
8.2 Kullanılan Kimyasal ve Yardımcı Maddeler	43
8.3 Kullanılan Cihaz ve Makineler	44
8.4 Yöntem	44
8.5 Yapılan Testler	48
9. BULGULAR	49
9.1 Su İticilik Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	49
9.2 Yağ İticilik Sonuçlarının Değerlendirilmesi	52
9.3 Buruşmazlık Açısının Tayini	53
9.4 Bitim İşlemlerinin Konfor Özellikleri Üzerine Etkisi.....	59
9.4.1 Isıl Konfor Test Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	59
9.4.1.1 Kumaştan geçen maksimum ısı akış değeri (q_{max})	60
9.4.1.2 Isıl soğurganlık değeri (b)	63
9.4.1.3 Isıl direnç değeri (R) ve kumaş kalınlığı (h)	66
9.4.1.4 Isıl iletkenlik değeri (λ)	73
9.4.2 Hava Geçirgenlik Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	76
9.4.3 Su Buharı Geçirgenlik Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi ..	81

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

9.4.4 Nem İletim Özelliklerine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	84
9.4.4.1 İşlem görmemiş numunelerin nem iletim sonuçları.....	84
9.4.4.2 Emdirme aplikasyonu sonrasında işlem görmüş numunelerin nem iletim sonuçları.....	90
9.4.4.3 Transfer aplikasyonu sonrasında işlem görmüş numunelerin nem iletim sonuçları.....	91
10. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	105
ÖZGEÇMİŞ	111

XVII

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Vücuttaki termoregülasyon sisteminin şematik gösterimi	8
4.2 Vücuttaki ısı kayıplarının gösterimi	10
4.3 Cilt-giysi sistemi arasındaki ısı akışı	11
4.4 Kişisel konforu etkileyen değişkenler	13
6.1 Mikroliflerden yapılmış bir giyside nemin dışarı iletimi	21
6.2 Coolmax kumaşını oluşturan dört kanallı liflerin görünümü.....	22
6.3 Mikroklima bölgesini etkileyen faktörler	23
6.4 Mikroklima bölgesine ait konfor düzeyleri.....	23
6.5 Farklı liflerin mikroklima bölgeleri	24
6.6 ALAMBETA cihazının yapısı	28
6.7 FX 3300 hava geçirgenliği cihazı	30
6.8 PERMETEST cihazının yapısı	31
6.9 MMT cihazının görünümü ve sensörlerin pozisyonları.....	32
7.1 Suyun nüfuzu sonucu ipliklerin kesitinin şişmesi ve çekmesi.....	33
7.2 DMDHEU reçinesi.....	34
7.3 Yüzey gerilim kuvvetlerinin denge durumu	35

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
7.4 Florkarbon polimerinin kumaş yüzeyinde yerleşimi.....	36
7.5 Reçine oluşturan tipteki hidrofobluk sağlayan maddelerin perfloralkil zincirlerinin yerleşiş düzgünlüğünü (fırça etkisini) artırıcı rolü	36
7.6 Lif üzerinde Nano ürün-1'in yerleşimi	37
7.7 Lif üzerinde Nano ürün-2'nin yerleşimi	38
7.8 Dendrimerin yapısı.....	38
7.9 Dendrimerin oluşumu ve büyümesi	39
7.10 Dendrimer ürünün tekstil yüzeyinde yerleşimi	40
8.1 Doğal ve rejenere selüloz ipliklerin çözgü levendine yerleşimi	42
8.2 Sentetik ipliklerin çözgü levendine yerleşimi	42
8.3 Dimi 3/1 S doku raporu.....	42
8.4. Transfer yönteminin şematik görünümü	47
9.1 Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (emdirme uygulaması)	49
9.2 Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (emdirme uygulaması)	49
9.3 Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (transfer uygulaması)	50

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
9.4 Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (transfer aplikasyonu).....	51
9.5 Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (emdirme aplikasyonu).....	54
9.6 Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (emdirme aplikasyonu).....	54
9.7 Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (transfer aplikasyonu).....	55
9.8 Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (transfer aplikasyonu).....	55
9.9 Modifiye DMDHEU ve selüloza çapraz bağlanması.....	56
9.10 İşlemsiz, klasik ve nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların SEM görüntüleri.....	57
9.11 İşlem görmemiş ve işlem görmüş numunelerin FTIR ölçüm sonuçları.....	58
9.12 Florkarbon polimerinin kumaş yüzeyinde yerleşimi	59
9.13 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ısı akışı.....	60
9.14 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ısı akışı.....	60
9.15 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ısı akışı.....	60

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
9.16 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ısı akışı	61
9.17 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların b değerleri.....	63
9.18 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların b değerleri.....	64
9.19 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların b değerleri.....	64
9.20 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların b değerleri.....	64
9.21 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların R değerleri.....	67
9.22 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların R değerleri.....	67
9.23 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların R değerleri.....	67
9.24 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların R değerleri.....	68
9.25 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları	70
9.26 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları	71

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
9.27 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları	71
9.28 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları	71
9.29 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların λ değerleri	73
9.30 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların λ değerleri	74
9.31 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların λ değerleri	74
9.32 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların λ değerleri	74
9.33 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri.....	77
9.34 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri.....	77
9.35 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri	78
9.36 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri	78
9.37 Pamuk, PES, lyocell ipliklerin ve kumaşların mikroskopta alınan görüntüleri.....	79

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
9.38 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşların P değerleri.....	82
9.39 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşların P değerleri.....	82
9.40 İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi gören kumaşların P değerleri.....	82
9.41 İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi gören kumaşların P değerleri.....	83
9.42 İşlem görmemiş kumaşların ıslanma süreleri (sn)	84
9.43 İşlem görmemiş kumaşların sıvı emilim oranı (%/sn)	85
9.44 İşlem görmemiş kumaşların maksimum ıslanma yarıçapı (mm)	85
9.45 İşlem görmemiş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn).....	86
9.46 İşlem görmemiş kumaşların tek yöne iletim kapasitesi	87
9.47 İşlem görmemiş kumaşların toplam nem iletim kapasitesi	87
9.48 Klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn) .	90
9.49 Klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn)	90
9.50 Nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn) ...	91
9.51 Nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn)	91

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
9.52 Klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn)	92
9.53 Klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn).....	92
9.54 Nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn)	92
9.55 Nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn).....	93
9.56 İşlem görmemiş kumaşların kuruma süreleri (% 15 oranında püskürtme)....	95
9.57 Emdirme yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 15 oranında püskürtme)	95
9.58 Transfer yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 15 oranında püskürtme)	95
9.59 İşlem görmemiş kumaşların kuruma süreleri (% 25 oranında püskürtme)....	96
9.60 Emdirme yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 25 oranında püskürtme)	96
9.61 Transfer yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 25 oranında püskürtme)	96
9.62 İşlem görmemiş farklı poliestер kumaşların kuruma süreleri	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Isı transferi ve diğer faktörler	13
5.1 Farklı ortam şartlarında konfor düzeyleri	16
5.2 Fiziksel aktivitelerin çevresel faktörlere etkisi	17
5.3 Vücudun farklı aktivitelerde ürettiği enerji miktarları	18
5.4 İnsan vücudunun enerji bilançosu.....	18
6.1 Isı hissi ve ısı konfor hissi için örnek skala	19
6.2 Fiziksel aktivitelere bağlı olarak oluşan terleme durumu	21
6.3 Mikroklima bölgesi ve diğer faktörler	23
6.4 Farklı giysilerin izolasyon değerleri (1 clo= 0,155 m ² K/W)	25
6.5 Farklı giysilerin su buharı geçirgenlik değerleri.....	31
7.1 Dendrimer ürünün uygulanış şekli.....	40
8.1 Dokuma kumaş üretim planı, kumaşların kodları ve gramajları.....	41
8.2 Kullanılan selülozik ipliklerin özellikleri	43
8.3 Kullanılan sentetik ipliklerin özellikleri	43
8.4 Kullanılan kimyasal maddelerin yapıları	45
8.5 Emdirme yöntemiyle yapılan denemelerde uygulanan reçeteler ve kodlar	46

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
8.6 Transfer yöntemiyle yapılan denemelerde uygulanan reçeteler ve kodlar.....	47
8.7 Tez kapsamında yapılan testler	48
9.1 Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların yağ iticilik değerleri (emdirme uygulaması)	52
9.2 Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların yağ iticilik değerleri (transfer uygulaması)	53
9.3 Temel kızılötesi absorpsiyon frekansları	58
9.4 Kumaştan geçen maksimum ısı akışına ait varyans analizi	61
9.5 q_{max} değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu	62
9.6 q_{max} değerlerine ait yöntem parametresine göre SNK analizi sonucu.....	62
9.7 q_{max} değerlerine ait madde tipi parametresine göre SNK analizi sonucu.....	63
9.8 q_{max} değerlerine ait madde konsantrasyonu parametresine göre SNK analizi sonucu	63
9.9 b değerlerine ait varyans analizi.....	65
9.10 b değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu.....	65
9.11 R değerlerine ait varyans analizi	68
9.12 R değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu	69
9.13 R değerlerine ait yöntem parametresine göre SNK analizi sonucu.....	69

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
9.14 R değerlerine ait madde tipi parametresine göre SNK analizi sonucu	70
9.15 R değerlerine ait madde konsantrasyonu parametresine göre SNK analizi sonucu	70
9.16 Kalınlık değerlerine ait varyans analizi	72
9.17 h değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu.....	72
9.18 h değerlerine ait yöntem parametresine göre SNK analizi sonucu	73
9.19 λ değerlerine ait varyans analizi	75
9.20 λ değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu.....	76
9.21 Hava geçirgenlik değerlerine ait varyans analizi	79
9.22 Numunelerdeki ışık geçen alanların oranı	80
9.23 Hava geçirgenlik değerlerine ait madde tipi parametresine göre SNK analizi sonucu.....	81
9.24 Su buharı geçirgenlik değerlerine ait varyans analizi	83
9.25 P değerlerine ait madde konsantrasyonu parametresine göre SNK analizi sonucu	84
9.26 MMT verilerine göre işlem görmemiş kumaşların One-way ANOVA test sonuçları.....	88
9.27 TYİK değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analiz sonucu	89
9.28 TNİK değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analiz sonucu	89

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

9.29 Derecelendirme tablosu..... 94

1. GİRİŞ

Günümüzde tekstil sektöründe artan rekabetten dolayı moda, estetik, fonksiyonellik dışında farklı özelliklere sahip yeni liflerle çok fonksiyonlu, koruyucu ve giyim fizyolojisi bakımından kullanım amacına uygun giysilik kumaşların üretilmesi ve geliştirilmesi konularına yönelim her geçen gün artmaktadır.

Termofizyolojik konfor, cilt üzerindeki kumaş rahatlığının algılanması, sıcaklık, soğukluk, ıslaklık ve hissedilebilirlik duygularını içeren karmaşık bir olaydır. Çevre, hareket düzeyi, lif, kumaş ve giysi tasarımının yanında kişinin fizyolojik ve psikolojik durumu da giyim konforunun belirlenmesinde etkili olmaktadır. Spor giyimde, gömlekliklerde, günlük giysilerde ve özellikle iş giysilerinde konfor önemli rol oynamaktadır. Gün içinde uzun çalışma saatlerinde konforun en üst düzeyde olması kişinin kendini rahat hissetmesi açısından önemlidir. Giysi üretiminde kullanılacak kumaşların ısı ve nem iletimini optimize etmesi ve koruyucu özellikte olması istenmektedir. Temel olarak termofizyolojik konforun kapsamını; ısı özellikler (ısı iletimi, ısı koruma), su buharı iletimi (sıvı-nem iletimi, su itme ve su emme kapasitesi, nem içeriği...) ve hava geçirgenliği konuları oluşturmaktadır.

Giysi üretiminde kullanılacak bir kumaş ister doğal ister sentetik liften yapılmış olsun, doğal haliyle tüketiciye ulaşması mümkün değildir. Bir tekstil mamulü terbiyede değişik işlem basamaklarından geçirilerek ham durumuna göre bazı istekleri daha iyi karşılaması sağlanmaktadır. Bu konuda en önemli işlevi de en son proses olan bitim işlemleri üstlenmektedir. Ancak günümüzde yükselen refah seviyesi ile birlikte giysilerden beklenen özellikler de artmaktadır. Özellikle kullanım alanlarına bağlı olarak giysi üretiminde kullanılacak kumaşların termofizyolojik açıdan nem alma yeteneği, adsorbsiyon, migrasyon ve nem taşıma gibi özelliklerinin geliştirilmesi istenmektedir. İşte bu nedenlerle kumaş konfor düzeyinin en üst noktalara taşınabilmesi ancak en son yapılan terbiye prosesleri olan bitim işlemleriyle sağlanabileceğinden bu işlemlerin önemi oldukça fazladır.

Bu tez kapsamında kumaş fizyolojisi, yeni lifler ve yeni bitim işlemi yöntemi/kimyasalları hakkında araştırma yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışmanın ilk aşamasında, aynı büküm katsayısı ve aynı iplik numaralarında temin edilen üç farklı tip selülozik ve üç farklı tip sentetik ipliklerden oluşan gömleklik kumaşlar dokunmuştur. İkinci aşamada ise, bu kumaşlara fonksiyonel

özellik kazandırmak amacıyla farklı bitim işlemleri uygulanmıştır. Denemelerde üretilen kumaşlara konvansiyonel emdirme yönteminin yanında kumaştan kumaşa ilk defa denenen transfer tekniği ile klasik ve nano ürünlerden oluşan su-yağ itici, yumuşatıcı ve buruşmazlık maddeleri applike edilmiştir. Aplikasyonlardan sonra kumaşların hem su, yağ iticilik testleri ve buruşmazlık açısı tayini, hem de ısı iletkenlik, ısı geçirgenlik, ısı soğurganlık, ısı direnç, kalınlık, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve nem iletim özellikleri gibi termofizyolojik konfor açısından önemli parametreler ölçülerek kullanılan farklı materyallerin, uygulanan yöntem ve maddelerin giyim fizyolojisine etkileri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde termofizyolojik giysi konforu ile ilgili günümüze kadar yapılan araştırmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Hes'in (1999) yaptığı deneysel bir çalışmada seçilen çeşitli pamuk/poliester karışımı gömleklik dokuma kumaşlarda karışım oranının kumaşların ısıl konfor özellikleri ve hava geçirgenliklerine etkileri incelemiştir. Ayrıca bu kumaşların sonuçları, reçine işlemine tabi tutulmuş pamuklu kumaş, modifiye edilen PES liflerinden üretilen Coolmax örme kumaş ve çift tabakalı pamuk/PP örme kumaşlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar şunlardır: Yüzeyi ıslatılmış % 100 pamuklu kumaş, pamuk/PES karışımı kumaşa göre daha ılık hissi vermekte dolayısıyla daha konforludur. Kumaşlarda PES oranı fazlaştıkça kumaşa kolay şekil verilmesi, kolay bakımı gibi özellikler olumlu yönde gelişirken, nem emiciliği ise oldukça azalmaktadır. Reçineyle işlem görmüş kumaşın işlem görmemiş kumaşa göre su buharı geçirgenliğinde bir değişme yokken, daha soğuk hissi vermekte ve daha düşük nem absorblama kapasitesine sahiptir. Son olarak, modifiye edilen PES liflerinden üretilen Coolmax ve iki tabakalı pamuk/PP örme kumaşların ısıl soğurganlık değeri, % 100 pamuklu kumaşla aynı/daha iyi derecededir.

Tzanov ve arkadaşlarının (1999) yaptığı bir çalışmada, aminofonksiyonel silikon yumuşatıcıların kumaşların ısı ve nem transfer özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla 2/2 dimi konstrüksiyonunda viskon/poliester (33/67) karışımı boyanmamış ve boyama/termofiksaj işlemi görmüş kumaşlar kullanılmıştır. Boyamadan sonra kumaşlara üç farklı konsantrasyonda (10, 20 ve 30 gr/l), üç ticari aminofonksiyonel polisiloksan yumuşatıcı applike edilmiştir. Sonuç olarak; silikonlarla yapılan işlem, boyanmış ve termofikse yapılmış kumaşların daha ılık hissi vermesine sebep olmuş, su buharı geçirgenliğini de azaltmıştır. Diğer ısıl özelliklerinde ise, belirgin bir şekilde değişiklik yapmamıştır. Termofikseli kumaşların ılık-soğuk hissindeki değişimler, bu kumaşların yüzeylerinde oluşan silikon polimerinin yüzeyde yarattığı değişimden kaynaklanmaktadır. Konsantrasyon artışıyla su buharı geçirgenliğinde düşüş olmuştur. Madde tipi ise, sonuçlar arasında çok fazla farklılık yaratmamıştır.

Schacher ve arkadaşlarının (2000) yaptığı bir çalışmada konvansiyonel poliester, diğeri mikrolif poliester iplikten dokunmuş iki bezayağı kumaşın ısıl özellikleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, mikrolif poliester liflerinden oluşan

kumaşın konvansiyonel poliester kumaşa göre ısı iletkenlik değeri daha düşük bu yüzden de ısı yalıtım özellikleri ise daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca mikrolif poliester kumaşlar, konvansiyonel poliester kumaşlara oranla daha ılık hissi verdiği saptanmıştır.

Gilsoo ve arkadaşlarının (2001) yapmış oldukları çalışmada faz değiştiren materyal olarak kullanılan polietilen glikol (PEG) ile işlem görmüş yünlü kumaşların termal uyumluluğunu geliştirmek amaçlanmıştır. Farklı konsantrasyonlarda PEG ve DMDHEU maddeleriyle emdirme-kurutma-kondenzasyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca PEG ile işlem sonrasında kumaşlara noniyonik silikon yumuşatıcı aktarılmıştır. Sonuçta, PEG konsantrasyonu arttıkça depolanan ve salıverilen ısı miktarı artmıştır. Ancak PEG ile işlem görmüş kumaşların yumuşatma işlemi sonrasında yumuşaklığı artmasına rağmen ısıyı depolaması ve salıvermesi % 30–60 arasında azalmıştır. Bu düşüş, yumuşatıcı konsantrasyonu arttıkça daha belirgin olmuştur.

Hes'in (2001) yaptığı bir çalışmada lif cinsi ve kumaş konstrüksiyonunun ısı konfor özelliklerine etkileri incelenmiştir. Farklı tip kumaşlarla yapılan çalışmada söz konusu iki parametrenin de ılık-soğuk hissini doğrudan etkilediği saptanmıştır. Sonuç olarak; poliester, polipropilen, poliakrilik gibi liflerden elde edilen kumaşlar, viskon, keten ve pamuklu kumaşlara göre daha fazla ılık hissi vermektedir.

Frydrych ve arkadaşlarının (2002) yapmış oldukları çalışmada, % 100 pamuk ve % 100 tencel ipliklerden bezayağı, kanvas ve dimi yapısında üç farklı tipte dokunmuş kumaşların ısı iletkenlik, ısı soğurganlık, ısı direnç ve hava geçirgenlik özellikleri karşılaştırılmıştır. Dokunan tencel kumaşlara önce haşıl sökme ve enzimatik işlem, daha sonra da reçineyle işlem yapılmıştır. Dokunan pamuklu kumaşlara ise, nişasta ve reçineyle işlem yapılmıştır. Bu işlemlerden sonra tüm kumaşların ısı konfor özellikleri ölçülmüştür. Sonuçlar şu şekilde çıkmıştır: Bezayağı kumaşların hem ısı iletkenliği, hem de ısı soğurganlık değerinin dimi ve kanvas kumaşlardan daha yüksektir. Dimi ve kanvas kumaşlar, bezayağı kumaşlardan kalın olduğu için ısı kaybı daha az, ısı izolasyonu daha iyidir. Pamuklu kumaşların ısı iletkenliği, tencel kumaşlardan daha yüksektir. Tencel kumaşların ısı soğurganlığı pamuklulardan daha düşük olup, ilk temasta daha ılık hissi vermektedir. Tencel kumaşların hava geçirgenlikleri pamuklu kumaşlardan daha yüksektir.

Guo'nun (2003) yaptığı tez çalışmasında, % 100 pamuk ve % 100 poliester dokuma kumaşlardan üretilen ev tekstillerine uygulanan yumuşatma işlemlerinin kumaşların su buharı ve hava geçirgenliğine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle kumaşlara, çamaşır makinelerinde çok kullanılan iki tip yumuşatıcı aktarılmıştır. Sonuç olarak; çamaşır makinesindeki yıkamalarla aktarılan her iki yumuşatıcı da pamuklu kumaşların su buharı geçirgenliğini çok fazla düşürürken, poliester kumaşlara herhangi bir etkisi olmamıştır. Hem pamuklu hem de poliester kumaşların hava geçirgenliği ise biraz düşmüştür.

Tyagi ve arkadaşlarının (2004), yaptığı bir araştırmada farklı karışım oranlarındaki bezayağı ve 2/1 dimi dokuma poliester/viskon karışımı kumaşlarda doku tipi, lif karışım oranı, iplik numarası ve lif kesit şekli gibi parametrelerin kumaşların ısı konfor özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Genel olarak şu sonuçlar elde edilmiştir: Hem doku tipi dimi, lif kesiti yuvarlak olan kumaşların hem de poliester oranı fazla, iplik çapı düşük olan kumaşların hava ve su buharı geçirgenlikleri daha yüksek çıkmıştır. Dimi kumaşların ısı yalıtımı daha açık yapıda olmalarından dolayı bezayağı kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca iplik çapı arttıkça hacimlilik artmakta bunun sonucunda ısı izolasyon değeri de artmaktadır. Üçgen kesitli poliester liflerinden oluşan kumaşların ısı izolasyon özelliği gelişmekte ancak hava ve su buharı geçirgenlik özellikleri azalmaktadır.

Hu ve arkadaşları (2005), yaptıkları çalışmada yeni bir test cihazı olan MMT cihazını geliştirmişlerdir. Bu cihaz; ıslanma süresi, sıvı emilim oranı, maksimum ıslanma yarıçapı, sıvı yayılma hızı, tek yöne iletim kapasitesi (iç yüzeyden dış yüzeye) ve kumaşın toplam nem iletim kapasitesi gibi on farklı parametre ile tekstil malzemelerinin nem iletim özelliklerini ölçmektedir. Çalışmada 8 farklı spor giysisi ile hem sübjektif olarak ölçüm alınmış hem de nem iletim özellikleri MMT cihazında objektif olarak ölçülüp çıkan sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmıştır. Sübjektif ve objektif olarak yapılan testlerin arasında sıkı bir korelasyon olduğu ortaya çıkmıştır. Test edilen ticari kumaşlar arasında kumaşın tene değen iç yüzeyinden dış yüzeyine doğru sıvı iletim kapasitesi ve toplam nem iletim kapasitesi değerleri arasında farklılıklar saptanmıştır. Sonuç olarak, bir spor giysisinin toplam nem iletim kapasitesi değeri o giysisinin konforlu olup olmadığı hakkında bilgi verebilmektedir.

Bu çalışmalardan başka yine konforla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Ruckman, 1997; Gülsevin, 2005; Güneşoğlu vd., 2005; Kaynaklı vd., 2005; Matusiak, 2005; Özdil et al., 2007; Özdil, 2008; Üte vd., 2008).

3. TERMOFİZYOLOJİK GİYSİ KONFORU ve ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

3.1 Konfor ve Giysi Konforu İle İlgili Temel Kavramlar

3.1.1 Konforun Tanımı

Konfor, yaşamayı kolaylaştırıp rahatlık veren her türlü araç ve eşya kullanımı anlamına gelmektedir. Gün içinde, uzun çalışma saatlerinde, konforun en üst düzeyde olması vücudun kendini rahat hissetmesi açısından önemlidir. Çünkü aşırı sıcaklık, nem ve aşırı soğukluk oldukça rahatsız edicidir (Hes, 2006).

Fourt ve Hollies'in incelemelerinde konforu; ısı ve ısı olmayan birtakım bileşenleri içeren, kullanıcının durumuna ve çevresel şartlara bağlı sübjektif bir durum olarak tanımlamışlardır (Güneşoğlu ve Meriç, 2005).

Slater, konforu; insan ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumdaki memnun edici durum olarak tanımlamıştır. Fizyolojik konfor, insan vücudunun hayatını sürdürme yeteneğiyle, psikolojik konfor, zihnin dışarıdan bir yardım olmaksızın yeterli derecede iş görme yeteneğiyle, fiziksel konfor ise dış çevrenin vücut üzerindeki etkisiyle ilgilidir. Konforu kesin olarak tanımlamanın zor olduğu, ancak konforsuzluğun batma, kaşıntı, sıcak, soğuk gibi terimlerle kolaylıkla tarif edilebildiği uzun yıllardır kabul görmüştür. Bu nedenle konforun kabul gören tanımı, acı ve rahatsızlıktan yoksunluk şeklindedir (Li, 2001a).

3.1.2 Konforun Sınıflandırılması

Giysi konforu; psikolojik, duyuşal, termofizyolojik ve estetik konfor olarak sınıflandırılmaktadır.

3.1.2.1 Psikolojik Konfor

İklimsel, ekonomik, tarihsel, kültürel, sosyal ve kişisel beklentileri içermektedir.

3.1.2.2 Duyuşal Konfor

Duyuşal konforda, tekstil materyalinin deri ile teması sırasında kişide çeşitli hisler ortaya çıkmaktadır.

Stephen kanununda cilt sensörlerine ilişkin şu bağıntı vardır : $P = d I^n$

P: Hissedilen duygu (ses, ışıklandırma, iklimle ilgili)

I: Fiziksel duygu

Bağıntıdan da görüldüğü gibi P ve I birbiriyle doğru orantılıdır. İnsan cildi, birtakım sensörler sayesinde farklı sıcaklıkları hissetmektedir (Hes, 2006).

3.1.2.3 Termofizyolojik Konfor

Termofizyolojik konfor; giysilerin ısı ve nem iletim özelliklerine, giysilerin ciltte yarattıkları hisse ve giysi-cilt arasındaki mekanik etkileşimlere bağlıdır (Toprakkaya, 1999).

3.1.2.4 Estetik Konfor

Estetik konfor, kişinin genel olarak refahına katkıda bulunan ve göz, el, kol, bacak, kulak ve burun gibi organ ve uzuvlar tarafından algılanan subjektif duyumlardan oluşmaktadır (Li, 2001a).

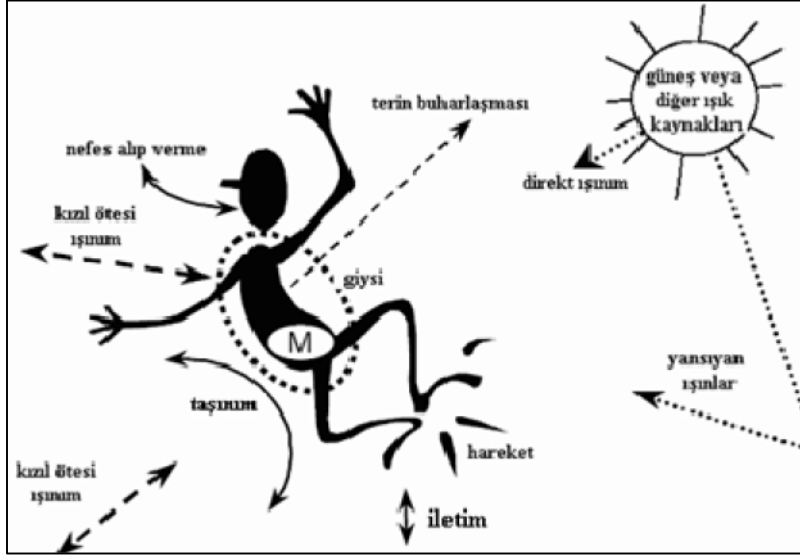
Şekil 4.1. Vücuttaki termoregülasyon sisteminin şematik gösterimi
($T_{iç}$ = Vücudun iç sıcaklığı; T_{cilt} = Ortalama cilt sıcaklığı; beynin kontrol grafiklerinde Y eksenini uyarıcıyı, x eksenini de hata sinyalini göstermektedir (Havenith, 2002))

Şekil 4.1'deki şemada, vücudun termoregülasyon sisteminin çalışma mekanizması ile vücuttaki ısı akışı görülmektedir. $T_{iç}$ ve T_{cilt} sıcaklıklarını beyne ileten sinyallerin hepsi beyindeki kontrol merkezlerinde toplanmaktadır. Bu farklı sinyaller tek bir referans sinyalle karşılaştırılmakta ve bir grup uyarıcının çalışmasını tetiklemektedir. Bu tepkilerin en önemlileri; hareket, terleme, ciltteki kan damarlarının genişmesi, titreme ve kan damarlarının daralmasıdır. Terlemeyle oluşan buharlaşma cildi serinletmekte ve titremeyle ise, ısı üretimi ve $T_{iç}$ sıcaklık artmaktadır. Kan akışının hızlanması, vücudun içi ve cilt arasındaki ısı transferini ayarlamaktadır. Tabii ki bu basit bir modeldir. Giysilerin temel etkileri, insan cildi ile ortam arasındaki ısı değişimiyle yakından ilgilidir. Bu etkileri anlayabilmek için vücut ve ortam arasındaki ısı akışını bir anlamda vücudun ısı dengesini çok iyi analiz etmek gerekmektedir (Havenith, 2002).

4.2 Isı ve Kütle Transfer Mekanizmaları

İnsan vücudunun sıcaklığı, normal ortam sıcaklıklarında oldukça sabittir. Vücut bunu, ürettiği ısı miktarını dengeleyerek başarmaktadır. Isı üretimi, metabolizmanın aktivitesi tarafından sağlanmaktadır. Dinlenme sırasında, nefes alıp verme ve hücrelerin ihtiyacı olan oksijen ve besinlerin üretimini gerçekleştiren kalbin çalışması gibi basit organizma fonksiyonlarını yerine getirebilmek için metabolik aktiviteye ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışma esnasında ise, aktif kasların oksijen ve besin ihtiyacı artmakta ve metabolik aktivite de artmaktadır. Kaslar bu besinleri mekanik aktiviteler sırasında yakarken, bir kısım enerjiyi de fiziksel hareketler için harcamaktadır. Fakat bu enerjinin çoğu kaslarda ısı olarak açığa çıkmaktadır. Vücudun hareketi ve tüketilen enerji arasındaki orana verimlilik denir. Vücudu araba motoruna benzetecek olursak, vücuttaki ısının atılması için çok fazla enerjiye ihtiyaç vardır. Eğer bu ısı dışarı atılmaz ise vücut çok ısınır ve sonunda insan ölebilir. Başka bir örnek verilirse; herhangi bir soğutma sistemi olmadan normal şartlarda çalışan bir insanın metabolizması 450 watt ısı enerjisi üretmektedir. Bu da, 10 dakikada bir vücut sıcaklığının 1°C artmasına sebep olacaktır. Sonuç olarak, soğutma sistemi olmadığından dolayı bu ısı sürekli artacak ve sonunda kişinin yaşamı sona erecektir.

Belli bir ritimde yürüyüş gibi birçok aktivitede verimlilik oranı sıfıra yakındır. Sadece ayakkabıların sürtünmesi sonucunda bir ısı açığa çıkmaktadır. Ancak kaslar tarafından kullanılan diğer enerjiler vücudun ısınmasına harcanmaktadır. Soğuk havada, titremeyle oluşan ek bir ısı üretilmekte olup, bazal metabolizma oranı ve ısı üretimi dört misli artmaktadır.



Şekil 4.2. Vücuttaki ısı kayıplarının gösterimi (M= Metabolik ısı üretimi)
(Havenith, 2002)

Şekil 4.2’de, vücuttan dışarıdaki ortama doğru gerçekleşen ısı kayıpları gösterilmektedir. Isı transferinin, iletimle (conduction), taşınım (convection), ışınila (radiation), kişinin nefes alıp vermesiyle ve ciltteki terin buharlaşmasıyla gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca, vücuttan ortama doğru transfer edilen ısınin miktarı; ortamın sıcaklığına, ciltteki terin buharlaşmasına, vücudun yüzey alanına ve vücudun ısı akışına karşı direncine yani giysinin yalıtım özelliğine de bağlı olarak değişmektedir (Havenith, 2002).

Tekstil materyalinde hal değişiminin etkin olmadığı durumda gerçekleşen iletim, taşınım ve ışınila mekanizmaları ‘kuru’ veya ‘hissedilir’ ısı transferi olarak da adlandırılmaktadırlar. Düşük aktivite sırasında vücut yüzeyinden meydana gelen toplam ısı kaybının yaklaşık % 75’i kuru ısı transferiyle gerçekleşmektedir. Cilt sıcaklığının ortam sıcaklığından daha yüksek olduğu durumda, cilt-giysi sistemi arasında meydana gelen ısı akışı Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Çoğunlukla bir ortamdaki sıcaklık dağılımı, etkin ısı transferi mekanizmaları ve buharlaşmanın ortak etkileri sonucu ortaya çıkmakta ve bu yüzden bir mekanizmayı diğerlerinden tamamen ayırabilmek mümkün olmamaktadır (Kaplan ve Okur, 2007).



Şekil 4.3. Cilt-giysi sistemi arasındaki ısı akışı (Kaplan ve Okur, 2007)

Vücudun ısı dengeye gelebilmesi için vücut-giysi-çevre sistemindeki ısı transferi, dört farklı mekanizmaya göre gerçekleşmektedir.

4.2.1 İletimle Isı Transferi

Bu mekanizmada ısı transferi, madde içerisindeki atom ve moleküllerin enerjilerini komşu atom ve moleküllere aktarmasıyla gerçekleşmektedir. Isı alışveriş miktarı; iki yüzey arasındaki sıcaklık farkına, transfer doğrultusuna dik yöndeki yüzey alanına ve maddelerin ısı geçirgenliklerine bağlıdır. Örneğin x yönündeki ısı transfer hızı (1) numaralı denklemle aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

$$Q_x = -kA \frac{\partial T}{\partial X} \quad (1)$$

Q_x pozitif x yönünde A alanı boyunca gerçekleşen ısı transfer oranını, k ise materyalin ısı iletkenliğini göstermekte olup, materyalin lif içeriğine göre farklı değer almaktadır. Özellikle denizde, gölde, özel gazların bulunduğu odalarda, soğuk iklim odalarında çalışan insanlar iletimle ısı transferine maruz kalmaktadırlar.

4.2.2 Taşınım İle Isı Transferi

Bu mekanizmaya göre ısı, katı üzerinde hareket eden bir vasıtasıyla taşınmaktadır. Sıvı içerisindeki sıcaklık alanı, sıvının hareketinden etkilendiği için buradaki sıcaklık dağılımının ve ısı transfer oranının belirlenmesi karmaşık bir işlemdir. T_w sıcaklığındaki bir yüzeye ona temas eden T_f ortalama sıcaklığına

sahip bir akışkan arasındaki ısı transferi (2) numaralı denklemle ifade edilmektedir:

$$q = h(T_f - T_w) \quad (2)$$

Burada h , ortamın ısı transfer katsayısıdır. Isı kaybına esas sebep olan taşınım ile gerçekleşen ısı transferidir. Cilt boyunca hava akışı meydana geldiğinde cilt soğumaya başlamakta ve ısı ciltten havaya doğru iletilmektedir. Ayrıca elektromanyetik ışıınım ile oluşan ısı transferi çok önemlidir.

4.2.3 Işıınım ile Isı Transferi

Işıınım, ısı transferinin elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla gerçekleştiği bir mekanizmadır. Bu mekanizma daha çok güneş, radyan ısıtıcılar ve ateş gibi yüksek sıcaklığa sahip nesnelerden ısı kazancı için geçerlidir. T_1 sıcaklığında A alanına sahip siyah bir cismin T_2 sıcaklığında bir ortamda bulunduğu düşünülürse, cisim $A_s T_1^4$ oranında ışıınım enerjisi (W) yayarken $A_s T_2^4$ oranında enerjiyi (W) de absorblayacaktır. Cismin kaybettiği net ışıınım enerjisi (3) numaralı denklemle ifade edildiği şekilde hesaplanmaktadır:

$$Q = A_s (T_1^4 - T_2^4) \quad (3), s: \text{Stefan-Boltzman sabiti}$$

4.2.4 Buharlaşma

Vücut yüzeyinden suyun buharlaşması için gereken enerji, temasta bulunduğu yüzeyden ve çevresinden alınarak burada soğumaya neden olmaktadır. Çevre sıcaklığının vücut sıcaklığından yüksek veya eşit olduğu durumlarda ısı vücuttan uzaklaştırılması için tek yol, vücudun terlemesi ve oluşan bu terin vücut yüzeyinden buharlaşmasıdır. Buharlaşmayla vücut yüzeyinden uzaklaştırılan enerji (4) numaralı denklemle ifade edilebilmektedir:

$$Q_{EV} = mA(P_s - P_A) \quad (4)$$

Burada m , giysinin geçirgenlik katsayısını; A , yüzey alanını; P_s , vücut sıcaklığındaki kısmi buhar basıncını, P_A ise, çevre sıcaklığındaki kısmi buhar basıncını ifade etmektedir.

Ciltten dışarıya olan ısı transferi ve terin buharlaşmasıyla oluşan ısı iletiminden farklı olarak, akciğer sayesinde gerçekleşen nefes alıp verme hareketiyle de dışarıya ısı iletilmektedir. Dışarıdan alınan hava akciğerlerin iç yüzeyine göre daha soğuk ve kurudur. Böylece vücuttan dışarıya olan ısı iletimini desteklemektedir (Havenith, 2002; Kaplan ve Okur, 2007).

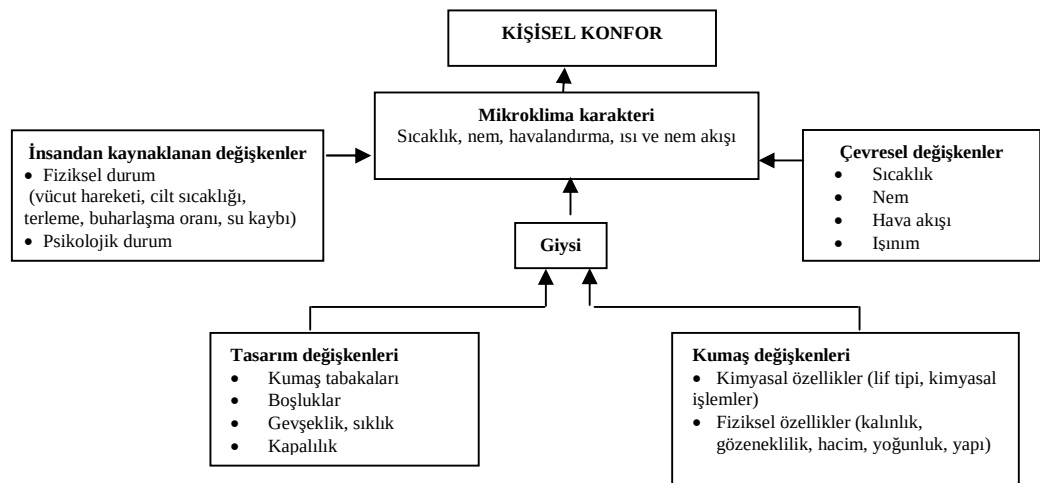
Isı transfer mekanizmaları (ITM), çevresel faktörler, giysi faktörü ve bunların vücuttaki etkileri özet şekilde Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Isı transferi ve diğer faktörler
(Fourt and Hollies, 1970)

ITM	ÇEVRESEL FAKTÖRLER	GIYSİ VEYA ARACI FAKTÖRLER	VÜCUTTAKİ ETKİLER
İletim	Sıcaklık farkı	Materyalin veya hava tabakalarının ısı direnci	Yüzey sıcaklığı
Taşıma	Havanın sıcaklığı ve sirkülasyonu	Rüzgarın etkisi	Kişinin veya giysinin taşıma maruz kalma süresi, yüzey sıcaklığı
Isınım	Her bir objenin ve ortamın sıcaklığı, yayılan ısı miktarı	Isının giysiden dışarı iletimi ve yüzey sıcaklığı	Cildin ısınma maruz kalma süresi, yüzey sıcaklıkları
Buharlaşma	Havadaki nem miktarı ve relatif nem oranı	Su buharı direnci veya giysinin su buharı geçirgenliği	Islanan bölgenin yüzey sıcaklığı

4.3 Kişisel Konfor

İnsanın kendini konforlu veya konforsuz hissetmesine neden olan değişkenler Şekil 4.4’de gösterilmektedir.



