

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**PAMUK VE FARKLI TİPTE POLYESTER LİFLERİ KULLANILARAK ÖRÜLEN
ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ASLIHAN BODUR

**ARALIK 2014
UŞAK**

**Bu araştırma UŞAK ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR BİRİMİ
tarafından desteklenmiştir.**

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**PAMUK VE FARKLI TİPTE POLYESTER LİFLERİ KULLANILARAK ÖRÜLEN
ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ASLIHAN BODUR

UŞAK 2014

**Bu araştırma UŞAK ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR BİRİMİ
tarafından desteklenmiştir.**

Aslıhan BODUR tarafından hazırlanan Pamuk ve Farklı Tipte Polyester Lifleri Kullanılarak Örülen Çift Yüzlü Örme Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi adlı bu tezin Yüksek Lisans olarak uygun olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN
Tez Danışmanı, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Ayşen AÇIKGÖZ
Tekstil Teknolojisi Bölümü, Celal Bayar Üniversitesi
Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ayşe Ebru TAYYAR
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Tarih: 30/12/2014

Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Lütfullah TÜRKMEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

ASLIHAN BODUR

**PAMUK VE FARKLI TİPTE POLYESTER LİFLERİ KULLANILARAK ÖRÜLEN
ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN**

İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Aslıhan BODUR

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Aralık 2014

ÖZET

Giysi aracılığı ile vücudun ısı ve nem dengesini devam ettirerek insanlara konfor sağlayan giysi konfor özelliği giysi seçiminde maliyet, estetik görünüm ve kalite kadar istenilen önemli bir faktördür.

İç ve dış yüzeylerinde farklı lif tiplerinin seçimini sağlaması nedeni ile, çift yüzlü atkılı örme kumaş tipi kumaşların konfor özelliklerini, özellikle de nem iletim özelliğini iyileştirmek için kullanılmaktadır. Bu çeşit örme kumaşın yüzeylerinde lif tipi olarak higroskopik ve hidrofob lifler kullanılmaktadır. Higroskopik liflerin nem çekme özelliği ve hidrofob liflerin nem iletim özelliğinin kombine edilmesi ile, kumaşın konfor seviyesi iyileştirilmektedir.

Bu çalışmada, çift yüzlü kumaşların üretimi için higroskopik iplik tipi olarak pamuk ipliği ve hidrofob lif tipi olarak standart polyester, içi boş polyester, mikro polyester, tekstüre polyester ve tekstüre mikro polyesterden oluşan beş farklı çeşitte polyester filament iplik kullanılmıştır. Çift yüzlü örme kumaşlar pamuk ipliğinin ve beş farklı polyester ipliğinin kumaşların iç ve dış yüzlerinde kombine edilmesi ile üretilmiştir. Kumaşların konfor özelliklerini belirlemek için hava geçirgenliği, ısı parametreler, su buharı geçirgenliği ve nem iletim değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar karşılaştırmalı olarak, istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Deneysel sonuçlar kumaşların iç ve dış yüzlerinde kullanılan lif tipinin konfor özelliklerini önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Polyester lif tiplerinden yapılan iç yüzeye ve pamuk lifinden yapılan dış yüzeye sahip kumaşlar en iyi nem iletimi özellikleri göstermiştir. Polyester lifleri hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerlerini artırmıştır.

Bilim Kodu: 621.01.02

Anahtar Kelimeler: Polyester, mikrolif, içi boş lif, çift yüzlü kumaş, konfor özellikleri

Sayfa Adedi: 166

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN

**INVESTIGATION OF COMFORT PROPERTIES OF DOUBLE FACE KNITTED
FABRICS PRODUCED BY USING COTTON AND DIFFERENT TYPES OF
POLYESTER FIBRES**

(M.Sc. Thesis)

Aslıhan BODUR

**UŞAK UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

December 2014

ABSTRACT

Clothing's comfort property that provides comfort to people by maintaining the heat and moisture balances of body through clothing is an important factor demanded in clothing selection as well as cost, aesthetic appearance and quality.

Due to ensure the selection of the different fibre types in the inner and outer faces, double face weft knitted fabric type is used to improve the comfort properties of fabrics, especially moisture management property. As a fibre type in the faces of this kind of knitted fabric, hygroscopic and hydrophobic fibres are used. With the combination of the moisture absorption property of hygroscopic fibres and the moisture transfer property of hydrophobic fibres, the comfort level of fabric is improved.

In this study, for the production of the double face knitted fabrics, cotton yarn as hygroscopic yarn type and five different polyester filament yarns consisting of standard polyester, hollow polyester, micro polyester, textured polyester and textured micro polyester as hydrophobic yarn type were used. Double face knitted fabrics were produced by combining the cotton yarn and five different polyester yarns in the inner and outer faces of them. In order to determine the comfort properties of the fabrics, air permeability, thermal parameters, water vapour permeability and moisture transmission values were measured. The results were comparatively analyzed by using the statistical methods.

The experimental results demonstrate that that the fibre type used in inner and outer faces of the fabrics affects the comfort properties significantly. The fabrics having the inner face made of polyester fibre types and the outer face made of cotton fibre showed the

best moisture transmission properties. Polyester fibres increase the values of water vapour permeability and air permeability.

Science Code: 621.01.02

Key Words: Polyester, micro fibre, hollow fibre, double face fabric, comfort features

Page Number: 166

Adviser: Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca ilgisini ve emeğini hiç eksik etmeyen, bilgileriyle daima beni yönlendiren, bana gerekli kolaylığı ve sabrı gösteren çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN'e, Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümündeki tüm hocalarıma, ipliklerin temininde ve numunelerin hazırlanmasında bana kolaylık sağlayan, yardımcı olan "Bordo Tekstil San. Dış Tic. Ltd." Örme Planlama Müdürü Ramazan SAĞLAM'a, Tekstil Mühendisi arkadaşım sevgili Gülsüm KILIÇ'a, Örme Ustası Bilal ZENGİN'e ve tüm çalışanlarına, numunelerin terbiye ve boyama işlemlerinin yapılmasında yardımcı olan "SMS Konfeksiyon Dikim Tekstil San. Tic. A.Ş." çalışanlarına, iplik testlerindeki yardımları için "Kaynak İplik San. Tic. A.Ş." çalışanlarına, kumaşların ısı özellik ve su buharı geçirgenliği testlerinin yapılmasında yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Gizem CELEP'e ve son olarak maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu Yüksek Lisans Tezi Uşak Üniversitesi BAP Birimi tarafından proje olarak desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER	x
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xvii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL ve METOD.....	24
2.1. Kumaşların Örülmesinde Kullanılan İpliklerin Özellikleri	24
2.2. Kullanılan Yuvarlak Örmek Makinesinin Özellikleri.....	26
2.3. Kumaş Üretiminde Kullanılan Örgü Raporu	26
2.4. Üretilen Örmek Kumaş Çeşitleri	28
2.5. Kumaşların Gördüğü İşlemler	30
2.5.1. Ağartma işlemi	31
2.5.2. Boyama işlemi.....	31
2.5.3. Relaksasyon işlemleri.....	32
2.6. Örmek Kumaşların Boyutsal (Geometrik) Özelliklerinin Ölçülmesi	33
2.6.1. Sıklık ölçümü	33
2.6.2. Ağırlık ölçümü	35
2.6.3. Kalınlık testi	35

2.7. Kumaşların Konfor Özelliklerinin Belirlenmesi için Uygulanan Testler.....	37
2.7.1. Hava geçirgenliği testi.....	37
2.7.2. Isıl özelliklerinin belirlenmesi için Alambeta testi	38
2.7.3. Kumaşların su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci özellikleri için Permetest testi.....	42
2.7.4. Kumaşların nem iletim özellikleri için MMT nem tayin testi.....	43
2.8. İstatistiksel Değerlendirme	47
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	49
3.1. Hava Geçirgenliği Sonuçları.....	49
3.2. Isıl Özellik Sonuçları	59
3.2.1. Isıl iletkenlik (λ) sonuçları	62
3.2.2. Isıl direnç sonuçları	72
3.2.3. Isıl soğurganlık sonuçları	79
3.2.4. Isıl difüzyon (yayılm) sonuçları	87
3.3. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği ve Su Buharı Direnci Sonuçları.....	94
3.4. Nem İletim Sonuçları.....	107
3.4.1. Kumaşların üst ve alt yüzey ıslanma süresi sonuçları.....	109
3.4.2. Kumaşların üst ve alt yüzey maksimum ıslanma yarıçapı sonuçları	120
3.4.3. Tüm nem tayin kapasitesi sonuçları.....	126
4. SONUÇ	135
KAYNAKLAR.....	142
EKLER	149
EK-1. A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Eğrileri	150
EK-2. A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Alanı Grafikleri	158

ÖZGEÇMİŞ	166
----------------	-----

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Polyester ipliklerin fiziksel özellikleri	25
Çizelge 2.2. Pamuk ipliğin fiziksel özellikleri	25
Çizelge 2.3. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan iplikler	29
Çizelge 2.4. Sıklık ölçüm sonuçları.....	34
Çizelge 2.5. Kumaşların ağırlık sonuçları	35
Çizelge 2.6. Kumaşların kalınlık sonuçları	36
Çizelge 3.1. Hava geçirgenliği sonuçları.....	50
Çizelge 3.2. Kumaşların hava geçirgenliği değerleri için varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 3.3. A grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	53
Çizelge 3.4. B grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 3.5. C grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 3.6. D grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	58
Çizelge 3.7. Hava geçirgenliği ile kalınlık arasındaki bivariante korelasyon analiz sonuçları	59
Çizelge 3.8. Alambeta cihazı ile ölçülen tüm ısıl özellik sonuçları	61
Çizelge 3.9. Kumaşların ısıl iletkenlik değerleri için varyans analizi sonuçları	65
Çizelge 3.10. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısıl iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	66
Çizelge 3.11. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısıl iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	69

Çizelge 3.12. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısı iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	69
Çizelge 3.13. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısı iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	70
Çizelge 3.14. Isıl iletkenlik ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları	71
Çizelge 3.15. Kumaşların ısı direnç değerleri için varyans analizi sonuçları	73
Çizelge 3.16. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	74
Çizelge 3.17. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	76
Çizelge 3.18. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	76
Çizelge 3.19. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	77
Çizelge 3.20. Isıl direnç ile kalınlık, ısı iletkenlik ve hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları	78
Çizelge 3.21. Kumaşların ısı soğurganlık değerleri için varyans analizi sonuçları.....	81
Çizelge 3.22. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısı soğurganlık değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları	82
Çizelge 3.23. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısı soğurganlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	84
Çizelge 3.24. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısı soğurganlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	85
Çizelge 3.25. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısı soğurganlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	86
Çizelge 3.26. Kumaşların ısı difüzyon değerleri için varyans analizi sonuçları	89
Çizelge 3.27. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	90
Çizelge 3.28. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	91

Çizelge 3.29. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	91
Çizelge 3.30. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	92
Çizelge 3.31. Isıl difüzyon ile ısı soğurganlık arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları	93
Çizelge 3.32. Bağlı su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci sonuçları	95
Çizelge 3.33. Kumaşların su buharı geçirgenliği değerleri için varyans analizi sonuçları	100
Çizelge 3.34. A grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	101
Çizelge 3.35. B grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	104
Çizelge 3.36. C grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	104
Çizelge 3.37. D grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	105
Çizelge 3.38. Su buharı geçirgenliği ile kalınlık, hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları	106
Çizelge 3.39. Nem iletim testi (MMT) sonuçları	108
Çizelge 3.40. Kumaşların üst ve alt ıslanma süresi değerleri için varyans analizi sonuçları	112
Çizelge 3.41. A grubundaki kumaşlar için ortalama üst ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	113
Çizelge 3.42. A grubundaki kumaşlar için ortalama alt ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	113
Çizelge 3.43. B grubundaki kumaşlar için ortalama üst ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	115
Çizelge 3.44. B grubundaki kumaşlar için ortalama alt ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	116
Çizelge 3.45. D grubundaki kumaşlar için ortalama üst ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	117

Çizelge 3.46. D grubundaki kumaşlar için ortalama alt ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	118
Çizelge 3.47. Üst ve alt ıslanma süresi ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları.....	119
Çizelge 3.48. Kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçap değerleri için varyans analizi sonuçları	122
Çizelge 3.49. A grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	123
Çizelge 3.50. A grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum alt ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	123
Çizelge 3.51. B grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	125
Çizelge 3.52. C grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	125
Çizelge 3.53. Maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları.....	126
Çizelge 3.54. Tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) değerlerinin derecelendirme tablosu.	127
Çizelge 3.55. Kumaşların tüm nem tayin kapasitesi için varyans analizi sonuçları	129
Çizelge 3.56. A grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	130
Çizelge 3.57. B grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	131
Çizelge 3.58. C grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	131
Çizelge 3.59. D grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları	133
Çizelge 3.60. Tüm nem tayin kapasitesi ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları	134