Şekil 4.4. Kişisel konforu etkileyen değişkenler (Yoo et al., 2000)

5. TEKSTİLDE KONFOR

Giysiler, insan yaşamının ayrılmaz bir parçası olup, süslenme, statü ve korunma gibi birçok amacı vardır. Giysilerin esas görevi, kişinin yaşamını sürdürmesi için uygun ısı ortamı sağlamak olup, diğer görevleri ise vücudu sürtünmeden, radyasyondan, rüzgârdan, elektrikten, kimyasallardan ve mikrobiyolojik zehirli maddelerden dolayı yaralanmaktan korumaktır (Li, 2001a).

Lifleri, iplikleri, kumaşları ve giysileri konfor açısından değerlendirmek çok zordur. Çünkü konfor özellikleri tartışılırken birçok parametre subjektiftir. Birçok araştırmacı kumaşlardaki konfor eksikliğine neden olan parametreleri incelemiştir. Bunların sonucunda; liflerin kimyasal makromoleküler yapısı, inceliği, kesiti ve kıvrımlılığı, ipliklerin numarası, bükümü ve tüylülüğü, tekstil yüzeylerinin yapısı, gördüğü işlemler ve kullanılan katkı maddeleri, giysilerin modeli ve boyutları konfor açısından temel rol oynayan faktörlerdir. Fiziksel konfor beklentileri olarak incelenen konular aşağıda sınıflandırılmaktadır:

- Isıl özellikler: Isı iletimi ve ısı koruma
- Su buharı iletimi: Su buharı geçirgenliği
- Sıvı-nem iletimi: Su itme kapasitesi ve su emmesi, nem ölçümü, su emicilik, su iticilik, sıvı veya nem iletimi
- Hava geçirgenliği: Hava geçirgenliği testi, geçirgenlik ve diğer unsurlar arasındaki korelasyon
- Boyut ve model: Estetik konfor, estetik özelliklerinin ölçümü ve estetik davranışın değişimi
- Statik elektriklenme: Elektrostatikliğe eğilimin ölçümü, statik elektriklenmenin etkileri, elektrostatik yükün azaltılması ve gürültü (http://www.technica.net/NT/NT3/comfort_clothing.htm, 2007).

Giysinin en önemli görevi, dış çevre ve fiziksel faaliyetler değişse bile, vücut sıcaklığını ortalama değerlerde tutabilmek için vücudun termoregülasyon sistemini desteklemektir (Li, 2001b).

Konforlu bir giysi, vücudun ısı ve nem ortamını dengeler. Bu ayarlama vücuda yakın bölgede oluşan “mikroklima” sayesinde olmaktadır. Bir spor giysisinin termofizyolojik özelliklerinin kötü olması o sporcunun kendini yalnızca rahatsız hissetmesi ile kalmayıp, onun veriminin, fiziksel gücünün düşmesine ve sağlığının zarar görmesine de neden olmaktadır (Umbach, 1993a).

Özellikle kumaş yüzeyinden dışarı çıkmış olan liflerin sayısı, uzunluğu, elastikiyeti ve aralıkları, liflerin esnekliği gibi durumlar konforu etkilemektedir. Örneğin liflerinin inceliği nedeniyle mikroliflerden yapılmış tekstiller, diğer klasik liflerden yapılmış tekstillere göre daha yumuşak ve hoş bir tutum sağlamaktadır.

Sübjektif olan duysal giysi konforu ile ilgili birçok parametre söz konusudur. Bunlar: Giysinin ıslanma miktarı, giysinin nemli deriye yapışma miktarı, giysinin elastikliği, bükülebilme sertliği, giysinin sürtme değeri, giysinin değme yüzeyi ve giysinin sertliğidir (Weder, 1987; Umbach, 1993b).

5.1 Giysi Konfor Parametreleri

Giysi konforunu etkileyen parametreler şunlardır:

- Çevre koşulları : Sıcaklık, ışıınım, nem, hava hareketleri
- İnsan vücudu : Güç ve verim bilançosu
- Deriye sürtme (duysal) etkileri
- İç sıcaklık etkisi ile paçadan aşağı doğru taşınımıla ısı akışı ve tekrar dışarıdan içeriye doğru soğuk hava akışı
- Koltuk altlarından dışarıya ısı akışı, durağan nem geçişi ve kol altından hareketli nem geçişi ve aynı yerden tampon etkisi (Umbach, 1993a).

5.2 İnsan Yaşamındaki Çevresel Parametreler

a. Havanın sıcaklığı (t_A): Havanın sıcaklığı arttığında iletimle, taşınımıla ve ışıınımıla vücuttan dışarı transfer edilen ısı miktarı azalmaktadır. Ortam sıcaklığı cilt sıcaklığından daha fazla olduğunda vücut, kaybettiği ısı yerine çevreden ısı almaktadır.

b. Havadaki relatif nem oranı (ϕ): Havadaki nem oranı, ciltten ortama veya tam tersi, ortamdaki cilde doğru iletilen nem ile değişmektedir. Ciltteki nemin konsantrasyonu ortamdakinden daha fazla olduğunda, ter ciltten hızlıca buharlaşmaktadır. Terin buharlaşması, ortam sıcaklığı arttıkça artmaktadır.

c. Havanın sirkülasyon hızı: Ortamdaki havanın sirkülasyonu, hem iletilen hem de buharlaşan ısıyı etkilemektedir. Bu yüzden, soğuk ve rüzgarlı ortamlarda vücut hızlı bir şekilde ısı kaybetmekte, tam tersi çok sıcak ve nemli ortamlarda ise hava sirkülasyonu olmadığından vücut çok ısınmaktadır.

d. Giysinin fonksiyonu ve yalıtım özelliği: Bir giysinin ısı ve nem geçirgenlik özellikleri yoksa o kişinin vücut ısısı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Bir kişinin kendini konforlu hissetmesi için en uygun şartlar çok dar bir aralıktır. Bu aralığı belirleyen giysi ve aktivitenin düzeyidir. **Çizelge 5.1'de** farklı ortam şartlarındaki konfor düzeyleri, ortalama cilt sıcaklıkları, cilt ıslaklık oranları ve farklı sıcaklıklarda oluşabilen sağlık sorunlarına ait veriler bulunmaktadır. Cilt sıcaklığı 33°C olduğunda ve ciltten ne kadar su buharı uzaklaşırsa istenen ısı konfor düzeyine o kadar ulaşmaktadır.

Çizelge 5.1. Farklı ortam şartlarında konfor düzeyleri (Havenith, 2002)

Vücudun iç sıcaklığı (°C)	Sağlık sorunları	Ortalama cilt sıcaklıkları (°C)	Konfor hissi	Cilt ıslaklık oranı (%)	Cildin sıcaklığı (°C)	Sağlık sorunları
44	güneş çarpması, beyinde hasar				>45	Cilt yanıkları
41	ateslenme	36	Çok konforsuz	60	45	Acı
	çok ağır egzersiz	35	Az konforlu	20		
38	Egzersiz	34		6	25	Soğuk
37	Normal dinlenme	33	Konforlu		20	Hareketlerde azalma
36		32	Az konforlu		15	Acı
35	Titreme	31			7	Hissizlik
33	Biliş kaybı	30	Konforsuz		-0.5	Soğuk ısırması
	Kalp karncağının itfale sınıması "Ölüm"					
31						
14	Çok düşük sıcaklık ve ısıtılma alanı yok					

Giysiler, cilt ve ortam arasındaki ısı ve su buharı iletimini sağlayan bir bariyer olarak rol oynamaktadır. Bu bariyerin içinde hapsolmuş hava tabakaları

bulunduğu gibi yüzeyinde de tutunan hava bulunmaktadır. Ortamdan giysiye doğru kuru ısı transferi iletim ve ışıınım ile sağlanmaktadır. Birçok giyside hapsolan hava miktarı, liflerin hacminden daha büyüktür. Bu yüzden giysilerin yalıtım durumu, lif tipinden çok giysinin kalınlığına bağlı olarak değişmektedir (Havenith, 2002). Fiziksel aktivitelerdeki değişiklikler direkt olarak çevresel faktörleri etkilemektedir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Fiziksel aktivitelerin çevresel faktörlere etkisi (Hes, 2006)

Fiziksel aktiviteler	t_A	ϕ	V_A
Yöneticilik işi	$21^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\% 55 \pm \% 15$	0,1 m/sn
Oturarak yapılan hafif işler	$19^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\% 55 \pm \% 15$	0,2 m/sn
Ağır işler	$18^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\% 50 \pm \% 15$	0,4 m/sn
Çok ağır işler	$17^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\% 50 \pm \% 15$	0,5 m/sn

t_A : Havanın sıcaklığı, ϕ : Havadaki relatif nem oranı, V_A : Havanın giysinin içinden geçiş hızı

İnsan vücudunun toplam ısı eşitliği; Q [W] olarak tanımlanmaktadır ve ısı/zaman'a [J/sn] eşittir.

$$M+L/\eta \pm Q_{\text{kontakt}} \pm Q_{\text{konveksiyon}} \pm Q_{\text{radyasyon}} - Q_{\text{yavaş terleme}} - Q_{\text{nefes alma}} - Q_{\text{normal terleme}} = 0$$

Sembollerin anlamı:

M : Metabolizmanın enerjisi, L : Kas enerjisi, η : Verimlilik

$Q_{\text{yavaş terleme}}$: Derinin gözeneklerinde meydana gelen kalıcı buharlaşma ve soğumadır. 0,15 W/1 kg vücut ağırlığının üzerinde bir değerdir.

$Q_{\text{nefes alma}}$: Terlemeyle oluşan soğumadır ve 0,3 W/kg vücut ağırlığının üzerinde bir değerdir.

Q_{terleme} : Beyindeki hipotalamus ile kontrol edilen terleme bezleri sayesinde aşırı soğuma ve avuç içi terlemesidir.

$Q_{\text{vücudun ürettiği enerji}} > Q_{\text{vücudun dışarıya verdiği enerji}}$ durumunda, sıcaklık hissi söz konusudur.

$Q_{\text{vücudun ürettiği enerji}} < Q_{\text{vücudun dışarıya verdiği enerji}}$ durumunda, serinlik hissi söz konusudur (Hes, 2006).

5.3 Giysi Konforunun Tıbbi Temelleri

Vücut, havadan solunum yolu ile aldığı oksijeni kan vasıtası ile tüm organlara iletmektedir. Oksijenle besin maddelerinin yanması sonucu açığa çıkan enerji bir taraftan besin maddesi olarak vücudun beslenmesi için harcanırken, diğer yandan mekanik iş gücü olarak harcanmaktadır. Bu faaliyetler sonucunda ısı açığa çıkmaktadır. Vücudun ısı üretimi, fiziksel aktivitelere bağlı olarak değişmektedir (Çizelge 5.3). Metabolizmanın enerji üretimi; vücudun işlevselliği, kasların ve adalelerin aktivitelerine bağlıdır.

Çizelge 5.3. Vücudun farklı aktivitelerde ürettiği enerji miktarları (Weder, 1987)

Eylem	Enerji: *Watt [J/sn]
Tam dinlenme durumu (uykuda)	75
Oturma durumunda	100-125
Orta derecedeki bir çalışma	300-400
Ağır çalışma koşullarında	700(1 saatlik çalışma durumunda)
En üst seviyede antrenman	1200 (6 dakikalık antrenman sonrasında)

***Watt** (James Watt) : 1 saniyede 1 joule enerji harcanması ile oluşan güçtür.

Vücut termoregülatör sistemi sayesinde vücut ısısı ayarlanmaktadır. Normal vücut sıcaklığı 37 °C iken, vücut sıcaklığının 1°C artması oksijen tüketimini % 15 artırmaktadır. Dolayısıyla kalori ve sıvı ihtiyacı da artmaktadır. Çizelge 5.4’de insan vücudundaki organların dinlenme ve çalışma esnasında açığa çıkan ısı oranları görülmektedir (Weder, 1987).

Çizelge 5.4. İnsan vücudunun enerji bilançosu (Weder, 1987)

Organlar	Açığa çıkan ısı oranı (%)		Vücut ağırlığındaki oranı (%)
	Dinlenme anında	Çalışma anında	
Beyin	16	3	2
Göğüs, karın	56	22	6
Deri ve kaslar	18	73	52
Diğer kısımlar (Kemikler)	10	2	40

6. TERMOFİZYOLOJİK AÇIDAN GİYSİ KONFORU

Termofizyolojik açıdan bir giysinin nem iletimi, materyalin gözenek yapısı ile yakından ilgilidir. İnsanlar sıcak ortamda bulunduklarında ya da egzersiz yaptıklarında aşırı terlemeyi önleyebilmek ve kendilerini daha rahat hissedebilmek için vücutta oluşan terin buharlaşmasını istemektedirler. Bazı durumlarda ıslak ciltten buharlaşan ter oranı üretilen terden daha az olmaktadır. Tende oluşan ter ve yetersiz buharlaşma rahatsızlık duyulmasına yol açmaktadır.

Higroskopik kumaşlar nemli havayla çevrili olduklarında su buharını çekip, kuru havada serbest bırakmaktadır. Hidrofil kumaşlar teri emerek ciltten uzaklaştırıp, terin vücuttan buharlaşmasına izin vermektedirler. Hidrofob kumaşlar ise vücuttaki sıvı teri olduğu gibi taşıyabilmektedirler (Toprakkaya, 1999).

Giysi sistemlerinde ısı ve nem transfer mekanizmalarının belirlenmesi, termofizyolojik dengenin sağlanmasına yardımcı olan giysilerin geliştirilmesinde çok önemlidir (Ruckman and Murray, 1999).

Hensel, Carterete ve Friedman, ısı konforun fizyolojik temellerini, ısı konfor ile sıcaklık hissi arasındaki farklılıkları saptamışlardır. Sıcaklık hissi çoğunlukla, objelerin veya ortamın ısı durumunu tahmin etmeye yarayan derideki termoreseptörler (ısı algılayıcıları) sayesinde algılanmaktadır. Isıl konfor veya konforsuzluk, ciltteki ve içerideki termoreseptörlerden gelen sinyallerin birleşimi olan termoregülatör sistemin genel durumunu yansıtmaktadır. Bu nedenle sıcaklık hissine ve ısıl konfora ait değerler bir tutulmamalıdır. McNall ve arkadaşları ısı hissi ve ısıl konfor hissine ait Çizelge 6.1’de gösterilen şekilde iki ayrı skala kullanmışlardır (Li, 2001b).

Çizelge 6.1. Isı hissi ve ısıl konfor hissi için örnek skala (Li, 2001b)

Isı hissi	Isıl konfor hissi
1. Çok Soğuk	1. Konforsuz Soğuk
2. Soğuk	2. Konforludan Daha Soğuk
3. Serin	3. Konforludan Daha Serin
4. Hafif Serin	4. Konforludan Hafif Daha Serin
5. Nötr	5. Konforlu
6. Hafif Ilık	6. Konforludan Hafif Daha Ilık
7. Ilık	7. Konforludan Daha Ilık
8. Sıcak	8. Konforludan Daha Sıcak
9. Çok Sıcak	9. Konforsuz Sıcak

6.1 Termofizyolojik Konfor Özellikleri

Termofizyolojik konforu etkileyen parametreler, çevresel ve kişisel olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir. Çevresel parametreler; hava sıcaklığı, bağıl nem, hava hızı ve ortalama ışıınım sıcaklığıdır. Kişisel parametreler ise insanın hareketlilik düzeyi ve giysilerdir (Kaynaklı vd., 2005). Bu parametrelere göre kumaşların termofizyolojik konfor özellikleri şunlardır: Kumaşların absorbsiyon (nem çekme) özellikleri, kumaşların su buharı geçirgenlik (nem iletim), kumaşların su iticilik ve su geçirmezlik, kumaşların hava geçirgenlik ve kumaşların ısı geçirgenlik özellikleridir.

6.1.1 Kumaşların Absorbsiyon (nem çekme) Özellikleri

Tekstil materyalinin absorbsiyon özelliği; lif cinsine, iplik-kumaş konstrüksiyonuna ve uygulanan terbiye işlemlerine bağlıdır. Stapel ipliklerden yapılan kumaşlar nemi, filament ipliklerden yapılan kumaşlardan daha çabuk absorbe ederler. Gevşek dokulu kumaşlarda nem alma ve verme, sık dokulu kumaşlara göre daha rahat olmaktadır. Kumaşlara uygulanan çeşitli terbiye işlemleri ile nem çekme özelliğini artırmak mümkündür. Günümüzde hidrofob yapıdaki poliester liflerine lif çekimi sırasında veya terbiye işlemleriyle hidrofil özellik kazandırılabilir (Toprakkaya, 1999).

6.1.2 Kumaşların Su Buharı Geçirgenlik (nem iletim) Özellikleri

Kumaş yüzeyi eğer nemliyse insan cildinde kışın soğukluk hissi, yazın ise nemli, yapışkan bir his bırakmaktadır. Bu yüzden mutlaka giysilerin uzun süre ıslak ve nemli olmaması gerekmektedir. Kumaşın hem sıvı hem de su buharı şeklinde olan terin iyi bir şekilde absorbe edebilmesi ve bunları dışarı iletmesi gerekmektedir. Kumaşın içerisinden geçen su buharının hareketi, kumaşın mikroporöz yapısıyla yakından ilgilidir. Bazı araştırmacılara göre su buharı geçirgenliğini etkileyen faktörler şunlardır: Kumaşın yapısı, özellikleri, gördüğü terbiye işlemleri, tekstüre işlemleri, iplik bükümü, lif cinsi, karışımdaki lif tipleri ve mekanik işlemlerdir (Milenković et al., 1999).

Çizelge 6.2’de insan vücudunun farklı fiziksel aktivitelerde oluşan terleme durumu verilmektedir.

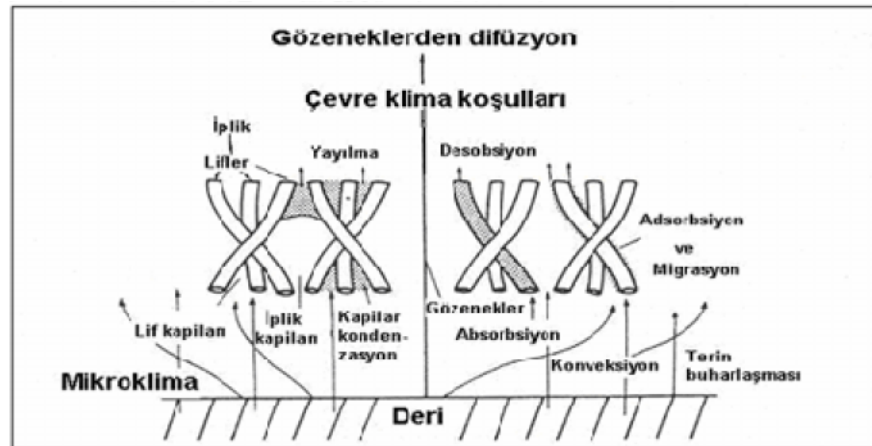
Çizelge 6.2. Fiziksel aktivitelere bağlı olarak oluşan terleme durumu (Toprakkaya, 1999)

Vücut hareketliliği düşük	Yavaş terleme durumu
	Sabit su buharı çıkışı
Vücut hareketliliği orta derecede	Kısmen etkili terleme durumu
	Artan veya inişli çıkışlı ter çıkışı
Vücut hareketliliği yüksek	Etkili terleme durumu
	Sıvı şeklinde terleme

➤ Vücut hareketliliği **düşük** olduğunda, orta derecede çevre ısısı ile insan cildindeki gözeneklerden sabit su buharı şeklinde bir nem transferi gerçekleşmektedir. Terleme yavaş olduğu için bu durum pek hissedilmeyen bir olaydır. Giysinin iyi bir su buharı geçirgenlik değerine ve nefes alabilir özelliğe sahip olması gerekmektedir.

➤ Vücut hareketliliği **orta düzeyde** olduğunda insan hissedilir derecede terleyecektir. Bu durumda derideki ter bezleri sürekli aktive olacak ve bir kısım ter, ter bezi kanallarından ve cilt yüzeyinden buharlaşacaktır. Bu durumda cilt yüzeyinde biriken nemden dolayı mikroklima ortamında huzursuzluk veren bir his oluşmaması için giysinin iyi derecede su buharı geçirgenliğine sahip olması, yüzeyde oluşan teri hızla yapısına alması ve dış çevreye iletmesi gerekmektedir.

➤ Vücut hareketliliği **yüksek düzeyde** olduğunda ise, ter bezi kanallarının çalışması hızlanmakta, sıvı ter hızlı bir şekilde cilt yüzeyine çıkmaktadır. Bu durumda giysinin sadece su buharını değil, sıvı haldeki teri de absorblayabilmesi ve hızla üst tabakalara iletmesi gerekmektedir. Bu sebeple giysi, sıvı tere karşı çok iyi bir tampon etkisine sahip olmalıdır. Mikroliflerden yapılmış tekstillerde nemin ciltten dışarıya iletim mekanizması Şekil 6.1’de gösterilmektedir.



Şekil 6.1. Mikroliflerden yapılmış bir giyside nemin dışarı iletimi (Toprakkaya, 1999)

Adsorbsiyon-migrasyon kavramları, su veya su buharı moleküllerinin lif yüzeyleri boyunca tutunması ve taşınması ile ilgilidir. Bu mekanizmanın iyi

işlemesi; lif cinsi, uygulanan bitim işlemleri ve adsorbsiyona katılan lif yüzeyi büyüklüğü ile ilgilidir. Mikroliflerden yapılmış kumaşlarda ise lif yüzey alanı oldukça fazladır. Kapılar transfer etki, tekstiller için sünger etkisi olarak da bilinmekte olup, suyun ince borucuk veya aralıklar yardımı ile fiziksel olarak yukarıya taşınması olayıdır. Kapılar kanallar ne kadar dar, lifler ve iplikler ne kadar ince ise, o giysinin kapılar taşıma etkisi de o derecede yüksek olmaktadır. Mikroliflerden yapılmış giysiler, çok fazla terleme durumunda diğer klasik liflerden yapılmış tekstillere göre daha iyi nem taşıma ve daha iyi giysi konforu sağlamaktadır. Bu nedenle spor giysilerin, iş kıyafetlerinin ve koruyucu giysilerin yapımında kullanılmaktadırlar (Toprakkaya, 1999; Umbach, 1993b).

Yapılan tez çalışmasında mikrolif dışında yeni bir elyaf türü olan altı kanallı poliester lifleri de kullanılmıştır. Bu iplikler Advansa Firması'ndan temin edilerek daha sonra istenen konstrüksiyonda dokuma kumaş haline getirilmiştir. Bu iplikler yüksek performanslı poliester liflerinden oluşan ve "Coolmax®" adı altında DuPont'un patentli kumaşı olarak üretilmektedir. Bu dört veya altı kanallı lifler, teri kolay buharlaşması için kumaşın iç kısmından dış kısmına doğru taşımakta ve terin burada hızla kurummasını sağlamaktadır (Şekil 6.2).



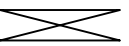
Şekil 6.2. Coolmax kumaşını oluşturan dört kanallı liflerin görünümü (<http://www.coolmax-thermolite.com/coolmax/coolmax.html>, 2008; <http://www.advansa.com>, 2008)

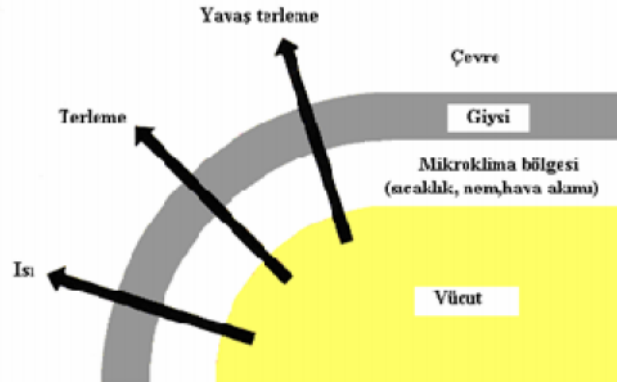
Liflerdeki mikro kanallar life çok değişik özellikler kazandırmaktadır. Başlangıçta profesyonel atletlerin taleplerini karşılamak üzere geliştirilen Coolmax kumaşları günümüzde spor giysilerinden, iç çamaşırlarına, iş giysilerinden hazır giyime kadar serin ve kuru bir konforu ve bakım kolaylığını gerektiren her türlü üründe kullanılmaktadır. Performans testlerinde, Coolmax® ile üretilen giyecekler 10 kat nemi hapsederek daha az ıslak kalmış ve pamuktan iki kat daha hızlı kurumuştur. Kullanım alanları: Tişört, iç giyim, spor giysiler, çoraplar ve yüksek performanslı sportif ürünlerdir (<http://www.coolmax-thermolite.com/coolmax/coolmax.html>, 2008; <http://www.advansa.com>, 2008; (<http://www.karsu.com.tr>, 2008).

6.1.2.1 Mikroklima Bölgesi

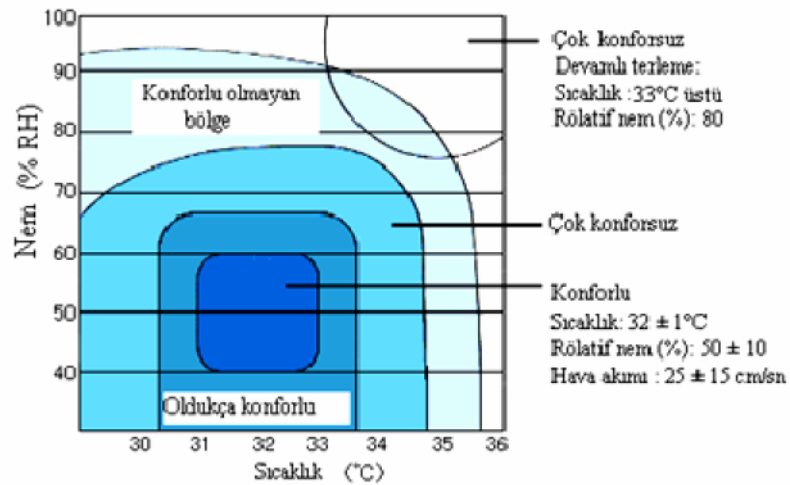
Mikroklima bölgesi, cilt ile giysi arasında bulunan sıcaklık, nem ve hava akımından oluşan mikro boşluklar olarak tanımlanan bölgedir. Çizelge 6.3, Şekil 6.3 ve 6.4’de mikroklima bölgesini etkileyen faktörlere ait şemalar verilmiştir.

Çizelge 6.3. Mikroklima bölgesi ve diğer faktörler
(<http://www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku1.htm>, 2007)

Cildin durumu		Duyulan hisler		Giysi materyali	Uygun giysi modeli
Terleme	Psikolojik	Islaklık	Mikroklima bölgesi	Nem ve ısı iletim özellikleri	Açık çok katlı
Vücut sıcaklığının ayarlanması		Sıcaklık, soğukluk			
Sıkma, daralma hissi	—	Bunaltıcı	Giysinin cilde uyguladığı basınç	Streç giysi yapısı	Gevşek yapılı
Giysi ve cilt arasındaki temas		Cilt teması	Cilt ile giysi arasındaki temasla oluşan hisler	Mikrodeformasyon altında dinamik özellikler	
		Dokunma sırasında sıcak/soğuk hissi		Geçici ısı iletimi durumu	

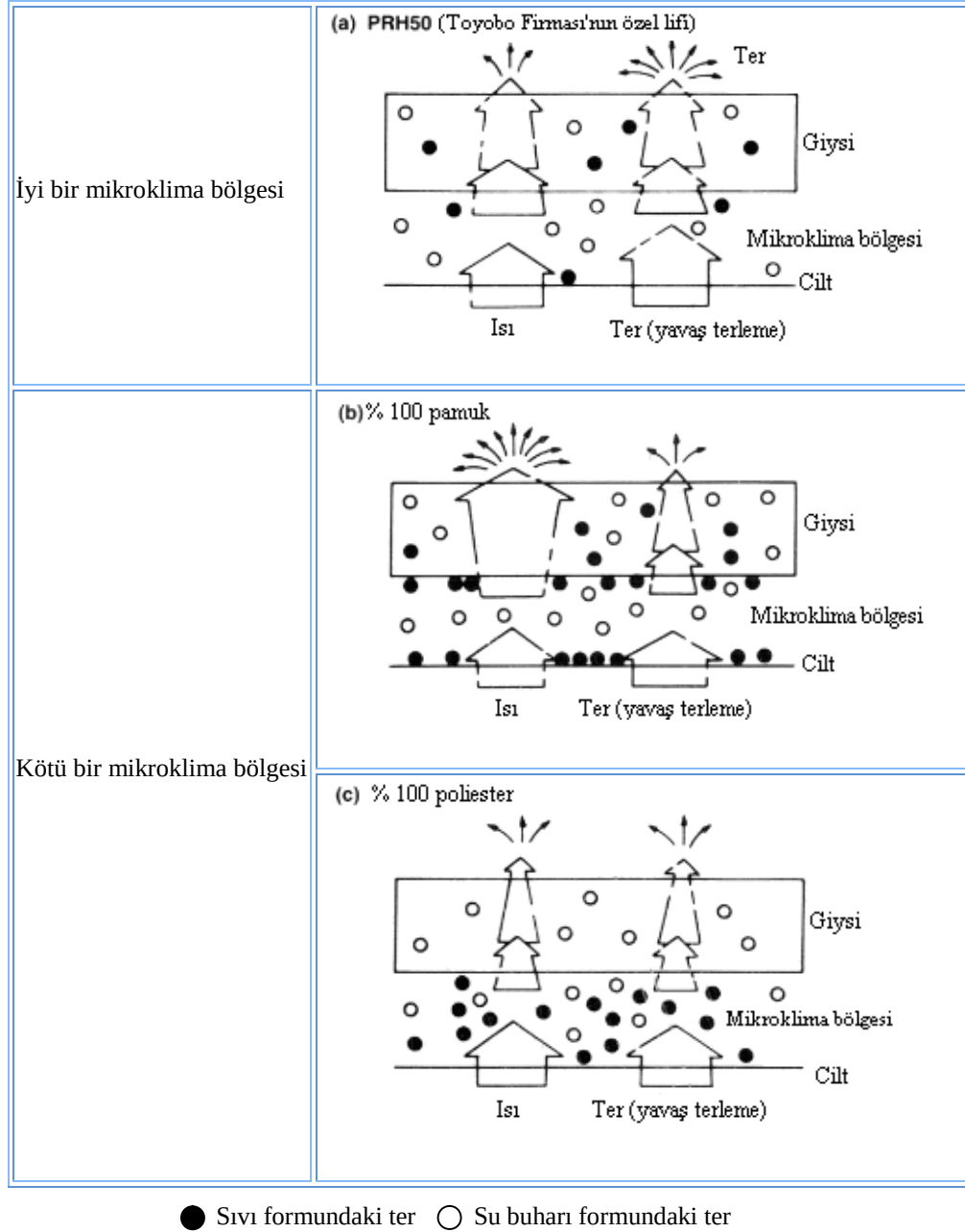


Şekil 6.3. Mikroklima bölgesini etkileyen faktörler
(<http://www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku1.htm>, 2007)



Şekil 6.4. Mikroklima bölgesine ait konfor düzeyleri
(<http://www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku1.htm>, 2007)

Mikroklima bölgesini etkileyen diğer önemli faktör ise, uygun lifin seçilmesidir. Şekil 6.5’de elyaf cinsleri farklı olan çeşitli giysilerin mikroklima bölgesine ait şema görülmektedir. Burada ayrıca hem sıvı hem de su buharı formundaki terin mikroklima bölgesindeki durumu ve iletimleri de görülmektedir.



Şekil 6.5. Farklı liflerin mikroklima bölgeleri
(<http://www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku1.htm>, 2007)

Şekil 6.5 (a)’da görülen özel bir tekstil lifinden yapılan (PRH50) giysi, teri ve nemi iyi bir şekilde absorbe etmekte ve dışarıya vermektedir. Mikroklima bölgesindeki nem miktarı çok düşük olduğundan ciltte konfor hissinin oluşmasını sağlamaktadır. Şekil 6.5 (b)’deki pamuklu kumaş ise, nem ve teri absorbe etmekte

ancak nemi dışarı atamamaktadır. Şekil 6.5 (c)'deki poliester kumaş ise, nemi ve teri absorbe edememekte, ter ve nem mikroklima bölgesinde kalıp dışarı çıkamamaktadır. Özetleyecek olursak; iyi bir mikroklima bölgesi için mutlaka ciltte terleme sonucu oluşan hem sıvı hem de su buharı şeklinde olan terin hızlı bir şekilde dışarı atılmasını sağlayan liflerden üretilen giysilerin tercih edilmesi çok önemlidir (<http://www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku1.htm>, 2007).

6.1.2.2 Giysi İzolasyonu

Giysi izolasyonu, bir giysinin kendi yalıtım değeri ile giysi ve cilt arasında kalan hava tabakasının yalıtım değerlerini içeren ve ısı direnci gösteren bir parametredir. Giysilerin izolasyon değerleri de termofizyolojik konfor açısından çok önem taşımaktadır. Bu değer “clo” birimiyle ifade edilmektedir. Çizelge 6.4’de farklı giysilerin izolasyon değerleri verilmektedir (Weder, 1987).

Çizelge 6.4. Farklı giysilerin izolasyon değerleri (1 clo= 0,155 m²K/W)
(Weder, 1987)

Giysiler	clo değerleri
Çıplak durumda	0
İç çamaşır giymiş halde	0,1
Kısa üst ve alt giysiler	0,3
Üst kısa alt uzun giysi	0,5
Alt ve üst hafif uzun giysi	0,8
Tam elbise giysi	1,0
Tam elbise alt kısım kapalı	1,5
Tam elbise üzerine manto	3,0

6.1.3 Kumaşların Su İticilik ve Su Geçirmezlik Özellikleri

Su itici tekstil mamulü üretmenin yolu, ya hidrofob özellikte lifler kullanmak ya da sonradan mamule su iticilik bitim işlemi uygulamaktır.

Tamamen suyu geçirmeyen bir kumaş elde edilmek istendiğinde, kumaşın yüzeyi bir film tabakasıyla kaplanmaktadır. Fakat kaplama sonrasında su buharı geçişi önlenmekte ve su buharı giysinin iç kısmında yoğunlaşmaktadır. Bu istenmeyen bir durumdur. Kaplanmış kumaşlarda nefes alabilirliği artırmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu konuda ilk ve en eski yaklaşım, polimer film veya kaplama üzerinde mikro gözenekler ve geçiş yolları yaratmaktır. Eğer koruyucu tabakanın dış yüzeyinde gözenek boyutu 2-3 µ veya daha az ise kumaşın su geçirmezlik özelliği genellikle yeterlidir. Bu şekilde bir mikro gözenekli yapı, havayı ve kabul edilebilir oranlarda su buharını geçirebilmektedir. Katı polimer film ve kaplamalarda gözenekli yapı oluşturmak için kullanılan daha

başka yöntemler de bulunmaktadır. Bunlar : Mekanik fibrilasyon, solvent değişimi ve solvent ekstraksiyon yöntemleridir.

6.1.4 Kumaşların Hava Geçirgenlik Özellikleri

Hava geçirgenliği, havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içersinden geçebilme yeteneğini tanımlamaktadır. Aynı zamanda vücut ve giysi arasında kalan havanın dışarı iletilmesi ile de ilgili bir kavramdır. Bu özellik lif, iplik ve kumaş yapısına bağlıdır. Sıkı dokulu bir kumaşta havanın geçişine karşı direnç artmaktadır. İplikleri hacimli hale getiren ve kumaş yüzeyini tüylendiren tipte bitim işlemleri, havayı hapsetmekte ve vücuda sıcaklık sağlamaktadır (Toprakkaya, 1999).

Kumaşın hava geçirgenliği pek çok açıdan konforu etkilemektedir. Öncelikle bir kumaşın mutlaka havaya, suya ve su buharına karşı geçirgenliği olmalıdır. İkinci olarak ise; kumaşın ısı direnci, kumaştaki hapsolmuş havaya dolayısıyla kumaşın yapısına ve hava geçirgenliğine bağlıdır. Yüksek derecede hava geçirgenliğine sahip kumaşlar çok açık kumaş yapısına sahiptirler. Ancak bu kumaşlar bir taraftan moda, boyut stabilitesi, dökümlülük ve tutum gibi estetik faktörleri bünyesinde barındırırken diğer taraftan, fiziksel veya psikolojik yönden bu giysileri kullanan kişilerde konforsuzluk hissi yaratabilmektedirler. Kumaş örneğinin içinden basınçlı hava geçirilerek hava geçirgenliğinin ölçüldüğü aparatlarda iki sistem bulunmaktadır. Birinci sistemde, kumaş örneğinin iki yüzü arasındaki basınç farkı sabit tutularak, örneğin içinden geçen hava akışından faydalanılarak hava geçirgenliği bulunmaktadır. İkinci sistemde ise, kumaşın içinden geçen havanın hızı sabit tutulmakta ve kumaşın her iki yüzü arasında oluşan basınç farkı ölçülmektedir (Milenković et al., 1999).

Lifli yapıları, düzgün olmayan bir yerleşim ve kolayca deforme olabilmek özelliklerinden ötürü, tekstil materyallerinin içersinden akışkan akımı oldukça kompleks bir olaydır. Paraşüt ve deniz kıyafetlerinin performansı, filtrasyon verimliliği, vücuttaki nemin dışarıya taşınması, giysi konforu, ısı izolasyon özellikleri, yaş işlemler esnasında flottenin penetrasyonu ve kurutma etkinliği gibi kritik kumaş özellikleri temel olarak akışkan geçirgenliğinden etkilenmektedir.

Kumaşlardaki hava akımı göz önüne alındığında, kumaş gözeneklerinin yani iplikler arasındaki makro boşluklar ile lifler arasındaki mikro boşlukların büyüklüğü, şekli ve dağılımı büyük önem taşımaktadır. Farklı büyüklükte gözeneklere sahip bir materyalden hava akımı geçerken, havanın daha ziyade en

büyük gözenekleri tercih edeceği akılda tutulmalıdır. Kumaş kalınlığı ve uygulanan basınç farkı da diğer önemli parametrelerdir. Bir kumaşın kalınlığı boyunca oluşan basınç değişimi, viskozite, öz kütle, akışkan akım hızı ve gözenekliliğin bir fonksiyonudur. Kumaş gözenekleri yani havanın geçeceği alan ne kadar küçükse, hava akımına karşı direnç de o kadar büyük olacaktır. Bu durumda gözeneklilik azaldıkça, kumaş içerisinden geçen hava miktarı da azalmaktadır.

Doku şekli ipliklerin kesişimini ve dolayısıyla kumaştaki serbest alanları etkilediğinden hava geçirgenliği üzerinde etkisi bulunmaktadır. Sıklık hava geçirgenliğinde etkili diğer önemli faktördür. Kumaşlarda sıklık arttıkça havanın geçmesine karşı olan direnç de artmaktadır. Gevşek dokulu ve ince iplikli kumaşların hava geçirgenliği fazladır. Kalın ipliklerden oluşan ve bağlantıları arasında daha küçük boşlukları olan sıkı yapıdaki kumaşlar hava geçişini sınırlamaktadırlar (Çay, 2005).

6.1.5 Kumaşların Isı Geçirgenlik Özellikleri

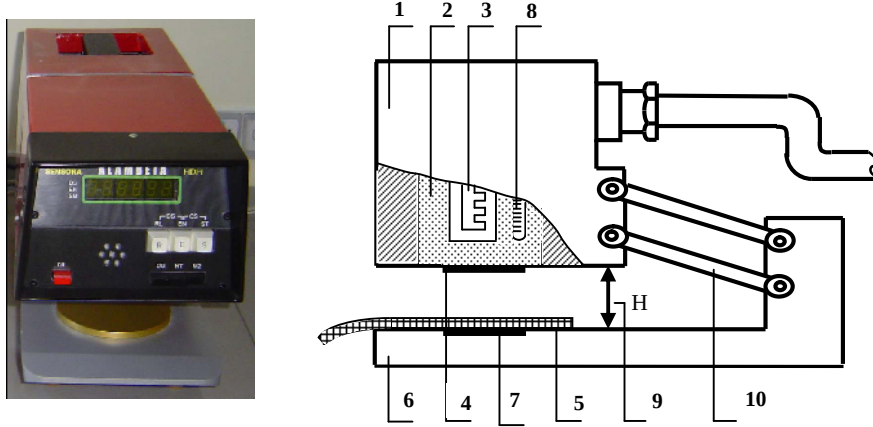
Isı geçirgenliği, ısının belli bir kumaş alanından geçiş hızıdır. Isı geçirgenliği üzerine yapılan bir araştırmada, belirli bir ağırlıktaki kumaşın ısı geçirgenlik özelliğinin kalınlıkla bağlantılı olarak arttığı, ağırlık arttıkça azaldığı görülmüştür. Kumaşların ısı iletkenliğini etkileyen diğer faktörler şunlardır : Lifin ısı iletkenliği, lifin veya ipliğin ısı etkisiyle eriyebilirliği, kumaş yapısının hava akımını tutma yeteneği, kumaş kalınlığı ya da katları, hava geçirgenliği düşük veya yüksek liflerle, dolayısıyla ipliklerle yapılan kombinasyon, lif, iplik ve kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri, kumaşlara uygulanan kaplamalar ve havanın nemi (Toprakkaya, 1999).

6.2 Termofizyolojik Konfor Testleri ve Kullanılan Cihazlar

6.2.1 Isıl Konfor Özelliklerinin Ölçümü

Çek Cumhuriyeti'nde geliştirilen ALAMBETA cihazı, tekstil materyallerinin ısı konfor özelliklerini ölçmektedir (Şekil 6.6). Kuru insan derisini taklit eden bu cihazın prensibi, farklı sıcaklıkları hassas şekilde algılayabilen metal bloklara yerleştirilmiş direkt ultra-ince ısı akım sensörlerine dayanmaktadır. Kumaş örneği, iki ölçüm plakasının arasına yerleştirilmektedir. Alt ve üst plakanın sıcaklıkları farklıdır. Üst plaka el sıcaklığında (32°C) iken, alt

plaka oda sıcaklığındadır (23°C). Bu iki plaka arasındaki sıcaklık farklılığından dolayı test edilen kumaş içerisinde geçen ısı akışının zamana bağlı olarak akış eğrileri çıkartılmaktadır (Güneşoğlu ve Meriç, 2005).



Şekil 6.6. ALAMBETA cihazının yapısı

(1: ölçüm kafası, 2: bakır blok, 3: elektrikli ısıtıcı, 4: ısı iletim sensörü, 5: ölçüm numunesi, 6: aletin gövdesi, 7: sensör, 8: rezistans, 9: ölçüm kafasını kaldırma mekanizması (Güneşoğlu ve Meriç, 2005))

ALAMBETA cihazında ölçülen parametreler:

1- Isı akışı (q): Bir alan içinden belirli bir zamanda geçen toplam ısı akışıdır. Alambeta’da kumaştan geçen maksimum ısı akışı (q_{max}) ölçülmektedir. Kumaş ve insan vücudu arasındaki (temas sırasında) ısı akışın maksimum değeridir.

$$q_{max} = b(t_2 - t_1)/(\pi\tau)^{1/2} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

b : Isıl soğurganlık ($Ws^{1/2}/m^2K$)

t_2 : Ortam sıcaklığı (°K), t_1 : Vücut sıcaklığı (°K)

τ : Kumaş ve vücut arasındaki ısı teması sırasındaki süre (sn)

2- Isı direnci (R): Materyalin ısı akışına karşı gösterdiği direnç olup, ısı iletkenliğiyle ters orantılıdır.

$$R = h / \lambda \text{ (m}^2K/W\text{) formülü ile gösterilir}$$

$$q = \Delta t / R_{\text{toplam ısı direnci}} \text{ (Hes, 1999; Araujo, 2005).}$$

3- Isı iletkenliği (λ): Bir materyalden birim kalınlıkta, 1°K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir.

$$\lambda = q \cdot h / \Delta T \text{ (W/m K) formülü ile gösterilir.}$$

$$q = \text{Isı akış miktarı (W/m}^2\text{)}, \Delta T = \text{Sıcaklık farkı (K)}, h = \text{Kumaş kalınlığı (m)}$$

Havanın, kumaşın ve suyun ısı iletkenlik değerleri; $\lambda_{\text{hava}} < \lambda_{\text{kumaş}} < \lambda_{\text{su}}$ şeklinde sıralanmaktadır.

$$\lambda_{\text{hava}} = 0,026, \lambda_{\text{kumaş}} = 0,03_{(\text{doğal lifler})} - 0,1_{(\text{sentetikler})}, \lambda_{\text{su}} = 0,6$$

4- Isıl soğurganlık (b): Farklı sıcaklıktaki iki materyal birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışıdır. Bazı kaynaklarda sıcak-soğuk hissi (warm-cool feeling) olarak da adlandırılmaktadır (Marmaralı vd., 2006a).

$$b = (\lambda \rho c)^{-1/2} [\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}], \rho = \text{yoğunluk (kg m}^{-3}\text{)}, c = \text{özellik ısı (J/kg K)}$$

Kuru kumaşların ısı soğurganlık değerleri 20-300 ($\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$) arasında değişmektedir. Bir kumaşın ısı soğurganlık değeri arttıkça “daha soğuk” his vermektedir (Güneşoğlu ve Meriç, 2005).

5-Isı yayılımı (a): Tekstil materyalinden geçen ısının yayılım hızıdır.

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

Alambeta cihazından başka ISO 5085 standardına göre kumaşların ısı direncini ve ısı iletkenliğini ölçen farklı cihazlar bulunmaktadır (http://www.kod.vslib.cz/laboratore/Comfort/komfort_eng.html, 2007).

6.2.2 Hava Geçirgenliğinin Ölçümü

Textest Firması’nın hava geçirgenliği cihazı olan FX 3300 cihazında bir giysi, kesilmeden dairesel algılayıcı tutucular (diskler) arasına yerleştirilerek ölçülebilmektedir (Şekil 6.7). Ölçümlerin bu şekilde büyük parçalar şeklinde yapılmasını sağlamak için tutucu ve cihaz gövdesi arasında yeterince mesafe bulunmaktadır. Ölçüme başlarken ilk önce hava emme tertibatı çalıştırılır, deney numunesinin belirli alanı içerisinde geçirilen hava akımı kademeli olarak artırılarak kumaşın iki yüzü arasında deney için belirtilen basınç farkına

erişilinceye kadar buna devam edilir. Genellikle elbiselik kumaşlar için 100 Pa, sanayide kullanılan kumaşlar için 200 Pa olacak şekilde ayarlanır. Kumaş içerisinden geçen hava miktarı dm^3 olarak kaydedilir. Hava akım süresi en az 1 dk olmalıdır. Kumaşa uygun hava basıncı cihaz üzerindeki skaladan ayarlanmakta, test sonuçları $\text{l/m}^2/\text{sn}$ cinsinden alınmaktadır.



Şekil 6.7. FX 3300 hava geçirgenliği cihazı

(TEXTTEST Firması'nın Air Permeability Tester FX 3300 Labotester III kataloğu, 2008)

Kumaşın hava geçirgenliği (R), mm/s olarak $R = \frac{M_v}{A} \times 167$ formülü ile hesaplanır. Burada;

M_v : Hava akım miktarının aritmetik ortalaması, dm^3/dk

A: Deneye tabi tutulan kumaş alanı, cm^2

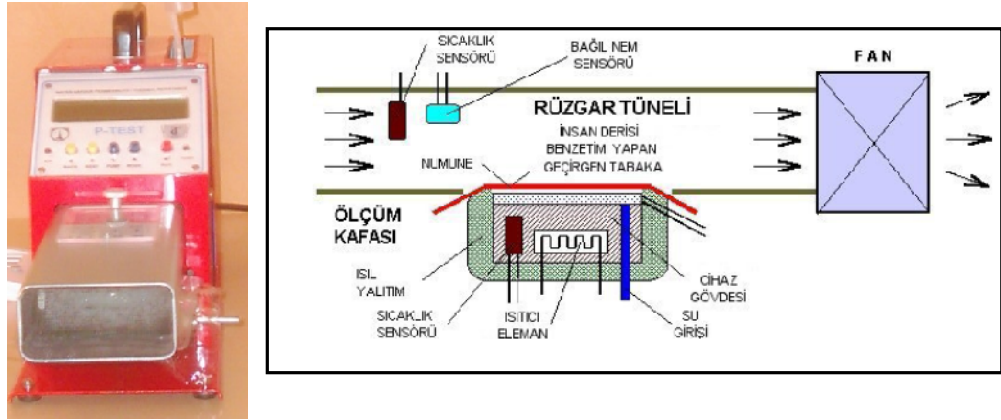
167: $\text{dm}^3/\text{cm}^2/\text{dk}$ biriminin mm/s birimine çevrilmesi için sabit sayıdır (Özdil, 2003; TEXTTEST Firması'nın Air Permeability Tester FX 3300 Labotester III kataloğu, 2008).

Bu cihazdan başka ČSN EN ISO 9237 standardına göre ölçüm yapan farklı hava geçirgenlik cihazları bulunmaktadır

(http://www.kod.vslib.cz/laboratore/Comfort/komfort_eng.html, 2007).

6.2.3 Su Buharı Geçirgenliğinin Ölçümü

Çek Cumhuriyeti'nde geliştirilen PERMETEST cihazı, kuru ve yaş insan cildi simule edilerek yapılmıştır. Şekil 6.8'de gösterilen cilt modeli olarak isimlendirilen bu cihaz kumaşların su buharı geçirgenliğini ölçmektedir.



Şekil 6.8. PERMETEST cihazının yapısı (Hes, 2004; Marmaralı vd., 2006a)

Cihaz çalıştıktan sonra, kumaş numunesi yerleştirilmeden önce ısı akış değeri olan “ q_0 ” kaydedilmektedir. Sonra numunenin yerleştirileceği bölge nemlendirilmekte, numune yerleştirilmekte ve altına yarı geçirgen selofan konulmaktadır. Aktif eğimli yüzeyden dışarı çıkan buharlaşma ısılarının miktarı özel entegre bir sistemle ölçülmektedir. Böylelikle ikinci akış değeri “ q_s ” kaydedilmektedir. Buradan bağıl su buharı geçirgenliği (P) hesaplanmaktadır. Cihaz ayrıca materyalin su buharı geçişine karşı dayanımını da (Ret) ölçmektedir.

$$P = 100 (q_v / q_0) [\%]$$

$$q_v = \text{Numunenin ölçümü sırasında elde edilen ısı akışı (W/m}^2\text{)}$$

$$q_0 = \text{Numunesiz ölçüm sırasında elde edilen ısı akışı (W/m}^2\text{)}$$

$$R_{et} = (P_m - P_a)(q_v^{-1} - q_0^{-1}) \text{ [m}^2\text{Pa/W]}$$

$$P_m = T_a \text{ çevre sıcaklığı için pascal cinsinden doymuş kısmi su buharı basıncı}$$

$$P_a = T_a \text{ çevre sıcaklığı için pascal cinsinden laboratuvaradaki gerçek kısmi su buharı basıncı (Hes, 2004; Marmaralı vd., 2006a).}$$

Bazı giysilerin su buharı geçirgenliklerine ait Çizelge 6.5’de verilmiştir.

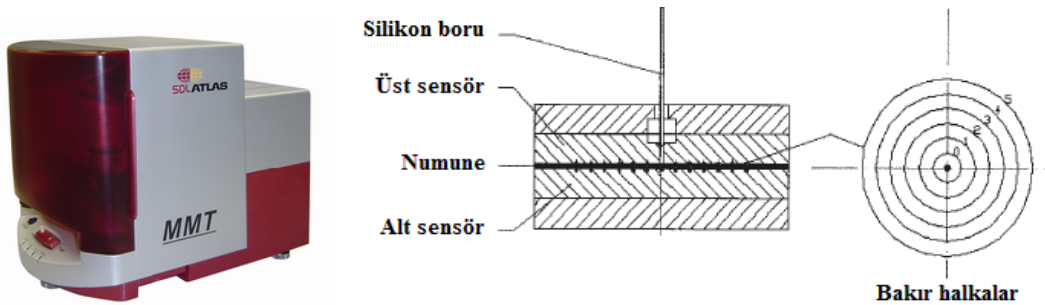
Çizelge 6.5. Farklı giysilerin su buharı geçirgenlik değerleri (Hes, 2005)

Giysiler	Su buharı geçirgenliği [P, (%)]
Kışlık montlar	3-5
Denim kumaşlar	12-45
Goretex’in laminasyonlu kumaşları	15-20
Erkek gömlekleri	45-55

Bu cihazdan başka su buharı geçirgenliğini ölçen farklı cihazlar bulunmaktadır (http://www.kod.vslib.cz/laboratore/Comfort/komfort_eng.html, 2007).

6.2.4 Nem İletim Özelliklerinin Ölçümü

Hong Kong Polytecnic Üniversitesi ve SDL ATLAS Firması'nın ortak çalışmaları sonucu geliştirilen MMT (Moisture Management Tester) cihazı, kumaşın iç ve dış yüzeyindeki nem çekme oranı, iç yüzeyden dış yüzeye tek yönlü taşınım kabiliyeti ve nem yayılma oranı gibi dokuma ve örme kumaşların dinamik nem transfer özelliklerini ölçmektedir. Bilgisayara bağlı bu cihaz, özel bir software programına sahip olup yaptığı ölçümleri çizelge halinde kullanıcıya verebilmektedir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. MMT cihazının görünümü ve sensörlerin pozisyonları
(SDL ATLAS Firması'nın MMT cihazına ait_katalogu, 2008)

Test edilecek kumaştan beşer adet 8×8 cm boyutunda numuneler kesilmektedir. Cihaz ve software programı çalıştırıldıktan sonra iki sensör arasına numune yerleştirilmektedir. Ölçüm sırasında silikon kablonun içinde bulunan NaCl çözeltisi belirli bir süreyle numunenin üzerine damlamaktadır. Ölçüm 120 sn kadar devam etmektedir. Numunelerin ölçümü tamamlandığında; ıslanma süresi, sıvı emilim oranı, maksimum ıslanma yarıçapı, sıvı yayılma hızı, biriktirici tek yönlü taşınım kapasitesi ve kapsamlı nem kontrol kapasitesi gibi parametrelerin sonuçları hem grafik hem de rakamsal değer olarak kaydedilmektedir (SDL ATLAS Firması'nın MMT cihazına ait katalogu, 2008; Yao et al., 2006).

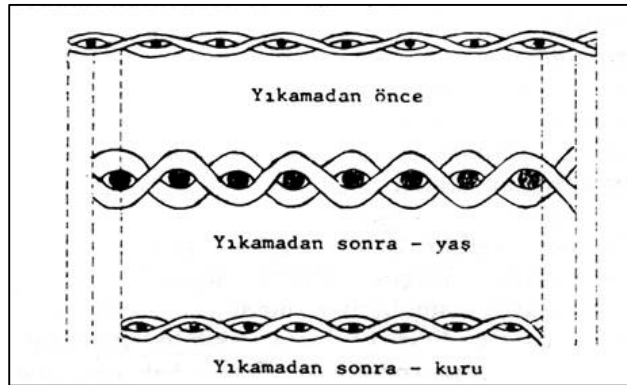
7. BURUŞMAZLIK ve SU, YAĞ ve KİR İTİCİLİK BİTİM İŞLEMLERİ

7.1 Buruşmazlık Bitim İşlemleri

Selüloz, rejenere selüloz ve sentetik/selüloz karışımından oluşan tekstil kumaşları yıkama, kurutma ve kullanım sırasında çok fazla buruşma eğilimi göstermektedir. Buruşmazlık işlemi, bu kumaşların buruşmaya karşı dayanımını geliştirme işlemidir (Kittinaovarut, 1998).

Pamuk, keten ve viskon gibi selülozik liflerin temel karakteristikleri şişme, çekme ve buruşmadır. Sentetik liflerden yapılan tekstil malzemeleri ise selülozik malzemelerden farklı olarak buruşmaya ve çekmeye karşı dirençlidir (Andrews, 1992).

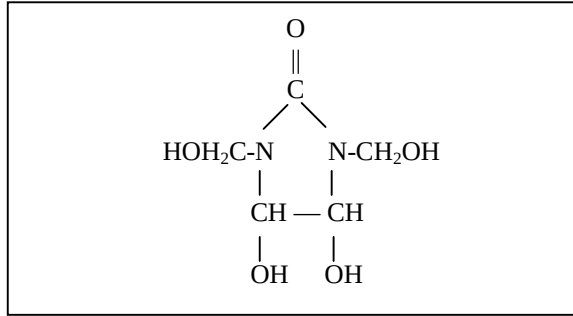
Selüloz esaslı kumaşların çekmesinin ve buruşmasının esas nedenlerinden söz etmek gerekirse bu konu selülozun kimyasal yapısıyla ilgilidir. Su ve kimyasal maddeler amorf bölgeye nüfuz ederek oradaki makromoleküllerle reaksiyona girmektedir. Lif eksenine paralel bulunan fibrillerin arasındaki boşluklara giren su molekülleri liflerin ve ipliğin kesitinin şişmesine yol açmaktadır. Daha sonra yapılan kurutma işlemiyle birlikte kumaş çekme ve büzülme davranışı göstermektedir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Suyun nüfuzu sonucu ipliklerin kesitinin şişmesi ve çekmesi (Çoban, 1999)

Buruşmanın nedeni ise şöyle açıklanmaktadır: Lifi oluşturan lif elementleri yani kristalitler, mikrofibriller ve makrofibriller lif içerisinde bir denge halindedir. Herhangi bir kuvvet etki ettirildiğinde lif elementleri birbirine göre kayarak yeni bir denge meydana getirirler ve yeni yan bağlar oluştururlar. Dengeyi bozan kuvvet ortadan kalktığında ise denge eski haline dönemediğinden malzeme buruşmaktadır (Tarakçıoğlu, 1979).

Günümüzde en çok kullanılan maddeler reaktan tip buruşmazlık maddeleridir. Modifiye edilmiş dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU), selüloz makromolekülleriyle reaksiyona girerek lif elementleri arasında köprü bağları oluşturup lif elementlerinin hareketliliğini kısıtlamaktadırlar (Şekil 7.2). Selülozun yapısındaki serbest hidroksil (OH) grubu ile yapılan kovalent bağ sağlam olduğundan elde edilen etki yıkamaya karşı da dayanıklıdır. DMDHEU'nun yanında katalizatör olarak magnezyum klorür ve amonyum klorür kullanılmaktadır (Mock, 1997; Haug, 1992; Çoban, 1999).



Şekil 7.2. DMDHEU reçinesi (Çoban, 1999)

7.2 Su, Yağ ve Kir İticilik Bitim İşlemleri

Su iticilik işleminin esası, ipliklerin yüzeyinde ince hidrofob bir zar oluşturmaktır. Kumaşın gözenekleri kapanmadığı için deri solunumu ve ter nakli de olumsuz biçimde etkilenmemektedir (Tarakçıoğlu, 1979).

Su iticilik etkisinin sağlanması ilk olarak; hayvan derileri, balina yağları, kürk ve katran gibi maddelerin kullanımı ile başlamıştır. Daha sonra vulkanize kauçuk ile kaplama yapılmak suretiyle su geçirmez özellik sağlanmıştır. (http://www.snaipex.com/a_new_dimension_to_textiles.htm, 2006).

İyi bir su iticilik etkisi sağlamada ;

- kumaş yapısının ince kapırlı, düzgün yüzeyli, sıkı dokulu olması, kumaşı oluşturan liflerin şişme özelliğinin düşük olması,
- çalışma sırasında ortamda gerek kumaştan, gerekse flotteden gelebilecek bazik maddeler, yüzey gerilimini düşürücü tensidler veya hidrofil madde artıklarının bulunmaması,
- kullanılan su itici maddenin oldukça yüksek ıslanma açısına (α) sahip olması gerekmektedir (Çoban, 1999).

Su iticilikte sınır yüzey gerilim kuvvetlerinin denge durumu ve su damlasının kumaş yüzeyindeki konumu Şekil 7.3’de gösterilmektedir. Katı bir yüzeye damlatılan küresel su damlasının yayılması: Katı-hava, katı-sıvı ve sıvı-hava arabirim yüzeylerinin yüzey gerilimlerine ve damlayla katı arasındaki α açısına bağlıdır. Tüm bu nicelikler Young eşitliği ile açıklanabilmektedir :

Young Denklemi :

$$\cos(\alpha) = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}}$$

γ_{SV} : Kumaşın havaya karşı üst yüzey gerilimi

γ_{LV} : Suyun havaya karşı üst yüzey gerilimi

γ_{SL} : Kumaşın suya karşı üst yüzey gerilimi



Şekil 7.3. Yüzey gerilim kuvvetlerinin denge durumu (Pociute et al., 2003)

$\alpha \leq 90^\circ$ olduğunda kumaş su damlasını emer, yani hidrofildir. $\alpha \geq 90^\circ$ olduğunda ise kumaş su damlasını emmemekte, su itici etki göstermektedir (Şekil 7.3) (Pociute et al., 2003).

Su iticilik bitim işlemlerinde kullanılan maddeler; florkarbon bileşikleri, metal sabunu, zirkonyum içeren parafin emülsiyonları, reçine oluşturan su iticilik maddeleri ve organik silisyum bileşikleridir.

Kir iticilik bitim işlemlerinde kullanılan kimyasal maddeler; yıkama sırasında açılıp, şişme etkisi göstererek kirin kumaştan daha kolay çıkmasını, uzaklaşmasını sağladıkları gibi, flottedeki kirin yeniden kumaşa yapışıp yıkama sırasında grileşme etkisinin meydana gelmesini de önleyebilmektedirler. Kullanılan en önemli maddeler florkarbon bileşikleridir.

Florkarbon bileşiklerinin etkili ve çok yönlü itici özelliği, flor atomunun karbon ile yaptığı bağın yapısından ileri gelmektedir. C-F bağının uzunluğu (1,35 Å), C-C bağına göre (1,54 Å) daha kısa olduğu için florlanmış alkil gruplarının hareketliliği daha düşüktür. Gerek C-F bağının kısıllığı, gerekse flor atomunun polarize olabilme yeteneğinin az oluşu sebebiyle, C-F bağlarının reaksiyona girme isteği ve yeteneği düşüktür. Bu durum, perfloralkil bileşiklerinin çok düşük üst yüzey gerilim değerlerine sahip olmaları sonucunu doğurmaktadır. Dolayısıyla perfloralkil bileşikler aktarılmış olan katı bir cismin kritik üst yüzey gerilimi iyice düşmektedir. Florkarbon bileşikler; her türlü sıvı, emülsiyon ve kuru yağmırsı kirlere karşı itici etkiye sahiptir (Şekil 7.4).

gelmektedir. Nano teknolojiler, bir taraftan bilinen ürün ve prosesler için teknik, ekonomik ve ekolojik parametrelerde bir performans artışı ifade ederken, diğer taraftan da mevcut teknolojilerin geliştirilmesiyle üretilen yeni ürünleri ve uygulama alanlarını ifade etmektedir (Dağ, 2006).

Nano-teknolojinin temel uygulama alanları; nano-elektrik, nano-optik, nano-üretim, nano-biyoteknoloji ve nano-kimyadır. Tekstilde materyallere farklı özellikler kazandırmak amacıyla nano ürünler uygulanmaktadır. Örnek olarak, çorap ipliğinin gümüş nanoparçacıkları ile katkılanması, bakteri ve mikrop barınmasını engelleyeceğinden, kokması önlenmiş olacaktır. Esnek ve yıkanabilen nanosensörlerin ve aygıtların kumaş içerisine aktarılmasıyla, kullanılan giysiler yeni boyutlar kazanacak; elbise artık görececek, duyacak, hissedecek, komut verecek ve enerji üretecek hale gelecektir (<http://www.nano.org.tr>, 2009; Bayındır, 2006).

Yeni askeri üniformalara kamuflajı desteklemek üzere renk değiştirme, faz değiştiren malzemeler ile kırık durumunda destek vazifesi görececek biçimde sıkışma, yapay kas geliştirme v.b. gibi özellikler kazandırılmaktadır. Nanosensör iliştirilmiş kumaşlar, askerin vücut sinyallerini tıp merkezine iletmekte, kumaştaki entegre iletişim ekipmanları ile yaralı askerin sağlık bilgileri ve konumunu merkeze bildirerek müdahale hızını artırmaktadır (<http://www.tekstilisveren.org/content/view/335/42/>, 2008).

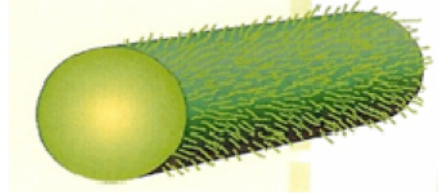
Nano parçacıklarını tekstil yüzeylerine uygulamada spre, transfer baskı, yıkama, çektirme, emdirme gibi teknikler kullanılmakta olup, su, yağ ve kir iticilik, buruşmazlık, antibakteriyel, antistatik, güç tutuşurluk, UV koruyuculuk, renk değiştirebilme gibi özellikler kazandırılmaktadır (Göcek vd., 2007).

Yeni geliştirilen nanofonksiyonel glioksal çapraz bağlama maddeleriyle selülozik kumaşlara buruşmazlık özelliği kazandırılmaktadır. Bu ürünün kumaşa aplat edilmesi sonucu lifin şişme yeteneği düşmektedir. Ancak lifin hidrofil özelliği korunmaktadır (Şekil 7.6).



Şekil 7.6. Lif üzerinde Nano ürün-1'in yerleşimi
(Rudolf Duraner Firması'nın Teknik Bülteni, 2007)

Nanomoleküler yapıda florokarbon polimeri ile % 100 selülozik ve selüloz/sentetik karışımlarına iyi yıkama ve kuru temizleme dayanıklılığına sahip su, kir ve yağ iticilik etkileri kazandırmaktadır. Sağlanan etki yıkama ve kuru temizlemeye dayanıklıdır.

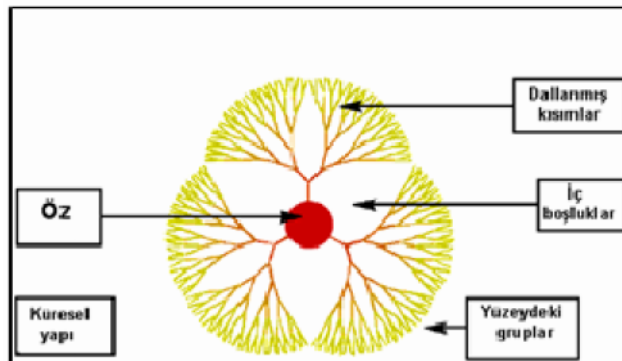


Şekil 7.7. Lif üzerinde Nano ürün-2'nin yerleşimi
(Rudolf Duraner Firması'nın Teknik Bülteni, 2007)

Uygulamada emdirme yöntemine göre 40-80 g/l Nano ürün-2 % 70-90 A_F ile kurutma ve kondenzasyon yapılmaktadır (Şekil 7.7). Ünlü spor giysi markaları, mayo üretimlerinde köpek balığının derisini taklit ederek sürüklenmeyi önleyen, suda daha hızlı kaymayı sağlayan, sürtünme kuvvetlerini azaltıcı süper streç kumaşlardan yapılan mayolar geliştirmişlerdir. Eller ve ayaklar haricinde tüm vücudu saran bu streç mayolar en çok olimpiyatlarda yüzücüler tarafından tercih edilmektedir (Rudolf Duraner Firması'nın Teknik Bülteni, 2007; <http://swimming-faster.com>, 2008).

7.3.2 Dendrimerlerin Kullanımı

Polimer kimyası için yeni bir konu olan dendrimerler, çok fazla dallanmış monomerlerden oluşan bir yapıdır. Dendrimer sentezinde reaksiyonlar basamaklar halinde yürümektedir. Her seferinde dallanmış yapı büyümektedir. Her dendrimerde multifonksiyonel öz molekül ile fonksiyonel bölge arasında dendritik bağ bulunmaktadır. Burada esas molekül “jenerasyon 0” olarak adlandırılır. Bundan sonra oluşan her jenerasyon 1,2,3 diye devam etmektedir (Şekil 7.8) (http://www.polychem.mat.ethz.ch/research/spherical_dendrimers, 2009).



Şekil 7.8. Dendrimerin yapısı (<http://www.ninger.com/dendrimer>, 2009)

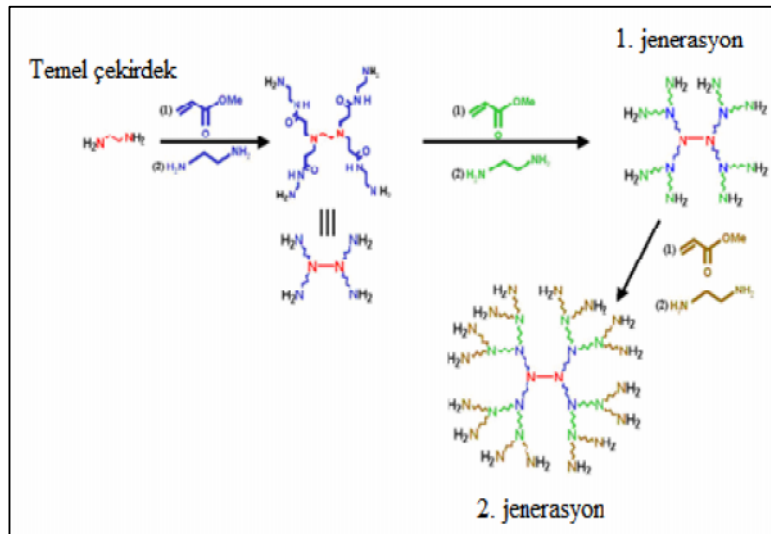
Dendrimer sentezi iki şekildedir:

1) **Ayrırma Metodu:** Molekül, özden kenarlara doğru toplanma eğilimi göstermektedir.

2) **Birleşen Metot:** Sentez, dıştan başlar ve özde son bulur.

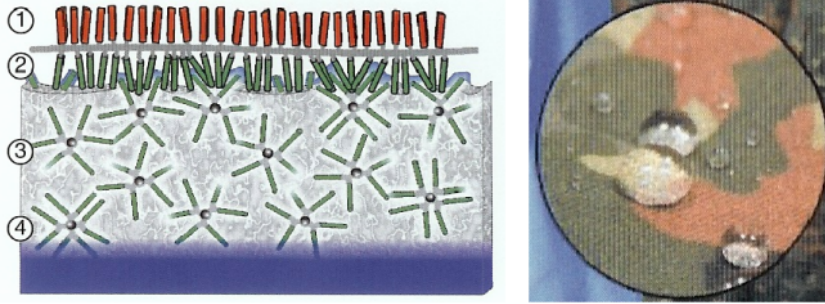
İki yöntemin de ortak özelliği, basamak reaksiyonu gereksinimini duymaları ve fonksiyonel grupların değişimi ile yeni jenerasyonun oluşmasıdır. Dendrimerlerdeki jenerasyon, öz molekülün dallarındaki boşluk üniteleri kullanılarak arttırılabilmektedir. Böylelikle küresel olarak büyüeyebilen dendrimerler çok farklı özelliklere sahip olmaktadır. Dendrimerlerde bağ yapan bölgenin kısıtlı uzunluğundan dolayı küçük moleküler büyüklükler gözlenmektedir, ancak küresel şekilden dolayı yüksek moleküler ağırlıklara ulaşılabilir. Farklı yüzey fonksiyonuna sahip olan dendrimerler: Gen transferine yardımcı madde, biyolojik önemi olan misafir maddeler için ev sahibi modeli olarak, anti-kanser maddesi ve katalitik etki sağlayan maddeler olarak kullanılmaktadırlar (<http://kyky.essortment.com/whatisdendrimersnz.htm>, 2008).

Yıldız şeklindeki dallanmış polimerler olan dendrimerler, tekstil yüzeylerine su ve yağ iticilik etkileri kazandırmaktadır. Klasik sistemlerde kullanılan düz zincir yapılı polimerlerin tersine, dendrimerler kullanılmaktadır. Bunlar, nano boyutlarda kristal yapılar oluşturmaktadırlar. Tekstil mamulü üzerinde yıkama ve aşınmaya karşı yüksek derecede dayanıklı su iticilik etkileri sağlayan esnek nano-yapılar oluşmaktadır (Şekil 7.9) (<http://www.ninger.com/dendrimer>, 2009).



Şekil 7.9. Dendrimerin oluşumu ve büyümesi
(<http://www.ninger.com/dendrimer>, 2009)

Dendrimerler, teknik ve tıbbi alanlarda kullanılan koruyucu giysiler ile otomotiv, dekoratif ve mimari alanlarda kullanılan tekstil materyallerine uygulanarak, bu materyallere su, kir ve yağ iticilik etkileri kazandırmaktadır. Bu ürün, yağmur ve kar gibi dış etkenlerle, yağlı kirlere karşı koruyucu etki sağlamaktadır (Şekil 7.10).



Şekil 7.10. Dendrimer ürünün tekstil yüzeyinde yerleşimi

(1. Florkarbon zincirleri, 2. Hidrokarbon zincirleri, 3. Dendrimerler, 4. Tekstil yüzeyi,

((Rudolf Duraner Firması'nın Teknik Bülteni, 2007)

Şekil 7.10'da da görüldüğü gibi iki nano-bileşenin kombinasyonu ile sinerji ortaya çıkmaktadır. Nano yapıda bir hidrokarbon matriks içinde aşırı dallanmış dendrimerler içeren bu florkarbon apre maddesinin uygulanış şekli Çizelge 7.1'de verilmiştir. Klasik ürünlerle işlem gören mamullerin tersine, bu ürünle işlem gören mamuller yumuşak tutuma sahip olmaktadır (Rudolf Duraner Firması'nın Teknik Bülteni, 2007).

Çizelge 7.1. Dendrimer ürünün uygulanış şekli

Reçete	İşlem
30-50 g/l Dendrimer ürün	Emdirme (A_F : % 60-80)
0,5-1 g/l Asetik asit (pH=5-5,5)	Kurutma : Normal şartlarda
	Kondenzasyon : 160°C; 1-2 dk
	%100 pamuklu veya pamuk-sentetik karışımı kumaşlarda kullanılabilir.

8. MATERİYAL VE YÖNTEM

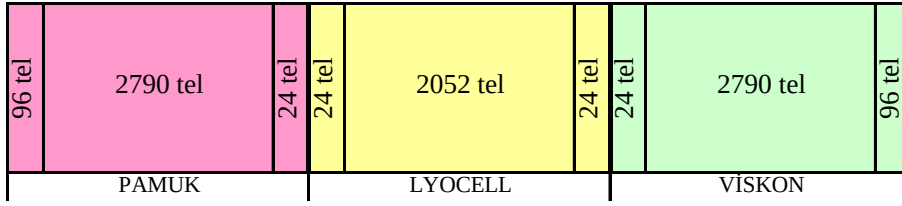
8.1 Kullanılan İplikler ve Kumaşlar

Bu tez çalışmasında öncelikle termofizyolojik konfor özellikleri incelenecek elyaf tipi ve kumaşlar saptanmıştır. Buna göre Çizelge 8.1’de üretilen dokuma kumaşların üretim planı, kumaş kodları ve gramajlar verilmiştir.

Çizelge 8.1. Dokuma kumaş üretim planı, kumaşların kodları ve gramajları

Kod	Doku tipi	Çözümlü materyali	Atkı Materyali	Kumaş kodu	Gramaj (gr/m ²)
1	Dimi 3/1	Pamuk	Pamuk	CO/CO	140
2	Dimi 3/1	Lyocell	Pamuk	LY/CO	141
3	Dimi 3/1	Viskon	Pamuk	CV/CO	145
4	Dimi 3/1	Pamuk	Lyocell	CO/LY	140
5	Dimi 3/1	Lyocell	Lyocell	LY/LY	140
6	Dimi 3/1	Viskon	Lyocell	CV/LY	144
7	Dimi 3/1	Pamuk	Viskon	CO/CV	144
8	Dimi 3/1	Lyocell	Viskon	LY/CV	146
9	Dimi 3/1	Viskon	Viskon	CV/CV	156
10	Dimi 3/1	Pamuk	Dairesel Kesitli Poliester	CO/CPES	149
11	Dimi 3/1	Lyocell	Dairesel Kesitli Poliester	LY/CPES	151
12	Dimi 3/1	Viskon	Dairesel Kesitli Poliester	CV/CPES	152
13	Dimi 3/1	Pamuk	Altı Kanallı Poliester	CO/HPES	150
14	Dimi 3/1	Lyocell	Altı Kanallı Poliester	LY/HPES	151
15	Dimi 3/1	Viskon	Altı Kanallı Poliester	CV/HPES	152
16	Dimi 3/1	Pamuk	Mikro Poliester	CO/MPES	150
17	Dimi 3/1	Lyocell	Mikro Poliester	LY/MPES	150
18	Dimi 3/1	Viskon	Mikro Poliester	CV/MPES	156
19	Dimi 3/1	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester	CPES/CPES	149
20	Dimi 3/1	Altı Kanallı Poliester	Dairesel Kesitli Poliester	HPES/CPES	155
21	Dimi 3/1	Mikro Poliester	Dairesel Kesitli Poliester	MPES/CPES	154

Çizelge 8.1’de gösterilen dokuma kumaş üretim planına göre öncelikle iki ayrı çözgü levendi hazırlanmıştır. Birinci çözgü levendi; pamuk, lyocell, viskon ipliklerinden ikinci çözgü levendi ise; yuvarlak kesitli poliester, enine kesiti altı kanallı poliester ve mikrolif poliester ipliklerinden oluşmaktadır. Örneğin; CO/CPES olarak kodlanan kumaşın tene değmeyen (dış) yüzeyinde ağırlıklı olarak pamuk oranı fazla iken, bu kumaşın arka yüzeyinde yani tene değen (iç) yüzeyinde ise ağırlıklı olarak poliester oranı fazladır. Şekil 8.1 ve 8.2’de ipliklerin çözgü leventlerine yerleşimleri gösterilmiştir.



Şekil 8.1. Doğal ve rejenere selüloz ipliklerin çözgü levendine yerleşimi



Şekil 8.2. Sentetik ipliklerin çözgü levendine yerleşimi

Belirlenen dokuma kumaş üretim planına göre hem % 100, hem de karışım kumaşlar dokunmuştur. Karışım oranları birim alandaki çözgü ve atkı tel sayılarına göre 60/40 olarak hesaplanmış ve üretilmiştir. Hesaplamalar şu şekilde yapılmıştır:

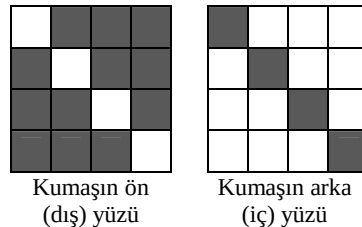
$$\text{Çözgü oranı (\%)} = (\text{Çözgü tel sayısı} \times 100) / (\text{Çözgü} + \text{atkı tel sayısı}) = (48 \times 100) / 79 = \% 60$$

$$\text{Atkı oranı (\%)} = (\text{Atkı tel sayısı} \times 100) / (\text{Çözgü} + \text{atkı tel sayısı}) = (31 \times 100) / 79 = \% 40$$

21 farklı tipte üretilen tüm kumaşların dokuma konstrüksiyonlarına ait şu parametreler sabit tutulmuştur:

- Doku tipi: 3/1 dimi
- Çözgü ve atkı iplik numaraları: 36 Ne (167 dtex)
- Sıklıklar; Çözgü: 48 tel/cm Atkı: 31 tel/cm
- İplik büküm katsayısı: $\alpha_e = 3,7$

Seçilen doku tipi dimi 3/1 S olup doku raporu Şekil 8.3’de gösterilmiştir.