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan örgü raporu	27
Şekil 2.2. Ağartma işlemi diyagramı	31
Şekil 2.3. Polyester kumaşlara ait boyama diyagramı.....	31
Şekil 2.4. %100 pamuk ve pamuk karışımlı kumaşların boyama diyagramı	32
Şekil 2.5. Alambeta Cihazının şematik diyagramı (1) ölçüm kafası, (2) bakır blok, (3) elektrikli ısıtıcı, (4) ısı akış sensörü, (5) test kumaşı, (6) cihazın tabanı, (7) ölçüm kafasını kaldıran mekanizma, (8) termometre rezistansı, (9) ölçüm kafasını bilgisayara bağlayan kablo, H; ölçüm öncesi kafanın yükselme miktarı, h; kumaş kalınlığı.....	39
Şekil 2.6. Temastan sonra ısı akışının zamana bağlı diyagramı	40
Şekil 2.7. Permetest cihazının şematik görüntüsü	42
Şekil 2.8. MMT nem tayin cihazının sensör yapısı	44
Şekil 3.1. Hava geçirgenliği sonuçları.....	51
Şekil 3.2. Isıl iletkenlik sonuçları	63
Şekil 3.3. Isıl direnç sonuçları	72
Şekil 3.4. Isıl soğurganlık sonuçları	80
Şekil 3.5. Isıl difüzyon sonuçları	88
Şekil 3.6. Giysi- vücut sistemi.....	94
Şekil 3.7. Bağıl su buharı geçirgenliği (%) sonuçları.....	96
Şekil 3.8. Nem yayılımı ve iletiminin şematik olarak gösterimi	107
Şekil 3.9. Kumaşta sıvı yayılmasının iki faz halinde şematik olarak gösterimi.....	109
Şekil 3.10. Üst ve alt yüzey ıslanma süresi sonuçları.....	110
Şekil 3.11. Maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı sonuçları	121

Şekil 3.12. Tüm nem tayin kapasitesi sonuçları.....128

RESİMLERİN LİSTESİ

	Sayfa
Resim 2.1. Mayer & Cie firmasına ait yuvarlak örme makinesi.....	4
Resim 2.2. FX 3300 hava geçirgenliği cihazı	16
Resim 2.3. Alambeta cihazının fotoğrafı	17
Resim 2.4. Permetest test cihazı	20
Resim 2.5. MMT nem tayin cihazı	22
Resim 2.6. MMT nem iletim cihazından elde edilen ölçüm eğrileri	24
Resim 2.7. MMT Nem İletim Cihazından elde edilen ıslanma alanları	25

1.GİRİŞ

Giysiler insanlar için temel gereksinimler arasında gelmektedir. Yüzyıllar önce giysiler yalnızca örtünme ihtiyacını karşılamak için kullanılırken, günümüzde yükselen hayat standardı ve gelişen teknolojinin etkisiyle giysilerden beklentiler örtünme ihtiyacının çok daha ötesine geçmiştir. İnsanlar giysilerde dayanıklılık, estetik görünüm, moda ve ekonomiklik gibi özellikler de aramaya başlamıştır. Bunların yanı sıra insanlar giysi içinde rahat ve iyi hissetmek istemektedir. Tüm bu beklentiler giysiler için konfor kavramını ortaya çıkarmıştır.

Konfor pek çok bileşeni içinde barındıran karmaşık bir yapıdır ve literatürde birçok tanımlaması bulunmaktadır. En çok karşılaşılan konfor tanımları, hoşnutsuzluk veya rahatsızlık olmaması ya da nötr bir duruma kıyasla daha aktif memnuniyet halidir. [1, 2]. Slater'e göre konfor, insan ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun hoşnutluk hali olarak tanımlanmaktadır [3]. Sontag ise, konforun iyi hissetme ile alakalı bir durum olduğunu ve bir insanla çevresi arasındaki denge hali olduğunu belirtmiştir. Smith, giysinin giyildiğinde hissedilmemesi ve herhangi bir acı vermemesi durumunu konfor olarak ifade etmiştir. Barker da, konforun sadece giysilerin ve kumaşların fiziksel özellikleriyle alakalı olmayıp insanın fizyolojik ve psikolojik haliyle de alakalı bir durum olduğunu belirtmiştir [4].

Konfor fiziksel, psikolojik ve fizyolojik konfor olarak üç ana başlık altında sınıflandırılmaktadır [3]. Bu üç temel konfor bileşeni bir bütün olarak insan-giysi-çevre sistemi içerisinde bulunmaktadır ve bu konforun fiziksel, psikolojik ve fizyolojik bileşenleri konfor algısı içerisinde bir akış göstermektedir. Fiziksel faktörler duyu organlarıyla algılanmakta, bu algılamalara fizyolojik olarak tepkiler verilmekte ve beyin tüm bunları değerlendirmektedir. Böylelikle kişinin giysi içinde iyi mi yoksa kötü hissettiği belirlenmektedir.

Fiziksel konfor, dokunsal ya da duyuşal konfor şeklinde de ifade edilebilmektedir. Duyuşal konfor, tekstil materyalinin cilt ile mekanik teması sırasında duyulan nörolojik algılar olarak tanımlanmaktadır [3]. Bu konfor bileşeni kullanıcıların giysilerle etkileşimi esnasındaki duygu durumlarını kapsamaktadır. Bir başka ifadeyle, giysilere temas

edildiğinde oluşan duyguların bir sonucudur. Giysilerin yapıları, yüzey özellikleri, tasarımları, ağır ya da hafif olmaları, yumuşak ya da sert olmaları, giysiler üretilirken kullanılan iplik türleri gibi pek çok özellik fiziksel konfora etki etmektedir. Çünkü tüm bu özellikler kişi üzerinde kaşıntı, vücudu sıkma, tene yapışma, acı verme, teni dalama ve batma gibi çeşitli etkilere neden olarak kişilerin kendilerini giysiler içinde konforlu hissetmemelerine neden olmaktadır.

Psikolojik konfor, estetik konfor olarak da adlandırılmaktadır. Estetik konfor Li tarafından, kişinin psikolojisini etkileyen giysi özelliklerinin duyu organlarıyla (göz, kulak, deri vb.) algılanan kısmı olarak ifade edilmiştir [3]. Cinsiyet, yaş, mevsim, sosyal durum, bulunduğu ortam, moda, çevre vb. özellikler de psikolojik konforu etkileyen önemli faktörlerdir. Tüm bu özellikler giysinin kendisine iyi veya kötü his vermesiyle alakalıdır. Bu nedenle, psikolojik konfor zihin yeteneği ile ilgilidir [3].

Fizyolojik konfor termo-fizyolojik konfor şeklinde de adlandırılmaktadır. Termo-fizyolojik konfor kumaşın insan vücudu ile çevre arasındaki ısı dengeyi koruyabilme özelliği ile ilgili olup, kumaşta meydana gelen ısı ve nem transfer mekanizmalarını kapsamaktadır [5]. Bu nedenle, termo-fizyolojik konfor, kumaşların ısı iletimi, nem ve sıvı iletimi, kuruma, hava geçirgenliği gibi özellikleri ölçülerek belirlenmektedir. Fizyolojik konfor değişken durumdaki çevre ve vücut şartlarından etkilenmektedir.

Tüm bu konfor tanımlamalarına dayanarak bir giysinin yüksek konfor gösterebilmesi için hareket rahatlığı, optimum ısı ve nem ayarı, iyi nem absorbe etme ve nem iletme kapasitesi, ısı geçirgenliği veya sıcaklığı dışarı verebilme, çabuk kuruma, yumuşaklık ve deriyi tahriş etmeme, hafiflik, dayanıklılık, kolay bakım, iyi tutum gibi özelliklere sahip olması beklenmektedir [6, 7].

İnsan vücudu enerjisini sürekli olarak kendi metabolizması ile üreten karmaşık termodinamik bir sistemdir [8]. Bilindiği gibi, sağlıklı bir insanın vücut sıcaklığı yaklaşık 37 °C dir. İnsan vücudu farklı koşullar altında dahi bu sıcaklığını sabit bir şekilde devam ettirmek istemektedir. Vücut sıcaklığı için gerekli olan ısı vücut metabolizması ile sağlanmaktadır. İnsan sürekli olarak bulunduğu çevre ile ısı alışverişi halindedir. Farklı çevre sıcaklıkları vücut sıcaklığını etkilemektedir [5]. Isı transferinin meydana gelmesi için insan vücudu ile çevre arasında sıcaklık farkının olması gerekmektedir. Sıcaklık farkı ile ısı transferi arasında doğru orantı bulunmaktadır. Sıcaklık farkı arttığında, ısı akışı da artmaktadır. Vücut sıcaklığı kendisini çevreleyen hava sıcaklığından daha yüksek

olduğunda, vücuttan çevreye doğru ısı akışı olmakta ve kişi ısı kaybetmektedir. Tam tersi olarak, vücut sıcaklığı kendisini çevreleyen hava sıcaklığından daha düşük olduğunda, kişi ısı kazanmaktadır. Metabolizmanın oluşturduğu ısı ile dış kaynaktan alınan ısının vücuttan kaybolan ısı miktarı ile eşit olması sağlanarak, vücudun ısıl dengede tutulması gerekmektedir. Eğer ısı kazancı ile ısı kaybı dengede olmaz ise, vücut sıcaklığı ya yükselme ya da düşme göstermektedir [5].

Normal atmosfer şartlarında ve normal aktivite sırasında, vücut metabolizması ile oluşturulan ısı, vücuttan atmosfere iletim, taşınım ve ışınım yolu ile verilmektedir [9, 10]. İletim, aralarında sıcaklık farkı olan iki yüzeyin temasıyla ısı iletilmesini sağlarken, taşınım, sıvı ve gaz gibi akışkanlarla ısının iletimini sağlamaktadır. Işınım ise elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla ısı iletimini esas almaktadır [5].

Yüksek aktivite seviyelerinde ve yüksek sıcaklıklarda, ısı üretimi artmaktadır ve ısının vücuttan atmosfere olan iletimi vücut sıcaklığını rahat edeceği seviyede tutmak için yeterli olmamaktadır. Bu durumda, ter bezleri ter üretmek için harekete geçmekte ve vücut sıcaklığını düzenleyerek, düşürmektedir. Oluşan terin buhar hali hissedilmeyen ter olarak, oluşan terin sıvı hali ise hissedilebilir ter olarak adlandırılmaktadır [9-11]. Ilıman çevre koşulları altında, terleme hissedilmeyen şekilde meydana gelir. Hissedilmeyen terleme deri üzerinde yaklaşık %15 oranında ısı kaybına neden olmaktadır. Yüksek aktivite sırasında, sıcak iklim veya çevre koşullarında, terleme hissedilebilir şekilde olup, vücut tarafından üretilen ter deri üzerinde birikir [11]. Hem hissedilemeyen hem de hissedilebilir formda olan terin vücuttan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla vücut, kendi sıcaklığındaki 1 gram terin buharlaşması için 2424 J (580 kalori) harcamaktadır [5]. Böylece kendi sıcaklığını düzenlemeye çalışmaktadır.

Farklı çevre şartlarına göre, vücudun sıcaklık ve nem dengesinin korunmasında giysiler büyük önem taşımaktadır. Terin buhar şeklinde atmosfere iletimi ise, gün boyunca vücutla sürekli temas halinde olduğundan dolayı vücudu adeta ikinci bir deri gibi saran giysiler vasıtasıyla olmaktadır. Bu nedenle giysiler, derimiz gibi nefes alabilir özellikte olmalıdır. Çeşitli şartlarda ortaya çıkan sıvı formdaki teri vücuttan buhar şeklinde atmosfere iletebilmeli, vücut ve atmosfer arasında iyi nem iletimi gösterebilmelidir. Başka bir deyişle, kişilerin fizyolojik açıdan kendilerini konforlu hissedebilmeleri için giysinin cildin ısı iletimine ve ciltten çevreye terin yayılmasına izin vermesi gerekir. Bu da, cilt ve giysi arasında oluşan ve mikroklima olarak adlandırılan ara bölge yardımıyla olmaktadır.

Çeşitli aktiviteler, ortamdaki sıcaklık değişimleri ve duygusal değişimler nedeniyle oluşan terleme sırasında, nem ve buhar öncelikle mikroklima bölgesinde meydana gelmektedir. Oluşan su buharı mikroklima bölgesinde yoğunlaştığında giysinin tene yapışmasına ve rahatsızlığa sebep olmaktadır. Bu nedenle, mikroklima bölgesindeki su buharının yoğunlaşmadan buharlaşarak çevreye yayılması kişinin fizyolojik açıdan iyi hissetmesini sağlamaktadır.