Şekil 8.3. Dimi 3/1 S doku raporu

Bu dokuma planının oluşturulmasındaki temel amaç, hem doğal ve rejenere selüloz liflerinin hem de sentetik liflerin farklı bitim işlemleri sonrasında termofizyolojik konfor özelliklerini incelemek ve sonuçları birbiriyle

karşılaştırmaktır. Gömleklik kumaş üretimine yönelik bu çalışmada, pamukla diğer rejenere selüloz liflerinin karşılaştırılması, konvansiyonel yuvarlak kesitli poliester lifleriyle yeni çok kanallı poliester ve mikroliflerin konfor özelliklerinin birbiriyle kıyaslanması amaçlanmıştır. Bu yüzden iplikler temin edilirken hem numara hem de büküm katsayıları hepsinde eşit tutulmuştur. Ayrıca kumaşların dokunması sırasında çözgü ve atkı sıklıkları da sabit tutulmuştur.

Seçilen pamuk, lyocell ve viskon ipliklerin numaraları Ne 36/1, konvansiyonel poliester, altı kanallı poliester ve mikro poliester ipliklerin 167 dtex'tir. Bu iplik numaralarının tercih edilmesinin nedeni, piyasada bulunabilen birbirine en yakın doğal ve sentetik iplik incelik değeri olmasından ve gömleklik konstrüksiyona uygunluğudur. Çizelge 8.2'de kullanılan pamuk, viskon ve lyocell ipliklerin, Çizelge 8.3'de ise kullanılan sentetik ipliklerin özellikleri verilmektedir.

Çizelge 8.2. Kullanılan selülozik ipliklerin özellikleri

İplik cinsi	İplik No (Ne)	Büküm (α_e)
Pamuk	36/1	3,7
Lyocell	36/1	3,7
Viskon	36/1	3,7

Çizelge 8.3. Kullanılan sentetik ipliklerin özellikleri

İplik cinsi	İplik No(dtex)	Filament Sayısı	Punta (Adet/mt)
Dairesel Kesitli Poliester	167	48	110
Altı Kanallı Poliester	167	48	105
Mikro Poliester	167	288	96

8.2 Kullanılan Kimyasal ve Yardımcı Maddeler

Knittex Fel	: Modifiye edilmiş DMDHEU esaslı reaktif çapraz bağlayıcı
Knittex Catalyst Mo	: Asidik katalizatör ($MgCl_2$)
Megasoft jet-LF	: Fonksiyonel polisiloksan ve yağ asidi amino amid emülsiyonu
Oleophobol 7713	: Florkarbon dispersiyonu
Ruco-Nanolink Com	: Nanofonksiyonel glioksal esaslı çapraz bağlayıcı
Ruco-Nanofin Isn	: Nanopolimerik silikon bileşiği

Rucostar EEE : Nano yapıda bir hidrokarbon matriks içinde aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon apre maddesi

Asetik asit (CH_3COOH) : Sıvı formda % 60'lık (Smyras)

Magnezyum klorür (MgCl_2) : Granül formunda (Kimetsan)

8.3 Kullanılan Cihaz ve Makineler

Pamuk, lyocell ve viskon iplikler bobin haşıl makinesinde modifiye polivinilalkol ile haşılandıktan sonra, numune çözgü makinesinde levende sarılmıştır. Kumaşlar, Sulzer- Ruti marka mekikçikli dokuma makinesinde dokunmuştur. Dairesel kesitli poliester, altı kanallı poliester ve mikro poliester ipliklerin çözgüsü Benninger Bentronic marka konik çözgü makinesinde çekilmiş, çözgü halinde Rotal marka haşıl makinesinde polivinilalkol ile haşıllanmıştır. İplikler çözgü levendine sarıldıktan sonra bu levent dokuma kısmına gönderilmiştir. Burada, Somet-Excel marka esnek kancalı armürlü dokuma makinesinde kumaşlar dokunmuştur.

Bitim işlemlerinde kullanılan aplikasyon cihazı: Rapid P-A1 marka laboratuar tipi dikey fulard

Kurutma ve kondenzasyon makinesi: ATAÇ GK4 marka laboratuar tipi kurutucu

FTIR ölçüm cihazı: Perkin Elmer Spectrum 100 model

8.4 Yöntem

Dokunan tüm kumaşların ön terbiye işlemleri Söktaş A.Ş. Firması'nda yapılmıştır. Burada hem haşıl maddesi uzaklaştırma işlemi yapılmış hem de sentetik ve selüloz/sentetik karışım kumaşlara termofiksaj işlemi yapılmıştır. Sentetik kumaşlar haşıl maddesinin uzaklaştırılması için, 1gr/l noniyonik yıkama maddesiyle 60°C'de, 30 dk yıkanmış ve ardından durulanmıştır. Pamuk, viskon ve lyocell kumaşlara ise 3 g/l yıkama maddesi emdirildikten sonra iki saat bekletme yapılmış ve sonrasında durulanmıştır. Poliester içeren kumaşlara yıkama sonrası ramözde termofiksaj (180°C'de) ve avanslı kurutma yapılmıştır. Ön terbiye işlemleri tamamlanan kumaşlara emdirme ve transfer yöntemi ile farklı bitim işlem maddeleri applike edilmiştir.

Uygulanan bitim işlemleri

Fonksiyonel gömleklik kumaş üretimi için bitim işlemleri kapsamında yapılan esas denemeler iki aşamadan oluşmaktadır. Klasik ve nano yumuşatıcı, su-y yağ itici ve buruşmazlık maddeleri ile ilk aşamada konvansiyonel emdirme yöntemiyle, ikinci aşamada ise ilk defa denenen transfer yöntemiyle aplikasyonlar için deney planı oluşturulmuştur. Bu plana göre; emdirme ve transfer yöntemiyle hem klasik ürünler hem de yeni geliştirilen nano teknolojik ürünler kumaşlara applike edilmişlerdir.

➤ Emdirme yöntemiyle yapılan aplikasyonlar

Emdirme yöntemiyle yapılan deneysel çalışmalarda, farklı kombine reçetelerle klasik ve nano ürünlerin performansları karşılaştırılmış ve madde konsantrasyonunun etkisi incelenmiştir. Tüm deney numuneleri Rapid P-A1 (2004) marka dikey fulardda gerçekleştirilmiştir. Ardından ATAÇ GK4 marka laboratuar tipi ramözde kurutulmuş ve kondenzasyon işlemi yapılmıştır. Denemelerde iki farklı madde tipiyle çalışılmıştır. Klasik ve nano ürünlerin kullanıldığı çalışmalarda su-y yağ iticilik, buruşmazlık işlemi ve yumuşatma işlemleri uygulanmıştır. Çizelge 8.4 ve 8.5’de, klasik ve nano ürünlerle yapılan işlemlerde kullanılan maddeler, uygulanan reçeteler, konsantrasyonlar ve kodlar verilmektedir.

Çizelge 8.4. Kullanılan kimyasal maddelerin yapıları

Reçete tipi	Madde tipi	Maddenin yapısı
KLASİK Ürünler	Buruşmazlık maddesi	Modifiye dimetiloldihidroksietilen üre (DMDHEU)
	Katalizatör	Asidik katalizör ($MgCl_2$)
	Yumuşatıcı	Mikro silikon emülsiyonu
	Su ve yağ itici madde	Florkarbon maddesi
NANO Ürünler	Buruşmazlık maddesi	Nanofonksiyonel glioksal çapraz bağlama maddesi
	Katalizatör	Magnezyum klorür ($MgCl_2$)
	Yumuşatıcı	Nanopolimerik silikon bileşiği
	Su ve yağ itici madde	Nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon maddesi

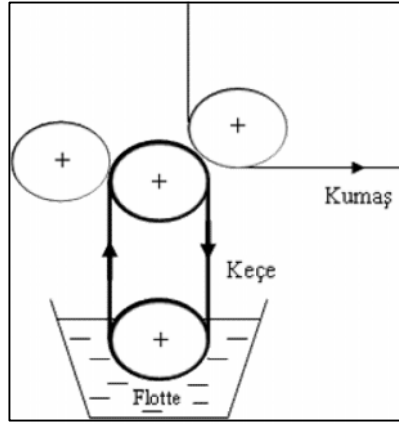
Çizelge 8.5. Emdirme yöntemiyle yapılan denemelerde uygulanan reçeteler ve kodlar

REÇETELER	Kodlar			
Klasik ürünlerin bulunduğu kombine reçeteler	A1	A2	A3	A4
Modifiye DMDHEU	60 g/l	60 g/l	80 g/l	80 g/l
Katalizatör- $MgCl_2$	12 g/l	12 g/l	15 g/l	15 g/l
Mikro silikon emülsiyonu	10 g/l	10 g/l	10 g/l	10 g/l
Florkarbon maddesi	60 g/l	80 g/l	60 g/l	80 g/l
Nano ürünlerin bulunduğu kombine reçeteler	B1	B2	B3	B4
Nanofonksiyonel glioksal çapraz bağlama maddesi	60 g/l	60 g/l	80 g/l	80 g/l
Katalizatör- $MgCl_2$	12 g/l	12 g/l	15 g/l	15 g/l
Nanopolimerik silikon bileşiği	10 g/l	10 g/l	10 g/l	10 g/l
Nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon maddesi	60 g/l	80 g/l	60 g/l	80 g/l
Emdirme uygulamasının çalışma şartları :	pH: 4-5 (Asetik asit ile) A _F = % 70-75 Kurutma : 110°C – 2 dk Kondenzasyon : 150°C - 5 dk			

➤ **Transfer yöntemiyle yapılan uygulamalar**

Schoeller firmasının ürettiği 3XDRY kumaşlarında nanoteknoloji ile üretilmiş kimyasallar kullanılarak çabuk kuruma ve nefes alabilme özelliği kazandırılmaktadır. Burada kaplama veya baskı yöntemiyle kumaşın tek yüzüne aktarma yapılmaktadır (<http://www.3xdry.com>, 2008). Bu tez çalışmasında ise, kumaşa tek yüze aktarma transfer yöntemiyle denenerek çabuk kuruma etkisi incelenmektedir.

Transfer yöntemiyle yapılan deneysel çalışmalarda, farklı kombine reçetelerle klasik ve nano ürünlerin performansları karşılaştırılmış ve madde konsantrasyonunun etkisi incelenmiştir. Bu yöntemde öncelikle hidrofil bir kumaş, A_F % 110–130 olacak şekilde Rapid marka dikey fulardda emdirilip sıkılmaktadır. Daha sonra bu yaş kumaşla esas deney numunesi (kuru) üst üste getirilip sandviç şeklinde fularddan geçirilmektedir. Böylelikle flotte sadece esas deney numunesinin tek yüzüne aktarılmış olup, A_F = % 25-30 olmaktadır. Burada tarafımızca ilk defa denenen transfer tekniği ile sadece tek yüze uygulamayla üretilen gömleklik kumaşlardaki çabuk kuruma etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla bitim işlem maddeleri, kumaşın dış tarafı olan tene değmeyen kısmına aktarılmıştır. Bu tez çalışmasında laboratuvar denemeleri yapılan transfer tekniğinin keçe sistemi ile işletmelerde kolayca uygulanabileceği düşünülmektedir (Şekil 8.4).



Şekil 8.4. Transfer yönteminin şematik görünümü

Transfer yönteminde fularddan $A_F = \% 25-30$ ile geçirilen numuneler daha sonra ATAÇ GK4 marka laboratuvar tipi ramözde kurutulmuş ve kondenzasyon yapılmıştır. Denemelerde iki farklı madde tipiyle çalışılmıştır. Klasik ve nano ürünlerin kullanıldığı çalışmalarda su-yağ iticilik, buruşmazlık işlemi ve yumuşatma işlemleri uygulanmıştır. Çizelge 8.6’da, klasik ve nano ürünlerle yapılan işlemlerde kullanılan maddeler, uygulanan reçeteler, konsantrasyonlar ve kodlar verilmiştir.

Çizelge 8.6. Transfer yöntemiyle yapılan denemelerde uygulanan reçeteler ve kodlar

REÇETELER	Kodlar			
Klasik ürünlerin bulunduğu kombine reçeteler	TA1	TA2	TA3	TA4
Modifiye DMDHEU	150 g/l	150 g/l	200 g/l	200 g/l
Katalizatör- $MgCl_2$	30 g/l	30 g/l	38 g/l	38 g/l
Mikro silikon emülsiyonu	25 g/l	25 g/l	25 g/l	25 g/l
Florkarbon maddesi	150 g/l	200 g/l	150 g/l	200 g/l
Nano ürünlerin bulunduğu kombine reçeteler	TB1	TB2	TB3	TB4
Nanofonksiyonel glioksal çapraz bağlama maddesi	150 g/l	150 g/l	200 g/l	200 g/l
Katalizatör- $MgCl_2$	30 g/l	30 g/l	38 g/l	38 g/l
Nanopolimerik silikon bileşiği	25 g/l	25 g/l	25 g/l	25 g/l
Nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon maddesi	150 g/l	200 g/l	150 g/l	200 g/l
Transfer aplikasyonun çalışma şartları :	pH: 4-5 (Asetik asit ile) $A_F = \% 25-30$ Kurutma : $110^{\circ}C - 1\ dk$ Kondenzasyon : $150^{\circ}C - 5\ dk$			

Madde konsantrasyonları, A_F değeri azaldığı için artmıştır. Emdirme yönteminde verilen madde konsantrasyonları A_F : $\% 70-75$ ’e göre belirlenmişti. Transfer yönteminde ise; emdirmede kullanılan madde konsantrasyonları, $A_F = \% 25-30$ olacak şekilde yeniden hesaplanarak belirlenmiştir.

8.5 Yapılan Testler

Laboratuvar koşullarında kondüsyonlanan tüm deney numunelerine aşağıdaki testler yapılmıştır.

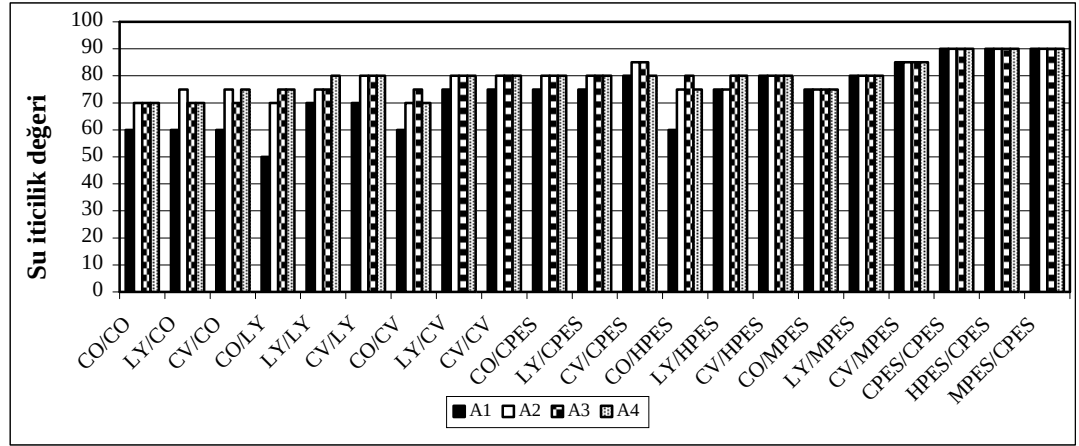
Çizelge 8.7. Tez kapsamında yapılan testler

Yapılan Testler	Standart No	Test Cihazı
Su İticilik	AATCC 22-1996	James Heal marka Sprey test cihazı
Yağ İticilik	AATCC 118-1997	-----
Buruşmazlık Açısının Tayini	DIN 53890	-----
Isıl Konfor Testi	ISO EN 31092	ALAMBETA
Hava Geçirgenliği	ISO 9237-1995	FX 3300
Bağıl Su Buharı Geçirgenliği	ISO 11092-1993	PERMETEST
Nem İletimi	-----	MMT (Moisture Management Tester)

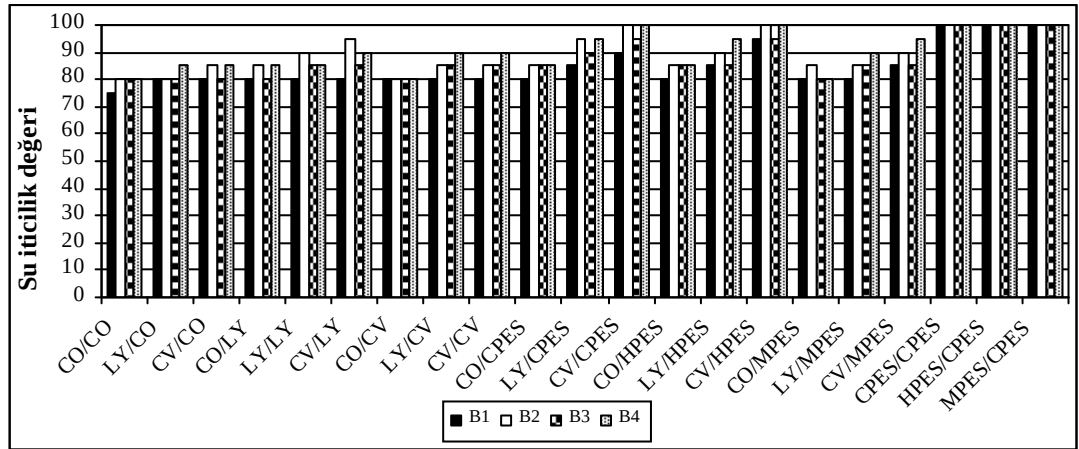
9. BULGULAR

9.1 Su İticilik Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Emdirme aplikasyonundan sonra deney numunelerinin su iticilik testleri, Sprey test cihazında yapılmıştır. Şekil 9.1’de klasik ürünlerin, Şekil 9.2’de ise nano ürünlerin olduğu kombine reçetelerle yapılan deneyler sonrasında numunelerin su iticilik değerleri verilmiştir.



Şekil 9.1. Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (emdirme aplikasyonu)

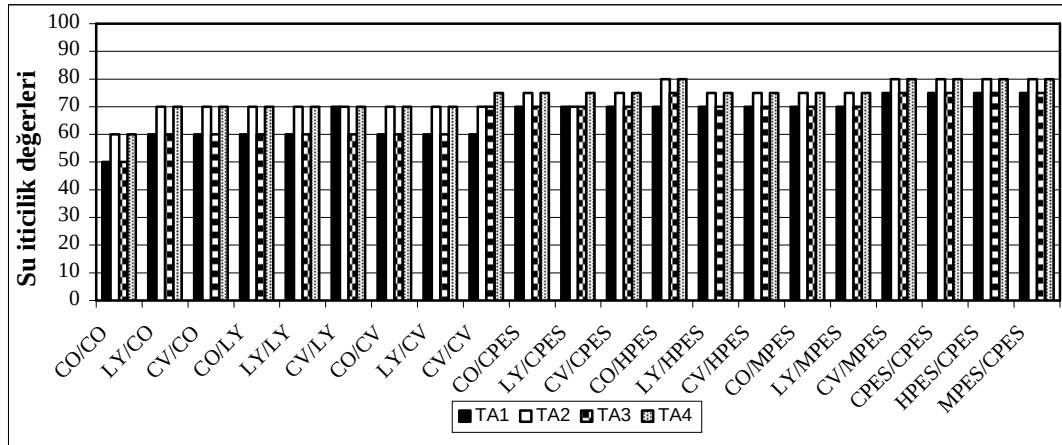


Şekil 9.2. Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (emdirme aplikasyonu)

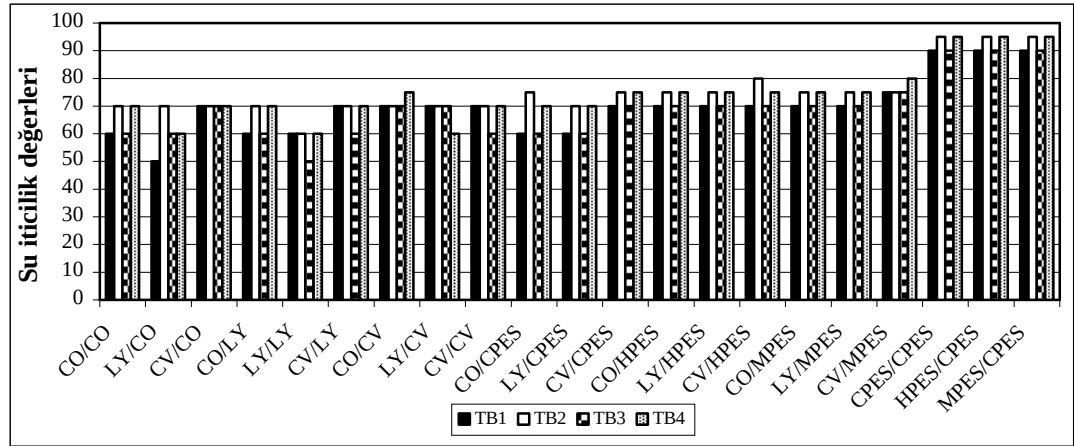
Şekil 9.1’de de görüldüğü gibi klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri özellikle % 100 sentetik ve sentetik/selüloz karışımı kumaşlarda daha yüksek (10–15 puan kadar) çıkmıştır. % 100 selülozik kumaşlarda ve selüloz/selüloz karışımlarda ise, florkarbon maddesinin konsantrasyonu arttıkça (A2 ve A4 reçeteleri-80 g/l’de) etki de artmıştır. Şekil 9.2’deki nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri, genel olarak klasik ürünlerle işlem

görmüş kumaşlara göre yaklaşık 10 puan kadar fazladır. Yine aynı şekilde sentetik/sentetik karışımlarda ve % 100 sentetik kumaşlarda bu artış daha açık bir şekilde görülmektedir. Ayrıca nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon maddesinin konsantrasyonu arttıkça (B2 ve B4 reçeteleri- 80 g/l'de) su iticilik değerleri daha çok artmıştır. Elde edilen sonuçlara göre nano tipi ürünlerle işlem sonrası su itici özellik klasik florkarbon bileşiğine göre daha etkilidir. Bunun, nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon maddesinin çok geniş yüzey alanına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca klasik sistemlerde kullanılan düz zincir yapıları polimerlerin tersine yıldız şeklindeki dallanmış polimerler olan dendrimerler, kendi kendine oryante olabilme kapasitesine sahiptirler. Tekstil mamulü üzerine uygulandıktan sonra başlatılan nano boyuttaki karmaşık kristalizasyon işlemleri, bunların etkinliklerinin ortaya çıkmasında büyük rol oynamaktadır.

Transfer aplikasyonundan sonra deney numunelerinin su iticilik testleri, Sprey test cihazında yapılmıştır. Şekil 9.3 ve 9.4'de klasik ve nano ürünlerin olduğu kombine reçetelerle yapılan deneyler sonrasında numunelerin su iticilik değerleri verilmiştir.



Şekil 9.3. Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (transfer aplikasyonu)



Şekil 9.4. Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerleri (transfer aplikasyonu)

Şekil 9.3’de klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik değerlerinin, özellikle % 100 sentetik ve sentetik/selüloz karışımı kumaşlarda daha yüksek çıktığı görülmektedir. % 100 selülozik kumaşlarda ve selüloz/selüloz karışımlarda ise, florkarbon maddesinin konsantrasyonu arttıkça (TA2 ve TA4 reçeteleri-80 g/l’de) etki de artmıştır. Aynı eğilim, Şekil 9.4’deki nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların su iticilik sonuçlarında da görülmektedir. Burada da nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon maddesinin konsantrasyonu arttıkça (TB2 ve TB4 reçeteleri- 80 g/l’de) su iticilik değerleri de artmıştır. Ancak % 100 yuvarlak PES ve sentetik/sentetik karışım kumaşlarda nano ürünlerin su iticilik performansları, klasik ürünlerinkinden yaklaşık 10–15 puan kadar daha yüksek çıkmıştır. Özetleyecek olursak; aynı kumaşlara hem emdirme hem de transfer yönteminin uygulandığı denemeler sonucunda emdirme yöntemiyle elde edilen su iticilik etkisi daha iyi çıkmıştır. İki farklı aplikasyon ve iki farklı ürün grubunun denendiği çalışmalarda bu farklı ürünlerin hem performansları hem de madde konsantrasyonları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Tüm elde edilen sonuçlar; nano tipi ürünlerle işlem sonrası su itici özelliğin, klasik florkarbon bileşiğine göre daha etkili çıktığını göstermiştir. Ayrıca en iyi su iticilik etkisine, % 100 sentetik ve sentetik/selüloz karışımı kumaşlarda ve yüksek madde konsantrasyonunda (80 g/l) ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren florkarbon bileşiklerinden oluşan nano ürünlerde içerdiği dendrimerlerden dolayı, nano boyutlarda kristal yapılar oluşmaktadır. Hem florkarbon hem de dendrimerlerden oluşan bu iki nano-bileşenin kombinasyonuyla ortaya çıkan sinerji, sistemin toplam veriminin artmasını sağlamaktadır ve klasik bitim işlemi gören mamullerin tersine, bu ürünle işlem gören mamullerin su iticilik performansı daha yüksektir.

9.2 Yağ İticilik Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Emdirme uygulamasında klasik ürünlerin olduğu kombine reçetelerle yapılan deneyler sonrasında numunelerin yağ iticilik değerleri Çizelge 9.1’de görülmektedir. Testler sonucunda nano ürünlerin yağ iticilik özellikleri tespit edilmemiştir.

Çizelge 9.1. Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların yağ iticilik değerleri (emdirme uygulaması)

Kumaşlar	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri
CO/CO	A1	5	A2	5	A3	4	A4	5
LY/CO	A1	4	A2	5	A3	4	A4	5
CV/CO	A1	4	A2	5	A3	4	A4	5
CO/LY	A1	4	A2	5	A3	4	A4	5
LY/LY	A1	5	A2	5	A3	4	A4	5
CV/LY	A1	5	A2	5	A3	4	A4	5
CO/CV	A1	5	A2	5	A3	4	A4	5
LY/CV	A1	4	A2	5	A3	5	A4	5
CV/CV	A1	5	A2	5	A3	5	A4	5
CO/CPES	A1	4	A2	5	A3	5	A4	5
LY/CPES	A1	5	A2	5	A3	5	A4	5
CV/CPES	A1	5	A2	5	A3	5	A4	5
CO/HPES	A1	4	A2	5	A3	5	A4	5
LY/HPES	A1	5	A2	5	A3	5	A4	5
CV/HPES	A1	5	A2	5	A3	5	A4	6
CO/MPES	A1	4	A2	5	A3	5	A4	5
LY/MPES	A1	4	A2	5	A3	5	A4	5
CV/MPES	A1	5	A2	5	A3	5	A4	5
CPES/CPES	A1	6	A2	6	A3	6	A4	7
HPES/CPES	A1	6	A2	6	A3	6	A4	7
MPES/CPES	A1	6	A2	6	A3	6	A4	7

Çizelge 9.1’de görüldüğü gibi klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların yağ iticilik değerleri, sentetik/sentetik karışımlarda ve % 100 sentetik kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Florkarbon konsantrasyonunun artışıyla (A2 ve A4 reçeteleri-80 g/l’de) etki de 1 puan artmıştır.

Transfer uygulamasında klasik ürünlerin olduğu kombine reçetelerle yapılan deneyler sonrasında numunelerin yağ iticilik değerleri Çizelge 9.2’de

görülmektedir. Uygulanan deney yöntemiyle nano ürünlerin yağ iticilik özellikleri bulunmadığı saptanmıştır.

Çizelge 9.2. Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların yağ iticilik değerleri (transfer uygulaması)

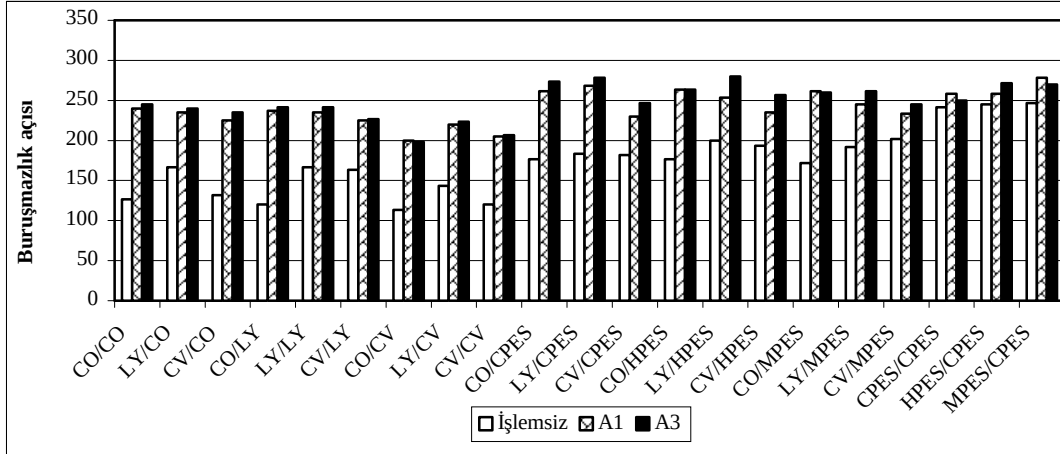
Kumaşlar	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri	İşlem kodu	Yağ iticilik değeri
CO/CO	TA1	4	TA2	5	TA3	4	TA4	5
LY/CO	TA1	4	TA2	5	TA3	4	TA4	5
CV/CO	TA1	4	TA2	5	TA3	4	TA4	5
CO/LY	TA1	3	TA2	3	TA3	3	TA4	3
LY/LY	TA1	3	TA2	3	TA3	3	TA4	3
CV/LY	TA1	3	TA2	3	TA3	3	TA4	3
CO/CV	TA1	4	TA2	4	TA3	4	TA4	4
LY/CV	TA1	4	TA2	4	TA3	4	TA4	4
CV/CV	TA1	4	TA2	4	TA3	4	TA4	4
CO/CPES	TA1	5	TA2	5	TA3	5	TA4	5
LY/CPES	TA1	5	TA2	5	TA3	5	TA4	5
CV/CPES	TA1	5	TA2	5	TA3	5	TA4	5
CO/HPES	TA1	3	TA2	3	TA3	3	TA4	3
LY/HPES	TA1	3	TA2	3	TA3	3	TA4	3
CV/HPES	TA1	3	TA2	3	TA3	3	TA4	3
CO/MPES	TA1	3	TA2	3	TA3	4	TA4	4
LY/MPES	TA1	3	TA2	3	TA3	4	TA4	4
CV/MPES	TA1	3	TA2	3	TA3	4	TA4	4
CPES/CPES	TA1	7	TA2	7	TA3	7	TA4	7
HPES/CPES	TA1	7	TA2	7	TA3	7	TA4	7
MPES/CPES	TA1	7	TA2	7	TA3	7	TA4	7

Çizelge 9.2’de görüldüğü gibi klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşlar arasında en yüksek yağ iticilik değerleri, sentetik/sentetik karışım kumaşlarla uygulamalar sonucunda elde edilmiştir. Diğer kumaşların yağ iticilik etkileri arasında fazla bir farklılık görülmemekle birlikte, madde konsantrasyonunun artışı etkiyi fazla değiştirmemiştir. Yağ iticilik performansı emdirme yönteminde transfer yöntemine göre daha etkilidir.

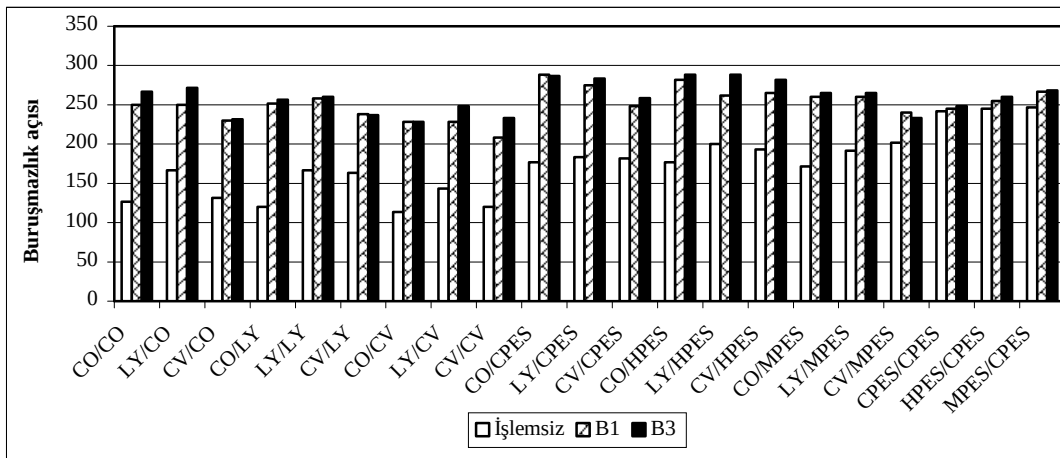
9.3 Buruşmazlık Açısının Tayini

Emdirme uygulamasından sonra aktarılan madde konsantrasyonlarının minimum ve maksimum olduğu deney numuneleri seçilerek bunların buruşmazlık açıları ölçülmüştür. Şekil 9.5’de klasik ürünlerin, Şekil 9.6’da ise nano ürünlerin

olduğu kombine reçetelerle yapılan deneyler sonrasında numunelerin buruşmazlık açıları verilmiştir.



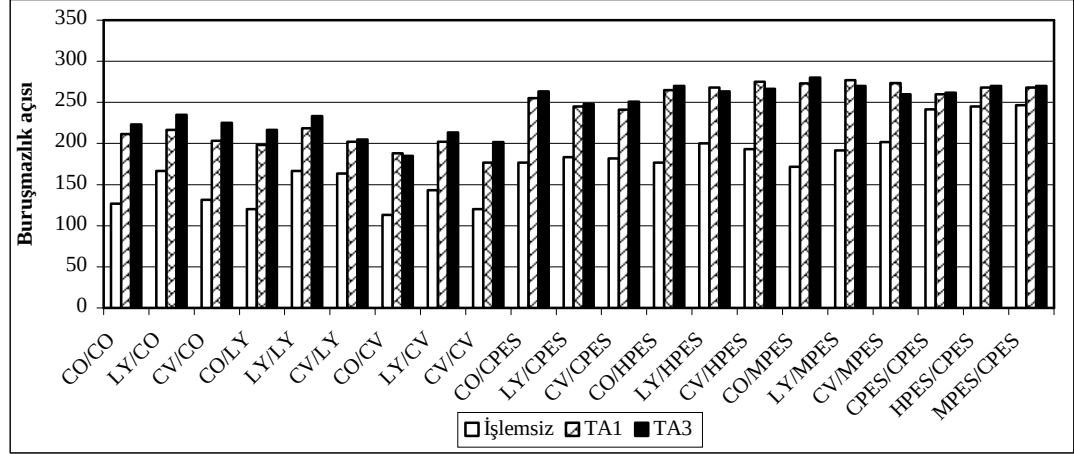
Şekil 9.5. Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (emdirme uygulaması)



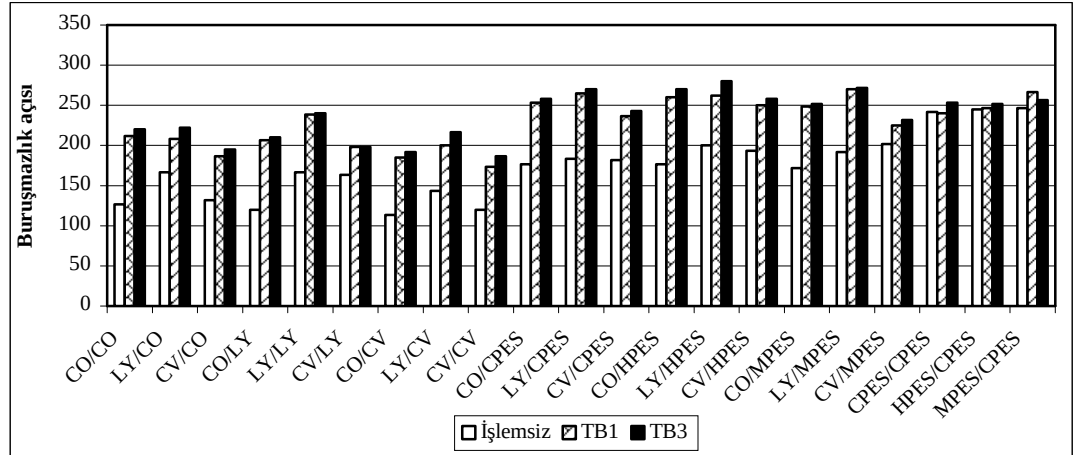
Şekil 9.6. Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (emdirme uygulaması)

Şekil 9.5 ve 9.6'da görüldüğü gibi klasik ve nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları özellikle pamuk/sentetik ve lyocell/sentetik karışımı kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Modifiye dimetiloldihidroksietilen üre klasik reçine ve nanofonksiyonel glioksal çapraz bağlama maddesi ile yapılan işlemlerde madde konsantrasyonu arttıkça (A3 ve B3 reçeteleri–80 g/l'de) buruşmazlık etkisi de artmıştır. Ancak nano ürünlerin performansı, sentetik ve sentetik/sentetik karışımı kumaşlar dışında klasik reçineye göre daha iyi çıkmış olup, aralarında 15-20 derece kadar fark bulunmaktadır. Buna ek olarak madde konsantrasyonunun artması özellikle nano ürünlerle işlemlerde daha etkili olmuştur.

Transfer aplikasyonundan sonra aktarılan madde konsantrasyonlarının minimum ve maksimum olduğu deney numuneleri seçilerek bunların buruşmazlık açıları ölçülmüştür. Şekil 9.7’de klasik ürünlerin, Şekil 9.8’de ise nano ürünlerin olduğu kombine reçetelerle yapılan deneyler sonrasında numunelerin buruşmazlık açıları verilmiştir.



Şekil 9.7. Klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (transfer aplikasyonu)

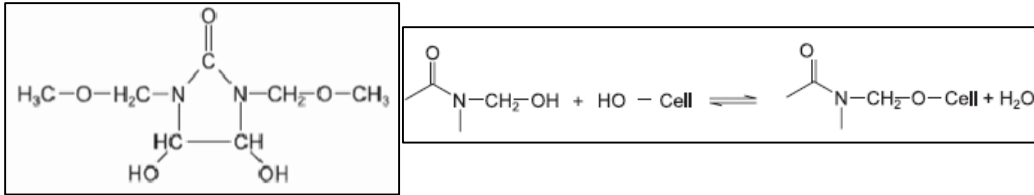


Şekil 9.8. Nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları (transfer aplikasyonu)

Transfer yöntemiyle klasik ve nano ürünlerin numunelerin tek yüzüne aktarımı sonucunda, işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları yine pamuk/sentetik ve lyocell/sentetik karışımı kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır (Şekil 9.7–9.8). Klasik reçine ve nano ürünlerle yapılan işlemlerde madde konsantrasyonu arttıkça (TA3 ve TB3 reçeteleri-80 g/l’de) buruşmazlık etkisi de artmıştır. Ancak transfer yöntemiyle uygulanan klasik ve nano ürünlerin performansı emdirme yöntemine göre daha az etkili olmuştur.

Özetleyecek olursak; aynı kumaşlara hem emdirme hem de transfer yönteminin uygulandığı denemeler sonucunda çıkan sonuçlara göre emdirme yöntemi ile elde edilen etkiler daha başarılıdır. Bu da tek yüze aktarmayla gerçekleştirilen transfer yönteminde istenen düzeyde etkinin sağlanamadığını göstermektedir. Diğer taraftan nano ürünlerin performansı genel olarak bakıldığında klasik reçineye göre biraz daha iyidir. Madde konsantrasyonunun artışı buruşmazlık etkisini artırmaktadır.

Buruşmazlık bitim işlemlerinde kullanılan çapraz bağlayıcı maddeler liflere kovalent olarak çapraz polimer zincirleriyle bağlanmaktadır. İşlemlerde çapraz bağlayıcı olarak kullanılan modifiye dimetiloldihidroksietilenüre maddesinin N-metilol bileşikler selülozun –OH grupları ile reaksiyona girmektedir (Şekil 9.9) (Voncina et al., 2002). Reaksiyon sonrasında çapraz bağlanmadan dolayı lif elementlerinin hareketliliği kısıtlanmaktadır. Ayrıca buruşturma kuvveti etkisinde yer değiştirmiş olan lif elementleri hem birbirlerine yanaşamamakta hem de reaktif grupları önceden bağ yaptıkları için yeni yan bağların oluşması engellenerek buruşmazlık etkisi sağlanmış olmaktadır.

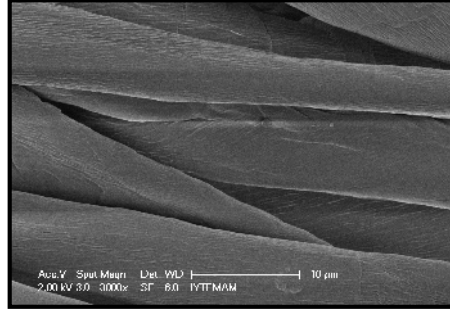


Şekil 9.9. Modifiye DMDHEU ve selüloza çapraz bağlanması

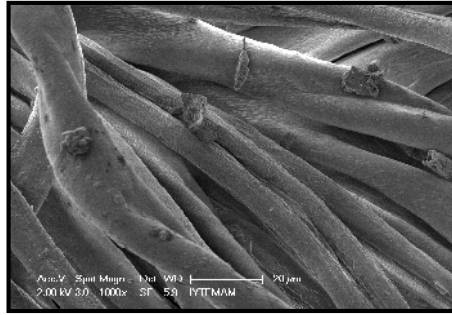
Çapraz bağlanma reaksiyonu sonucunda nanofonksiyonel çapraz bağlayıcının performansının klasik ürününkinden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin; nano ürünlerin yüzey alanının geniş olması, küçük boyutta oldukları için birim alanda klasik mikro boyuttaki maddelere göre daha fazla yer kaplamaları ve daha fazla miktarda bulunmalarından kaynaklandığı söylenebilmektedir. Ayrıca bu ürünler nano boyutta olmasının avantajıyla liflerin içerisine daha iyi nüfuz edip, tutunup etkinin daha kalıcı olması sağlanmaktadır. Sonuç olarak; nanopartiküllerin yüzey alan/hacim oranının ve yüzey enerjilerinin yüksek olması sebebiyle daha büyük partiküllerden daha yüksek etkinliğe sahip olduğu görülmektedir.

Numunelere bitim işlemleriyle aktarılan maddelerin büyüklüklerini karşılaştırmak amacıyla bazı örneklerin SEM görüntüleri çekilmiştir. Şekil 9.10'da

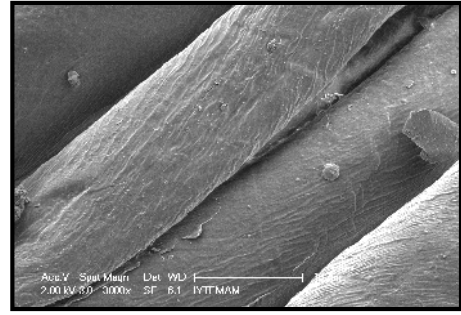
işlem görmemiş, klasik (A1) ve nano boyutlu maddeler (B1) ile işlem görmüş pamuklu numunelere ait SEM görüntüleri verilmiştir.



İşlemsiz



a-Klasik ürünlerle işlem görmüş



b-Nano ürünlerle işlem görmüş

Şekil 9.10. İşlemsiz, klasik ve nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların SEM görüntüleri

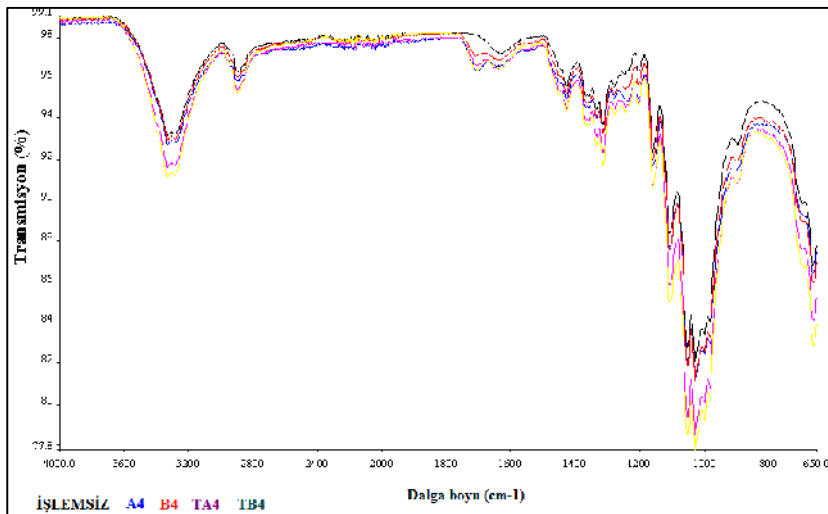
İşlem görmüş numunelerin SEM fotoğraflarında aktarılan maddeler net bir şekilde görülmektedir. Şekil 9.10-a’da liflerin yüzeyinde mikro seviyede klasik maddeler tespit edilirken Şekil 9.10-b’de ise, çok daha küçük boyutlu olan nano partiküller görülmektedir.

FTIR Analizlerinin Değerlendirilmesi

Çizelge 9.3’de FTIR cihazında ölçülen kimyasal bağların temel kızılötesi absorpsiyon frekansları verilmektedir. Şekil 9.11’de ise, FTIR analizleri yapılan bazı numunelerin ölçüm sonuçlarına ait grafik verilmiştir.

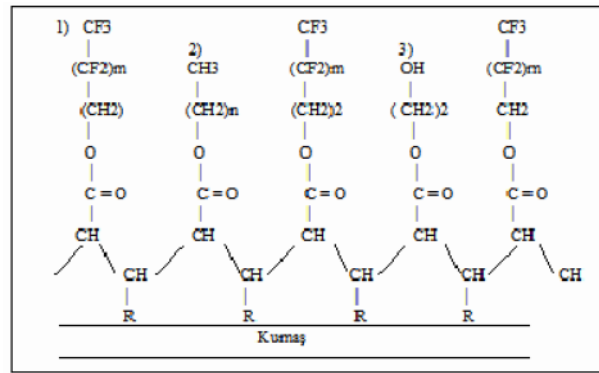
Çizelge 9.3. Temel kızılötesi absorpsiyon frekansları
(<http://www.cem.msu.edu/~reusch/VirtualText/Spectrpy/InfraRed/infrared.htm>, 2009)

Esneleme titreşimleri		Eğilme titreşimleri	
Aralık (cm ⁻¹)	Bağlar	Aralık (cm ⁻¹)	Bağlar
2850-3000	CH ₃ , CH ₂ & CH 2 veya 3 bant	1350-1470 1370-1390 720-725	CH ₂ & CH ₃ deformasyon CH ₃ deformasyon CH ₂
3020-3100	=C-H & =CH ₂ (daima belirgin)	880-995	=C-H & =CH ₂
1630-1680	C=C (simetrik)	780-850	
1900-2000	C=C asimetrik gerilme	675-730	cis-RCH=CHR
3300	C-H (daima belirgin)	600-700	C-H deformasyon
2100-2250	C≡C (simetrik)		
3030	C-H (birçok bant)	690-900	C-H bağı
1600 & 1500	C=C (2 bağı)		
3580-3650	O-H , daima belirgin	1330-1430	O-H bağı
3200-3550	O-H (H-bağı)	650-770	O-H bağı
970-1250	C-O		
3400-3500	N-H (1°-aminler), 2 bant	1550-1650	NH ₂ (1°-aminler)
3300-3400	N-H (2°-aminler)	660-900	NH ₂ & N-H
1000-1250	C-N		
2690-2840(2 bant)	C-H (aldehit C-H)		
1720-1740	C=O (aldehit)	1350-1360	α-CH ₃ bağı
1710-1720	C=O (keton)	1400-1450	α-CH ₂ bağı
1690	aril keton	1100	C-C-C bağı
1675	α, β-doymamış		
1745	çiklopentan		
1780	çiklobütan		
2500-3300 (asit)	O-H (çok geniş)	1395-1440	C-O-H bağı
1705-1720 (asit)	C=O (H-bağı)		
1210-1320 (asit)	O-C		
1785-1815 (acyl halides)	C=O		
1750 & 1820 (anhidrit)	C=O (2-bant)		
1040-1100	O-C		
1735-1750 (ester)	C=O		
1000-1300	O-C (2-bant)	1590-1650	N-H (1 _i -amid) II bandı
1630-1695(amid)	C=O (amid I bandı)	1500-1560	N-H (2 _i -amid) II bandı
2240-2260	C≡N (belirgin)		
2100-2270	-N=C=O, -N=C=S -N=C=N-, -N ₃ , C=C=O		



Şekil 9.11. İşlem görmemiş ve işlem görmüş numunelerin FTIR ölçüm sonuçları

Yapılan FTIR ölçümleri sonucunda işlemsiz pamuk numunesinde gözükmeyen 1240 ve 1720 cm^{-1} bantlarının işlemler sonrasında pik verdikleri tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle bu bantlarda tepki veren bağların işlemler sonrasında oluştuğu görülmektedir. 1240 cm^{-1} bandının CF_x bağını ifade ettiği literatürde mevcuttur (Hayashi et al., 2001). Buna göre yapılan su ve yağ iticilik bitim işlemleriyle bu bağlara sahip kimyasalların başarılı bir şekilde aktarıldığı anlaşılmıştır. 1720 cm^{-1} bağının da aynı şekilde işlem sonrasında oluştuğu görülmektedir. Bu band, $\text{C}=\text{O}$ gruplarının oluştuğunu göstermektedir. Aktarılan florkarbon maddesi ve buruşmazlık bitim işlem maddesi olan DMDHEU reçinesinin kimyasal yapısı incelendiğinde yukarıda bahsedilen bantlarda piklerin oluşmasına neden olan bağ ve grupları içerdiği görülmektedir (Şekil 9.9 ve 9.12). İşlemler içerisinde ise özellikle nano boyutlu ürünlerin (B4 ve TB4) daha fazla miktarda kumaş tarafından tutulduğu yapılan FTIR incelemeleri sonucunda bulunmuştur.



Şekil 9.12. Florkarbon polimerinin kumaş yüzeyinde yerleşimi
(1. Asıl etkili olan uzun zincirli florlu bileşik, 2. Film oluşumu için flor içermeyen monomer, 3. Dayanıklı etki için reaktif monomer) (Çoban, 1999)

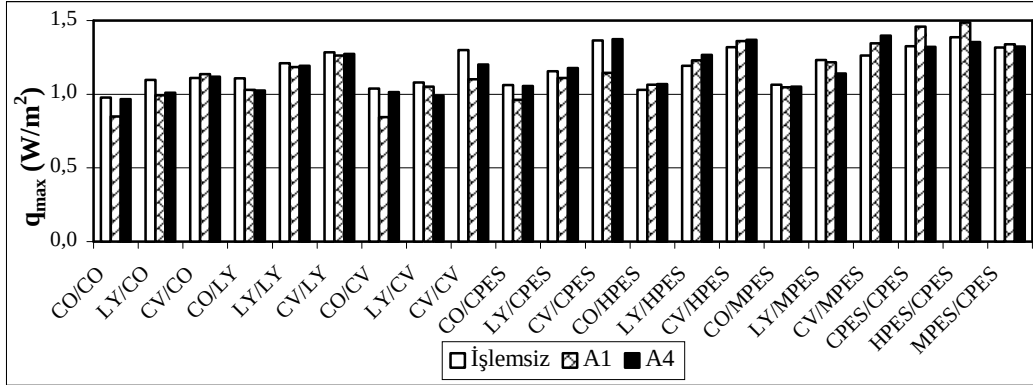
9.4 Bitim İşlemlerinin Konfor Özellikleri Üzerine Etkisi

9.4.1 Isıl Konfor Test Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

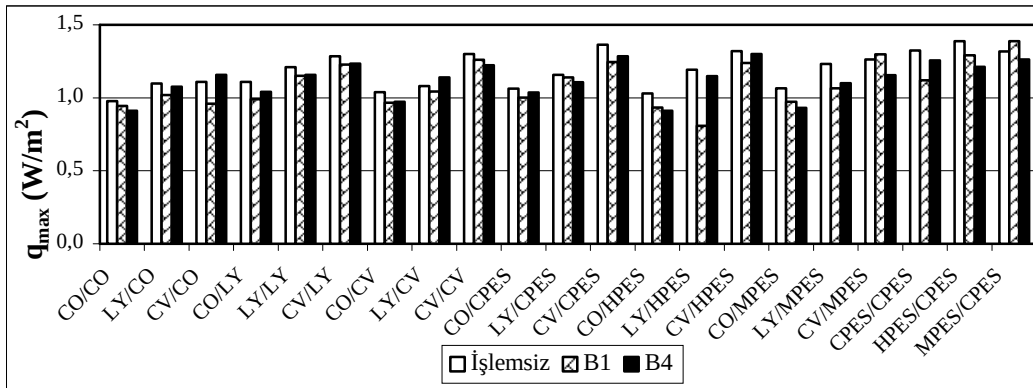
Bu bölümde ısı konfor testlerine ait sonuçlar verilerek, istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmede, incelenen parametrelerin (materyal, yöntem, madde tipi ve madde konsantrasyonu) ısı konfor özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analiz yöntemi uygulanmıştır. Her bir bağımsız değişkene ait ortalamalar arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurularak incelenen parametrelere ait gruplandırma Student-Newman-Keuls (SNK) yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

9.4.1.1 Kumaştan geçen maksimum ısı akış değeri ($q_{\max}$)

Şekil 9.13 ve 9.14’de, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşlardan geçen maksimum ısı akışı değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.

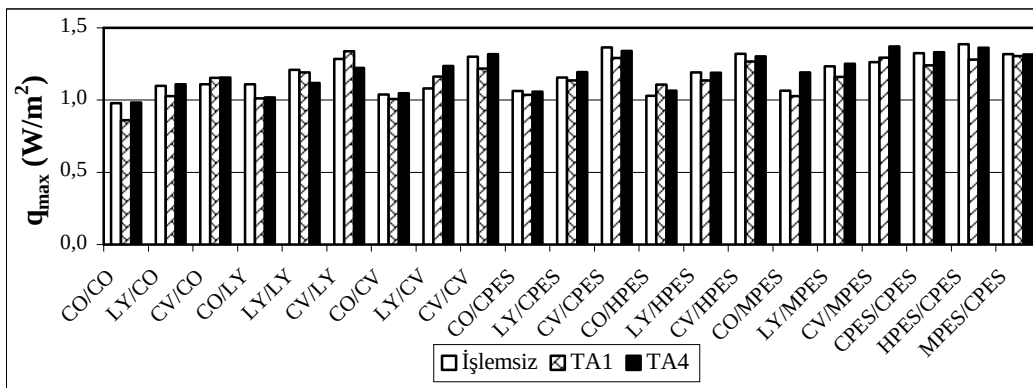


Şekil 9.13. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ısı akışı

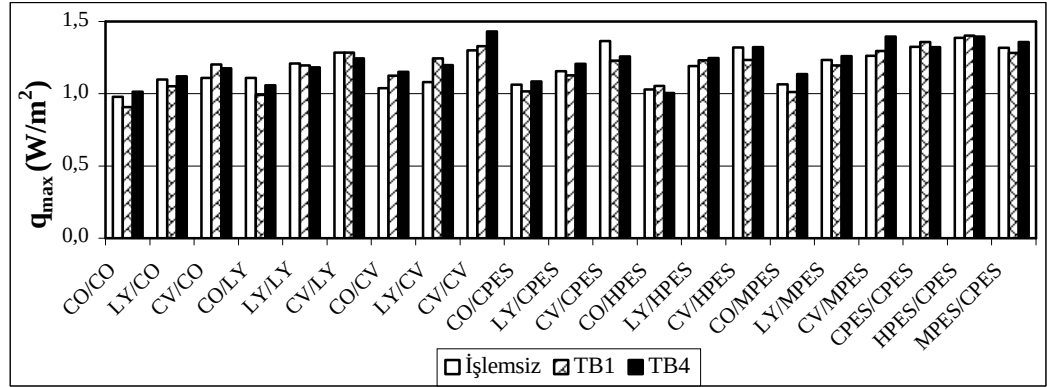


Şekil 9.14. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ısı akışı

Şekil 9.15 ve 9.16’da, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle transfer işlemi gören kumaşlardan geçen maksimum ısı akışı değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.



Şekil 9.15. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ısı akışı



Şekil 9.16. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ısı akışı

Çizelge 9.4’de $q_{\max}$ değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.4. Kumaştan geçen maksimum ısı akışına ait varyans analizi

Parametreler	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ort.	F	p.
Kumaş	6,876	20	0,344	118,435	0,000*
Yöntem	0,312	1	0,312	107,308	0,000*
Madde	0,031	1	0,031	10,664	0,001*
Konsantrasyon	0,137	1	0,137	47,158	0,000*

* $\alpha=0,05$ ’e göre önemli (%95 güven aralığında)

Çizelge 9.4’de yer alan istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre, farklı materyallerden üretilen kumaşlara ait $q_{\max}$ değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır ($p=0,000$). Bu farklılık, pamuk esaslı kumaşlardan kaynaklanmaktadır. % 100 pamuklu ve pamuk karışımli kumaşlara ait ortalama $q_{\max}$ değerlerinin PES ve rejenere selüloz bazlı kumaşlara göre daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 9.5). Kumaş üretim aşamasında aynı iplik numarası, büküm katsayısı ve dokuma konstrüksiyonu gibi parametrelerin sabit tutulmasına rağmen, özellikle pamuklu kumaşlarda ısı geçiş miktarının en düşük çıkmasının doğal elyaf olan pamuk lifinin kıvrımlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü bu kıvrımlı lif yapısı ipliklerin daha hacimli olmasına yol açmakta ve ısıyı izole ederek havayı içerisinde hapsedmektedir. Ayrıca pamuklu kumaşların kalınlıkları yine bu hacimlilik nedeniyle diğer kumaşlara göre daha fazladır (Bkz. Bölüm 9.4.1.3) (Marmaralı vd., 2006b). Genel olarak $q_{\max}$ değerleri incelendiğinde; büyükten küçüğe doğru PES > CV > LY şeklinde sıralanmaktadır.

Çizelge 9.5. $q_{\max}$ değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu

Kumaş	N	Alt Kümeler						
		1	2	3	4	5	6	7
CO/CO	27	0,9346						
CO/CV	27		1,0191					
CO/HPES	27		1,0268					
CO/LY	27		1,0308					
CO/CPES	27		1,0351					
CO/MPES	27		1,0482					
LY/CO	27		1,0565					
LY/CV	27			1,1277				
CV/CO	27			1,1297				
LY/CPES	27			1,1506	1,1506			
LY/HPES	27			1,1612	1,1612			
LY/LY	27				1,1761			
LY/MPES	27				1,1806			
CV/LY	27					1,2639		
CV/CV	27					1,2651		
CV/CPES	27					1,2817	1,2817	
CV/HPES	27					1,3014	1,3014	
CPES/CPES	27					1,3036	1,3036	
CV/MPES	27						1,3129	
MPES/CPES	27						1,3215	
HPES/CPES	27							1,3528
p.		1,000	0,113	0,103	0,175	0,054	0,054	1,000

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre farklı aplikasyon yöntemleri için $q_{\max}$ değerleri arasındaki fark önemlidir ($p=0,000$). Bu farklılık, emdirme aplikasyonundan kaynaklanmaktadır (Çizelge 9.6). Transfer yönteminde kumaşa sadece tek yönlü aplikasyon gerçekleştiği için emdirme yöntemine göre daha düşük flotte oranı söz konusudur. Bu nedenle, emdirme yöntemi ile işlem görmüş kumaşlarda çekme miktarı fazla olmakta ve böylece kumaşların kalınlıkları artmaktadır. Artan kumaş kalınlığı ise daha düşük ısı akışına sebep olmaktadır.

Çizelge 9.6. $q_{\max}$ değerlerine ait yöntem parametresine göre SNK analizi sonucu

Yöntem	N	Altkümeler	
		1	2
Emdirme	252	1,1382	
İŞLEMSİZ	63		1,1870
Transfer	252		1,1879
p.		1,000	0,890

Klasik ve nano ürünlerle yapılan işlemlerde, madde tipi parametresinin kumaşların ısı akışı özelliği üzerine etkisi önemlidir ($p=0,001$). İşlem sonrası kumaş numunelerinin çekmesi sebebiyle $q_{\max}$ değerleri düşmektedir. Aynı miktarda madde aktarılmasına rağmen, nano boyuttaki ürünlerin mikro boyuttaki konvansiyonel ürünlere göre daha küçük olması nedeniyle sayıca daha fazla bulunmasından dolayı kumaştan geçen ısı miktarı en düşük nano ürünlerin aktarıldığı ürünlerde çıkmıştır (Çizelge 9.7).

Çizelge 9.7. $q_{\max}$ değerlerine ait madde tipi parametresine göre SNK analizi sonucu

Madde	N	Altkümeler		
		1	2	3
Nano	252	1,1552		
Klasik	252		1,1709	
İŞLEMSİZ	63			1,1870
p.		1,000	1,000	1,000

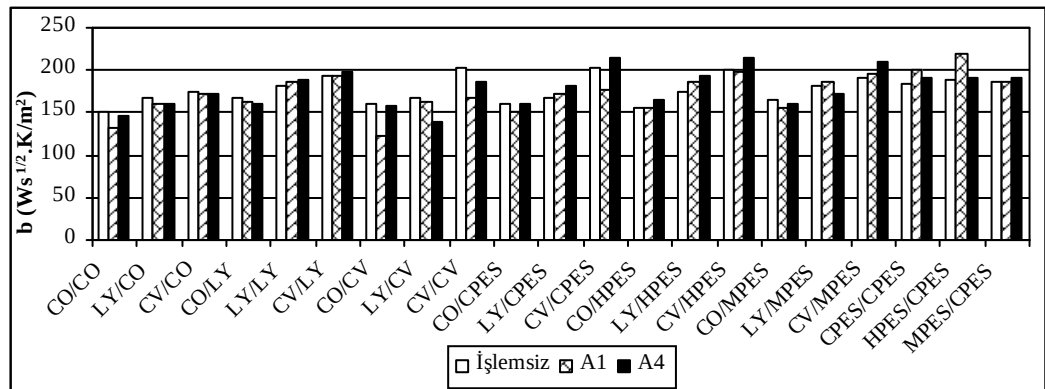
Madde konsantrasyonunun ısı geçiş miktarına etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ancak Çizelge 9.8’de de görüldüğü gibi ortalama F değerleri arasında çok az farklılık olması sebebiyle madde konsantrasyonunun ısı geçiş miktarına etkisi çok azdır. Bunun sebebinin tüm numunelerin $q_{\max}$ değerlerinin aynı kapsamda değerlendirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

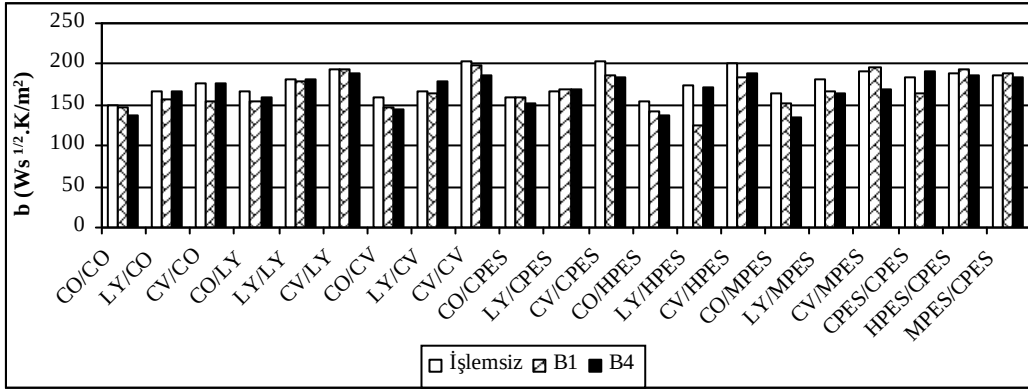
Çizelge 9.8. $q_{\max}$ değerlerine ait madde konsantrasyonu parametresine göre SNK analizi sonucu

Konsantrasyon	N	Altkümeler	
		1	2
Minimum kon.	252	1,1466	
Maksimum kon.	252		1,1795
İŞLEMSİZ	63		1,1870
p.		1,000	0,274

9.4.1.2 Isıl soğurganlık değeri (b)

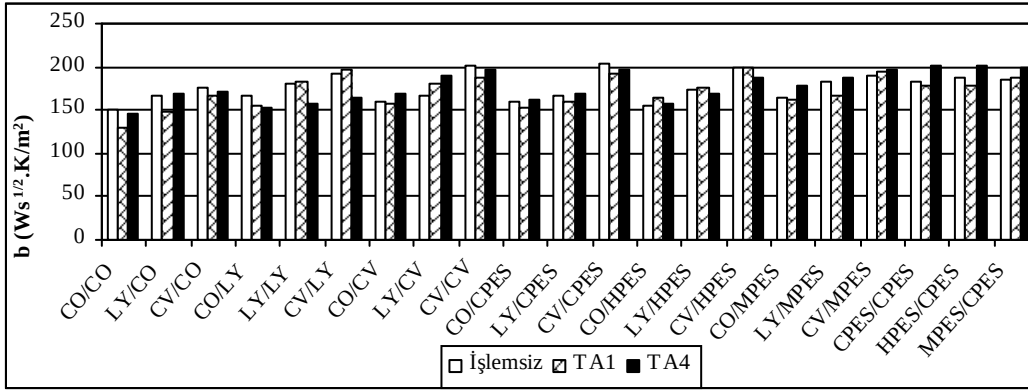
Şekil 9.17 ve 9.18’de, işlem görmemiş-klasik ürünlerle ve işlem görmemiş-nano ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşlara ait ısıl soğurganlık değerleri verilmektedir.

**Şekil 9.17.** İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların b değerleri

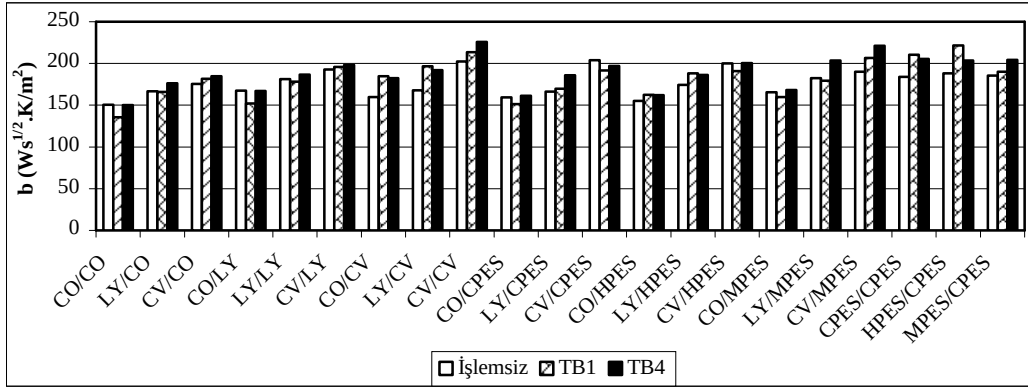


Şekil 9.18. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların b değerleri

Şekil 9.19 ve 9.20’de, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle transfer işlemi gören kumaşlara ait ısıl soğurganlık değerleri verilmektedir.



Şekil 9.19. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların b değerleri



Şekil 9.20. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların b değerleri

Çizelge 9.9’da b değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.9. b değerlerine ait varyans analizi

Parametreler	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ort.	F	p.
Kumaş	125544,115	20	6277,206	57,598	0,000*
Yöntem	7756,587	1	7756,587	71,173	0,000*
Madde	288,320	1	288,320	2,646	0,105
Konsantrasyon	2678,134	1	2678,134	24,574	0,000*

* $\alpha=0,05$ 'e göre önemli

Çizelge 9.9'da yer alan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre, farklı materyallerden üretilen kumaşlara ait ısıl soğurganlık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli seviyededir ($p=0,000$). Bu farklılık, pamuk esaslı kumaşlardan kaynaklanmaktadır. Pamuklu kumaşların ve karışımlarının b değerleri, diğer lyocell, viskon, sentetik ve bunların karışımı kumaşların b değerlerinden daha düşüktür (Çizelge 9.10). Bunun sebebinin pamuk elyafının doğal yapısı gereği ısıyı izole etmesi ve hapsetmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu kumaşlara ilk dokunuşta kişiye sıcak hissi vermektedir. Viskon, lyocell, poliester ve bunların karışımlarından oluşan kumaşların b değerleri ise, diğer pamuklu kumaşların ve karışımlarının b değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu yüzden de bu kumaşlara ilk dokunuşta kişiye soğuk hissi vermektedir.

Çizelge 9.10. b değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu

Kumaş	N	Alt Kümeler				
		1	2	3	4	5
CO/CO	27	141,6519				
CO/HPES	27		155,7889			
CO/CPES	27		156,3630			
CO/CV	27		158,2556			
CO/LY	27		158,8370			
CO/MPES	27		159,8185			
LY/CO	27		163,5815			
LY/CPES	27			171,4704		
CV/CO	27			172,7259	172,7259	
LY/HPES	27			174,0926	174,0926	
LY/CV	27			174,7741	174,7741	
LY/MPES	27			178,4111	178,4111	
LY/LY	27				179,9556	
MPES/CPES	27					190,6185
CV/LY	27					191,1556
CPES/CPES	27					191,7296
CV/CPES	27					193,8556
CV/HPES	27					195,7296
CV/CV	27					196,1259
HPES/CPES	27					198,0963
CV/MPES	27					198,1074
p.		1,000	0,069	0,106	0,083	0,146

% 100 pamuk ve pamuk karışımı kumaşlarda $q_{\max}$ ve b değerleri diğer kumaşlara göre daha düşük çıkmıştır.

$q_{\max}$ ve b değerleri arasında aşağıdaki şu bağıntı bulunmaktadır:

$$q_{\max} = b(t_2 - t_1)/(\pi\tau)^{1/2}$$

b : Isıl soğurganlık ($Ws^{1/2}/m^2K$)

t_2 : Ortam sıcaklığı ($^{\circ}K$), t_1 : Vücut sıcaklığı ($^{\circ}K$)

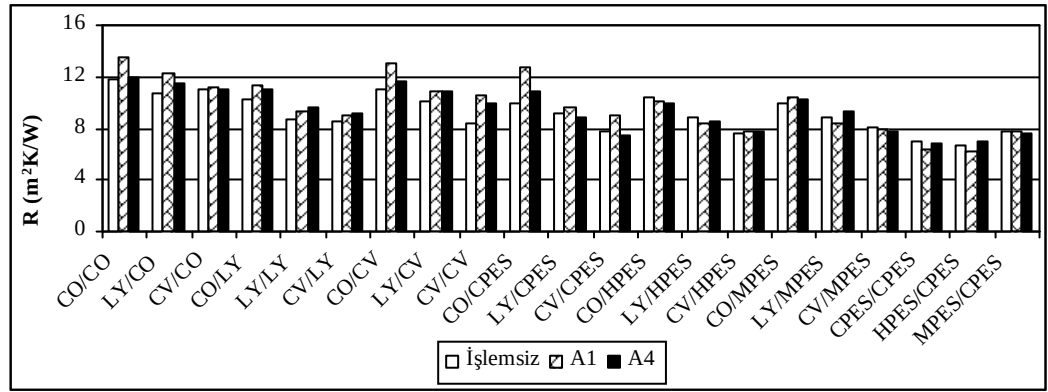
τ : Kumaş ve vücut arasındaki ısı teması sırasındaki süre (sn)

Bu bağıntı dikkate alındığında, hem $q_{\max}$ hem de b değerlerinin birbiriyle doğru orantılı olarak değiştiği görülmektedir. $q_{\max}$ değerinin artması ile kumaştan geçen ısı miktarı artmış dolayısıyla kumaşın ısıl geçirgenliği yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak, serin tutma özelliğinin arzu edildiği sıcak iklim bölgelerinde; $q_{\max}$ ve b değerlerinin en yüksek çıktığı viskon, lyocell, sentetik ve bunların karışımından oluşan kumaşların kullanımı önerilmektedir.

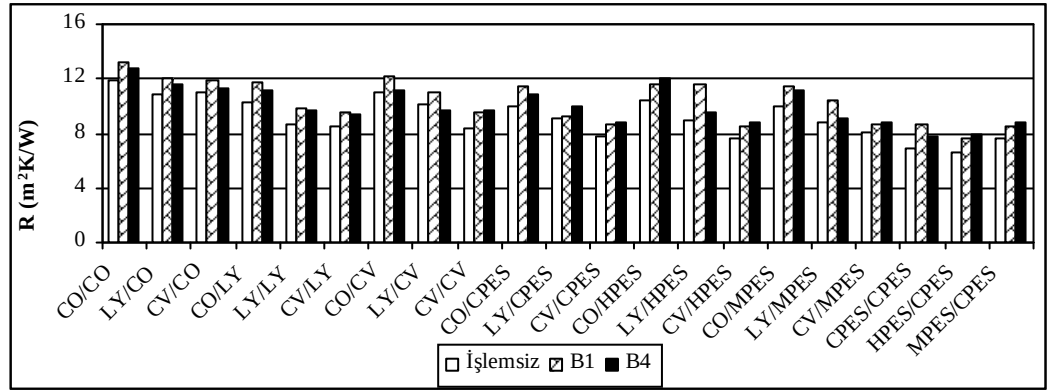
Isıl soğurganlık değerlerine ait istatistiksel değerlendirmeler sonucunda yöntem ve madde konsantrasyonu farklılıkları $q_{\max}$ değerlerinde olduğu gibi istatistiksel olarak önemlidir.

9.4.1.3 Isıl direnç değeri (R) ve kumaş kalınlığı (h)

Şekil 9.21 ve 9.22’de, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşların ısıl direnç değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.

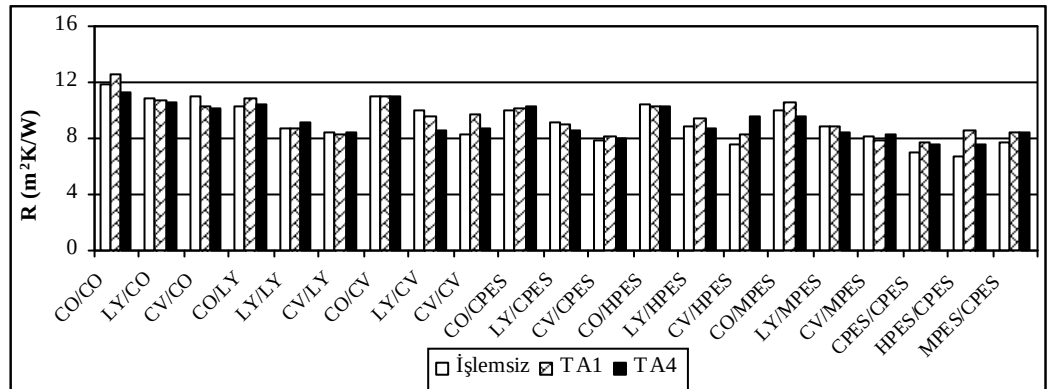


Şekil 9.21. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların R değerleri

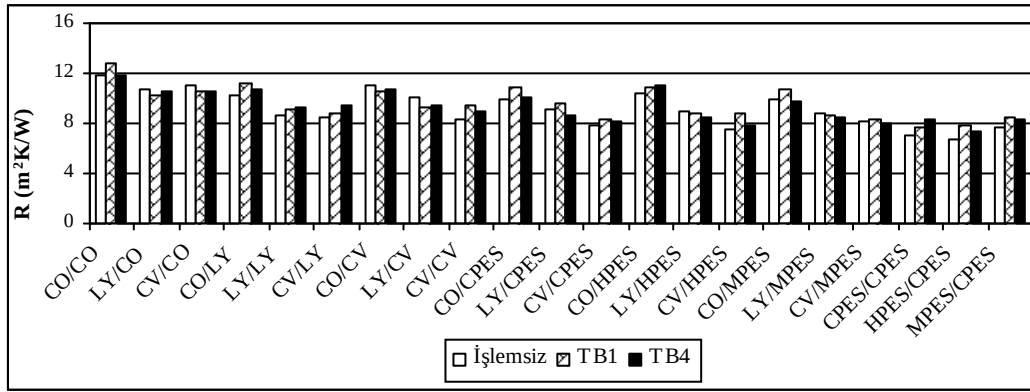


Şekil 9.22. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların R değerleri

Şekil 9.23 ve 9.24’de, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle transfer işlemi gören kumaşların ısı direnç değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.



Şekil 9.23. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların R değerleri



Şekil 9.24. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların R değerleri

Çizelge 9.11’de R değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.11. R değerlerine ait varyans analizi

Parametreler	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ort.	F	p.
Kumaş	851,381	20	42,569	108,211	0,000*
Yöntem	36,037	1	36,037	91,607	0,000*
Madde	16,001	1	16,001	40,675	0,000*
Konsantrasyon	14,983	1	14,983	38,087	0,000*

* $\alpha=0,05$ ’e göre önemli

Çizelge 9.11’de yer alan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre, farklı materyallerden üretilen kumaşlara ait R değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır ($p=0,000$).

Çizelge 9.12’de de görüldüğü gibi belirgin olarak pamuklu kumaşların ve karışımlarının ısı direnç değerleri (R), diğer lyocell, viskon, sentetik ve bunların karışımı kumaşların ısı direnç değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Pamuklu kumaşlar ısıya karşı daha dirençli olduğundan ısı izolasyonu daha fazladır. Bu durum kıvrımlı dolayısıyla daha hacimli lif yapısına sahip olan pamuktan üretilen kumaşların diğerlerine göre daha kalın kumaş yapısına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Pamuk dışındaki diğer kumaşlar için malzemeye bağlı olarak kesin sonuçlar çıkarılamamaktadır.

Çizelge 9.12. R değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu

Kumaş	N	Alt Kümeler								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
HPES/CPES	27	7,524								
CPES/CPES	27	7,536								
CV/MPES	27		8,190							
MPES/CPES	27		8,218							
CV/CPES	27		8,282							
CV/HPES	27		8,329							
LY/MPES	27			8,944						
CV/LY	27			8,948						
LY/CPES	27			9,175	9,175					
LY/LY	27			9,253	9,253					
CV/CV	27				9,444					
LY/HPES	27				9,554					
LY/CV	27					9,931				
CO/MPES	27						10,432			
CO/HPES	27						10,721	10,721		
CO/CPES	27						10,817	10,817		
CV/CO	27							10,889		
CO/LY	27							10,953		
LY/CO	27							11,141	11,141	
CO/CV	27								11,380	
CO/CO	27									12,431
p		0,945	0,849	0,269	0,119	1,00	0,064	0,101	0,162	1,00

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre aplikasyon yöntemleri arasındaki fark önemlidir (Çizelge 9.13). Oluşan bu farklılığın sebebi, daha az flotte oranıyla gerçekleştirilen tek yüze transfer yönteminde kumaş çekmesinin dolayısıyla kumaş kalınlığının diğer emdirmeye göre daha az olmasıdır. Azalan kumaş kalınlığı ise daha düşük ısı direnç değerinin elde edilmesine sebep olmuştur.