Kumaşlar liflerden oluşan ipliklerden belli yapısal parametrelere bağlı olarak üretildiği için, kumaşların yapısını birçok lif, iplik ve kumaş yapısal özellikleri etkilemektedir. Bu nedenle, kumaşların konforunu da aşağıda verilen lif, iplik ve kumaş yapısal özellikleri etkilemektedir [8, 12, 13].

-Lif özellikleri; lif cinsi, lif karışım oranı, lif inceliği veya lif numarası, lif gözenekliliği, lif kesiti

-İplik özellikleri; iplik numarası veya iplik çapı, iplik bükümü, iplikten dışarı çıkan lif uçları veya tüylülük, iplik geometrisi, iplik paketleme yoğunluğu (ipliğin birim uzunluğundaki lif hacim oranı)

-Kumaş yapısal özellikleri; kumaş gözenekliliği, kalınlık, kumaş sıklığı

Literatürde kumaşların konforunu etkileyen yukarıda verilen faktörler ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda yukarıda bahsedilen lif, iplik ve kumaş özelliklerinin kumaşların termo fizyolojik konfor özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Yapılan çalışmalarda kumaşların termo fizyolojik özellikleri olarak ısı iletkenlik, ısı direnç gibi ısı özellikleri, ıslanma değeri, kılcallık değeri gibi nem iletim özellikleri, hava geçirgenlik özellikleri ve su buharı geçirgenlik özellikleri incelenmiştir. Isı özelliklerinin ölçümü için genelde kullanılan cihazlar sıcak plaka ve Kawabata Thermo Lab'dan oluşmaktadır [14, 15]. Su buharı geçirgenliği için dikey kap metodu, ters çevrilmiş kap metodu, terleyen korumalı sıcak plaka metodu gibi yöntemler kullanılmıştır [16, 13, 17]. Yapılan çalışmalarda kumaşların ıslanma değerleri için genelde bir parça kumaşın su bulunan bir kap içinde tamamen batması için gereken zaman belirlenmektedir [18]. Kumaşların kılcallık değerleri yatay ve dikey olarak ölçülmektedir. Kumaşların yatay kılcallık değerleri için genelde kumaş üzerine damlatılan 1 damla suyun kapladığı alan ölçülmektedir [18]. Dikey kılcallık için ise 20x2 cm uzunluğunda kesilen kumaş parçasının ucu suya daldırılarak belirli bir zaman aralığı için suyun kumaştaki dikey hareketi ölçülmektedir [18, 19].

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda kumaşların ısı özellikleri Alambeta test cihazı ile ölçülmekte olup, ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık, maksimum ısı akışı, ısı difüzyon gibi parametreler ölçülerek kumaşların ısı özellikleri incelenmiştir. Kumaşların su buharı geçirgenliği için ise Permetest cihazı kullanılmaktadır. Kumaşların nem iletim özellikleri için son zamanlarda kullanılan cihaz MMT test cihazıdır. MMT cihazı kumaşların nem iletim özelliklerini çok yönlü olarak ölçmektedir. Bu cihaz ile ıslanma süresi, emilim oranı, ıslanma yarıçapı, yayılma hızı, tüm nem tayin kapasitesi gibi parametreler ölçülerek, kumaşların nem iletim özellikleri incelenmektedir.

Yapılan çalışmalarda özellikle lif cinsinin etkisi en çok ele alınan konudur. Yoon ve Buckley [8], Prahsarn ve arkadaşları [16] gibi bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, her ne kadar lif cinsinden ziyade daha çok kalınlık, gözeneklilik gibi kumaşın yapısal parametrelerinin kumaşın ısı yalıtımını, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliğini etkilediği belirtilse de, farklı lif cinslerinin lif geometrisinde, dolayısı ile kumaş geometrisinde farklılığa neden olarak kumaşların bahsedilen konfor özelliklerini etkileyebileceği de ifade edilmiştir.

Kumaş konforu göz önüne alındığında lifler, higroskopik yapıdaki doğal lifler ve hidrofob yapıdaki sentetik lifler olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır [20]. Liflerin higroskopik/hidrofil veya hidrofob olması özellikle terlemenin meydana geldiği durumda giysi ve deri arasındaki mikroklima bölgesindeki nemin dengesinin korunmasında önem taşımaktadır. Higroskopik kumaş terli deri yanındaki nemli havadan su buharını içine çekmekte ve kuru havaya tekrar geri vermektedir. Higroskopik kumaş su buharının deriden çevreye olan su buharı akışını nemi içine çekmeyen hidrofob kumaşa göre arttırmakta ve bu şekilde mikroklima bölgesindeki nem oluşumunu azaltmaktadır [9, 10]. Lifin higroskopik veya hidrofob olması kumaşın sıvı veya suyu içine çekme (absorbe etme) ve sıvıyı veya suyu transfer etme kapasitesini etkilediği için, özellikle kılcallık ve su buharı geçirgenliği gibi kumaşların nem yönetim özelliklerini belirlemektedir [21].

Yün ve pamuk gibi doğal ve viskoz, modal, liyosel gibi rejenere higroskopik lifler konfor beklentisi yüksek olan giysilerde ve özellikle aktif spor giysilerde tek başına kullanıldıklarında kumaşlara yeterli konfor özelliği sağlayamamaktadırlar. Bu nedenle, higroskopik lifler genellikle hidrofob özellikteki sentetik lifler ile karıştırılmakta veya çift yüzlü kumaş yapılarında kullanılmaktadırlar.

Pamuk, viskoz, modal, liyosel gibi higroskopik liflerden ve polyester, akrilik, naylon gibi hidrofob liflerden oluşan kumaşların konfor özellikleri ile ilgili literatürde çok fazla sayıda deneysel çalışma bulunmaktadır. Hidrofob özellikteki polyester lifleri, yoğunluğunun düşük olması ($1,38 \text{ g/cm}^3$), mukavemetinin ve elastikiyetinin yüksek olması, ışığa ve açık hava şartlarına karşı dayanıklı olması, içinde bulunduğu kumaşların boyutsal olarak stabil olmasını ve kırılmamasını sağlaması, temizlenmesinin kolay olması, çabuk kuruması, yıkama, bakteri ve mikroplara karşı dayanıklı olması gibi avantajlı fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı kumaşların üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır [22]. Polyester lifleri özellikle spor giysilerde sentetik lifler içinde en çok tercih edilen liflerden birisidir.

Polyester liflerinden oluşan örme kumaşların konfor özellikleri ile ilgili bir çalışma Prahsarn, Barker ve Gupta [16] tarafından yapılmıştır. Prahsarn, Barker ve Gupta [16] dairesel içi boş, dört kanallı (tetrachanel) kesikli ve filament gibi farklı enine kesit şekline sahip polyester liflerinden oluşan düz örgü ve lacost örgü yapılarındaki örme kumaşların su buharı geçirgenliğini incelemişlerdir. Kumaşların su buharı geçirgenliğinin kumaşların kalınlık ve hava geçirgenliğini belirleyen lif, iplik ve kumaş parametreleri ile kontrol edilebileceği belirtilmiştir.

Özellikle spor giysilerde yaygın olarak kullanılan pamuk, polyester ve bu iki lifin karışımlarından oluşan kumaşların konfor özellikleri, birçok araştırmacı tarafından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir [8, 14, 23-27]. Karışım kumaşların özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılan en etkili yöntemlerden birisidir.

Polyester, pamuk ve bu liflerin karışımlarını içeren kumaşların nem özellikleri ile ilgili eski çalışmalardan biri Knight, Hersh ve Brown [23] tarafından yapılmıştır. Knight, Hersh ve Brown [23] farklı karışım oranlarında pamuk ve polyester lifleri kullanılarak üretilen düz örgü ve 1x1 rib örgü yapısındaki örme kumaşların nem çekme, nem içeriği, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği gibi konfor özellikleri yanında, kumaşların patlama mukavemeti, çekme gibi özelliklerini de incelemiştir. Ayrıca bu çalışmada, pamuk lifinin polyester lifi ile karışımından başka pamuk lifinin naylon ve akrilik liflerinden oluşan diğer sentetik lifler ile yine farklı karışım oranlarında karıştırılması ile elde edilen kumaşların bahsedilen özellikleri de incelenmiştir. Sentetik lif miktarı arttıkça kumaşların su buharı ve hava geçirgenliği artış göstermiştir. Kumaşlarda su buharı geçişini daha çok

kumaş arasındaki boşlukların etkilediği, liflerin higroskopik özelliğinin su buharı iletiminde daha az rol oynadığı belirtilmiştir.

Yoon ve Buckley [8] polyester, pamuk ve farklı oranlarda polyester/pamuk karışımlarından oluşan düz örgü yapısındaki örme kumaşların termo fizyolojik özelliklerini incelemiştir. Deneysel sonuçlar, hem kumaş yapısının hem de lif özelliklerinin kumaşların termo fizyolojik özelliklerini etkilediğini göstermiştir. Isıl yalıtımın, hava geçirgenliğinin ve su buharı geçirgenlik oranının yukarıda belirtildiği gibi liflerin kimyasal yapısından ziyade gözeneklilik ve kalınlıktan oluşan kumaşın geometrik parametrelerine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Yoon ve Buckley [8] düzensiz 3 boyutlu kıvrımlar nedeni ile pamuk liflerinin aynı numaradaki polyester liflerinden daha gevşek ve büyük çapa sahip iplik oluşturarak, pamuk kumaşların polyester kumaştan daha kalın olduğunu ifade etmişlerdir. Polyester kumaş pamuk kumaştan daha ince ve daha gözenekli olduğundan, polyester kumaş daha yüksek su buharı ve hava geçirgenlik değerleri ve daha düşük ısıl yalıtım göstermiştir. Kumaşın su iletim davranışının kumaşın geometrik özelliklerinden ziyade tam tersi olarak liflerin cinsine yani liflerin kimyasal yapısına bağlı olduğu ifade edilmiştir. Polyester miktarı arttıkça kumaşların kılcallık değerleri azalma göstermiştir. Bu nedenle, sıvı iletim özellikleri bakımından ve ısıl yalıtım bakımlarından higroskopik pamuk lifinin hidrofob polyester lifinden daha avantajlı olduğu, su buharı geçirgenliği bakımından da polyester lifinin avantajlı olduğu belirtilmiştir.

Hatch ve arkadaşları [14] %100 pamuk ve 2 farklı lif incelik değerlerinde polyester liflerinden yapılan %100 polyester örme kumaşların termo fizyolojik konfor özelliklerini incelemiştir. Pamuk kumaş her iki farklı incelikteki liflerden yapılan polyester kumaştan daha düşük hava geçirgenliği ve daha yüksek ısıl iletkenlik göstermiştir. Polyester kumaşlar ile karşılaştırıldığında, hidrofil özellikteki pamuk lifinden üretilen örme kumaş daha yüksek kılcallık değeri göstermiştir. Bu nedenle, kılcal yapıya sahip pamuk kumaşın suyu daha kolay transfer ettiği belirtilmiştir.

Oglakcioglu ve Marmarali [25] tarafından yapılan bir diğer çalışmada %100 pamuk ve %100 polyester liflerinden oluşan düz örgü, 1x1 rib ve interlock örgülerdeki örme kumaşların ısıl özelliklerini ve su buharı geçirgenliğini incelenmiştir. Isıl özellikler Alambeta cihazı ile ölçülmüştür. %100 polyester kumaşlar %100 pamuk kumaşlardan daha düşük ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık, buna karşın daha yüksek ısıl direnç ve su buharı geçirgenlik değeri göstermiştir.

Hassan ve arkadaşları [24] %100 polyesterden, %65/%35 polyester/pamuk karışımından ve %100 pamuktan oluşan spor giysilik süprem örgü kumaşların hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve Alambeta cihazı ile ölçülen ısı özelliklerini incelemiştir. Ayrıca bu kumaşların spor yapan atletlerin oksijen tüketimi, karbondioksit üretimi vs. gibi fizyolojik performansları üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. %100 pamuk ve polyester/pamuk karışımından oluşan kumaşlar ile karşılaştırıldığında, %100 polyester kumaş en düşük ısı iletkenlik, ısı soğurganlık ve ısı direnç değerleri, buna karşın en yüksek hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenlik değerleri göstermiştir. %100 polyesterden oluşan kumaşın diğer %100 pamuk kumaş ve %65/%35 polyester/pamuk karışımından oluşan kumaştan daha iyi fizyolojik performans gösterdiği de belirtilmiştir. Özellikle %100 polyesterden oluşan kumaşın yüksek su buharı geçirgenliği göstermesinden dolayı teri hızlı bir şekilde transfer ederek kumaşa iyi nem yönetim özelliği kazandırması ve yine bu kumaşın düşük ısı iletkenlik değerine sahip olması, atletlerin vücut sıcaklığının düzenlenmesini sağlayarak atletlerin fizyolojik performansını artırdığı ifade edilmiştir. Terin %100 pamuk kumaş tarafından iyi bir şekilde absorbe edilmesine rağmen, bu terli kumaşın vücut ile temas ederek ısı rahatsızlığına neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, %100 pamuktan oluşan kumaşın nem yönetim özelliklerinin iyi olmadığı da belirtilmiştir.

Öner ve arkadaşları [26] pamuk, viskoz ve polyester ipliklerden üretilen düz örgü, 1x1 rib ve tekli pike örgülerden oluşan kumaşların nem iletim özelliklerini incelemiştir. Kumaşların nem iletim özellikleri MMT cihazı ile ölçülmüştür. Polyester kumaşlar selüloz esaslı liflerden yapılan kumaşlardan daha yüksek Tüm Nem Tayin Kapasitesi (OMMC) ve Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi (AOTI) değerleri göstermiştir. Tüm nem tayin kapasitesinin yüksek olması kumaşın daha iyi sıvı transfer özelliği olduğunu ve Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksinin yüksek olması ise sıvının kumaşın deri yani iç kısmından dış tarafına doğru daha kolay ve hızlı bir şekilde transfer edildiğini gösterdiği için polyester kumaşların nemi kumaşın iç kısmından dış kısma doğru selülozik esaslı kumaşlardan daha iyi ve hızlı bir şekilde transfer ettiği belirtilmiştir.

Pamuk ve polyester içeren kumaşların MMT test cihazı ile nem iletim özelliklerinin ölçüldüğü bir diğer çalışmada Namlığöz, Çoban ve Bahtiyari [27] tarafından gerçekleştirilmiştir. Namlığöz, Çoban ve Bahtiyari [27] pamuk, liyosel, viskoz liflerinden oluşan selülozik liflerden, polyester liflerinden ve bu liflerin polyester ile karışımlarından

oluşan dimi örgüdeki dokuma kumaşların nem iletim özelliklerini incelemişlerdir. Tüm Nem Tayin Kapasitesi (OMMC) ve Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi (AOTI) değerlerinden, %100 pamuk ve %100 polyester kumaşların daha sınırlı nem iletimi sağladığı, selülozik/polyester karışımı kumaşların etkili bir şekilde sıvı absorpsiyonu ve iletimi sağladığı belirtilmiştir.

Onofrei ve arkadaşları [28] örme kumaş yapılarının hava geçirgenliği, ısı özellikleri ve su buharı geçirgenliği, kılcallık gibi nem yönetimi özelliklerini incelemişlerdir. Coolmax içeren ve Outlast içeren iplikler kullanılarak farklı konstrüksiyonlarda üretilen kumaşlar test edilmiştir. Çalışma sonucunda, daha sıcak iklimde Outlast içerikli spor giysilerin, daha soğuk hava şartlarında ise Coolmax içeren spor giysilerin tercih edilebileceğinin düşünüldüğü ifade edilmiştir [28].

Günümüzdeki ileri teknolojinin sağladığı imkanlarla, polyester liflerine doğal liflerin avantajlı özelliklerini sağlamak için, polyester lifleri modifiye edilmekte yani özellikleri değiştirilmektedir [20]. Üretimde yapılan değişiklikler ile polyester lifler tekstüre lif, mikro boyutta lif, içi boşluklu lif ve farklı enine kesite sahip lif gibi farklı lif yapı ve şekillerinde üretilerek bu liflerin konfor özellikleri artırılmaktadır.

Polyester liflerinin konfor özelliklerini artırmak için ve bu liflere doğal liflere benzeyen bir tutum kazandırmak için uygulanan en önemli işlemlerden birisi tekstüre işlemidir. Tekstüre polyester iplikler tekstüre işlemi sonucunda elde edilmektedir. Tekstüre işlemi filament haldeki sentetik liflere kıvrımlardan oluşan kalıcı form kazandırmak şeklinde tanımlanmaktadır [20]. Başka bir ifadeyle tekstüre efekti, iplik kesitindeki merkezi gerilimlerin iplik eksenine asimetric olarak değiştirilmesiyle elde edilmektedir. Tekstüre işlemi gören iplikler çekme kuvvetleri ortadan kaldırılınca büzülür ve kıvrımlaşır [29]. Böylelikle, tekstüre ipliklere doğal liflere benzer bir form kazandırılmış olmaktadır. Tekstüre iplik oluşturmak için, en çok yalancı büküm, hava jetli ve buhar jetli metotları kullanılmaktadır [30, 20]. Tekstüre işlemi ile ipliklere yumuşaklık, ısı yalıtım, doğal lif tutumu, sıcaklık hissi, yüksek derecede elastikiyet, hacimlilik gibi özellikler kazandırılmaktadır [30, 20].

Tekstüre iplikten üretilen örme kumaşların konfor özellikleri ile ilgili çalışma Özçelik, Çay ve Kırtay [30] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada tekstüre polyesterden ve tekstüre edilmemiş polyesterden elde edilen örme kumaşların hava geçirgenliği ve Alambeta cihazı ile ölçülen ısı özellikleri karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Hacimli

iplik yapısından dolayı kumaş kalınlığını arttırdığı için, tekstüre polyesterden üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin tekstüre olmayan polyesterden üretilen kumaşlardan daha düşük çıktığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, içerdiği hava boşluklarından dolayı ve daha kalın kumaş yapısı sağladığı için tekstüre iplikten üretilen kumaşların ısıl dirençlerinin tekstüre olmayan iplikten üretilen kumaşlardan yüksek olduğu da aynı çalışmada ifade edilmiştir. Ayrıca, tekstüre işlemi kumaşların ısıl soğurganlık değerlerini azaltmıştır.

Üretimin modifiye edilmesi ile üretilen ve son zamanlarda avantajlı özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılan diğer farklı polyester iplik tipi de mikroliflerden oluşan polyester ipliklerdir. 0,1-1,0 dtex aralığındaki lifler mikrolif olarak tanımlanmaktadır [31]. İnce lif yapısından dolayı mikroliften yapılan mamuller standart liften yapılan mamuller ile karşılaştırıldığında daha fazla lif veya filament içermektedir. Mikrolifler düşük doğrusal yoğunluk, yüksek mukavemet, düşük eğilme dayanımı, iyi çekme dayanımı, anti-alerjik yapı, düşük elektrostatiklenme, dökümlülük, ipeksi tutum, yağmur, soğuk ve rüzgara karşı izole edebilme, kolay yıkanabilme, süper emici olma, diğer liflere göre üç kat hızlı kuruyabilme özelliklerine ve parlak görünümüne sahiptir [32]. Konvansiyonel lifler ile karşılaştırıldıklarında kumaşlara lüks görünüm, iyileştirilmiş fiziksel özellikler, tutum özellikleri ve yüksek seviyede giyim konforu sağlamaktadır. Bu nedenle mikroliften yapılan mamuller yumuşak, düzgün ve hacimli özellik göstermektedir [33, 34].

Mikro polyester lifleri içeren kumaşların konfor özellikleri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Srinivasan ve arkadaşları [19] mikro polyester ve normal polyester oluşan örme kumaşların fiziksel özelliklerinin incelenmesi yanında kumaşların kılcallık, kuruma hızı, su absorblama miktarı gibi nem iletim özelliklerini de incelemişlerdir. Mikrolif içeren kumaşlar normal lif inceliğine sahip kumaşlardan daha iyi dikey kılcallık, su absorblama ve kuruma hızı özellikleri gösterdiğinden, bu liflerden üretilen kumaşların daha iyi nem iletim özellikleri olduğu belirtilmiştir.

Sampath ve arkadaşları [35] mikro filament polyester, standart filament polyester, kesikli polyester, pamuk liflerinden ve polyester/pamuk lif karışımından oluşan örme kumaşların su buharı geçirgenliğini ve Alambeta ile ölçülen ısıl özelliklerini incelemişlerdir. Mikro polyester kumaş tüm diğer mikrolif içermeyen standart polyester, pamuk, kesikli polyester ve polyester/pamuk kumaşlardan daha yüksek ısıl iletkenlik, ısıl

soğurganlık ve su buharı geçirgenliği buna karşın daha düşük ısı direnç gösterdiği belirtilmiştir.

Sampath ve arkadaşlarının [18] mikrolif içeren diğer çalışmasında 34, 48, 108, 144 ve 288 filamet sayılarından oluşan 150 denye iplik kullanılarak üretilen örme kumaşların nem iletim özellikleri incelenmiştir. Nem iletim özellikleri için ıslanma değeri ve dikey kılcallık ve yatay kılcallık değerleri ölçülmüştür. Deneysel sonuçlardan, 108 filament sayısına sahip iplik içeren kumaşların en iyi ıslanma, kılcallık ve su buharı transferi gösterdiği belirtilmiştir.

Schacher ve arkadaşları [36] polyester mikroliflerden ve konvansiyonel polyesterden üretilen dokuma kumaşların Kawabata sistemi ile ölçülen ısı özelliklerini incelemiştir. Çalışmada, mikroliflerden üretilen polyester kumaş diğer klasik mikrolif içermeyen polyester kumaştan daha düşük ısı iletkenlik ve daha yüksek ısı direnç gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca mikrolif içeren polyester kumaşın diğer klasik polyesterden daha sıcak his verdiği de belirtilmiştir.

Üretimin modifiye edilmesi ile üretilen diğer farklı polyester lif tipide özel geometrik yapıya sahip içi boş (hollow) liflerden oluşan polyesterdir. İçi boş kanallar daha çok liflerin ısı yalıtımını artırmak için liflerin içine yerleştirilmektedir [22]. Hafiflik, hacimlilik, ısı izolasyonu, ışıktaki farklı kırılma ve özel parlaklık ve hava içeriğinden dolayı yüksek nem emilimine sahiptirler [37, 38, 20]. Bu özelliklerin yanında, su tutma ve kuru hissettirme özellikleriyle nemin vücuttan dış ortama doğru uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Yumuşak bir tutum sağlarlar ve rezilyans (yaylanma) özelliği sayesinde herhangi bir ağırlık uygulaması ya da sıkıştırma işleminden sonra standart liflere göre daha kolay eski hacimlerine ulaşabilirler [38]. Bu lifler aynı doğrusal yoğunluklu yuvarlak kesitli liflerle kıyaslandığında, eğilme ve kıvrılmaya karşı daha dayanıklıdır [37]. İçi boş lifler yapay böbrek, çeşitli sıvı ve gaz temizleme sistemleri, dış giyim, iç giyim, yüksek performanslı aktif spor giysileri, kışlık giysiler, yatak takımları ve halı sektörü gibi pek çok alanda kullanılmaktadır [37, 38].

Karaca ve arkadaşları [39] yuvarlak, içi boş, üç loplu ve içi boş üç loplu olmak üzere 4 farklı lif kesitine sahip lifleri kullanarak lif kesiti ve örgü deseninin polyester dokuma kumaşların ısı özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Kumaşların ısı iletkenlik, soğurganlık, ısı direnç özelliklerinin yanı sıra bağıl su buharı ve hava geçirgenliği de ölçülmüştür. İçi boş liflerden oluşan kumaşlar yuvarlak kesitli life sahip kumaşlardan daha

düşük ısı direnç, bağıl su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve daha yüksek ısı iletkenlik ve soğurganlık göstermiştir.

İçi boş liflerden oluşan kumaşların konfor özellikleri ile ilgili diğer bir çalışmada Matsudaira ve Kondo [15] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada içi boş ve içi boş olmayan lifler dışında kesitin yarım ay şeklinde olduğu ve lifin silindirik gövdesinin yanına kanalın açıldığı kanallı içi boş (grooved hollow) olarak adlandırılan bir lifte ele alınmıştır. Kumaşların ısı özellikleri Thermo lab II cihazı ile ölçülmüştür. Polyester liflerini kanalsız içi boş veya kanallı içi boş lif haline getirmenin özellikle yüksek nem şartlarında polyester liflerinin daha fazla su absorbe etmesini sağladığı belirtilmiştir. Kanallı ve kanalsız içi boş olan liflerden yapılan kumaşlar lif içinde bulunan hava miktarından dolayı içi boş olmayan liflerden yapılan kumaşlara göre daha düşük ısı iletkenlik ve daha yüksek ısı yalıtım değerleri göstermiştir. Sıcaklık-soğukluk hissini ölçmek için kullanılan q_{max} değerlerinden lif içindeki boşluktan ziyade yüzey temas alanının q_{max} üzerinde daha etkili olduğu ifade edilmiştir.