Çizelge 9.13. R değerlerine ait yöntem parametresine göre SNK analizi sonucu

Yöntem	N	Alt Kümeler		
		1	2	3
İŞLEMSİZ	63	9,1680		
Transfer	252		9,4135	
Emdirme	252			9,9483
p		1,000	1,000	1,000

Çizelge 9.14. R değerlerine ait madde tipi parametresine göre SNK analizi sonucu

Madde	N	Alt Kümeler		
		1	2	3
İŞLEMSİZ	63	9,1680		
Klasik	252		9,5027	
Nano	252			9,8591
P		1,000	1,000	1,000

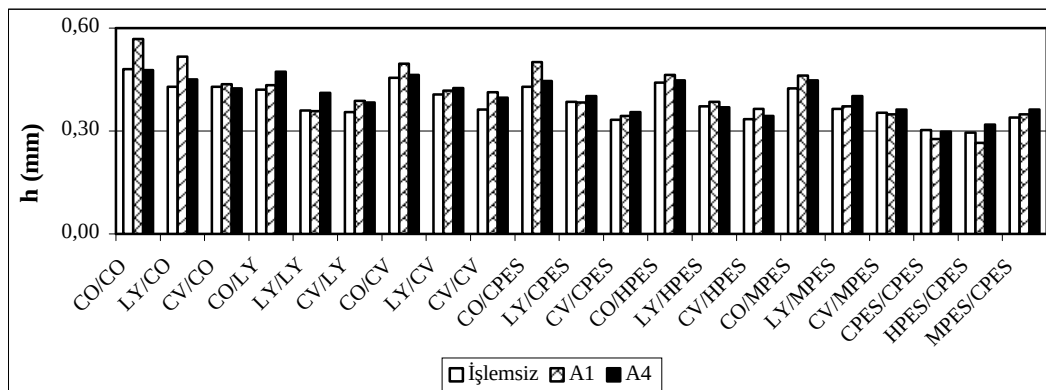
Madde tipinin kumaşların ısı direnç özelliği üzerine etkisi önemlidir ($p=0,000$). Aynı konsantrasyonda madde aktarılsa bile, nano boyuttaki ürünlerin mikro boyuttaki konvansiyonel ürünlere göre daha küçük olması dolayısıyla sayıca daha fazla bulunması kumaşın ısı direncinin daha düşük olmasına sebep olmaktadır (Çizelge 9.14).

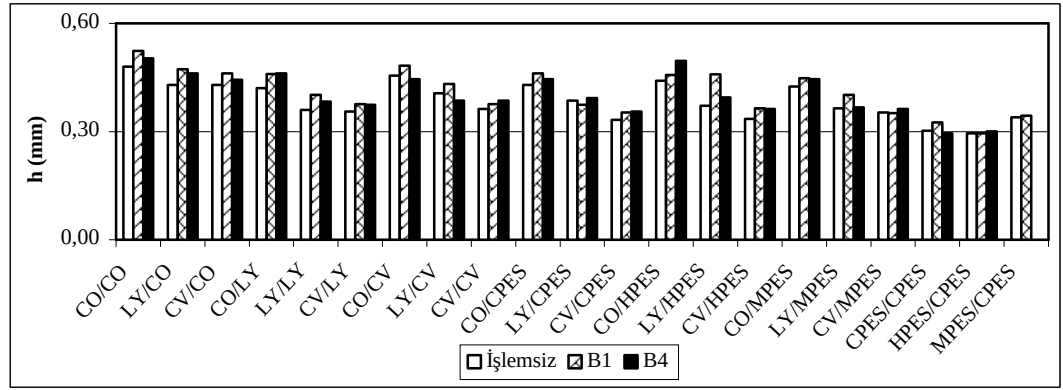
Çizelge 9.15. R değerlerine ait madde konsantrasyonu parametresine göre SNK analizi sonucu

Konsantrasyon	N	Alt Kümeler		
		1	2	3
İŞLEMSİZ	63	9,1680		
Maksimum kon.	252		9,5085	
Minimum kon.	252			9,8533
p		1,000	1,000	1,000

Isı direnç özelliği açısından madde konsantrasyonunun istatistiksel açıdan önemi bulunsa da pratik olarak bunun anlamı bulunmamaktadır (Çizelge 9.15).

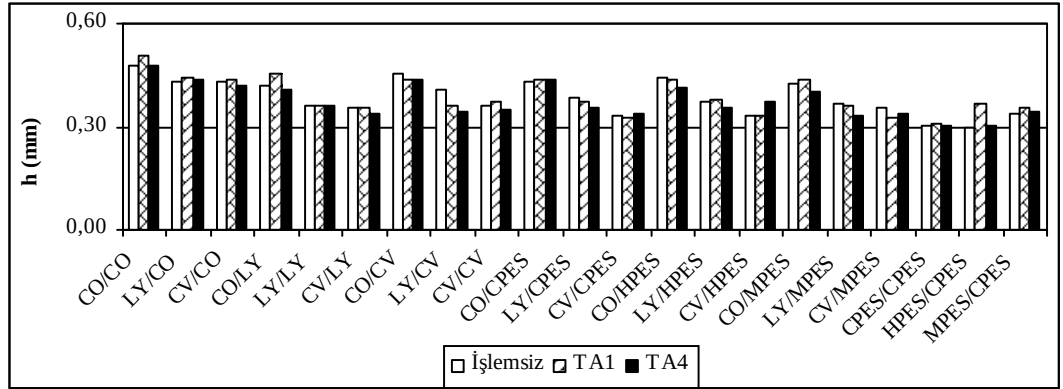
Şekil 9.25 ve 9.26'da, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşların kalınlık değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.

**Şekil 9.25.** İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları

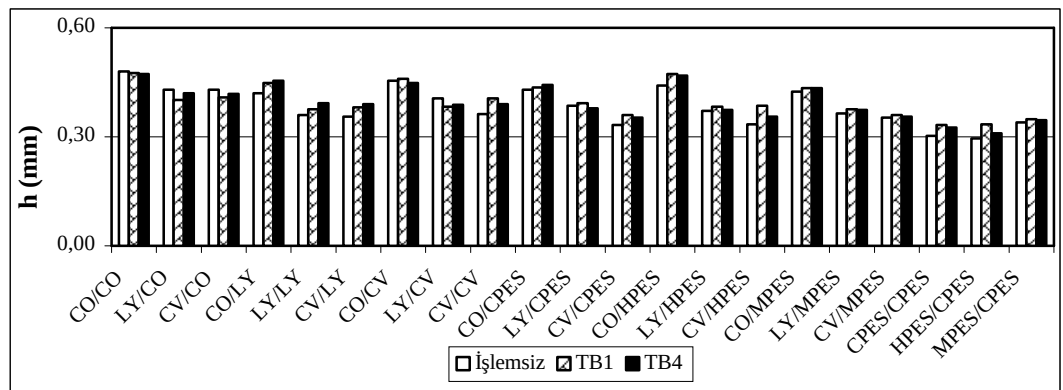


Şekil 9.26. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları

Şekil 9.27 ve 9.28’da, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle transfer işlemi gören kumaşların kalınlık değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.



Şekil 9.27. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları



Şekil 9.28. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların kalınlıkları

Çizelge 9.16’da kalınlık değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.16. Kalınlık değerlerine ait varyans analizi

Parametreler	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ort.	F	p.
Kumaş	1,199	20	0,060	144,301	0,000*
Yöntem	0,038	1	0,038	91,473	0,000*
Madde	0,010	1	0,010	24,044	0,000*
Konsantrasyon	0,010	1	0,010	24,648	0,000*

* $\alpha=0,05$ 'e göre önemli

Çizelge 9.16'da yer alan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre, farklı materyallerden üretilen kumaşlara ait kalınlık değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır ($p=0,000$). Çizelge 9.17'de görüldüğü gibi pamuklu kumaşların ve karışımlarının kalınlıkları, diğer lyocell, viskon, poliester ve bunların karışımı kumaşların kalınlık değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi; pamuk lifinin diğer liflere göre daha kıvrımlı dolayısıyla daha hacimli lif yapısına sahip olması ve iplik çaplarının da daha yüksek çıkmasıdır. Bundan dolayı da bu liflerden elde edilen kumaşlar daha kalındır.

Çizelge 9.17. h değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu

Kumaş	N	Alt Kümeler								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
CPES/CPES	27	0,307								
HPES/CPES	27	0,309								
CV/CPES	27		0,346							
MPES/CPES	27		0,348							
CV/MPES	27		0,350							
CV/HPES	27		0,357							
CV/LY	27			0,371						
LY/MPES	27			0,371						
LY/LY	27			0,378						
LY/CPES	27			0,381	0,381					
CV/CV	27			0,383	0,383					
LY/CV	27				0,394	0,394				
LY/HPES	27					0,397				
CV/CO	27						0,430			
CO/MPES	27						0,437	0,437		
CO/LY	27							0,445	0,445	
CO/CPES	27							0,447	0,447	
LY/CO	27							0,448	0,448	
CO/HPES	27								0,455	
CO/CV	27								0,458	
CO/CO	27									0,498
P		0,677	0,212	0,158	0,069	0,549	0,230	0,194	0,159	1,000

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre aplikasyon yöntemleri arasındaki fark önemlidir ($p=0,000$) (Çizelge 9.18). Isıl direnç sonuçları değerlendirilirken vurgulandığı gibi düşük flotte oranıyla tek yüze yapılan transfer yönteminde kumaş çekmesinin az olması nedeniyle kumaş kalınlığı da diğer emdirmeye yapılabileceklerine göre daha azdır.

Çizelge 9.18. h değerlerine ait yöntem parametresine göre SNK analizi sonucu

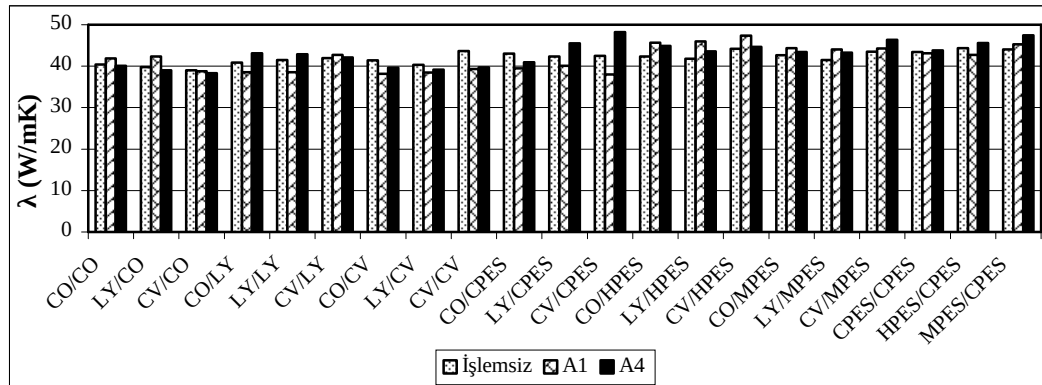
Yöntem	N	Alt Kümeler	
		1	2
İŞLEMSİZ	63	0,3844	
Transfer	252	0,3890	
Emdirme	252		0,4063
p		0,077	1,000

Madde tipinin kumaş kalınlığı üzerine etkisi önemlidir ($p=0,000$). Isıl direnç değerlerinde saptandığı gibi aynı nedenden dolayı kalınlık parametresi için de nano tipi ürünlerin kumaş kalınlığını daha fazla artırdığı tespit edilmiştir.

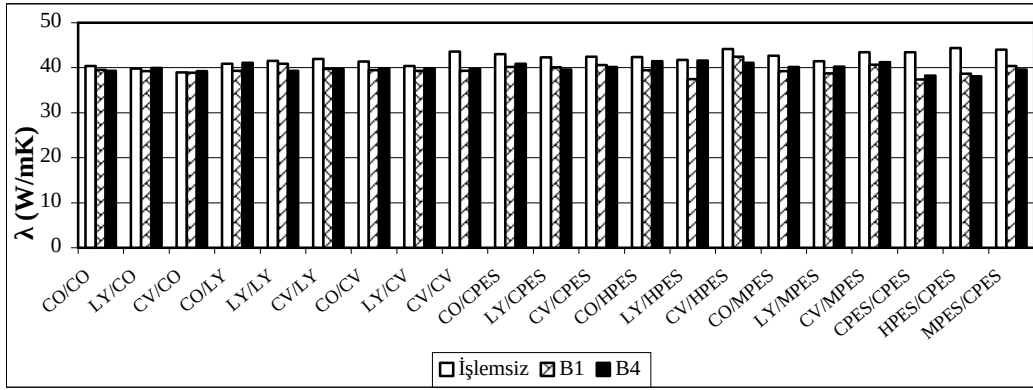
Kumaş kalınlığı açısından madde konsantrasyonunun istatistiksel açıdan önemi bulunsa da pratik olarak bunun anlamı bulunmamaktadır.

9.4.1.4 Isıl iletkenlik değeri (λ)

Şekil 9.29 ve 9.30’da, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşların ısı iletkenlik değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.

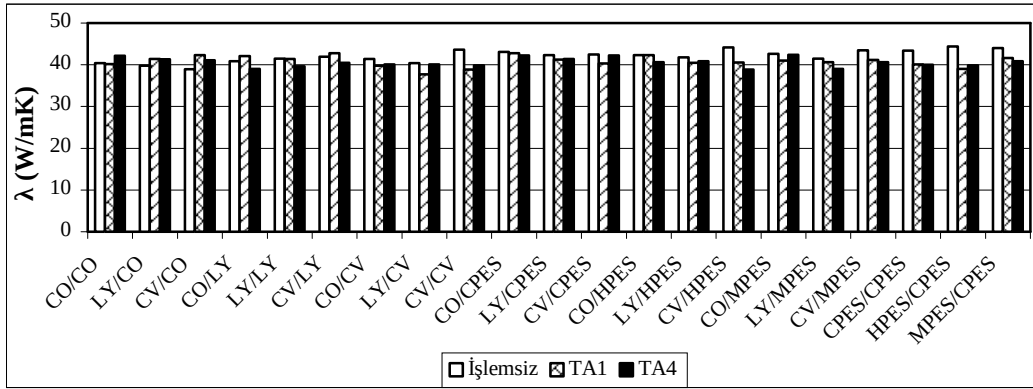


Şekil 9.29. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların λ değerleri

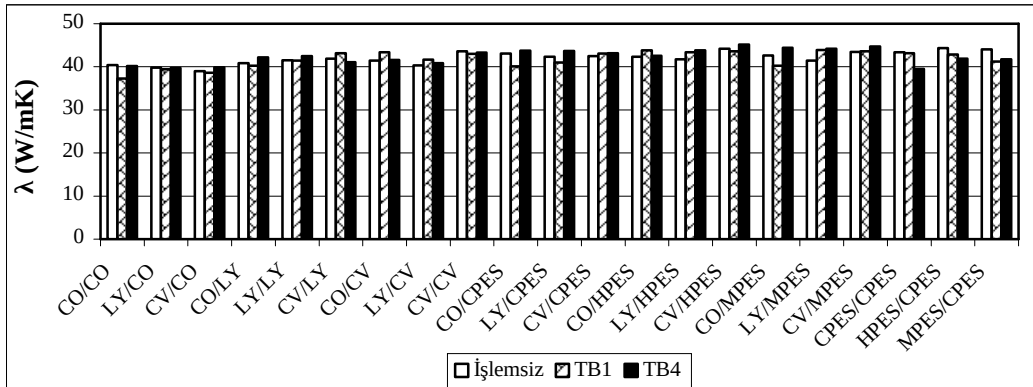


Şekil 9.30. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların λ değerleri

Şekil 9.31 ve 9.32’de, işlem görmemiş-klasik ürünler ve işlem görmemiş-nano ürünlerle transfer işlemi gören kumaşların ısı iletkenlik değerlerine ait sonuçlar görülmektedir.



Şekil 9.31. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların λ değerleri



Şekil 9.32. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların λ değerleri

Çizelge 9.19’da λ değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.19. λ değerlerine ait varyans analizi

Parametreler	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ort.	F	p.
Kumaş	483,388	20	24,169	14,865	0,000*
Yöntem	11,548	1	11,548	7,102	0,008*
Madde	47,638	1	47,638	29,299	0,000*
Konsantrasyon	26,666	1	26,666	16,401	0,000*

* $\alpha=0,05$ 'e göre önemli

Çizelge 9.20'de yer alan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre, farklı materyallerden üretilen kumaşlara ait ısı iletkenlik değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p=0,000$).

R, h ve λ değerleri arasında şu bağıntı bulunmaktadır:

$$R = h / \lambda$$

R: Isıl direnç değeri (m^2K/W)

h: Kumaş kalınlığı (mm)

λ : Isıl iletkenlik değeri (W/mK)

Bu bağıntıya göre kumaşın ısı akışına karşı gösterdiği direnci ifade eden R değeri; kumaş kalınlığıyla doğru, ısı iletkenliğiyle ters orantılıdır. Kumaşların R, h ve λ değerlerine ait bu grafikler incelendiğinde, R ve h değerlerinin birbiriyle doğru orantılı olarak değiştiği görülmektedir. λ değerlerinin değişimine esas etken olan nedenin liflerin kendi ısı iletkenlik özelliği olduğu düşünülmektedir. Selülozik ve sentetik liflerin kendi yapıları gereği ısı iletkenlik değerleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin pamuk lifinin ısı iletkenlik değeri 71 mW/m.K iken, poliester lifinin 140 mW/m.K'dir (Morton and Herle, 1986). Dolayısıyla Çizelge 9.20'den de görüldüğü gibi doğal ve rejenere selüloz liflerinden üretilen kumaşların diğer sentetik liflerden ve karışımlarından üretilen kumaşlara göre λ değerleri daha düşük bulunmuştur.

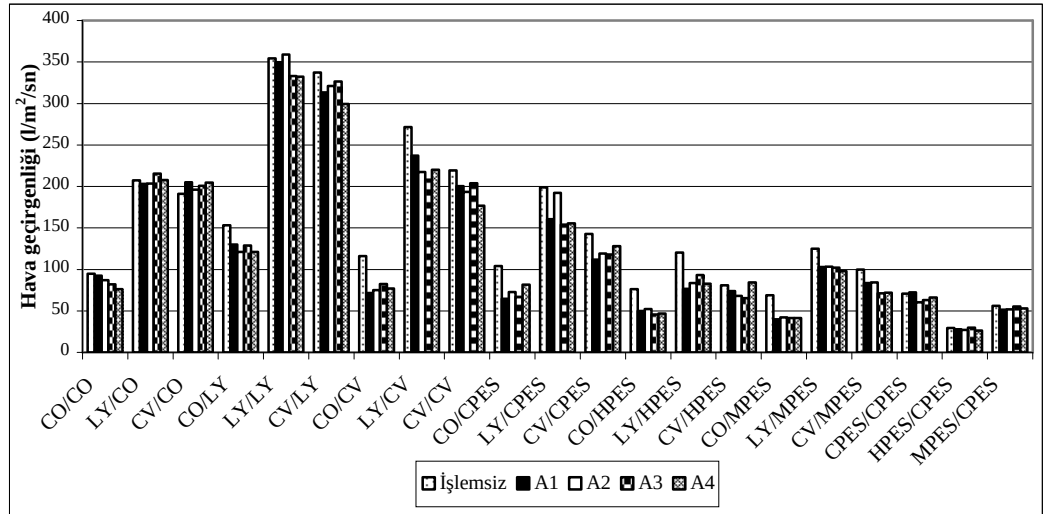
Çizelge 9.20. λ değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analizi sonucu

Kumaş	N	Alt Kümeler							
		1	2	3	4	5	6	7	8
CV/CO	27	39,572							
LY/CV	27	39,725							
CO/CO	27	40,113	40,113						
LY/CO	27	40,248	40,248						
CO/CV	27	40,373	40,373						
CO/LY	27		40,722	40,722					
CV/CV	27		40,738	40,738					
LY/LY	27		40,891	40,891					
CPES/CPES	27		40,978	40,978	40,978				
HPES/CPES	27			41,443	41,443	41,443			
CO/CPES	27			41,494	41,494	41,494			
CV/LY	27			41,523	41,523	41,523			
LY/CPES	27			41,675	41,675	41,675	41,675		
LY/MPES	27			41,725	41,725	41,725	41,725		
CO/MPES	27				41,973	41,973	41,973	41,973	
CV/CPES	27				42,027	42,027	42,027	42,027	
LY/HPES	27					42,100	42,100	42,100	
MPES/CPES	27					42,464	42,464	42,464	42,464
CO/HPES	27						42,586	42,586	42,586
CV/MPES	27							42,902	42,902
CV/HPES	27								43,103
p.		0,145	0,165	0,094	0,054	0,082	0,121	0,082	0,255

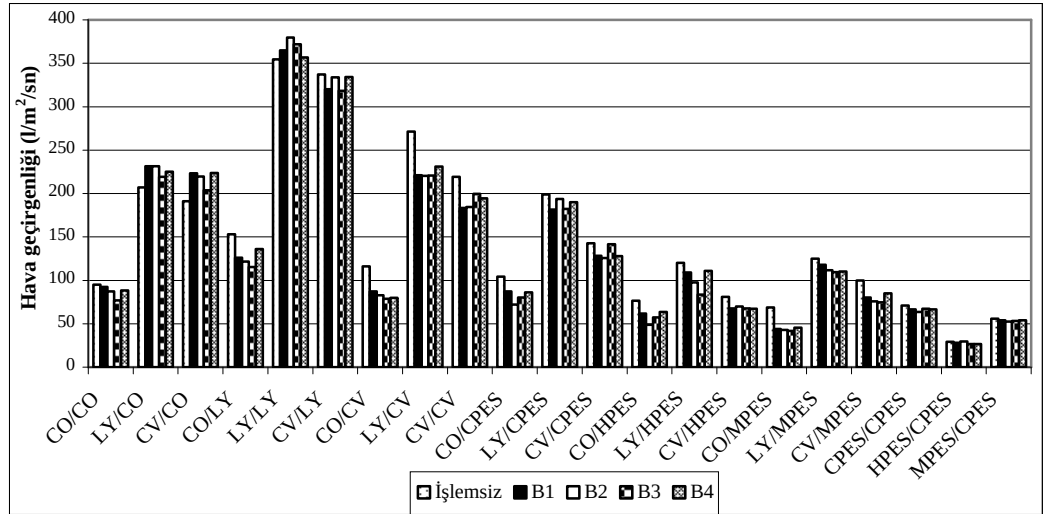
Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre aplikasyon yöntemleri, madde tipi ve konsantrasyonunun ısı iletkenlik özelliği üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

9.4.2 Hava Geçirgenlik Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Şekil 9.33 ve Şekil 9.34’de işlem görmemiş, emdirme aplikasyonu ile klasik ve nano ürünlerle işlem gören numunelerin hava geçirgenlik değerleri verilmektedir.

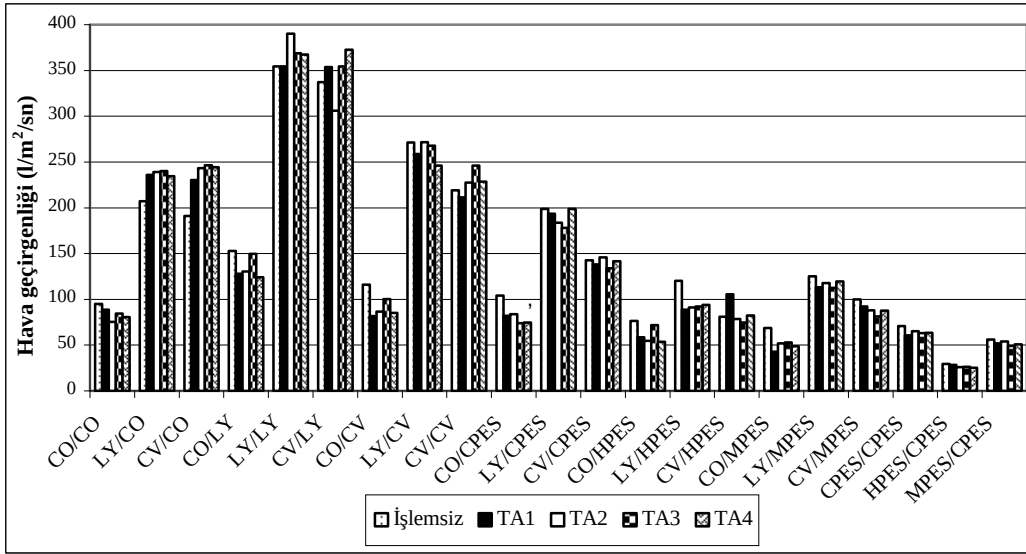


Şekil 9.33. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri

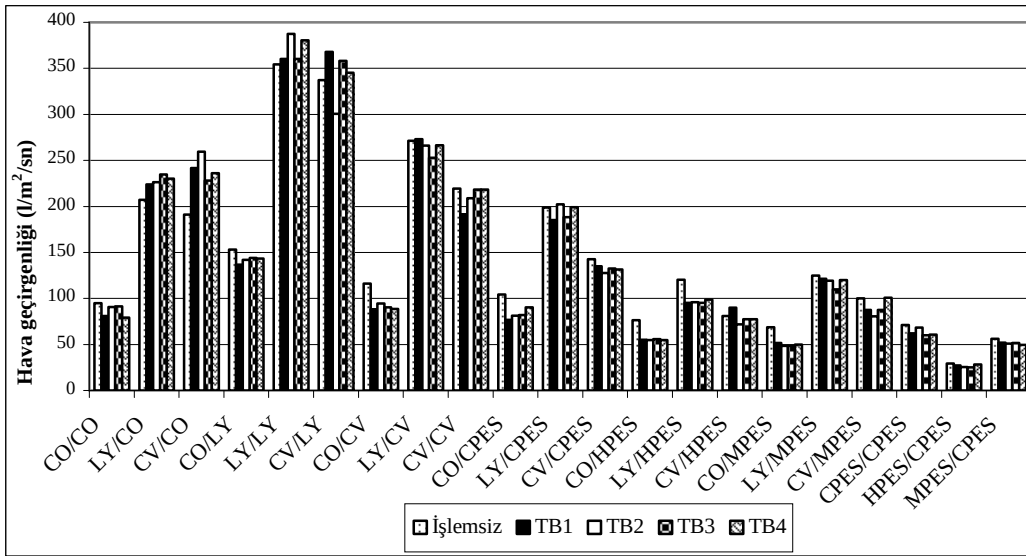


Şekil 9.34. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri

Şekil 9.35 ve Şekil 9.36’da işlem görmemiş, transfer aplikasyonu ile klasik ve nano ürünlerle işlem gören numunelerin hava geçirgenlik değerleri verilmektedir.



Şekil 9.35. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri



Şekil 9.36. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların hava geçirgenlik değerleri

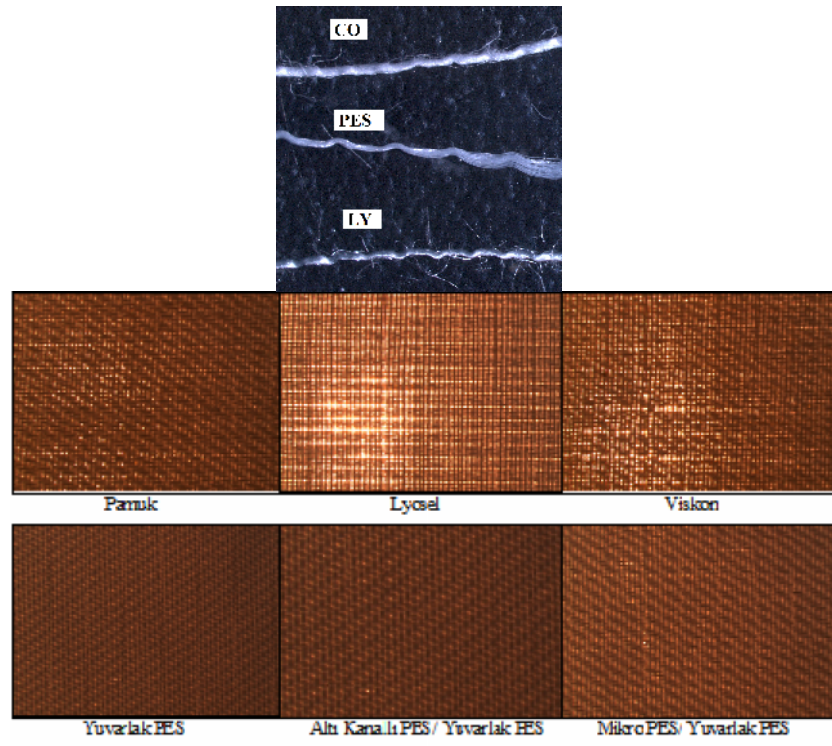
Çizelge 9.21’de hava geçirgenlik değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.21. Hava geçirgenlik değerlerine ait varyans analizi

Parametreler	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ort.	F	p.
Kumaş	10758366,054	20	537918,303	6763,538	0,000*
Yöntem	56330,910	1	56330,910	708,279	0,000*
Madde	4806,025	1	4806,025	60,429	0,000*
Konsantrasyon	228,425	3	76,142	0,957	0,412

* $\alpha=0,05$ 'e göre önemli

Kumaşların hava geçirgenlik özelliği, kumaş gözenekliliği (porozite) ile yakından ilişkilidir. Çizelge 9.21’de yer alan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre, farklı materyallerden üretilen kumaşlara ait hava geçirgenlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır ($p=0,000$). Özellikle rejenere selüloz ve bunların karışımlarından oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerleri pamuk, PES ve bunların karışımlarından oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Dokumada tüm parametreler sabit tutulduğu halde hava geçirgenlik değerlerinin özellikle lyocell ve viskon kumaşlarda çok yüksek çıkmasının nedenleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu amaçla Çay ve arkadaşlarının (Çay et al., 2005), ışık geçirgenliği ve hava geçirgenliği arasında kurdukları bağıntıdan hareketle bu çalışmada da Leica S8APO Stereo mikroskobundan yararlanılarak bitim işlemleri görmemiş numunelerin altına sabit ışık kaynağı yerleştirilip görüntüleri çekilmiştir (Şekil 9.37).

**Şekil 9.37.** Pamuk, PES, lyocell ipliklerin ve kumaşların mikroskopta alınan görüntüleri

Şekil 9.37’de bitim işlemleri görmemiş numunelerin, pamuk, poliester ve lyocell ipliklerin mikroskopta çekilen görüntüleri bulunmaktadır. Ayrıca mikroskoptan yararlanılarak ölçülen iplik çapları sırasıyla pamuk ipliğinin 225, lyocellin 170, viskonun 180, dairesel kesitli poliesterin 245, altı kanallı poliesterin 267 ve mikrolif poliesterin 292 mikrondur. Ölçüm sonuçlarında görüldüğü üzere aynı iplik numarasına sahip oldukları halde, lyocellin ve viskonun iplik çapları diğerlerine göre daha küçüktür. Bu nedenle, daha küçük iplik çapına sahip olduğu için lyocell ve viskon kumaşta gözenek büyüklüğü daha fazla olmakta dolayısıyla bu kumaşların hava geçirgenliği de daha yüksek çıkmaktadır. Bu sonucu desteklemek amacıyla çekilen kumaş görüntülerine bakıldığında, ışık geçirgenliği en yüksek olan kumaşlar lyocell ve viskonudur. Bu görüntüleri grafik programına aktararak her bir numunede ışık geçen kısımların toplam alana oranını tespit etmek amacıyla piksel saydırma işlemi yapılmıştır. Çıkan sonuçlar Çizelge 9.22’de verilmektedir.

Çizelge 9.22. Numunelerdeki ışık geçen alanların oranı

İşlem görmemiş kumaşlar	Işık geçen alan/Toplam alan (%)
Pamuk	13,6
Lyocell	41
Viskon	27,8
Yuvarlak PES	8,2
Altı Kanallı PES/ Yuvarlak PES	3,4
Mikro PES/ Yuvarlak PES	6,5

Çizelge 9.22 incelendiğinde, lyocell ve viskon numunelerinde iplikler arası boşlukların diğer kumaşlarınkine göre çok daha fazla olması nedeniyle ışık geçirgenlikleri dolayısıyla hava geçirgenlikleri diğer numunelere göre daha yüksek çıkmıştır. Kumaşlara ait ışık geçirme oranı ve hava geçirgenlik değerleri arasında % 99,67’lik bir korelasyon katsayısı bulunmuştur.

Kumaş tipiyle ilgili olarak elde edilen sonuçları özetleyecek olursak; denemelerde kullanılan aynı iplik numarasına, aynı büküm katsayısına sahip ipliklerden teorik olarak aynı sıklıklarda kumaş dokunduğunda her materyalin iplik çapları farklı olduğu için üretilen kumaşların gözeneklilikleri ve hava geçirgenlikleri arasında farklılıklar bulunmaktadır.

Yöntem farkının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Emdirme ve transfer aplikasyon yöntemi uygulanan kumaşların hava geçirgenlik değerleri, işlem görmemiş kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebi ise; yaş işlem gören kumaşların çekmesi, kumaş sıklığının artması, dolayısıyla kumaşın içerdiği gözenek miktarının azalması nedeniyle bitim

işlemleri sonrasında hava geçirgenlik değerlerinin düşmesidir. En düşük hava geçirgenlik değerleri emdirme sonrasında çıkmış olup, bunun nedeninin transfer yöntemine göre emdirmeye daha yüksek flote oranlarıyla çalışılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Madde tipi bazında değerlendirildiğinde, hava geçirgenlik değerleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla işlemsiz, nano madde ve klasik madde şeklinde değişmektedir (Çizelge 9.23). Kumaşlara aktarılan kimyasal maddeler mikro ve nano boyutta ürünler olup, liflerle kimyasal bağ yaparak liflerin hareketliliğini kısıtlamakta, lif-lif arasında çapraz bağ oluşturmakta, liflerin ve ipliklerin yüzeyinde hidrofob bir zar meydana getirmektedir. Kumaşların hava geçirgenliğinde ikinci önemli parametre ise lifler arasındaki boşluktan geçen hava miktarıdır. Aplikasyon işlemi sonrasında lif-lif arasındaki boşluklar çapraz bağlarla ve kimyasal maddelerle dolduğu için işlemsiz kumaşa göre hava geçirgenlik değerlerinde yaklaşık olarak % 6-8 arasında düşüş olmuştur.

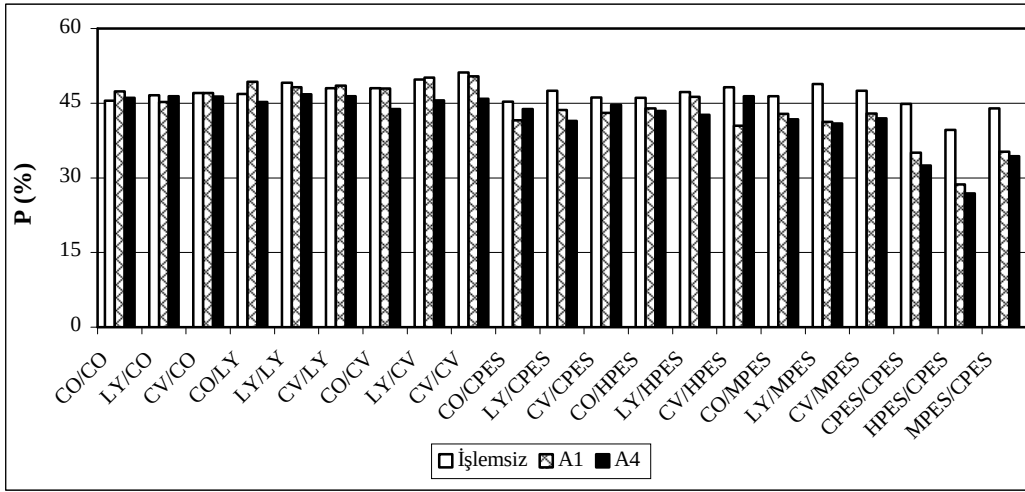
Çizelge 9.23. Hava geçirgenlik değerlerine ait madde tipi parametresine göre SNK analizi sonucu

Madde	N	Alt kümeler		
		1	2	3
Klasik	840	136,2545	139,6373	148,4667
Nano	840			
İŞLEMSİZ	105			
p.		1,000	1,000	1,000

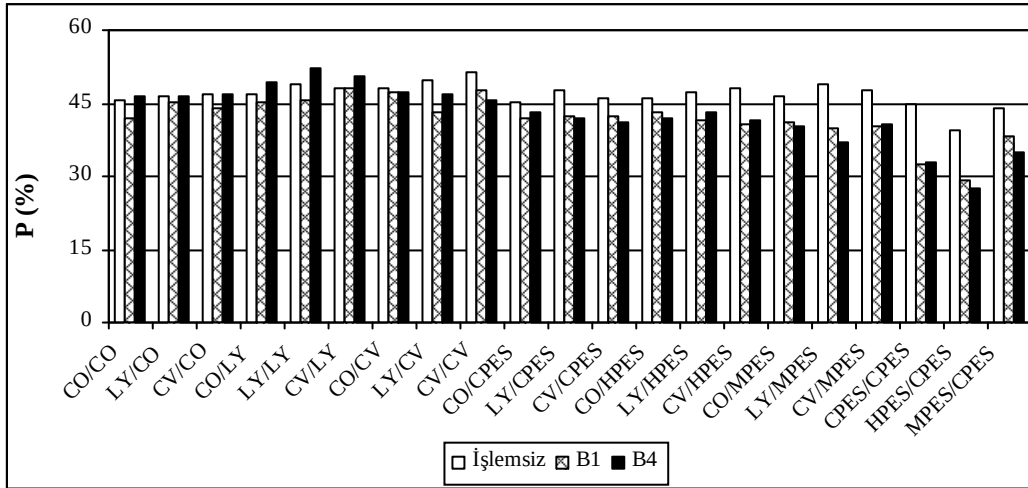
Madde konsantrasyonunun ise, kumaşların hava geçirgenlik özelliği üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir.

9.4.3 Su Buharı Geçirgenlik Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Emdirme ve transfer aplikasyonlarından sonra madde konsantrasyonlarının minimum ve maksimum olduğu deney numunelerinin bağıl su buharı geçirgenlikleri ölçülmüştür (Ortam şartları: T = 24°C, R= % 52). Şekil 9.38 ve 9.39'da işlem görmemiş, klasik ürünler ve nano ürünlerle emdirme işlemi gören numunelerin su buharı geçirgenlik değerleri verilmektedir.

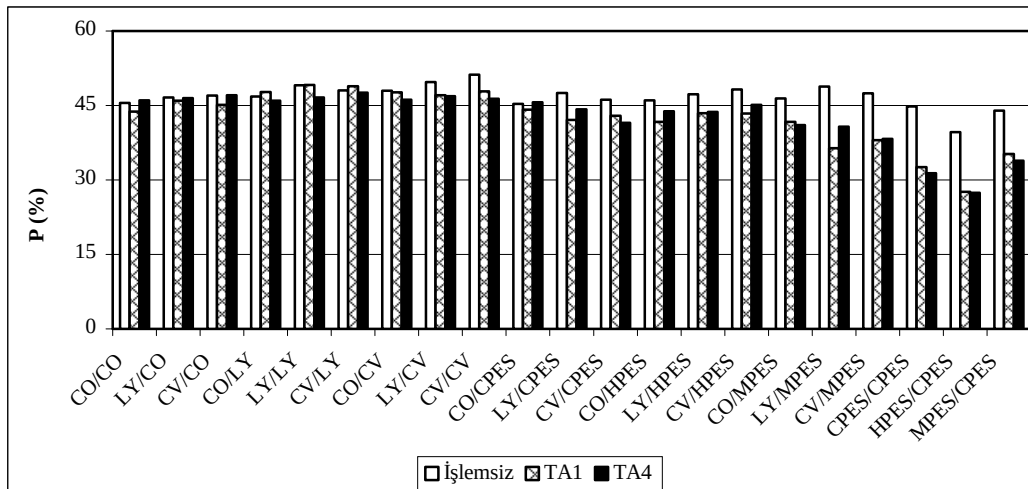


Şekil 9.38. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşların P değerleri

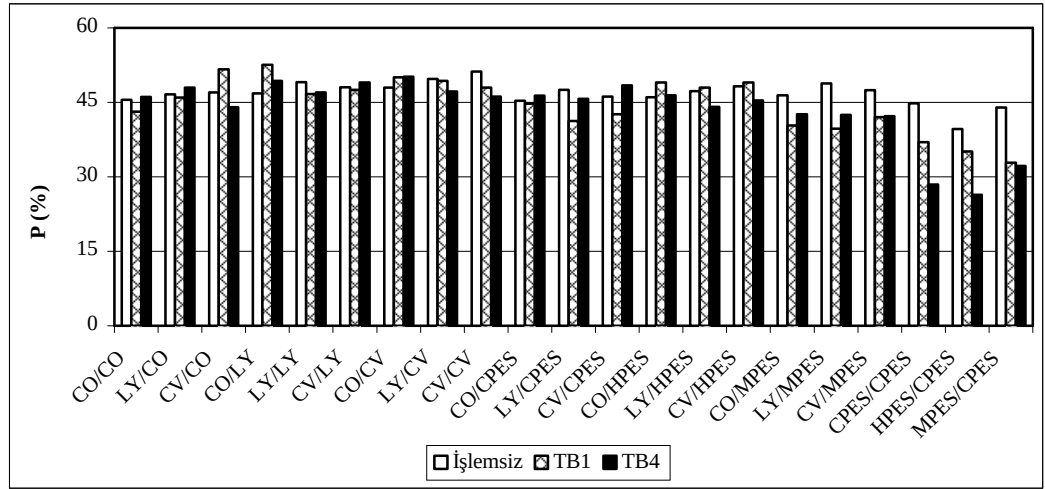


Şekil 9.39. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle emdirme işlemi gören kumaşların P değerleri

Şekil 9.40 ve Şekil 9.41’de işlem görmemiş, klasik ürünler ve nano ürünlerle transfer işlemi gören numunelerin su buharı geçirgenlik değerleri verilmektedir.