Bahsedilen tüm bu polyester lifleri daha önce de belirtildiği gibi hidrofob (suyu sevmeyen) bir yapıya sahiptir. Bu liflerden üretilen kumaşlar da aynı karakteristik özellikleri göstermektedir. Tamamen bu liflerden üretilen kumaşlar hidrofob yapıları nedeniyle yüksek aktivite ve yüksek sıcaklık gibi normal şartlar dışında vücut yüzeyinde oluşan sıvı ve buhar haldeki teri absorbe edememektedir. Vücut yüzeyinde kalan ter ıslaklık hissi ve rahatsızlık yaratmaktadır. Benzer şekilde tamamen higroskopik (suyu seven) özellikte kumaşların kullanımı da nem iletimi açısından yetersiz kalmaktadır. Çünkü higroskopik kumaşlar emici yapılarından dolayı terin kumaşa biriktirmesine neden olmaktadır. Islak kalan kumaş vücut ısısını azaltmakta ve kullanıcıya soğuk his vermektedir. Kısacası hidrofob kumaşlar nemin vücuttan alınması, hidrofil kumaşlar ise bünyesindeki nemin atmosfere verilmesi konusunda problem yaratmaktadır. Ortaya çıkan bu sorunun giderilmesi insanların giysi içinde kendilerini konforlu hissedebilmeleri bakımından oldukça önemlidir. Bahsedilen sorunun yaşanmaması için higroskopik ve hidrofob yapıdaki lifler birlikte kullanılmaktadır. Bu nedenle, kumaşların vücutla temas halindeki iç yüzeylerinde sıvı taşıma özelliği iyi olan polyester gibi hidrofob lifler, çevreyle temas halindeki dış yüzeylerinde ise emiciliği yüksek olan pamuk gibi higroskopik liflerin kullanılması önerilmektedir. Böylelikle terin vücut yüzeyinden kumaşa, kumaştan da atmosfere iletimi sağlanmakta, ıslaklık ve soğukluk hislerinin

oluşumu engellenmekte ve giysilerden beklenen nem iletimi özelliği iyi seviyeye taşınmaktadır.

Giysiler ve özellikle spor giysiler için kumaşın iç ve dış taraflarında veya yüzeylerinde farklı lif çeşitlerinin kullanılmasına olanak vererek kumaşların konfor özelliklerinin artırılmasını sağlayan en basit kumaş oluşturma tekniği atkılı örmedir. Atkılı örme makinalarında kumaşın iç ve dış taraflarında farklı lif kullanımına olanak sağlayan vanize örgü, iki ve üç iplikli astar örgü (futter), çift yüzlü örgü gibi çok çeşitli teknikler bulunmaktadır. Bu tip örme kumaş yapılarında, doğrudan vücuda bitişik, iletken ve difüzyon ipliklerden yapılmış örme kumaş tabakasının görevi, sıvı ve buhar haldeki nemi vücuttan uzaklaştırmak ve taşımaktır. Cilt ile direkt temas halinde olmayan, emici iplikten yapılmış örme kumaş tabakasının görevi ise, nemi vücuttan uzak tutmak ve çevrede buharlaştırmaktır [40].

Çift yüzlü örgü ile üretilen örme kumaşlar çift yataklı düz veya yuvarlak örme makinalarından oluşan atkılı örme makinalarında herhangi özel tertibata gerek duyulmadan sadece basit kam ayarları ile ilmek, askı ve atlama hareketlerinden oluşan örgüler kullanılarak çok basit bir şekilde üretilmektedir. Özellikle spor giyim için üretilen çift yüzlü örme kumaşlar genellikle çift yataklı yuvarlak örme makinelerinde üretilmektedir. Çift yataklı yuvarlak örme makinelerinde RR rib ve RR interlock örgü yapılarında çift yüzlü atkılı örme kumaş üretimi yapılabilmektedir. Interlock örgü yapısında uzun kısa iğneler kullanılmaktadır. Ön ve arka iğne yataklarındaki iğneler karşılıklı şekilde dizilmektedir. İğneler bir yatakta 1 uzun 1 kısa olarak dizilirken, diğer yatakta ise uzun iğne karşısına kısa iğne, kısa iğne karşısına ise uzun iğne gelmektedir. Her iki iğne yatağında bulunan iğnelerin birbiri arasına gelecek şekilde dizilmesi sonucunda da rib görünümlü çift yüzlü kumaşlar elde edilebilmektedir.

Bilindiği gibi, askı ve atlama tamamlanmamış ilmek hareketidir. Askı iğnenin yarım hareketi ile oluşturulur. İğne yarım hareket ettiği için, yeni beslenen iplik önceki sırada bulunan ilmek içinden çekilerek ilmek oluşturamaz. Yeni beslenen iplik önceki sırada bulunan ilmeğin baş kısmı üzerinden geçerek kumaş ile bağlantı yapar. Askı ipliği kumaşın arka tarafından geçtiği için kumaşın ön tarafından görülmez. Aynı şekilde atlamada iğnenin yukarı çıkmadan yerinde bekleme hareketi yapması ile oluşturulmaktadır. Bu nedenle, yeni beslenen iplik önceki ilmeğin arka kısmından düz olarak geçer. Atlamada askı gibi kumaşın arka tarafından geçtiği için kumaşın ön tarafından gözükmez. Bu askı ve

atlama çift yataklı makinalarda üretildiğinde makinanın ön tarafında oluşturulan askı ve atlama kumaşın arka tarafından, makinanın arka tarafında oluşturulan askı ve atlama ise kumaşın ön tarafından gözükmez.

Çift yüzlü kumaşlar yukarıda belirtildiği gibi, askı ve atlamanın kumaşın arka tarafından geçerek kumaşın ön tarafından görülmemesi özelliğinden yararlanılarak üretilmektedir. Kumaşın bir tarafında görülmesi istenen lif cinsini içeren iplik ile ilmek, kumaşın bir tarafında görülmesi istenmeyen lif cinsini içeren iplik ile askı veya atlama oluşturulur. Yani, hangi çeşit lif cinsinin kumaşın hangi tarafından görülmesi isteniyorsa, bu lif cinsini içeren iplik o tarafta ilmek hareketi yaparken diğer görünmesi istenmeyen kısımda bu iplik askı veya atlama yapar. Örneğin, kumaşın arka (iç) tarafının polyester liflerinden oluşması isteniyorsa, polyester ipliği ile görünmesini istediğimiz tarafta yani arka tarafta iğneler ilmek oluşturulurken, görünmesini istemediğimiz kumaşın ön tarafında (dış) iğneler askı veya atlama oluşturulur. Tam tersi olarak kumaşın ön (dış) tarafının pamuk liflerinden oluşması isteniyorsa, pamuk iplikleri ile görünmesini istediğimiz ön tarafta ilmek oluşturulurken, görünmesini istemediğimiz arka (iç) tarafta askı veya atlama oluşturulmaktadır. Eğer ön ve arka tarafta askı hareketi oluşturulursa bu ipliği oluşturulan lif cinsi önden ve arkadan görülmez.

Yukarıda bahsedilen prensibe bağlı olarak, farklı lif cinsleri içeren ipliklerin ve ilmek, askı ve atlama hareketlerinin değişik şekillerde kombine edilmesi ile çok farklı yapılarda ve görünümde çift yüzlü kumaşlar basit şekilde üretilebilmektedir. Yaygın olarak kullanılan rib veya interlock çift yüzlü örme kumaş yapısında, öncelikle her iki ön ve arka iğne yatağındaki iğneler ile birbirinden bağımsız iki kumaş örülmektedir. İki iğne yatağında iki bağımsız kumaş oluşturmak için, bir sırada ön iğne yatağındaki iğneler ilmek oluştururken arka iğne yatağındaki iğneler atlama hareketi yapmakta, diğer sırada tam tersi olarak arka iğne yatağındaki iğneler ilmek oluştururken de ön iğne yatağındaki iğneler atlama yapmaktadır. Çift yüz oluşturmak için her sıraya özellikleri farklı iplik beslenmektedir. Daha sonra, ön ve arka iğne yataklarında örülen bu iki kumaş yapısı ön ve arka iğne yataklarındaki iğnelerin askı hareketi yaptığı bağlantı ipliği ile birbirine bağlanmaktadır.

Bağımsız iki kumaş yapısının askı şeklindeki bağlantı iplikleri ile bağlandığı bu bahsedilen çift yüzlü kumaş yapısı sandviç/spacer (boşluklu) kumaş olarak da adlandırılmaktadır. Bu tip çift yüzlü örme kumaş yapısında ön ve arka iğne yataklarında

oluşturulan iki kumaşa farklı iplikler beslenebildiği için, iki iğne yatağında ayrı oluşan kumaşlar değişik karakterde olabilmektedir. Bağlantıyı sağlayan iplikler de, iki ayrı kumaşı oluşturan ipliklerden farklı seçilebilmekte ve elde edilen bu tip çift yüzlü kumaş üç değişik ipliğin birlikte kullanılmasıyla oluşturulmaktadır.

Gösterdiği kullanım avantajları nedeniyle kullanımı giderek artan, kumaşların iki yüzünde farklı lif cinslerinin kullanıldığı çift yüzlü örme kumaşlarla ilgili olarak literatürde çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmalarda çift yüzlü örme kumaşların çeşitli özellikleri incelenmiştir. Ancak bu çalışmanın konusu çift yüzlü örme kumaşların konfor özellikleri olması nedeni ile literatür araştırmasında konforla ilgili çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bu nedenle, bu kumaşların konforunu belirleyici olan hava geçirgenliği, ısı özellikleri, su buharı ve nem iletimi özellikleri ile ilgili olarak çeşitli araştırmalar ve incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmaların pek çoğunda çeşitli polyester iplikler kullanılarak elde edilen örme kumaşlar kullanılmıştır.

Halgas ve arkadaşları [40] kumaşın iç tarafında polyester, poliamid, polipropilen, Coolmax, trevira, thermastat gibi iletken özellikteki farklı cinsteki sentetik liflerin ve kumaşın dış tarafında higroskopik pamuk liflerinin kullanılması ile elde edilen çift yüzlü örme kumaşların hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliğinden oluşan konfor özelliklerini incelemişlerdir. Karşılaştırma amacı ile ayrıca iç ve dış taraflarında aynı sentetik liflerin kullanıldığı kumaşlar ve yine iç ve dış tarafta pamuk lifinin kullanıldığı kumaşlarda oluşturulmuştur. Hava ve su buharı geçirgenliğini büyük ölçüde etkileyen kumaş gözenekliliği bilgisayar görüntü analizini ile incelenmiştir. Her iki tarafı pamuk olan kumaşın su buharı geçirgenliğinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Her iki tarafı polyester olan kumaşlar yüksek hava geçirgenliği göstermiştir. Ayrıca, kumaşların hava geçirgenliği ile kumaş kalınlığı ve gözenekliliği arasında yüksek ilişki bulunmuştur. Çalışma sonucunda ayrıca kumaşların hava geçirgenliğinin, su buharı geçirgenliğinin aksine örme kumaşların yüzey gözenekliliği ve kalınlığının bir fonksiyonu olduğu belirtilmiştir.

Crina ve arkadaşları [41] sandviç örgü prensibi ile farklı örgülerden oluşan çift yüzlü örme kumaşların Alambeta cihazı ile ölçülen ısı parametrelerini, bağıl su buharı geçirgenliğini ve hava geçirgenliğini incelemişlerdir. Üretilen kumaşların ön yüzeyinde soya ipliği, bağlantı kısmında ve arka yüzeyinde ise polyester, poliamid ve polipropilen iplikler kullanılmıştır. Deney sonuçlarına göre, ön ve arka kumaş tabakalarını birleştiren bağlantı ipliğinin kumaş kalınlığı ve gözenekliliğini etkilediği için kumaşların ısı konfor

özelliklerini de etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca, kumaş yapısının da kumaşların ısı özellikleri etkilediği ifade edilmiştir. Bağlantı ipliği kumaşların ısı iletkenliğini arttırmıştır. Ön ve arka yüzeyleri daha açık yani gözenekli fakat bağlantı ipliğinin askı bağlantısının daha sık olduğu kumaşlarda ısı iletkenlik artış göstermiştir. Su buharı geçirgenliğinin kumaş gözenekliliği ile arttığı, kumaşların hava geçirgenliğinin kumaş yapısı ve gözenekliliği ile doğrudan bir ilişkisi olduğu ve kumaş kalınlık ve ağırlığının kumaşların ısı direncini artırdığı belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada, Onal ve Yıldırım [42] ev tekstili uygulamaları için sandviç örgü prensibi ile açık ve kapalı yüzey yapısı sağlayan farklı örgüler, farklı sıklık ve farklı lif cinsleri kullanılarak üretilen kumaşların Alambeta cihazı ile ölçülen ısı parametrelerini, hava ve su buharı geçirgenliklerini içeren konfor özelliklerini incelemişlerdir. Kumaşların ön tarafında Coolmax, pamuk ve gümüş karışımı, Outlast ve polyester karışımı, Outlast ve pamuk karışımı iplikler, bağlantı tabakasında monofilament polyester ya da multifilament polyester iplikler ve arka tarafında multifilament polyester kullanılarak farklı hammadde kombinasyonlarında örme kumaşlar üretilmiştir. Kumaş yapısının daha çok ısı direnç ve su buharı geçirgenliğinde, lif cinsinin ise daha çok ısı soğurganlık üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Daha sıkı ve açık yüzeyli kumaşlar daha yüksek ısı iletkenlik, ısı difüzyon, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği göstermiştir. Kumaşların ısı direncinin kumaş kalınlığı ile ilgili olduğu ve açık yüzeyli kumaşların daha yüksek kumaş kalınlığına sahip olmasından dolayı daha yüksek ısı dayanım gösterdiği belirtilmiştir. Kumaşların ısı iletkenliğinin lif yoğunluğu, liflerin ısı iletkenlik katsayısı ve liflerin nem içeriği gibi lif özellikleri ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Selülozik lif miktarı arttıkça ısı iletkenliğinin arttığı belirtilmiştir. Outlast lif içeriğindeki artışın ısı soğurganlık değerlerinde artışa neden olduğu ve kumaşların soğukluk hissi verdiği belirtilmiştir.

Literatürde polyester ve polyester karışımı ipliklere olan yoğun eğilimin dışında farklı hammaddeler kullanılarak üretilen çift yüzü örme kumaşların konfor özellikleri ilgili çalışmalar da yer almaktadır.

Süpüren ve arkadaşları [43] pamuk ve polipropilen iplikler ile çift yüzü örgü kullanılarak üretilen örme kumaşların Alambeta cihazı ile ölçülen ısı soğurganlık ve MMT cihazı ile ölçülen nem yönetimi özelliklerini incelemişlerdir. Her iki tarafının pamuk, iç tarafının pamuk dış tarafının polipropilen, iç tarafının polipropilen ve dış tarafının pamuk ve her iki tarafının polipropilen olduğu 4 farklı çift yüzü kumaşlar üretilmiştir. İç kısmı

polipropilen dış kısmı ise pamuk olan kumaşın diğer kumaşlardan daha iyi nem yönetimi özelliği gösterdiği ve bu nedenle daha iyi konfor seviyesine sahip olduğu ifade edilmiştir. İç kısmı polipropilen dış kısmı pamuk olan kumaşlar en düşük ısı soğurganlık değeri göstermiş ve bu kumaşın daha sıcak his verdiği de belirtilmiştir.

Bedez Üte ve arkadaşları [44] pamuk ve Angora tavşanı lifi içeren ve çift yüzlü örgü kullanarak elde ettikleri çift yüzlü örme kumaşların ısı konforunu araştırmışlardır. Isıl konfor özellikleri Alambeta cihazı ile belirlenmiştir. Çift yüzlü kumaşların iç yüzünde pamuk ipliği ve dış yüzeyinde doğal renkli pamuk ile Angora tavşanı lifinin 2 farklı oranlarda karıştırılmasından oluşan iplikler kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler ile farklı yüzlerin iç veya dış katman olarak kullanılmasının ısı direnç ve su buharı geçirgenliği parametrelerini etkilemediği; ancak Angora lifi içeren katmanın tene temas edecek şekilde kullanılmasının daha sıcak his yarattığı tespit edilmiştir. Örgüdeki Angora lif oranının konfor özelliklerine etkisi incelendiğinde ise, Angora oranı arttıkça örgünün vereceği sıcak-soğuk hissinin (ısı soğurganlık değerinin) düştüğü ve ilk temas anında daha sıcak his vereceği; ayrıca ısı direnç değerinin yükseldiği ve ısıya karşı yüksek izolasyon sağlayacağı tespit edilmiştir. Ancak Angora lifinin su buharı geçirgenliği değerinde düşüşe neden olduğu, bu nedenle yüksek aktivite giysilerinde Angora lifi kullanılmasının konforsuzluk yaratabileceği ortaya çıkmıştır.

Kumaşın ön ve arka tarafında farklı lif cinslerinin kullanıldığı durumda çift yüzlü kumaş yapısı kazanan astar örgüler ile ilgili de çalışmalar yapılmıştır. 2 iplik (veya 3 iplik), polar, astar olarak adlandırılan örme kumaş yapısı tek yataklı örme makinalarında üretilmektedirler. Bir sıra oluşumu sırasında 2 (veya 3) iplik beslenmektedir. Bu ipliklerden bir tanesi zemin yapıyı oluşturmaktadır. Zemin yapı kumaşın ön tarafını yani dış tarafını oluşturmaktadır. Bağlantı ipliği olarak adlandırılan astar ipliği zemin yapıya askılar ile bağlanmaktadır [45]. Astar ipliği kumaşın ters tarafında yani iç tarafında kalmakta ve kumaşın ön tarafından gözükmemektedir. Zemin ve bağlantı ipliği farklı lif cinslerinden oluşan iplikler ile yapıldığında yine çift yüzlü kumaş yapısı oluşturulmuş olmaktadır.

Gunesoglu, Meric ve Gunesoglu [46] ve Günesoglu ve Meric [47] yapmış oldukları iki çalışmada 2 iplik astar örme kumaşların Alambeta cihazı ile ölçülen ısı parametreleri, su buharı geçirgenliğini, hava geçirgenliğini ve yatay ve dikey kılcallık değerlerini incelemiştir. İki tarafı pamuk, iç tarafı pamuk ve dış tarafı polyester, iç tarafı polyester ve

dış tarafı pamuk ve iki tarafı polyester olan 4 farklı kumaş yapısı oluşturulmuştur. Bu kumaşlara daha sonra şardonlama işlemi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, şardonlama işleminin ısı transfer işlemi üzerinde etkili olduğu ve kumaşların ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerlerini azalttığı belirtilmiştir. Şardonlama işleminden sonra, lif cinsinin ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık gibi ısı özellikleri üzerinde etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir. Şardonlama işleminin su buharı geçirgenliği üzerinde etkisinin bulunmadığı, fakat hava geçirgenliğini azalttığı belirtilmiştir. Şardondan önce ve sonra, her iki tarafı polyester liflerinden oluşan kumaş en yüksek su buharı ve hava geçirgenliği, her iki tarafı pamuk olan kumaş en düşük su buharı ve hava geçirgenliği göstermiştir. Her iki tarafı pamuk ve arkası pamuk ön tarafı polyester olan yani arka veya iç tarafı pamuk lifinden oluşan kumaşlar en iyi kılcallık değerleri göstermiştir. Elde edilen sonuçlardan, şardonlama işleminin lif cinsinin kılcallık, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği üzerindeki etkisini değiştirmediği belirtilmiştir.

Yine atkılı örmecilikte diğer bir çift yüzlü kumaş oluşumuna olanak sağlayan vanize tekniğini içeren çalışma da Fanguero, Filgueiras, Soutinho ve Meidi [48] tarafından yapılmıştır. Vanize tekniğinde özel iplik kılavuzu ile örme bölgesine farklı zamanlarda özellikleri farklı iki iplik beslenerek ilmek oluşturulmaktadır. Bu şekilde kumaş yapısındaki ilmeği iki iplik oluşturmakta ve bu ipliklerden bir tanesi kumaşın ön tarafında, diğer iplik ise kumaşın arka tarafında yer almaktadır [45].

Fanguero, Filgueiras, Soutinho ve Meidi [48] vanize tekniği ile üretilen kumaşların kılcallık ve kuruma özelliklerini incelemiştir. Vanize tekniği ile ön ve arka yüzeyleri farklı lif cinslerinden oluşan 2 grup kumaş oluşturmuştur. Her iki grupta bulunan kumaşların arka (iç) tarafı poliamid ipliği ile kombine edilmiş elastan, polyester Coolmax, PBT, Dry-release, viskoz Outlast ipliklerinden oluşmaktadır. 1. Grup kumaşlarda kumaşın ön (dış) tarafında polyester trilobal, 2. Grup kumaşlarda ise kumaşın ön (dış) tarafında polipropilen iplikler kullanılmıştır. Viskoz Outlast kumaş hem yatay hem de dikey yönde en iyi kılcallık değerleri, buna karşın en düşük kuruma kapasitesi göstermiştir. Coolmax kumaşın iyi derecede kılcallık ve en iyi kuruma kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Ön tarafları polipropilen ve polyester ipliklerden oluşan kumaşların özellikleri birbiri ile karşılaştırıldığında, ön yüzü polipropilen olan kumaşın kılcallık özelliğinin polyester iplik kullanılarak üretilen kumaştan daha kötü kılcallık ve daha iyi kuruma kapasitesi gösterdiği ifade edilmiştir.

Vanize tekniği ve çift yzly örgü ile üretilen çift yzly örme kumaşların konfor özellikleri ile ilgili diğer alışma Bivainyte ve Mikucioniene [49] ve Bivainyte, Mikucioniene ve Kerpauskas [50] tarafından yapılmıştır. Bivainyte ve Mikucioniene [49] vanize ve 2 farklı çift yzly örgü ile oluşturulan atkılı örme kumaşların hava ve su buharı geçirgenliğini incelemişlerdir. Kumaşların dış yüzeyleri pamuk ya da selülozik esaslı bambu liflerinden, i yüzeyleri ise polipropilen, polyester, poliamid, Coolmax gibi sentetik lif kullanılarak üretilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kullanılan hammadde cinsinin çift yzly örme kumaşların su buharı geçirgenliğini etkilediği, aynı kumaş yapısına sahip kumaşlarda hava geçirgenliğinin ilmek iplik uzunluğuna bağlı olduğu, fakat farklı kumaş yapısında olan kumaşların hava geçirgenliğinde ilmek iplik uzunluğunun kıyaslama için yaygın olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, test edilen kumaşların hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği arasında ilişki olmadığı da belirtilmiştir. Lif cinsine göre kumaşlar karşılaştırıldığında, dış tarafı pamuk veya bambu liflerinden ve i tarafı Coolmax liflerinden oluşan kumaşlar en yüksek su buharı geçirgenliği, dış tarafı pamuk veya bambu liflerinden ve i tarafı polipropilen liflerinden oluşan kumaşlar en düşük su buharı geçirgenliği göstermiştir. Bambu ve sentetik liflerden üretilen kumaşların su buharı geçirgenliği pamuk ve sentetik liflerden oluşan kumaşların su buharı geçirgenliğinden daha yüksek olarak elde edilmiştir.

Bivainyte, Mikucioniene ve Kerpauskas [50] bir diğer çalışmalarında bir önceki çalışmada inceledikleri vanize, 2 farklı çift yzly örgü ile kumaşların dış yüzeylerinin pamuk ya da selülozik esaslı bambu liflerinden, i yüzeylerinin polipropilen, polyester, poliamid veya Coolmax kullanılarak üretilen atkılı örme kumaşların ısıl özelliklerini incelemişlerdir. Örgü yapısı ve hammaddenin ısıl iletkenliği etkilediği ifade edilmiştir. Çift yzly örgü ile üretilen kumaşlar vanize kumaşlardan daha yüksek ısıl iletkenlik ve ısıl dayanım göstermiştir. Bambu sentetik lif karışımlı kumaşlar pamuk sentetik lif karışımlı kumaşlardan daha düşük ısıl iletkenlik göstermiştir. Coolmax ve pamuk veya bambu ile birlikte örülen kumaşlar en yüksek ısıl dayanım özelliği göstermiştir. Isıl iletkenliğin ilmek iplik uzunluğuna bağlı olduğu ve ilmek iplik uzunluğu arttıķa ısıl iletkenlik katsayısının arttığı belirtilmiştir. Isıl direnç ise kumaş kalınlığı arttıķa artış göstermiştir.

Literatürde n ve arka tarafta farklı lifler kullanmadan çift yzly örgü kullanılarak üretilen örme kumaşların konfor özellikleri ile ilgili çalışmalarda mevcuttur.