Şekil 9.40. İşlem görmemiş ve klasik ürünlerle transfer işlemi gören kumaşların P değerleri



Şekil 9.41. İşlem görmemiş ve nano ürünlerle transfer işlemi gören kumaşların P değerleri

Çizelge 9.24’de su buharı geçirgenlik değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.24. Su buharı geçirgenlik değerlerine ait varyans analizi

Parametreler	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ort.	F	p.
Kumaş	8797,865	20	439,893	212,449	0,000*
Yöntem	48,813	1	48,813	23,575	0,000*
Madde	19,782	1	19,782	9,554	0,002*
Konsantrasyon	12,199	1	12,199	5,891	0,016*

* $\alpha=0,05$ ’e göre önemli

Çizelge 9.24’de yer alan istatistiksel değerlendirme sonucuna göre, farklı materyallerden üretilen kumaşlara ait su buharı geçirgenlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır ($p=0,000$). Kumaşlara ait su buharı geçirgenlik değerleri incelendiğinde; büyükten küçüğe doğru selülozik kumaşlar, selülozik/sentetik karışımı, sentetik/sentetik karışımı ve sentetik kumaşlar olarak sıralanmaktadır. Selülozik kumaşlardan is kumaşlar arasında en yüksek su buharı geçirgenlik değerleri, lyocell, viskon ve bunların karışımı kumaşlarda elde edilmiştir. Bunun nedeninin bu kumaşların yüksek gözeneklilik dolayısıyla yüksek hava geçirgenlik değerlerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kumaşlara ait ışık geçirme oranı ve su buharı geçirgenlik değerleri arasında % 84’lük bir korelasyon katsayısı bulunmuştur.

Yöntem ve madde tipi parametrelerinin kumaşların su buharı geçirgenlik özelliğine etkileri istatistiksel olarak önemli olup, bu etkiler hava geçirgenliğinde vurgulanan etkilerle paralellik göstermektedir.

Çizelge 9.25. P değerlerine ait madde konsantrasyonu parametresine göre SNK analizi sonucu

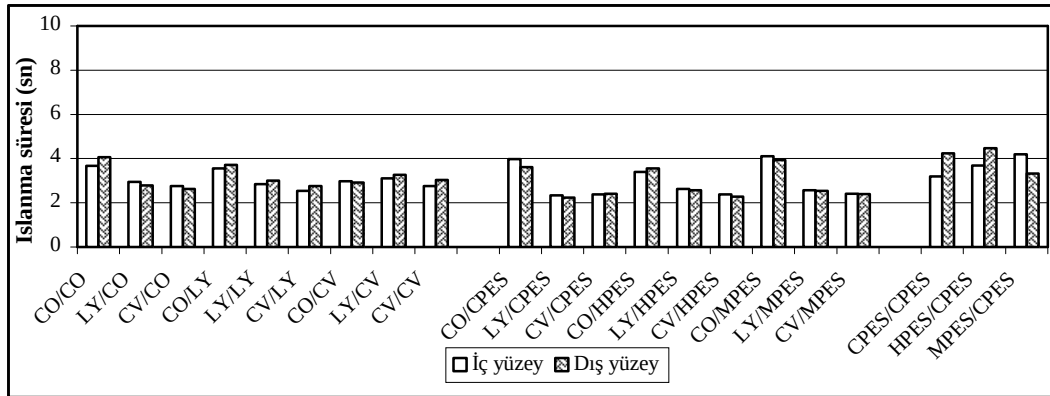
Konsantrasyon	N	Alt kümeler	
		1	2
Maksimum kon.	252	42,9120	
Minimum kon.	252	43,2231	
İŞLEMSİZ	63		46,8429
P		0,087	1,000

Konsantrasyon parametresi istatistiksel olarak önemli olup, minimum ve maksimum konsantrasyonlar arasında fark yok iken, bu iki konsantrasyon değerleri ile işlemsiz kumaşlara ait değerler arasında önemli bir fark bulunmaktadır (Çizelge 9.25).

9.4.4 Nem İletim Özelliklerine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

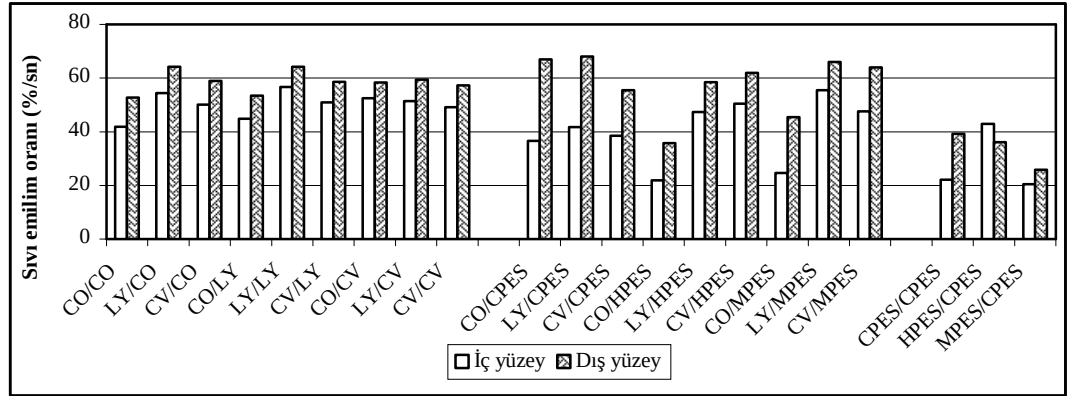
9.4.4.1 İşlem görmemiş numunelerin nem iletim sonuçları

İşlem görmemiş deney numunelerinin MMT (Moisture Management Tester) cihazında nem iletim özellikleri ölçülmüştür. Şekil 9.42, 9.43, 9.44, 9.45, 9.46 ve 9.47’de ölçüm sonrasında kumaşların ıslanma süresi (sn), sıvı emilim oranı (%/sn), maksimum ıslanma yarıçapı (mm), sıvı yayılma hızı (mm/sn), sıvının tek yöne iletim kapasitesi ve toplam nem iletim kapasitesi gibi parametrelere ait grafikler verilmiştir.

**Şekil 9.42.** İşlem görmemiş kumaşların ıslanma süreleri (sn)

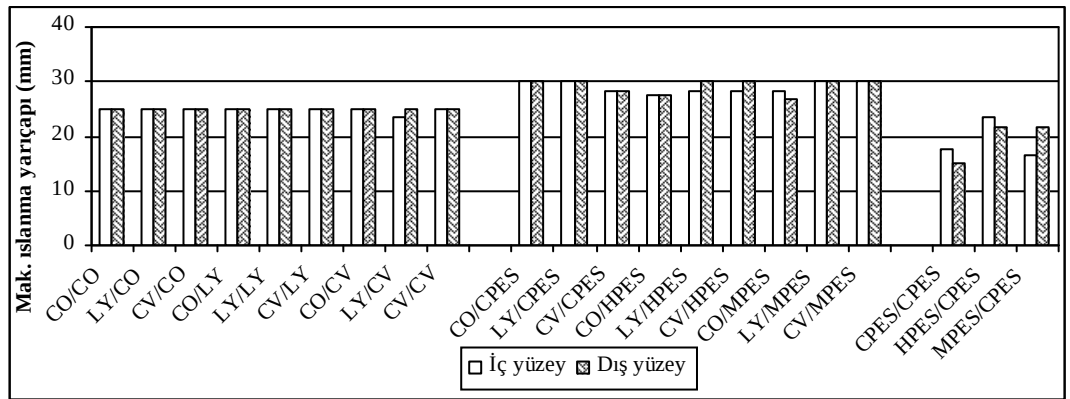
Şekil 9.42’de test sonrasında işlem görmemiş kumaşların iç yüzey (tene değen) ve dış yüzeylerindeki (tene değmeyen) ıslanma sürelerine bakıldığında kumaşların iç ve dış yüzeyleri arasında belirgin bir farklılık görülmemektedir. Burada en çarpıcı sonuç, pamuklu kumaşların yuvarlak kesitli poliester, kanallı poliester ve mikro poliester lifleriyle olan karışımlarında (CO/CPES, CO/HPES

ve CO/MPES) görülmüştür. Bu kumaşlar diğerlerine göre daha hızlı bir şekilde test sıvısını emerek ıslanmıştır. Bunun nedeni; pamuk lifinin nemi iyi bir şekilde absorbe etmesi poliester liflerinin ise, kapılar etki ile nemi dışarıya hızla iletebilmesidir.



Şekil 9.43. İşlem görmemiş kumaşların sıvı emilim oranı (%/sn)

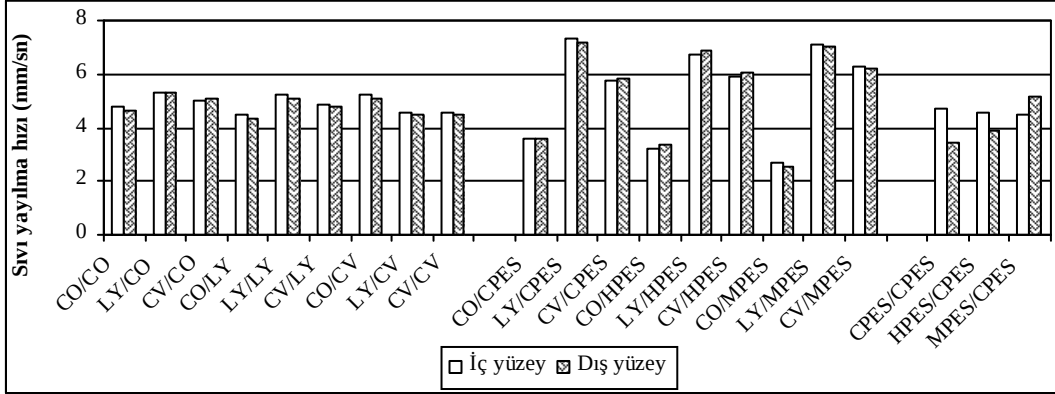
Numunelerin sıvı emilim oranlarına ait grafikte, aynı test süresinde kumaşların dış yüzeylerinin iç yüzeye göre daha fazla sıvı emdiği görülmüştür. Bunun nedeninin dış yüzeyde selülozik liflerin daha fazla oranda (karışım oranı dikkate alındığında) bulunup nemi daha iyi absorbe etmeleridir. Poliester karışımı ve % 100 poliester kumaşların sıvı emilim oranlarının diğerlerine göre daha az olmasının sebebi ise, bu liflerin nemi absorblama kapasitesinin diğerlerine göre daha az olmasıdır (Şekil 9.43).



Şekil 9.44. İşlem görmemiş kumaşların maksimum ıslanma yarıçapı (mm)

Kumaşların her iki yüzünde de ıslanma yarıçapı değerleri eşit veya birbirine çok yakın çıkmıştır. Selülozik/poliester karışımı kumaşlarda değerleri diğerlerine göre daha yüksektir. Bunun nedeni; pamuk lifinin nemi iyi bir şekilde absorbe

etmesi poliester liflerinin ise, kapilar etki ile nemi dışarıya hızla iletebilmesidir (Şekil 9.44).



Şekil 9.45. İşlem görmemiş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn)

Tüm test süresince MMT cihazının sensörlerin bulunduğu bölümdeki merkezden numunenin ıslanan en dış kısmına kadar olan mesafeden yola çıkarak hesaplanan hız, “sıvı yayılma hızı” olarak tanımlanmaktadır. Grafikten de görüldüğü gibi en yüksek sıvı yayılma hızları LY/CPES, CV/CPES, LY/HPES, CV/HPES, LY/MPES ve CV/MPES karışımı kumaşlarda saptanmıştır. Bunun nedeni, bu kumaşların nem absorblama ve iletim kapasitelerinin diğerlerine göre daha hızlı olmasıdır (Şekil 9.45).

Sıvı yayılma hızı, aşağıdaki formüllerde gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

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

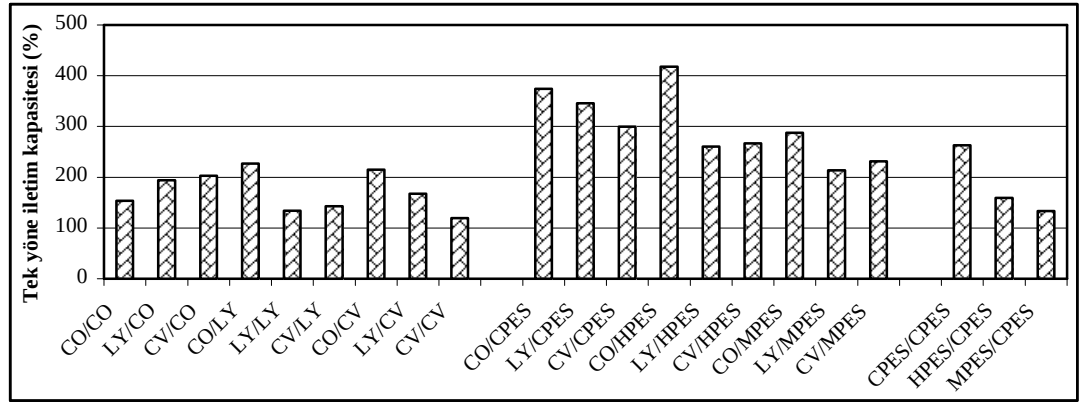
$$SS = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{i=1}^N \frac{R}{(t_i - t_{i-1})}$$

i: Sensör dizilerinin (halka) sayısı (i=1, 2, 3, 4, 5, 6)

Si = ti süresinde i-1 halkasından i halkasına kadar olan mesafede sıvının yayılma hızı

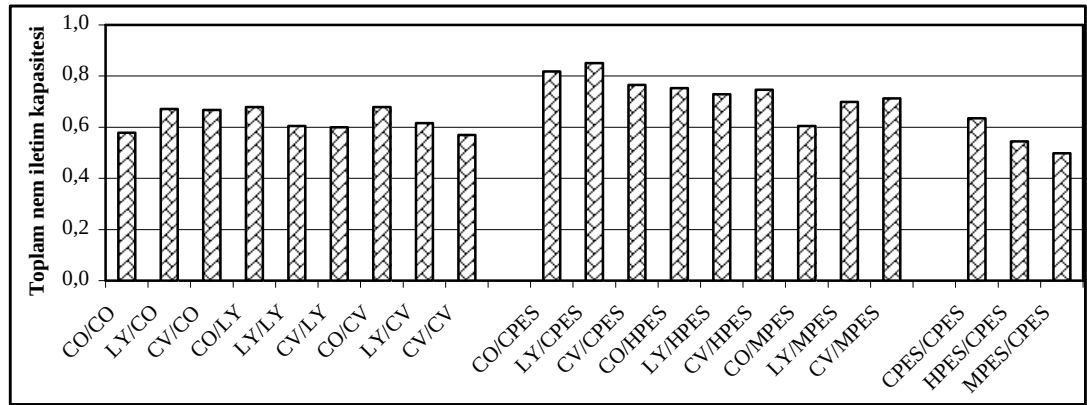
R: Halkanın yarıçapı, ti = Süre, SS: Sıvının yayılma hızı

N: Islanan halkaların sayısı



Şekil 9.46. İşlem görmemiş kumaşların tek yöne iletim kapasitesi

Tek yöne iletim indeksi, sıvı şeklindeki ter çözeltisinin kumaşın iç yüzeyinden (tene değen) dış yüzeyine (tene değmeyen) doğru iletim kapasitesini ifade etmektedir. Bu değer ne kadar yüksek olursa nem iletimi o kadar fazla olmaktadır. Grafik incelendiğinde; özellikle selülozik/sentetik karışımı kumaşların nem iletiminde diğerlerine göre daha başarılı oldukları ortaya çıkmıştır (Şekil 9.46). Bunun nedeni, istatistiksel değerlendirme yapılarak aşağıda açıklanmıştır (Çizelge 9.26).



Şekil 9.47. İşlem görmemiş kumaşların toplam nem iletim kapasitesi

Toplam nem iletim kapasitesi, kumaşın sıvı şeklindeki teri transfer edebilme kapasitesini göstermektedir ve üç farklı indeks değerine bağlıdır. Bunlar :

- 1- Dış yüzeydeki nem absorblama oranı, BAR
- 2- Tek yöne nem iletim kapasitesi, R
- 3- Dış yüzeyde sıvı yayılma hızı, BSS

Bu indekslere bağılı olarak toplam nem iletim kapasitesi (OMMC) aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$OMMC = C1 * BARndv + C2 * Rndv + C3 * BSSndv$$

OMMC değerinin bağılı olduğu indekslere ait grafikler ve Şekil 9.47 incelendiğinde; özellikle selülozik/poliester karışımı CO/CPES, LY/CPES, CV/CPES, CO/HPES, LY/HPES, CV/HPES, LY/MPES ve CV/MPES kumaşların nem iletim kapasitelerinin diğerlerine göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bunun nedeni, istatistiksel değerlendirme yapılarak aşağıda açıklanmıştır (Çizelge 9.26).

Çizelge 9.26’da, işlem görmemiş kumaşlarda MMT cihazında ölçülen tek yöne iletim kapasitesi (TYİK) ve toplam nem iletim kapasitesi (TNİK) verilerine ait tek yönlü varyans analizi sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.26. MMT verilerine göre işlem görmemiş kumaşların One-way ANOVA test sonuçları

		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ort.	F	p
TYİK	Gruplar arası	396217,440	20	19810,872	17,338	0,000*
	Grup içi	47989,372	42	1142,604		
	Toplam	444206,812	62			
TNİK	Gruplar arası	0,493	20	0,025	19,395	0,000*
	Grup içi	0,053	42	0,001		
	Toplam	0,546	62			
*: $\alpha = 0,05$ ’e göre önemli						

Çizelge 9.26’da görüldüğü gibi hem TYİK hem de TNİK parametreleri açısından kumaş tipi önemlidir.

Çizelge 9.27 ve 9.28’de ise, işlem görmeyen kumaşların TYİK ve TNİK verilerinin Student-Newman-Keuls (SNK) analiz sonuçları verilmektedir.

Çizelge 9.27. TYİK değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analiz sonucu

Kumaş tipi	Alt Kümeler								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CV/CV	119,5								
LY/LY	134,0	134,0							
CV/LY	142,8	142,8	142,8						
CO/CO	153,8	153,8	153,8						
HPES/CPES	159,2	159,2	159,2						
MPES/CPES	159,7	159,7	159,7						
LY/CV	167,8	167,8	167,8						
LY/CO	194,0	194,0	194,0	194,0					
CV/CO	203,0	203,0	203,0	203,0	203,0				
LY/MPES		213,7	213,7	213,7	213,7	213,7			
CO/CV		215,0	215,0	215,0	215,0	215,0			
CO/LY		226,6	226,6	226,6	226,6	226,6			
CV/MPES			231,4	231,4	231,4	231,4			
LY/HPES				260,4	260,4	260,4			
CPES/CPES				263,0	263,0	263,0			
CV/HPES				266,8	266,8	266,8			
CO/MPES					287,4	287,4	287,4		
CV/CPES						299,6	299,6		
LY/CPES							345,8	345,8	
CO/CPES								374,1	374,1
CO/HPES									417,5
p	0,09	0,06	0,08	0,2	0,08	0,07	0,1	0,31	0,12

Çizelge 9.28. TNİK değerlerine ait kumaş parametresine göre SNK analiz sonucu

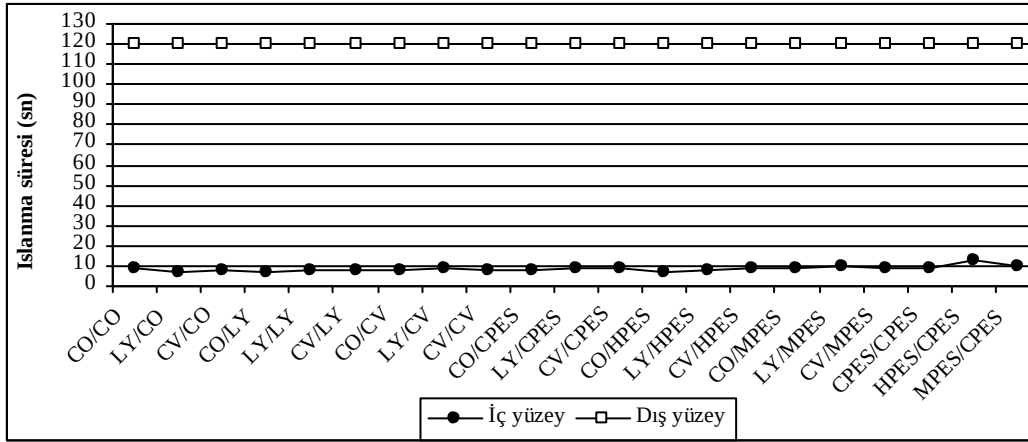
Kumaş tipi	Alt Kümeler									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MPES/CPES	0,50									
HPES/CPES	0,54	0,54								
CV/CV		0,57								
CO/CO		0,58	0,58							
CV/LY		0,60	0,60	0,60						
CO/MPES		0,60	0,60	0,60	0,60					
LY/LY		0,61	0,61	0,61	0,61					
LY/CV		0,62	0,62	0,62	0,62					
CPES/CPES		0,64	0,64	0,64	0,64	0,64				
CV/CO			0,67	0,67	0,67	0,67	0,67			
LY/CO				0,67	0,67	0,67	0,67	0,67		
CO/LY				0,68	0,68	0,68	0,68	0,68		
CO/CV				0,68	0,68	0,68	0,68	0,68		
LY/MPES					0,70	0,70	0,70	0,70		
CV/MPES						0,71	0,71	0,71		
LY/HPES							0,73	0,73		
CV/HPES							0,75	0,75	0,75	
CO/HPES							0,75	0,75	0,75	
CV/CPES								0,76	0,76	
CO/CPES									0,82	0,82
LY/CPES										0,85
p	0,12	0,06	0,06	0,17	0,05	0,14	0,11	0,06	0,08	0,27

Çizelge 9.27 ve 9.28’de görüldüğü gibi TYİK ve TNİK verileri sırasıyla 9 ve 10 alt gruptan oluşmaktadır. Çizelgeler incelendiğinde selülozik/sentetik

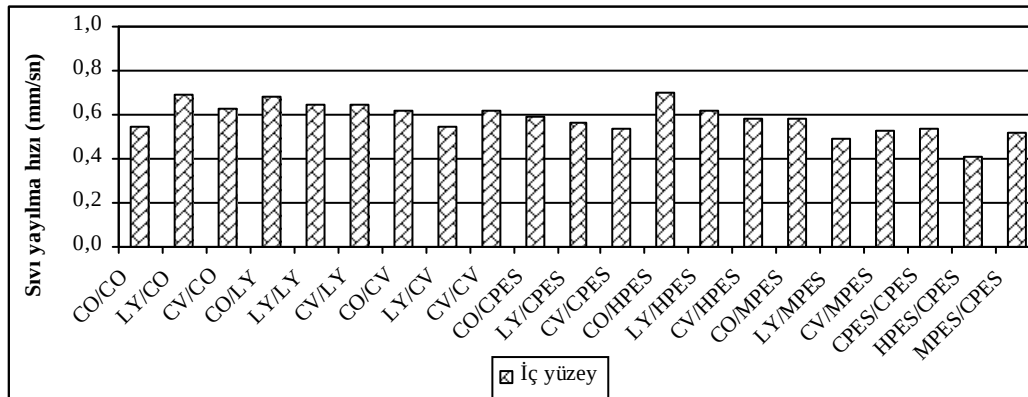
karışımı kumaşların diğer kumaşlara göre daha yüksek TYİK ve TNİK ortalama değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin, selülozik liflerin hidrofil özelliklerinden dolayı nemi absorbe ederek daha sonra bu nemi sentetik liflerin de kapiler etkiyle hızla dışarı transfer etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu etkinin tam anlamıyla iki grup lifin özelliklerinin birleşerek sinerjetik etki yaratmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

9.4.4.2 Emdirme uygulaması sonrasında işlem görmüş numunelerin nem iletim sonuçları

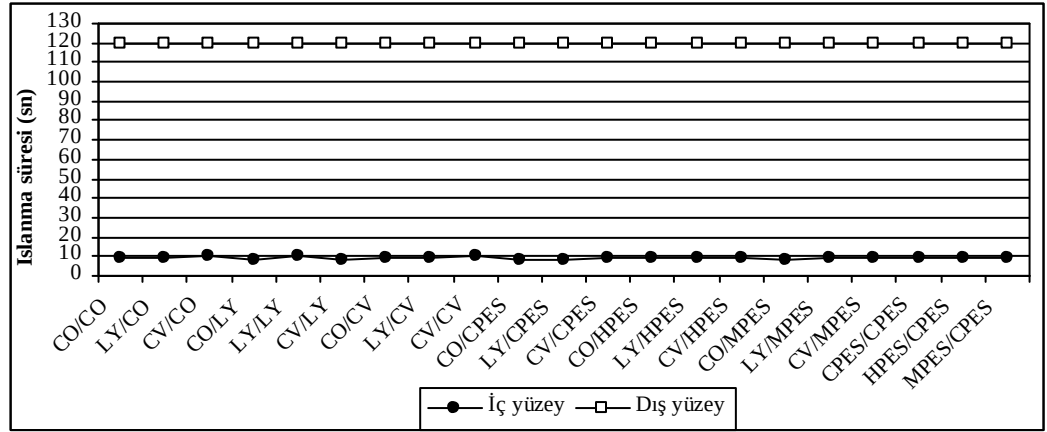
Emdirme uygulamasında klasik ve nano maddelerle maksimum konsantrasyonlarda işlem görmüş numunelerin MMT cihazında nem iletim özellikleri ölçülmüştür. Şekil 9.48, 9.49, 9.50 ve 9.51’de ölçümler sonrasında işlem görmüş kumaşların ıslanma süresi (sn) ve sıvı yayılma hızı (mm/sn) gibi parametrelere ait grafikler verilmiştir.



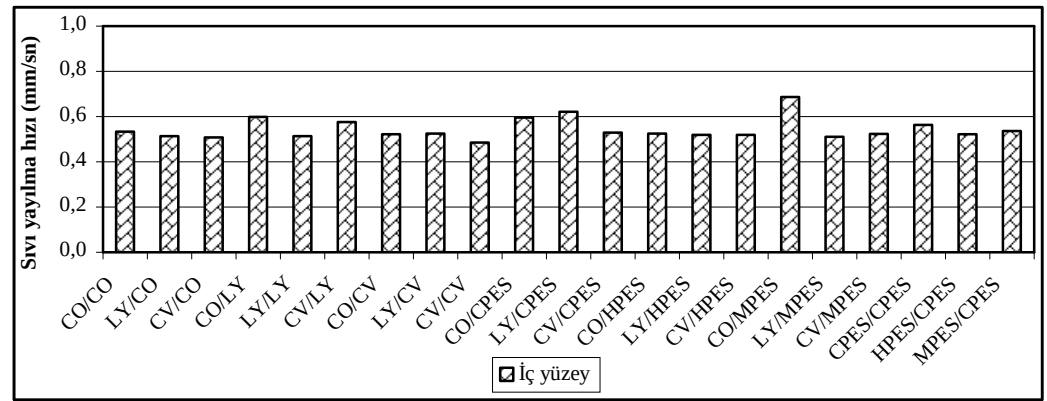
Şekil 9.48. Klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn)



Şekil 9.49. Klasik ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn)



Şekil 9.50. Nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn)



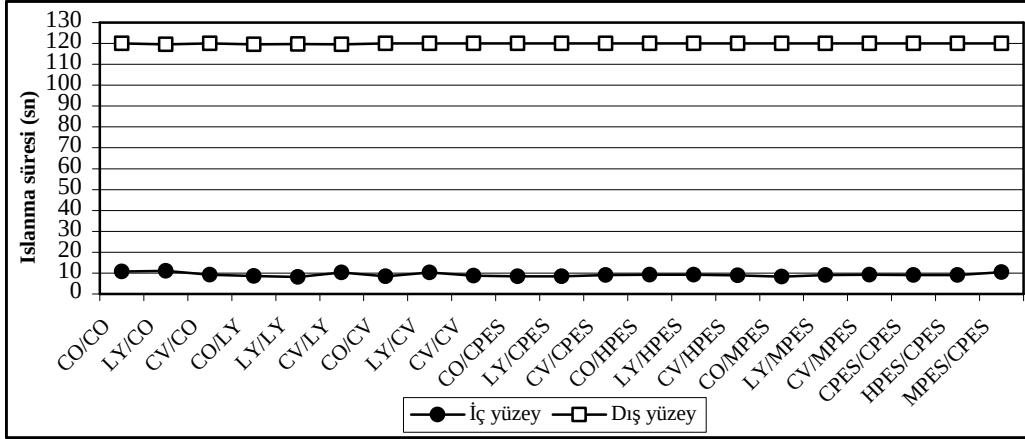
Şekil 9.51. Nano ürünlerle emdirme işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn)

Grafiklerden görüldüğü üzere emdirme uygulamasında klasik ve nano maddelerle işlem görmüş tüm numunelerin ıslanma süreleri arasında fark bulunmazken numunelerin iç yüzeyi ıslanmış dış yüzeye sıvı iletilemediğinden test süresince hiç ıslanmamıştır. Sıvı yayılması ise kumaşın sadece tene değen iç yüzeyinde gerçekleşmiş olup, sıvı yayılma hızlarına bakıldığında kumaşlar arasında çok fazla fark olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi de, yapılan su iticilik bitim işlemleriyle kumaşın her iki yüzeyinin de sıvıyı emmeyip sadece yüzeysel yaymasıdır. Su damlaları arka yüzeye geçemediğinden dolayı tam olarak arka yüzeyde bir ıslanma ve yayılma olmamıştır.

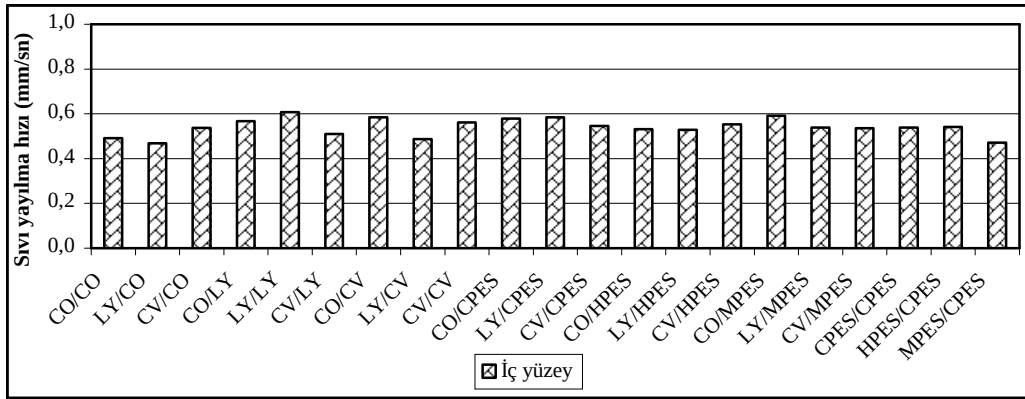
9.4.4.3 Transfer uygulaması sonrasında işlem görmüş numunelerin nem iletim sonuçları

Transfer uygulamasında klasik ve nano maddelerle maksimum konsantrasyonlarda işlem görmüş numunelerin MMT cihazında nem iletim özellikleri ölçülmüştür. Şekil 9.52, 9.53, 9.54 ve 9.55'de ölçümler sonrasında

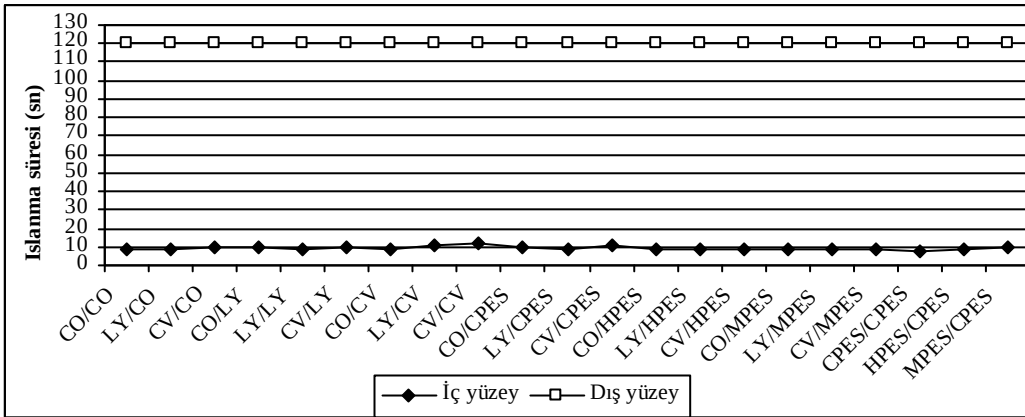
işlem görmüş kumaşların ıslanma süresi (sn) ve sıvı yayılma hızı (mm/sn) gibi parametrelere ait grafikler verilmiştir.



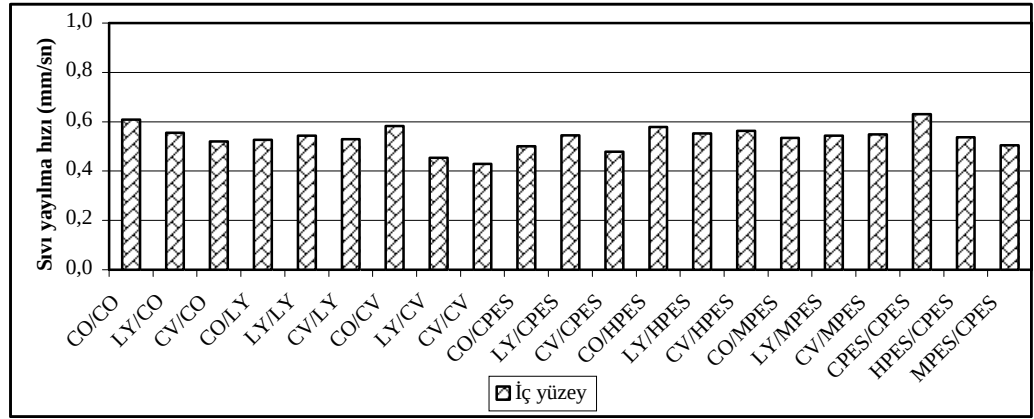
Şekil 9.52. Klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn)



Şekil 9.53. Klasik ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn)



Şekil 9.54. Nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların ıslanma süreleri (sn)



Şekil 9.55. Nano ürünlerle transfer işlemi görmüş kumaşların sıvı yayılma hızı (mm/sn)

Grafiklerden görüldüğü üzere transfer uygulamasında klasik ve nano maddelerle işlem görmüş tüm numunelerin ıslanma süreleri arasında diğer emdirme uygulamasında olduğu gibi bir fark yoktur. Uygulanan transfer uygulamasında kimyasal madde aktarımı kumaşın sadece tene değmeyen yani kumaşın dış yüzeyine yapılmıştır. Sıvı yayılma hızlarına ait grafikler incelendiğinde; numunelerin tene değen yüzeyinin damlaları emdiği, yaydığı ancak dışarı kısma herhangi bir sıvı iletiminin olmadığı saptanmıştır. Dolayısıyla sıvı yayılma hızı çok yavaştır.

Tüm numunelerin nem iletim özellikleri değerlendirildiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Öncelikle işlem görmemiş numunelerin nem iletim özelliklerine bakıldığında materyal tipi yani lif cinsi ve karışım tipi sıvı iletimini doğrudan etkileyen önemli parametrelerdir. Kumaşın sıvı şeklindeki teri iyi bir şekilde absorblayıp, dışarı katmanlara hızla iletmesini ifade eden toplam nem iletim kapasitesi değeri özellikle selülozik/poliester karışımı olan CO/CPES, LY/CPES, CV/CPES, CO/HPES, LY/HPES, CV/HPES, LY/MPES ve CV/MPES kumaşlarda en yüksek çıkmıştır. Şekil 9.46 ve 9.47'daki sonuçlara göre bu kumaşların tek yöne nem iletim indeksleri ve toplam nem iletim kapasite değerleri sırasıyla 213–417 ve 0,604–0,851 arasında değerlerdir. Buna göre Çizelge 9.29'daki MMT cihazına ait derecelendirme tablosu incelendiğinde; söz konusu kumaşlar nem iletimi açısından “çok iyi” hatta “mükemmel” olarak değerlendirilmektedir. Bu bakımdan yüksek seviyede konfor sağlayan bu kumaşları tercih etmek doğru bir seçim olacaktır.