Terliksiz ve arkadaşları [51] çalışmalarında yataklarda kullanılan çift yüzlü örme kumaşlarının dikey ıslanma, transfer ıslanma ve kuruma zamanı gibi nem iletim davranışlarını incelemiştir. Ön ve arka tarafı pamuk, polyester, viskoz ve pamuk ve polyester karışımından oluşan çift yüzlü örme kumaşlar ele almışlardır. Yapılan incelemeler sonucunda, ön ve arka tarafı pamuk ve viskoz liflerinden elde edilen kumaşların liflerin hidrofilik özellikleri nedeniyle en iyi transfer ıslanma sonucunu verdiği görülmüştür. Ön ve arka tarafı polyester olan kumaşların kuruma hızı ise sentetik liflerin hidrofobik özelliğinin bir sonucu olarak en yüksek değeri gösterirken, ön ve arka tarafı pamuk ve polyester karışımından oluşan kumaşlar ise en yüksek dikey ıslanma değeri göstermiştir.

Ön ve arka tarafı aynı lif cinsinden oluşan çalışmaların bir kısmında genellikle, ön ve arka iğne yataklarındaki iğneler ile örülen iki kumaş tabakasının askı hareketi yapılarak birleştirilmesi esasına dayanan ve yukarıda bahsedilen sandviç (spacer) olarak adlandırılan kumaşlar ele alınmıştır. Bu çalışmalarda genellikle ön ve arka kumaş yapıları aynı cins iplik ile oluşturulmakta bağlantı iplikleri için farklı lif cinsleri kullanılmaktadır.

Bu tip çalışmalardan birisi, Zhou, Feng ve Li [21] tarafından gerçekleştirilmiştir. Zhou ve arkadaşları [21] bağlantı ipliğinin higroskopik (su alma yeteneğinin) özelliğinin çift yüzlü örme kumaşların MMT cihazı ile ölçülen su iletimi özelliğine etkisini incelemiştir. Deneylerde, iç ve dış tabakası pamuk, bağlantı tabakasındaki ipliklerin ise pamuk, pamuk-polyester karışımı, modifiye polyester ve polyester liflerinden oluştuğu örme kumaşlar üretmişlerdir. Deney sonuçlarına göre, bağlantı ipliğinin çift yüzlü örme kumaşların su transferi ve dağılımı üzerinde önemli bir etkisi olduğu, pamuk ve polyester liflerinin su absorblama ve transfer özelliklerinin birbirinden farklı olması kumaşların su iletim özelliklerinde farklılıklara neden olduğu belirtilmiştir. Bağlantı ipliği pamuk ve polyester karışımından oluşan kumaşların nem yönetim özellikleri ile bağlantı ipliği pamuk lifinden oluşan kumaşların nem yönetim özellikleri karşılaştırıldığında, bağlantı ipliğinin pamuk ve polyester karışımından oluşması kumaşların nem yönetim özelliklerini artırdığı belirtilmiştir. Aynı şekilde, bağlantı ipliğinin modifiye polyester iplikten oluştuğu kumaşların nem yönetim özellikleri ile bağlantı ipliğinin polyester lifinden oluştuğu kumaşların nem iletim özellikleri karşılaştırıldığında, modifiye polyesterin kumaşın nem iletim özelliklerinde iyileşmeye neden olduğu belirtilmiştir. Çift yüzlü örme kumaşların su

transferi kapasitesini artırmak için, pamuk-polyester karışımı ya da modifiye polyester ipliklerin bağlantı tabakasında kullanılmasının daha iyi olabileceği de ifade edilmiştir.

Borhani ve arkadaşları [52] polyester içerikli sandviç örgü ile üretilmiş çift yüzü örme kumaşların nem iletimi özelliklerini sayısal ve deneysel olarak incelemişlerdir. Nem transfer özelliklerinin ölçümü için Prahsarn ve arkadaşları [16] tarafından kullanılan terleyen plaka yöntemine benzer bir deney düzeneği kullanılmıştır. Tüm kumaşların iç ve dış yüzleri farklı numaralarda polyester ipliklerden, bağlantı kısmıysa farklı numaralarda polyester ipliklerinden ve naylon ipliğinden üretilmiştir. Sonuçlara göre, bağlantı tabakasında polyester kullanılan kumaşlar naylon kullanılan kumaşlardan daha hızlı nem transferi gerçekleştirmiştir. Ayrıca, tene yakın olan su buharının hızlıca çift yüzü kumaşların dış yüzeyine aktarılabileceği belirtilmiştir. Çift taraflı kumaşların nem iletimi davranışını tanımlayabilmek için matematiksel bir model geliştirilmiştir. Bu matematiksel model ile deneysel sonuçlar birbiriyle uyumlu bulunmuştur.

Bağlantı ipliğinde kullanılan lif tipinin kumaşların konfor özelliklerine etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada Ertekin ve Marmaralı [2] tarafından yapılmıştır. Ertekin ve Marmaralı [2] yukarıda bahsedilen sandviç (spacer) olarak adlandırılan kumaşları ele almıştır. Ön ve arka yüzey yapılarında aynı tip multifilament polyester iplik, bağlantı ipliği olarak monofilament ve multifilament polyester iplikler kullanılarak üç farklı kapak yüksekliğinde üretilen spacer kumaşların Alambeta cihazı ile ölçülen ısı özellikleri, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, bağlantı ipliğinin monofilament olduğu kumaşların, bağlantı ipliği multifilament olduğu kumaşlardan daha yüksek kalınlık, ağırlık, ısı iletkenlik, ısı direnç, hava geçirgenliği ve daha düşük bağıl su buharı geçirgenliği gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca monofilament bağlantı ipliği kullanılan kumaşlarda kapak yüksekliğinin artışı ağırlık, kalınlık, ısı direnci artırmış, hava geçirgenliğini azaltmıştır. Bunun yanı sıra multifilament bağlantı ipliği kullanılan kumaşlarda kapak yüksekliğinin artışı ise ağırlık, kalınlık, ısı iletkenlik ve ısı direnci artırmış, hava geçirgenliğini azaltmıştır.

Tüm bu literatür çalışmaları incelendiğinde görülebileceği üzere ve ayrıca bu bölümün en başında da bahsedildiği üzere insanların giysilerdeki konfor beklentilerini karşılayabilmek adına, kullanım alanına, amacına ve kendisinden beklenen özelliklere uygun olarak kumaşların ön(dış), arka(iç) yüzeylerinde ve bağlantı tabakasında kullanılan iplikler çeşitlilik gösterebilmektedir. Genellikle çift yüzü örme kumaşların bir tarafında

sentetik diğer tarafında pamuk vb. ürünler tercih edilmektedir. Bu tip kumaşların üretiminde, vücutla temas halindeki iç yüzeylerde taşıma özelliği iyi olan hidrofob (suyu sevmeyen) karakterli iplikler, çevreyle temas halindeki dış yüzeylerde ise nemi kolaylıkla çeken hidrofil (suyu seven) karakterli iplikler kullanılmalıdır. Çünkü böylelikle, çeşitli kişisel ve fiziksel şartlarda ortaya çıkabilecek ve insanların kötü hissetmelerine neden olabilecek terleme, ıslaklık hissi gibi olumsuz durumların insanları daha az etkilemeleri hedeflenmektedir. Bu çalışmada çift yüzlü örme kumaşlar üretilirken higroskopik yapıdaki pamuk ipliği ile farklı tiplerde üretilen hidrofob yapıdaki polyester iplikler kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, pamuk ipliği ve polyester liflerinin avantajlarını arttırmak için farklı tiplerde üretilen polyester iplikler kullanılarak, sandviç (spacer) örgü prensibine göre yuvarlak örme makinesinde örülen çift yüzlü örme kumaşların konfor özelliklerini incelemektir.

Bu çalışmada 5 farklı tipte üretilen polyester liflerini içeren iplikler kullanılmıştır. Kumaşların üretiminde kullanılan 5 farklı çeşitteki polyester ipliklerinden 1 adedi 48 filamentli (150/48) standart polyester liflerinden, 1 adedi 144 filamentli (150/144) mikro polyester liflerinden, 1 adedi 48 filamentli (150/48) içi boş (hollow) polyester liflerinden, 1 adedi 48 filamentli (150/48) tekstüre polyester liflerinden ve 1 adedi de 288 filamentli (150/288) tekstüre mikroliflerinden oluşmaktadır.

Kumaş üretimi esnasında tüm makine ayarları sabit tutularak sadece hammadde değişiminin çift yüzlü örme kumaşların konfor özellikleri üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Kumaşların konfor özelliklerinin belirlenebilmesi için tüm kumaşların hava geçirgenliği, Alambeta cihazı ile ölçülen ısı özellikleri, Permetest cihazı ile ölçülen su buharı geçirgenliği ve MMT cihazı ile ölçülen nem iletim özellikleri karşılaştırmalı olarak istatistiksel şekilde analiz edilerek incelenmiştir.

Kumaşlar, karşılaştırmaların daha sağlıklı yapılabilmesi için kumaşların iç ve dış yüzeylerinde kullanılan hammaddeler dikkate alınarak 4 grupta analiz edilmiştir. Bu kumaş grupları, her iki yüzeyi aynı tip ipliklerle üretilen kumaşlar, iç yüzeyleri çeşitli polyester ve dış yüzeyleri pamuk ipliklerinden üretilen kumaşlar, iç yüzeyleri pamuk ve dış yüzeyleri çeşitli polyester ipliklerden üretilen kumaşlar ve her iki yüzeyi de farklı tipteki polyester ipliklerden üretilen kumaşlardan oluşmaktadır.

Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak, kullanılan polyester ipliklerin çeşitliliği daha geniş tutularak farklı tipteki polyester liflerinin çift yüzlü örme

kumaş konforu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca önceki çalışmalarda çift yüzlü örme kumaşların nem iletimi ile ilgili fazla sayıda çalışmaya rastlanamamıştır. Bu çalışmayla çift yüzlü örme kumaşlar için hem nem iletimi hem de kumaş konforunu belirleyici diğer özellikler birlikte incelenmiştir.

Bu çalışma ile test edilen kumaşlar içerisinde daha iyi konfor özellikleri göstermesi beklenen çift yüzlü örme kumaş tespit edilecektir. Çalışma sonucunda belirlenen bu kumaşın giyim endüstrisinde üretiminin daha fazla yaygınlaştırılarak insanlara sunulması hedeflenmektedir. Böylelikle insanlar için son derece önemli hale gelen giysi konforu taleplerinin karşılanması amaçlanmaktadır. Ayrıca bu kumaşların endüstriyel üretiminin artmasıyla birlikte ekonomiye katkı sağlaması ve piyasada olumlu etkiler oluşması da beklenmektedir.

Bu tez çalışmasının 1. Bölümünü konunun önemini, literatür araştırmasını, tezin amacını ve tezde neler yapıldığını içeren yukarıda bahsedilen “Giriş” Bölümü oluşturmaktadır.

Materyal ve Metot Bölümünü oluşturan 2. Bölümde deneysel çalışmada kullanılan materyaller ve metotlar tanıtılmıştır.

Bulgular ve Tartışma başlıklı 3. Bölümde elde edilen deney bulguları ve bu deney bulgularının tartışılmasına yer verilmiştir.

Son bölüm olan 5. Sonuç Bölümünde ise elde edilen deney sonuçları özetlenmiştir.

2. MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada kumaşın iç ve dış tarafında kullanılan hammaddelerin çift yüzlü örme kumaşların konfor özelliklerine etkisini inceleyebilmek için, %100 pamuk ipliği ve filament sayısına (lif inceliği), liflerin içi dolu veya içi boş olmasına, ipliğin tekstüre olup olmamasına göre çeşitlilik gösteren 5 farklı tipte polyester iplik kullanılarak yuvarlak örme makinesinde çift yüzlü örme kumaşlar üretilmiştir. Tüm çift yüzlü örme kumaşlar aynı yuvarlak örme makinesinde ve aynı makine ayarları kullanılarak örülmüştür. Örme kumaşların üretiminde kullanılan iplik ve makine özellikleri aşağıda verilmiştir.

2.1. Kumaşların Örülmesinde Kullanılan İpliklerin Özellikleri

Çift yüzlü örme kumaşların üretiminde 1 adet %100 pamuk ipliği ve 5 adet filament sayısına (lif inceliği), liflerin içi dolu veya içi boş olmasına, ipliğin tekstüre olup olmamasına göre çeşitlilik gösteren birbirinden farklı çeşitte polyester ipliği kullanılmıştır. Kullanılan pamuk ipliği Ne 36/1 (147,67 denye) numara penye pamuk ipliğidir. Çalışmada kullanılan diğer 5 çeşit polyester iplik 150 denye inceliğindedir. Kumaşların üretiminde kullanılan 5 farklı çeşitteki polyester ipliklerinden 1 adedi 48 filamentli (150/48) standart polyester liflerinden, 1 adedi 144 filamentli (150/144) mikro polyester liflerinden, 1 adedi 48 filamentli (150/48) içi boş (hollow) polyester liflerinden, 1 adedi 48 filamentli (150/48) tekstüre polyester liflerinden ve 1 adedi de 288 filamentli (150/288) tekstüre mikroliflerinden oluşmaktadır. 48 filamentli (150/48) kesiti dolu liflerden oluşan iplik standart polyester iplik olarak, 144 filamentli (150/144) iplik mikro polyester iplik olarak, 48 filamentli (150/48) içi boş liflerden oluşan iplik içi boş polyester iplik olarak, 48 filamentli (150/48) tekstüre olmuş iplik tekstüre polyester iplik olarak ve 288 filamentli (150/288) tekstüre olmuş iplik ise tekstüre mikro polyester iplik olarak adlandırılmıştır.