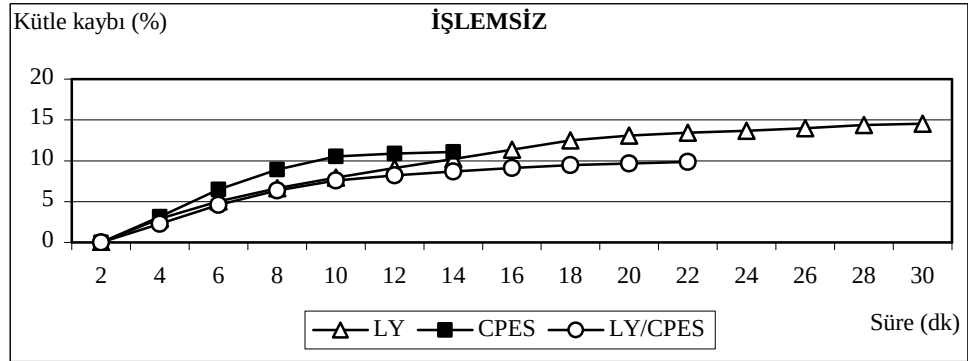
Çizelge 9.29. Derecelendirme tablosu
(SDL ATLAS Firması'nın MMT cihazına ait kataloğu, 2008)

Parametre	Yüzey	Skala				
		1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	İç	≥ 120	20-119	5-19	3-5	< 3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	Dış	≥ 120	20-119	5-19	3-5	< 3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Sıvı emilim oranı (%/sn)	İç	0-10	10-30	30-50	50-100	> 100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	Dış	0-10	10-30	30-50	50-100	> 100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Maksimum ıslanma yarıçapı (mm)	İç	0-7	7-12	12-17	17-22	> 22
		ıslanma yok	az	orta	hızlı	çok hızlı
	Dış	0-7	7-12	12-17	17-22	> 22
		ıslanma yok	az	orta	hızlı	çok hızlı
Sıvı yayılma hızı (mm/sn)	İç	0-1	1-2	2-3	3-4	> 4
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	Dış	0-1	1-2	2-3	3-4	> 4
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Tek yöne iletim kapasitesi		< -50	-50-100	100-200	200-400	> 400
		çok zayıf	zayıf	iyi	çok iyi	mükemmel
Toplam nem iletim kapasitesi		0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	$> 0,8$
		çok zayıf	zayıf	iyi	çok iyi	mükemmel

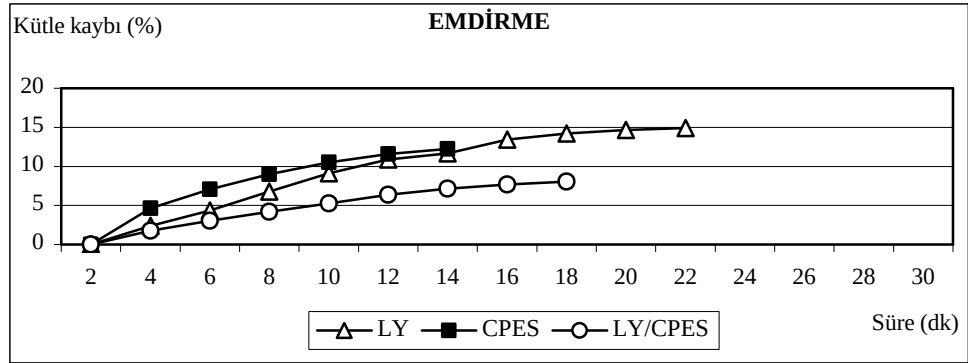
• Bitim işlemleri gören numunelerin nem iletimi yavaşlamış ve sıvı transferi oldukça zorlaşmıştır. Sıvı yayılması kumaşın sadece tene değen iç yüzeyinde gerçekleşmiş olup, sıvı yayılma hızlarına bakıldığında kumaş tipleri arasında çok fazla fark olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi de, yapılan su iticilik bitim işlemleriyle kumaşın her iki yüzeyinin de sıvıyı emmeyip sadece yüzeyel yaymasıdır. Ancak MMT cihazında test süresince pompalanan sıvı miktarı çok fazla miktarda olduğundan pratikte vücudun sıvı şeklinde terlemesini simule edemediği düşünülmektedir. Ayrıca tez çalışmaları sırasında ön denemelerle elde edilen sonuçlara göre bitim işlemi gören numunelerin daha hızlı kurumaları konusunda belirgin şekilde farklılıklar saptanmıştır. MMT cihazında bu farklılıklar tespit edilememiştir. Hem bu farklılıkları tespit etmek için hem de az veya çok miktarda terlemeyi tam olarak taklit etmek amacıyla tarafımızca püskürtme yöntemiyle denemeler yapılarak numunelerin kuruma süreleri saptanmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla öncelikle seçilen numuneler, standart atmosfer şartlarında ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 4$ bağıl nem) 24 saat kondüsyonlanmıştır. Boyutu 5x10 cm olacak şekilde kesilen numunelere, ağırlığının $\% 15$ ve 25 oranında ayrı

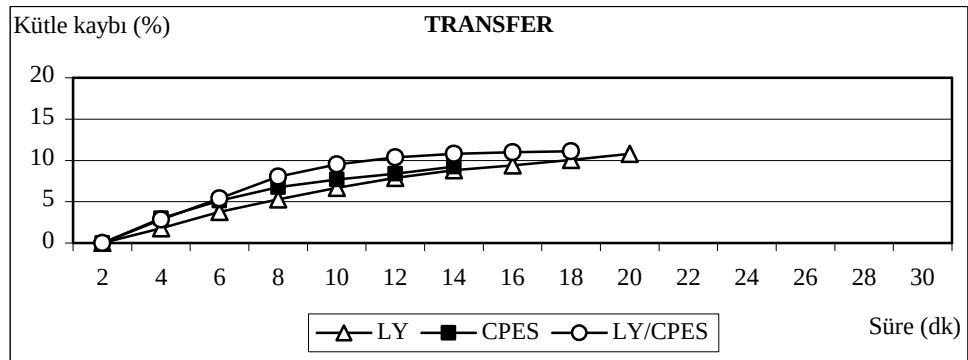
zamanlarda saf suyla pulvarize şekilde püskürtme (spreyleme) yapılmıştır. Daha sonra numuneler başlangıçtaki kuru ağırlıklarına gelene kadar 2 dakika arayla hassas terazide tartılmıştır. Numuneler kuru ağırlıklarına gelince ölçümler tamamlanarak hem kuruma süreleri hem de % olarak kütle (sıvı) kayıpları hesaplanmıştır. Şekil 9.56, 9.57 ve 9.58’de % 15 oranında püskürtme yapılan numunelerin kuruma sürelerine ait grafikler verilmektedir.



Şekil 9.56. İşlem görmemiş kumaşların kuruma süreleri (% 15 oranında püskürtme)



Şekil 9.57. Emdirme yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 15 oranında püskürtme)

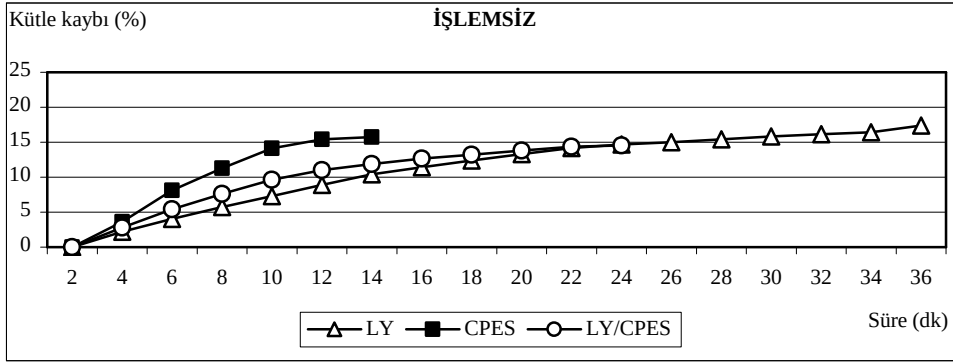


Şekil 9.58. Transfer yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 15 oranında püskürtme)

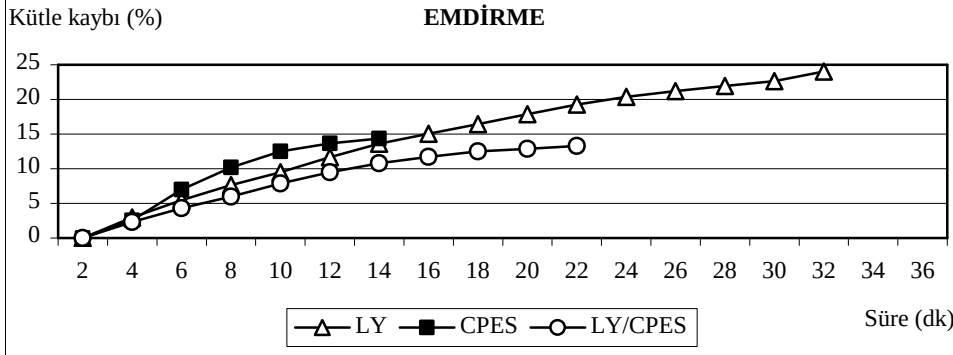
Grafiklerde de görüldüğü gibi 30 cm mesafeden 1 kere yapılan spreyleme işlemiyle işlem görmemiş lyocell numune 30 dakikada kururken emdirme yöntemiyle işlem gören numune 22, transfer yöntemiyle işlem gören numune ise

20 dakikada kurumaktadır. Benzer şekilde işlem görmemiş LY/CPES numune 22 dakikada kururken, emdirme ve transfer yöntemiyle işlem gören numuneler ise 18 dakikada kurumaktadır. İşlem görmemiş ve işlem gören CPES numunelerin kuruma süreleri ise numunenin sıvıyı hiç emmemesinden dolayı aynı çıkmıştır. Bu sonuçlardan, su iticilik bitim işlemi gören özellikle transfer yöntemi uygulanan numunelerin daha hızlı kuruduğu söylenebilmektedir.

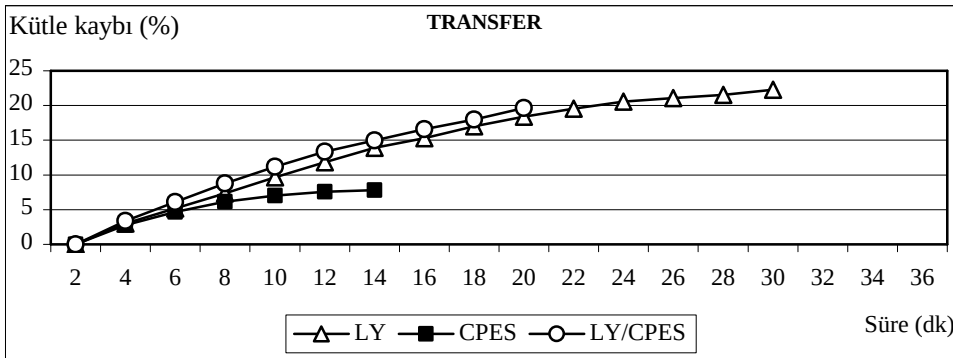
Şekil 9.59, 9.60 ve 9.61’de % 25 oranında püskürtme yapılan numunelerin kuruma sürelerine ait grafikler verilmektedir.



Şekil 9.59. İşlem görmemiş kumaşların kuruma süreleri (% 25 oranında püskürtme)



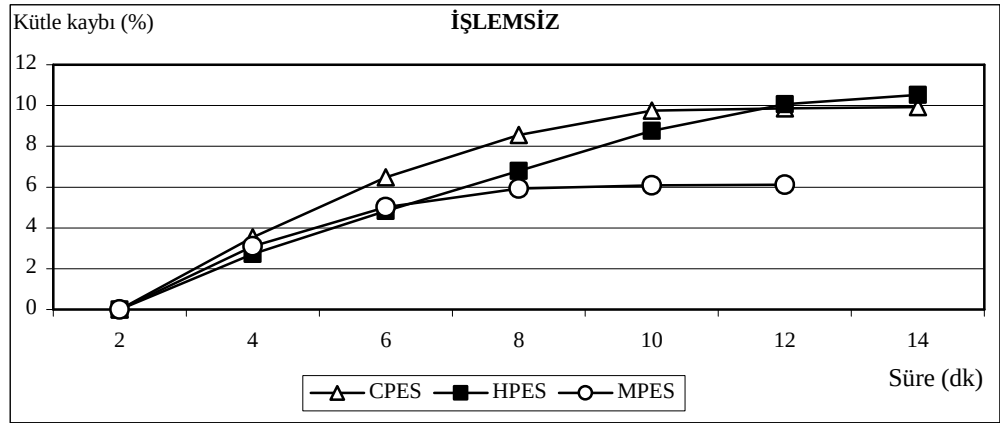
Şekil 9.60. Emdirme yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 25 oranında püskürtme)



Şekil 9.61. Transfer yöntemiyle işlem gören kumaşların kuruma süreleri (% 25 oranında püskürtme)

Grafiklerde de görüldüğü gibi 30 cm mesafeden 2 kere yapılan spreyleme işlemiyle işlem görmemiş lyocell numune 36 dakikada kururken emdirme yöntemiyle gören numune 32, transfer yöntemiyle işlem gören numune ise 30 dakikada kurumaktadır. İşlem görmemiş LY/CPES numune 24 dakikada kururken, emdirme ve transfer yöntemiyle işlem gören numuneler ise sırasıyla 22 ve 20 dakikada kurumaktadır. İşlem görmemiş ve işlem görmüş CPES numunelerin kuruma süreleri ise yine numunenin sıvıyı hiç emmemesinden dolayı aynı çıkmıştır. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı gibi püskürtülen sıvı miktarı arttırılsa da su iticilik bitim işlemi gören numunelerin kuruma süreleri işlem görmeyen numunelere göre daha kısa olup, bu numuneler daha hızlı kurumaktadırlar.

Hızlı kuruma ve kuruma süreleriyle ilgili yapılan ön denemelerde önemli başka bir nokta da altı kanallı poliester liflerinden üretilen kumaşların diğer dairesel kesitli ve mikrolif poliester liflerinden üretilen kumaşlardan daha kısa sürede kuruma özelliğinin olup olmamasının incelenmesidir. Şekil 9.62’de % 15 oranında püskürtme yapılan numunelerin kuruma sürelerine ait grafik verilmektedir.



Şekil 9.62. İşlem görmemiş farklı poliester kumaşların kuruma süreleri

Şekil 9.62’de dairesel kesitli (CPES), altı kanallı poliester (HPES) ve mikrolif poliester (MPES) numunelere 30 cm mesafeden 1 kere yapılan spreyleme işleminden sonra kuruma sürelerine ait veriler görülmektedir. Dairesel kesitli ve altı kanallı poliester numuneler aynı sürede kururken, mikrolif poliester 2 dakika önce kurumaktadır. Bu sonuca göre üç numune arasında belirgin bir farklılık bulunmamaktadır.

Pratikte terlemeyi tam olarak taklit etmek amacıyla yapılan denemeler sonucunda numunelerin kuruma sürelerine ait sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; su iticilik bitim işlemi gören numunelerin işlem görmemiş numunelere göre daha hızlı kuruduğu ortaya çıkmıştır. Aplikasyon yöntemleri arasındaki farklılıkları belirlemek için iki yöntem karşılaştırıldığında; transfer yöntemi uygulanan numuneler emdirme yöntemi uygulanan numunelere göre daha hızlı kurumaktadır. Bu da, transfer yönteminin nem iletimini diğerine göre daha fazla desteklediğini göstermektedir. Üç farklı poliestere kumaş arasında kuruma süresi bakımından farklılık bulunmamaktadır. Bu bakımdan fonksiyonel giysi üretimi amacıyla kumaşlara uygulanan bitim işlemlerinin özellikle selülozik liflerden üretilen kumaşların nem iletim özelliklerine olumlu bir etkisi olduğu söylenebilmektedir.

10. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; farklı liflerden birtakım parametreleri sabit tutarak üretilen gömleklik kumaşlara çeşitli bitim işlemleri uygulayarak lif tipi, farklı bitim işlemi/yöntemi, madde tipi ve madde konsantrasyonu gibi parametrelerin kumaşların termofizyolojik özelliklerine etkisi sistematik bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında farklı liflerden ancak aynı büküm katsayısı ve aynı iplik numaralarında temin edilen üç farklı tip selülozik ve üç farklı tip sentetik ipliklerden oluşan hem % 100 hem de 60/40 oranlarında gömleklik kumaşlar dokunmuştur. Selülozik lifler, gömleklik olarak en çok tercih edilen pamuk, lyocell ve viskondur. Sentetik iplikler ise yuvarlak kesitli poliester, altı kanallı poliester ve mikrolif poliester ipliklerinden oluşmaktadır. Dokuma sırasında doku tipi, çözgü ve atkı sıklıkları, karışım oranları gibi parametreler sabit tutulmuştur. Burada amaç, materyal farkının ortaya çıkarılmasıdır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, üretilen kumaşlara fonksiyonel özellikler kazandırmak amacıyla farklı bitim işlemleri uygulanmıştır. Denemelerde konvansiyonel emdirme yönteminin yanında kumaştan kumaşa ilk olarak tarafımızca uygulanan transfer tekniği ile klasik ve nano ürünlerden oluşan su-yağ itici, yumuşatıcı ve buruşmazlık maddeleri applike edilmiştir. Aplikasyonlardan sonra kumaşların hem su, yağ iticilik testleri ve buruşmazlık açısı tayini gibi bitim işlemlerinin testleri, hem de ısıl iletkenlik, ısıl geçirgenlik, ısıl soğurganlık, ısıl direnç, kalınlık, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, nem iletim özellikleri ve kuruma süreleri gibi termofizyolojik konfor açısından önemli parametreleri ölçülerek kullanılan farklı materyallerin, uygulanan yöntem ve maddelerin giyim fizyolojisine etkileri incelenmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında temel olarak elde edilen sonuçları şu şekilde özetlemek mümkündür:

- **Su iticilik bitim işlemleri** uygulanan numunelerden özellikle % 100 sentetik ve sentetik/selüloz karışımı kumaşların su iticilik değerleri diğerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Aplikasyon yöntemleri birbiriyle kıyaslandığında emdirme yöntemiyle elde edilen su iticilik etkisi daha başarılıdır. Nano tipi ürünlerle işlem sonrası su itici özelliğin, klasik flor karbon bileşiğine göre daha etkili çıktığı görülmüştür. Bunun, nano boyutta aşırı dallanmış dendrimerler içeren flor karbon maddesinin çok geniş yüzey alanına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca klasik sistemlerde kullanılan düz zincir yapılı polimerlerin tersine yıldız şeklindeki dallanmış polimerler olan

dendrimerler, kendi kendine oryante olabilme kapasitesine sahiptirler. Tekstil mamulü üzerine uygulandıktan sonra başlatılan nano boyuttaki karmaşık kristalizasyon işlemleri, bunların etkinliklerinin ortaya çıkmasında büyük rol oynamaktadır. Sonuç olarak, burada kullanılan dendrimerler, nano boyutlarda kristal yapılar oluşturmaktadırlar. Hem florkarbon hem de dendrimerlerden oluşan bu iki nano-bileşenin kombinasyonu ile ortaya çıkan sinerji, sistemin toplam veriminin artmasını sağlamakta ve klasik bitim işlemi gören mamullerin tersine, bu ürünle işlem gören mamullerin su iticilik özelliği daha etkili olduğundan bu ürünlerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca madde konsantrasyonunun su iticilik etkisine olumlu yönde katkısı olup, florkarbon maddesinin konsantrasyonu arttıkça (80 g/l'de) etki de artmıştır.

- Nano ürünlerin **yağ iticilik özellikleri** görülmezken, klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların yağ iticilik değerleri, sentetik/sentetik karışımlarda ve % 100 sentetik kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Florkarbon konsantrasyonunun artışıyla (80 g/l'de) etki de 1 puan artmıştır. Ayrıca yağ iticilik performansı emdirme yönteminde transfer yöntemine göre daha etkilidir. Bu sonuçlara göre, yağ iticilik işlemi için yüksek konsantrasyonda klasik florkarbon ürünlerinin kullanımı önerilebilmektedir.

- Klasik ve nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların **buruşmazlık açıları** hem emdirme hem de transfer yönteminde özellikle pamuk/sentetik ve lyocell/sentetik karışımı kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Aplikasyon yöntemleri birbiriyle kıyaslandığında emdirme yöntemi ile elde edilen etkiler daha başarılıdır. Bu da tek yüze aktarmayla gerçekleştirilen transfer yönteminde istenen düzeyde etkinin sağlanamadığını göstermektedir. Modifiye dimetiloldihidroksietilen üre bileşiği olan klasik reçine ve nanofonksiyonel glioksal çapraz bağlama maddesi ile yapılan işlemlerde madde konsantrasyonu arttıkça (80 g/l'de) buruşmazlık etkisi de artmıştır. Çapraz bağlanma reaksiyonu sonucunda nanofonksiyonel çapraz bağlayıcının performansının klasik ürününden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin; nano ürünlerin yüzey alanının geniş olması, küçük boyutta oldukları için birim alanda klasik mikro boyuttaki maddelere göre daha fazla yer kaplamaları ve daha fazla miktarda bulunmalarından kaynaklandığı söylenebilmektedir. Ayrıca bu ürünler nano boyutta olmasının avantajıyla liflerin içerisine daha iyi nüfuz edip, tutunup etkinin daha kalıcı olması sağlanmaktadır. Sonuç olarak; nanopartiküllerin yüzey alan/hacim oranının ve yüzey enerjilerinin yüksek olması sebebiyle daha büyük partiküllerden daha yüksek etkinliğe sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple,

buruşmazlık işlemlerinde klasik reçine yerine daha etkili olması sebebiyle yüksek konsantrasyonda (80 g/l'de) nano ürün kullanımı önerilmektedir.

Tüm numunelerin **ısıl konfor özelliklerine** ait sonuçlar değerlendirildiğinde şu noktalar göze çarpmaktadır:

- Kumaş tipinin ısıl konfor özellikleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir.

- % 100 pamuklu ve pamuk karışımı kumaşların q_{max} ve b değerleri, diğer lyocell, viskon, sentetik ve bunların karışımı kumaşlarından daha düşük çıkmıştır. Bu yüzden pamuklu kumaşların ısıl geçirgenliği daha düşük olup ilk temasta sıcak hissi vermektedir. Bunun sebebinin, doğal elyaf olan pamuk lifinin kıvrımlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Pamuk elyafının bu kıvrımlı lif yapısı, ipliklerin daha hacimli olmasına yol açmakta ve ısıyı izole ederek havayı içerisinde hapsetmektedir.

- Viskon, lyocell, poliester ve bunların karışımlarından oluşan kumaşların b değerleri ise, diğer pamuklu kumaşların ve karışımlarının b değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu yüzden de bu kumaşlara ilk dokunuşta kişiye soğuk hissi vermektedir. Ayrıca yine bu numunelerin q_{max} değeri yüksek çıktığından, kumaştan geçen ısı miktarı artmış, dolayısıyla kumaşın ısıl geçirgenliğinin yüksek olması sebebiyle serin tutma özelliğinin istendiği durumlarda söz konusu bu kumaşların kullanımları önerilmektedir.

- Pamuklu kumaşların ve karışımlarının hem ısıya karşı gösterdikleri direnç, hem kalınlıkları diğer lyocell, viskon, poliester ve bunların karışımı kumaşların değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi; pamuk lifinin diğer liflere göre daha hacimli lif yapısına sahip olması ve iplik çaplarının da daha yüksek çıkmasıdır. Bundan dolayı da bu liflerden elde edilen kumaşlar daha kalındır.

- Doğal ve rejenere selüloz liflerinden üretilen kumaşların ısıl iletkenlik değerlerinin diğer sentetik liflerden üretilen kumaşlara göre daha düşük çıkmasının sebebi, liflerin kendi ısıl iletkenlik özellikleri olduğu düşünülmektedir.

- Aplikasyon yöntemi, madde tipi ve madde konsantrasyonu parametrelerinin ısıl konfor özellikleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir.

Tüm numunelerin **hava geçirgenlik özellikleri** değerlendirildiğinde en önemli sonuçlar şunlardır:

- Kumaş, aplikasyon yöntemi ve madde tipi parametrelerinin hava geçirgenlik özelliği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli iken, madde konsantrasyonu parametresinin hava geçirgenlik özelliği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsizdir.

- Özellikle rejenere selüloz ve bunların karışımlarından oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerleri pamuk, PES ve bunların karışımlarından oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni; aynı numarada iplikler kullanılmasına rağmen lyocellin ve viskonun iplik çaplarının diğerlerine göre daha küçük çıkmasıdır. Bu nedenle, daha küçük iplik çapına sahip olduğu için lyocell ve viskon kumaşta gözenek büyüklüğü daha fazla olmakta dolayısıyla bu kumaşların hava geçirgenliği de daha yüksek çıkmaktadır. Çünkü kumaşların hava geçirgenlik özelliği, kumaş gözenekliliği (porozite) ile yakından ilişkilidir. Ayrıca çekilen kumaş görüntülerine bakıldığında, lyocell ve viskon numunelerde iplikler arası boşluklar diğer kumaşlarınkine göre çok daha fazladır. Bu numunelerin ışık geçirgenlikleri dolayısıyla hava geçirgenlikleri diğer numunelere göre daha yüksek çıkmıştır. Kumaşlara ait ışık geçirme oranı ve hava geçirgenlik değerleri arasında % 99,67'lik bir korelasyon katsayısı bulunmuştur.

- Sonuç olarak, özellikle lyocell, viskon ve bunların karışımlarından oluşan kumaşlar yüksek hava geçirgenlik değerlerine sahip oldukları için konfor açısından bakıldığında sıcak iklimlerde konforlu gömleklik kumaş üretimi için uygun bir seçim olacaktır.

Tüm numunelerin **su buharı geçirgenlik** sonuçları değerlendirildiğinde şu noktalar göze çarpmaktadır:

- Kumaş, aplikasyon yöntemi, madde tipi ve madde konsantrasyonu parametrelerinin su buharı geçirgenlik özelliği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir.

- Kumaşlara ait su buharı geçirgenlik değerleri incelendiğinde; büyükten küçüğe doğru selülozik kumaşlar, selülozik/sentetik karışımı, sentetik/sentetik karışımı ve sentetik kumaşlar olarak sıralanmaktadır. Selülozik kumaşlar arasında

en yüksek su buharı geçirgenlik değerleri, lyocell, viskon ve bunların karışımı kumaşlarda elde edilmiştir. Bunun nedeninin bu kumaşların yüksek gözeneklilik dolayısıyla yüksek hava geçirgenlik değerlerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kumaşlara ait ışık geçirme oranı ve su buharı geçirgenlik değerleri arasında % 84'lük bir korelasyon katsayısı bulunmuştur.

Tüm numunelerin **nem iletim özelliklerine** ait sonuçlar değerlendirildiğinde en önemli noktalar şunlardır:

- Nem iletim özellikleri açısından en belirleyici özellikler olan tek yöne iletim kapasitesi (TYİK) ve toplam nem iletim kapasitesi (TNİK) verileri ile yapılan istatistiksel değerlendirme (tek yönlü varyans analizi) sonucunda kumaş tipinin nem iletim özellikleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

- Kumaşın sıvı şeklindeki teri iyi bir şekilde absorblayıp dışarı katmanlara hızla iletmesini ifade eden TYİK ve TNİK değerleri; özellikle selülozik/poliester karışımı olan CO/CPES, LY/CPES, CV/CPES, CO/HPES, LY/HPES, CV/HPES, LY/MPES ve CV/MPES kumaşlarda en yüksek çıkmıştır. MMT cihazına ait derecelendirme tablosu (Bkz. Çizelge 9.29) incelendiğinde; söz konusu kumaşların nem iletimi özellikleri “çok iyi” hatta “mükemmel” olarak değerlendirilmektedir. Bunun sebebinin, selülozik liflerin hidrofik özelliklerinden dolayı nemi absorbe ederek daha sonra bu nemi sentetik liflerin de kapiler etkiyle hızla dışarı transfer etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu etkinin tam anlamıyla iki grup lifin özelliklerinin birleşerek sinerjetik etki yaratmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bakımdan, sıcak ve nemli iklim bölgelerinde nem iletimini destekleyen ve yüksek seviyede konfor sağlayan selülozik/poliester karışımı kumaşların kullanımı önerilmektedir.

- Nem iletimi açısından aplikasyon yöntemleri arasındaki farklılıklar MMT cihazında yapılan ölçümlerde tespit edilememiştir. Bunu tespit etmek amacıyla ve pratikte vücudun sıvı şeklinde terlemesini tam olarak taklit etmek amacıyla püskürtme yöntemiyle birtakım deneyler yapılarak numunelerin kuruma süreleri saptanmaya çalışılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda su iticilik bitim işlemi gören numunelerin işlem görmemiş numunelere göre daha hızlı kurduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle transfer yöntemi uygulanan numuneler emdirme yöntemi uygulanan numunelere göre daha hızlı kurumaktadır. Bu da, transfer yönteminin nem iletimini diğerine göre daha fazla desteklediğini

göstermektedir. Üç farklı poliestester kumaş arasında kuruma süresi bakımından farklılık bulunmamaktadır. Bu bakımdan fonksiyonel giysi üretimi amacıyla kumaşlara uygulanan bitim işlemlerinin özellikle selülozik liflerden üretilen kumaşların nem iletim özelliklerine olumlu bir etkisi olduğu söylenebilmektedir.

Sonuç olarak, serin tutma özelliğinin arzu edildiği sıcak iklim bölgelerinde; ısı geçirgenlik, su buharı ve hava geçirgenliği en yüksek çıkan lyocell, viskon ve bunların karışımlarının kullanımı, nem iletim kapasitelerinin ise en yüksek olduğu selülozik/poliester karışımı kumaşların kullanımı önerilmektedir. Aplikasyon yöntemi açısından değerlendirildiğinde; emdirme yöntemiyle işlem gören kumaşların bitim işlemleri açısından performansları daha yüksek çıkmasına rağmen, transfer tekniği ile işlem gören kumaşların daha hızlı kuruduğu saptanmıştır. Transfer tekniğinin ortaya çıkan bu avantajı yanında enerji, kimyasal madde ve su tasarrufu ($A_F = \% 25-30$ olması sebebiyle), çevre açısından minimum atık çıkarması gibi avantajlarıyla da birleştiğinde çok daha önem kazandığı açıktır. Madde tipi bazında incelendiğinde ise; konvansiyonel ürünlere göre nano ürünlerin performanslarının nispeten daha yüksek çıkması sebebiyle bu ürünlerin kullanımı önerilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- AATCC 118–1997**, Yağ iticilik test yöntemi - Hidrokarbon direnç testi
- AATCC 22–1996**, Sprey test yöntemi - Materyalin suya karşı direncinin belirlenmesi
- Andrews, B.**, 1992, Safe, Comfortable, Durable Press Cottons : A Natural Progression for a Natural Fiber, *Textile Chemist and Colorist*, 24(11), November, 17-23p.
- Araujo, D.M.**, 2005, “Teknik Tekstiller” ders notu
- Bayındır, M.**, 2006, Akıllı Kumaşlar Hayatımızda Nanoteknoloji Tekstilin Emrinde, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 1-2s.
- Çay, A.**, 2005, Tekstil Yüzeylerinin Vakumla Emme Yöntemiyle Ön Kurutmasının Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Mühendislik Fakültesi, 31-33s. (Danışman: Prof. Dr. Işık Tarakçıoğlu)
- Çay, A., Vassiliadis, S., Rangoussi, M. ve Tarakçıoğlu, I.**, 2005, On The Use of Image Processing Techniques For The Estimation of The Porosity of Textile Fabrics, *Pwaset*, 2 January, ISSN 1307-6884, 73-76p.
- Çoban, S.**, 1999, Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri Ders Kitabı, 167-175s.
- Dağ, Ö.**, 2006, Çok Fonksiyonlu Nanomalzemeler Nanoteknoloji Tabanlı Tekstiller, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 36-39s.
- DIN 53890**, Tekstil kumaşlarının buruşmazlık açısının belirlenmesi
- Fourt, L. and Hollies, N.**, 1970, Clothing Comfort and Function, New York, 10p.
- Frydrych, I., Dziworska, G. and Bilska, J.**, 2002, Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics Made of Natural and Man-Made Cellulose Fibres, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, October/December, 40-44p.
- Gilsoo, C., Eunjou, Y. and Jeong, S. C.**, 2001, Thermal Adaptability and Hand of Wool Fabric Treated With High Molecular Weight Polyethylene Glycol and a Softener, *Textile Research Journal*, 71(6):503-508p.
- Göcek, İ., Kurşun, S. ve Küçük, G.**, 2007, “Tekstil Endüstrisinde Nanoteknoloji Uygulamaları”, *Tekstil Teknoloji*, 54-58s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Guo, J.**, 2003, The Effects of Household Fabric Softeners on The Thermal Comfort and Flammability of Cotton and Polyester Fabrics, MSc Thesis, Virginia Polytechnic Institute, 2-113p.
- Gülsevin, N.**, 2005, Spor Giysilerin Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Mühendislik Fakültesi, 52-74s. (Danışman: Prof. Dr. Arzu Marmaralı)
- Güneşoğlu, S. ve Meriç, B.**, 2005, Spor Giysilik Örme Kumaşların Termal Absorbtivite Özelliğinin Araştırılması, *Tekstil Maraton*, Mart-Nisan 2, 41-45s.
- Haug, E.**, 1992, Buruşmazlık Terbiyesinde ve Pigment Boyamada Son Gelişmeler, 6. Uluslararası İzmir Tekstil Sempozyum Notları, 465-481s.
- Havenith, G.**, 2002, The Interaction of Clothing and Thermoregulation, *Exogenous Dermatology*, 1(5):221-230p.
- Hayashi N., Ihara S., Satoh S. and Yamabe C.**, 2001, Treatment of Fluorocarbon Using Non-Thermal Plasma Produced by Atmospheric Discharge, *Reports of the Faculty of Science and Engineering*, 30(2):17-24p.
- Hes, L.**, 1999, Optimisation of Shirt Fabrics' Composition From The Point of View of Their Appearance and Thermal Comfort, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 11(2/3):105-115p.
- Hes, L.**, 2001, Fast Determination of Surface Moisture Absorptivity of Smart Underwear Knits, International Textile Conference, Terrassa
- Hes, L.**, 2004, Marketing Aspects of Clothing Comfort Evaluation, 10. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, Türkiye
- Hes, L.**, 2005, Open Questions Concerning The ISO 11092 For The Evaluation of Thermophysiological Comfort of Fabrics, 12th International Strutex Conference, Çek Cumhuriyeti
- Hes, L.**, 2006, "Clothing Comfort" ders notları
http://kyky.essortment.com/whatisdendrim_rsnz.htm, 2008
<http://www.3xdry.com>, 2008
<http://www.advansa.com>, 2008
<http://www.cem.msu.edu/~reusch/VirtualText/Spectrpy/InfraRed/infrared.htm>, 2009

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

<http://www.coolmax-thermolite.com/coolmax/coolmax.html>, 2008

<http://www.karsu.com.tr>, 2008

http://www.kod.vslib.cz/laboratore/Comfort/komfort_eng.html, 2007

<http://www.nano.org.tr>, 2009

<http://www.ninger.com/dendrimer>, 2009

http://www.polychem.mat.ethz.ch/research/spherical_dendrimers, 2009

http://www.snaipex.com/a_new_dimension_to_textiles.htm, 2006

http://www.technica.net/NT/NT3/comfort_clothing.htm, 2007

<http://www.tekstilisveren.org/content/view/335/42/>, 2008

<http://www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku1.htm>, 2007

Hu, J., Li, Y., Yeung, K. W., Wong, S.W.A. and Xu, W., 2005, Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Management Properties, *Textile Research Journal*, 75(1): 57–62p.

ISO 11092–1993, Tekstiller - Fizyolojik etkiler - Durağan şartlar altında ısı ve su buharı direncinin ölçümü

ISO 9237–1995, Tekstil kumaşların hava geçirgenliğinin belirlenmesi

ISO EN 31092, Tekstil kumaşlarının ısı konfor özelliklerinin belirlenmesi

Kaplan, S. ve Okur, A., 2007, Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı ve Kütle Transferi Mekanizmalarının Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri, *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, Yıl: 13, Sayı: 62-63, 28-36s.

Kaynaklı, Ö., Atmaca, İ. ve Kılıç, M., 2005, Giysi Isıl Direnç Faktörünün İnsan Konforu Açısından Değerlendirilmesi, *Mühendis ve Makine*, 543(46), 20-28s.

Kittinaovarut, S., 1998, Polymerization- Crosslinking Fabric Finishing, with Pad-Dry-Cure, Using Nonformaldehyde BTCA/IA/AA Combinations to Impart Durable Press Properties In Cotton Fabric, PhD. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, 6-10p.

Li, Y., 2001a, The Science of Clothing Comfort, *The Textile Institute, Textile Progress*, 31(1/2), UK, 1-5p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Li, Y.**, 2001b, The Science of Clothing Comfort Kitabı, *The Textile Institute, Textile Progress*, 31(1/2), UK, 54-59p.
- Marmaralı, A., Kretzschmar, D. S., Özdil, N. ve Oğlakcıoğlu, G. N.**, 2006a, Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı 4, 241-246s.
- Marmaralı, A., Kretzschmar, D. S., ve Özdil, N.**, 2006b, Örme Kumaşların Isıl Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, TÜBİTAK Projesi, Proje No: MİSAG-218.
- Matusiak, M.**, 2005, Influence of The Cotton Fabric Structure on The Physiological Comfort, 12th International Structure and Structural Mechanics of Textiles Conference, Czech Republic
- Milenković, L., Škundrić, P., Sokolović, R. and Nikolić, T.**, 1999, Comfort Properties of Defense Protective Clothings, *FACTA UNIVERSITATIS Working and Living Environmental Protection*, 1(4):101-106p.
- Mock, G N.**, 1997, 75 Years of Change in Dyeing and Finishing, *Colourage Annual*, 54-56p.
- Morton, W.E. and Herle, J.W.S.**, 1986, Physical Properties of Textile Fibers, The Textile Institute, Manchester, 590-591p.
- Nair, G. P.**, 2004, Fabric Soiling and Soil-release Finishes-I, *Colourage*, 51(8):41-44p.
- Özdil, N.**, 2003, Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Yayın No: 21, 1. Baskı İzmir, 111-113s.
- Özdil, N.**, 2008, Çoraplarda Isıl Konfor Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2:154-158s.
- Özdil, N., Marmaralı, A. and Kretzschmar, D. S.**, 2007, Effect of Yarn Properties on Thermal Comfort of Knitted Fabrics, *International Journal of Thermal Sciences*, 46 (12):1318-1322p.
- Pociute, M., Lehmann, B. and Vitkauskas, A.**, 2003, Wetting Behaviour of Surgical Polyester Woven Fabrics, ISSN 1392–1320 *Materials Science (Medžiagotyra)*, 9(4):410-413p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Ruckman, J. E.**, 1997, Water Vapour Transfer in Waterproof Breathable Fabrics Part 1: Under Steady-state Conditions, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 9(1):10-22p.
- Ruckman, J.E. and Murray, R.**, 1999, Engineering of Clothing Systems for Improved Thermophysiological Comfort, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 11(1):37-52p.
- Rudolf Duraner Firması'nın Teknik Bülteni, 2007
- Schacher, L., Adolphe, D.C. and Drean, J.Y.**, 2000, Comparison Between Thermal Insulation and Thermal Properties of Classical and Microfibres Polyester Fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 12(2):84-95p.
- SDL ATLAS Firması'nın MMT cihazına ait kataloğu, 2008
- Tarakçıoğlu, I.**, 1979, Tekstil Terbiyesi ve Makinaları Cilt 1, E.Ü. Tekstil Fakültesi Yayınları No: 2, İzmir, 289-336s.
- TEXTTEST Firması'nın Air Permeability Tester FX 3300 Labotester III kataloğu, 2008
- Toprakkaya, D.**, 1999, Termofizyolojik Açıdan Giyim Konforu, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı 5, 403-407s.
- Tyagi, G. K., Goyal, A. and Jain, V.**, 2004, Fiber Cross-section and Comfort of Polyester-viscose Fabrics, *Textile Asia*, July, 35-37p.
- Tzanov, T., Betcheva, R. and Hardalov, I.**, 1999, Thermophysiological Comfort of Silicone Softeners-Treated Woven Textile Materials, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 11(4):189-197p.
- Umbach, K.H.**, 1993a, Bekleidungsphysiologische Gesichtspunkte zur Entwicklung von Sportkleidung, *Wirkerei-und Stickerei-Technik*, 108-114p.
- Umbach, K.H.**, 1993b, Feuchtetransport und Tragekomfort in Mikrofaser-Textilien, *Melliand* 2, 174-176p.
- Üte, B. T, Oğlakcıoğlu, N., Çelik, P., Marmaralı, A. ve Kadoğlu, H.**, 2008, Doğal Renkli Pamuk ve Angora Tavşanı Lifi Karışımından Üretilen İpliklerin Özellikleri ve Örgü Kumaşların Isıl Konforuna Etkileri Üzerine Bir Çalışma, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3:191-196s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Voncina B., Bezek D. and Marechal A. M.,** 2002, Eco-Friendly Durable Press Finishing of Textile Interlinings, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* July/September: 68-71p.
- Weder, W.,** 1987, Bekleidungsphysiologische Messmethoden, *Textilveredlung-2*, 376-377p.
- Yao, B., Li, Y., Hu, J., Kwok, Y. and Yeung, K.,** 2006, An improved test method for characterizing the dynamic liquid moisture transfer in porous polymeric materials, *Polymer Testing*, 25:677–689p.
- Yoo, H.S., Hu, Y.S. and Kim, E.A.,** 2000, Effects of Heat and Moisture Transport In Fabrics and Garments Determined With A Vertical Plate Sweating Skin Model, *Textile Research Journal*, 70(6), 542-549p.

ÖZGEÇMİŞ

06.08.1976 yılında Ankara’da dünyaya gelen Eylen Sema NAMLIGÖZ T.C. vatandaşıdır. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara’da tamamladıktan sonra, 1993 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nü kazanarak yüksek öğrenimine başlamıştır.

1998 yılında Tekstil Mühendisliği eğitimini (1 yıl hazırlık eğitimi dahil) tamamlayarak mezun olmuş ve Tekstil Mühendisi ünvanını almaya hak kazanmıştır. Yaklaşık iki yıl özel sektörde çalışmıştır. Aynı anda Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başlamış daha sonra 2003 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde eğitimini tamamlayarak Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. Aynı yıl doktora eğitimine başlayan Eylen Sema NAMLIGÖZ, halen Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde “Araştırma Görevlisi” olarak çalışmaktadır.