Polyester iplikler, yarı mat polietilen tereftalat (PET) cipsleri kullanılarak eriyikten çekim prosesi yardımıyla elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan tekstüre polyester iplikler ise, belli işlemlerden sonra yalancı büküm verilerek elde edilmiş, krimp kazanmış, hacimli ve elastik özelliğe sahip (doğal lif yapısına benzetilmiş) filament ipliklerdir [53].

Örme kumaşları üretirken kullanılan polyester ipliklerin fiziksel özellikleri Çizelge 2.1’de, pamuk ipliğinin fiziksel özellikleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Polyester ipliklerin fiziksel özellikleri

İpliklerin fiziksel özellikleri		Farklı tipteki polyester iplikler				
		150/48 Standart polyester	150/144 Mikro polyester	150/48 İçi boş (hollow) polyester	150/48 Tekstüre polyester	150/288 Tekstüre mikro polyester
Numara (Denye)	Ortalama	151,40	152,15	151,98	162,40	165,55
	%CV	0,24	0,33	0,80	0,59	0,51
Mukavemet (Rkm)	Ortalama	35,58	38,36	32,51	38,71	30,37
	%CV	5,10	5,18	7,65	3,74	5,81
Uzama (%)	Ortalama	34,50	39,02	31,53	34,03	33,31
	%CV	14,21	14,20	18,68	12,53	11,33

Çizelge 2.2. Pamuk ipliğinin fiziksel özellikleri

Pamuk ipliğinin fiziksel özellikleri		
Numara	Ortalama (Ne)	35,85
	Ortalama (denye)	148,27
	%CV	0,96
Mukavemet (Rkm)	Ortalama	17,38
	%CV	7,11
Uzama (%)	Ortalama	7,33
	%CV	8,06
Büküm (T/m)	Ortalama	888,20
	%CV	2,07
Düzgünsüzlük (%)	U	10,05
	CVm	12,70
İnce yer (-%50)		0,80
Kalın yer (+%50)		33,30
Neps (+%200)		38,30
Tüylülük indeksi		4,18

2.2. Kullanılan Yuvarlak Örme Makinesinin Özellikleri

Bu çalışmada çift yüzlü örme kumaşlar üretilirken makine inceliği E20, çapı 30 inç ve sistem sayısı 96 olan çift plakalı Mayer & Cie marka OV 3.2 2000 model yuvarlak örme makinesi kullanılmıştır. Kullanılan yuvarlak örme makinesi Resim 2.1’de gösterilmektedir.



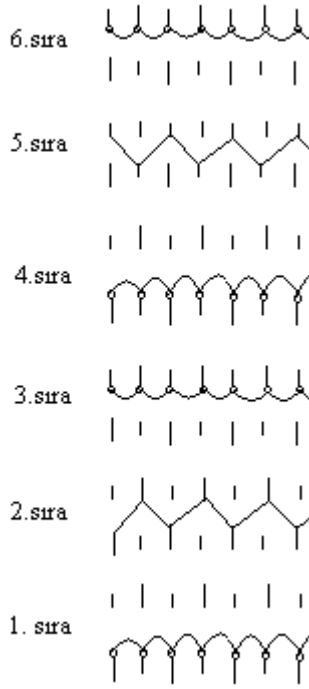
Resim 2.1. Mayer & Cie firmasına ait yuvarlak örme makinesi

2.3. Kumaş Üretiminde Kullanılan Örgü Raporu

Çift yüzlü atkılı örme kumaşlar çift yataklı atkılı örme makinelerinde ve askı kullanılarak üretilmektedir. Bu kumaşları üretirken askının kumaşı oluşturan ilmeklerin düz tarafından görünmeme özelliğinden yararlanılmaktadır. Askı iğnenin yarım hareketi ile oluştuğu için, askı ipliği ilmek oluşturmaz ve bir önceki sırada bulunan ilmeklerin baş kısmı ile bağlantı yapar. Bu nedenle askı ipliği ilmeğin ters tarafında kalır ve ilmeğin düz tarafından gözükmez. Çift yüzlü atkılı örme kumaşlar hem RR rib kumaş yapısında hem de RR interlock kumaş yapısında oluşturulabilmektedir. Çift yüzlü atkılı örme kumaşları üretirken makinenin ön ve arka tarafında bulunan iğneler ile makinenin ön ve arka iğne yataklarında olmak üzere iki ayrı örme kumaş yüzeyi oluşturulmakta ve daha sonra bu oluşturulan iki yüzey bu yüzeylere askı şeklinde bağlanan bağlantı iplikleri ile birbirlerine

bağlanmaktadır. Bağlantı ipliği daha öncede belirtildiği gibi, ilmek oluşturmayıp bir önceki sıradaki ilmeklerinin baş kısmı ile bağlantı yapacağı için, bu bağlantı ipliği çift taraflı kumaşların ön ve arka tarafından gözükmeyecektir.

Birçok farklı çeşitte çift yüzlü örme kumaş yapısı piyasada üretilmektedir. Bu çalışmada yuvarlak örme makinesinde çift yüzlü örme kumaşlar örülürken Şekil 2.1’de verilen örgü raporu kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan örgü raporu

Şekil 2.1’den görüleceği üzere, örgü raporu interlock örgü kumaş yapısında üretilmiştir. Bu nedenle, silindir (ön iğne yatağı) ve kapakta (arka iğne yatağı) iğneler karşılıklı olup ve hem silindir hem de kapakta uzun ve kısa olmak üzere iki farklı ayak uzunluğunda iğne bulunmaktadır. Kısa ve uzun iğneler interlock iğne düzenine uygun olarak hem silindir hem de kapakta 1 uzun iğne 1 kısa iğne olacak şekilde yan yana sıralanmıştır. Yine interlock iğne düzenine uygun olarak, uzun iğnenin karşısında kısa iğne, kısa iğnenin karşısında uzun iğne bulunmaktadır. Şekil 2.1’de verilen örgü raporundan görüleceği üzere;

1. ve 4. sıralarda sadece silindirde (ön iğne yatağında) bulunan uzun ve kısa iğneler ile ilmek oluşturulduğu için, çift yüzlü örme kumaşın ön tarafı oluşturulmaktadır.

3. ve 6. sıralarda ise kapakta (arka iğne yatağı) bulunan uzun ve kısa iğneler ile ilmek oluşturulduğu için, çift yüzlü örme kumaşın arka tarafı veya kumaşın diğer tarafı oluşturulmaktadır.

2. ve 5. sıralar makinenin silindir ve kapak kısımlarındaki iğneler ile oluşturulan iki ayrı kumaş yapısını askı hareketi ile birleştiren bağlantı iplikleri hareketini göstermektedir. 2. sırada silindir ve kapaktaki uzun iğnelerin tümü askı hareketi yapmaktadır. 5. sırada ise silindir ve kapakta bulunan tüm kısa iğneler askı yapmaktadır. Bağlantı ipliği önceki sıradaki ilmeklerin baş kısımları ile bağlantı yaptığı için, elde edilen çift yüzlü örme kumaşın ön ve arka tarafından görünmemektedir.

2.4. Üretilen Örme Kumaş Çeşitleri

Daha öncede bu çalışmanın ‘Giriş’ bölümünde bahsedildiği gibi, kumaşların konfor özelliklerini artırmak için, çift yüzlü atkılı örme kumaşların ön (dış) ve arka (iç) yüzeylerinde farklı lif cinslerinden oluşan iplikler kullanılmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda çift yüzlü atkılı örme kumaş yapılarında yine daha önce bahsedildiği gibi, insan derisi ile temas eden kumaşın iç yüzeyinde suyu içine çok az çeken hidrofob olan sentetik lifler, insan derisi ile temas etmeyen diğer yüzeyde nemi içine çeken higroskopik lifler kullanılmaktadır [40, 49, 21]. Bu şekilde sıvı ve buhar şeklindeki terin vücuttan uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada çift yüzlü atkılı örme kumaşların üretilmesi için higroskopik lif olarak pamuk, hidrofob lif olarak farklı üretim teknikleri ile üretilmiş 5 farklı çeşitte polyester lifleri kullanılmıştır.

Çift yüzlü atkılı örme kumaşlar 1 çeşit pamuk ipliğinin ve 5 farklı tipteki polyester ipliklerinin kumaşların iç ve dış yüzeylerini oluşturan ipliklerde ve bağlantı ipliklerinde farklı şekilde kombine edilmesi ile üretilmişlerdir. Üretilen kumaşların iç ve dış yüzey ipliklerinde ve bağlantı ipliklerinde hangi lif cinslerinin kullanıldığı ve üretilen kumaşlara verilen isimler Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan iplikler

Kumaş grupları	İç ve dış yüzeyleri oluşturan ipliklerde ve bağlantı ipliklerinde kullanılan lif cinsleri			Kısaltılmış isimler
	İç yüzey ipliği	Dış yüzey ipliği	Bağlantı ipliği	
İç ve dış aynı tip lif (A)	Pamuk	Pamuk	Pamuk	C-C
	Standart polyester	Standart polyester	Standart polyester	SP-SP
	Mikro polyester	Mikro polyester	Mikro polyester	M-M
	İçi boş polyester	İçi boş polyester	İçi boş polyester	H-H
	Tekstüre polyester	Tekstüre polyester	Tekstüre polyester	TP-TP
	Tekstüre mikro	Tekstüre mikro	Tekstüre mikro	TM-TM
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	Standart polyester	Pamuk	Standart polyester	SP-C
	Mikro polyester	Pamuk	Mikro polyester	M-C
	İçi boş polyester	Pamuk	İçi boş polyester	H-C
	Tekstüre polyester	Pamuk	Tekstüre polyester	TP-C
	Tekstüre mikro	Pamuk	Tekstüre mikro	TM-C
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	Pamuk	Standart polyester	Standart polyester	C-SP
	Pamuk	Mikro polyester	Mikro polyester	C-M
	Pamuk	İçi boş polyester	İçi boş polyester	C-H
	Pamuk	Tekstüre polyester	Tekstüre polyester	C-TP
	Pamuk	Tekstüre mikro	Tekstüre mikro	C-TM
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	Standart polyester	Mikro polyester	Mikro polyester	SP-M
	Mikro polyester	Standart Polyester	Mikro polyester	M-SP
	Standart polyester	İçi boş polyester	İçi boş polyester	SP-H
	İçi boş polyester	Standart polyester	İçi boş polyester	H-SP
	İçi boş polyester	Mikro polyester	İçi boş polyester	H-M
	Mikro polyester	İçi boş polyester	İçi boş polyester	M-H

Çizelge 2.3'ün ilk kolonundan görüleceği üzere, tüm üretilen kumaşlar A, B, C ve D olarak adlandırılan 4 farklı grup altında aşağıda verildiği gibi sınıflandırılmıştır.

A grubu: İç ve dış aynı tip lif

B grubu: İç: Farklı tipte polyester, Dış: Pamuk

C grubu: İç: Pamuk, Dış: Farklı tipte polyester

D grubu: İç ve dış farklı tipte polyester

Çizelge 2.3'de verilen iç yüzey ipliği kumaşın insan derisi ile temas eden kumaşın arka tarafını oluşturan ilmekleri yani Şekil 2.1'de verilen örgü raporunun 3. ve 6. sıralarını oluşturmaktadır. Dış yüzey ipliği kumaşın insan derisi ile temas etmeyen kumaşın ön tarafını oluşturan ilmekleri yani Şekil 2.1'de verilen örgü raporunun 1. ve 4. sıralarını oluşturmaktadır. Askı hareketi yapan kumaşın iç ve dış taraflarını birleştiren bağlantı ipliği ise Şekil 2.1'de verilen örgü raporunun 2. ve 5. sıralarını oluşturmaktadır.

Çizelge 2.3'ün son kolonunda verildiği gibi, üretilen kumaşların isimlerinde kısaltma yapılırken aralarında tire bulunan yan yana iki harf kullanılmıştır. Bu iki harften ilk harf kumaşın iç tarafında kullanılan lif cinsini, ikinci harf ise dış tarafta kullanılan lif cinsini göstermektedir.

Bir tarafı pamuk diğer tarafı farklı çeşitte polyester iplikleri kullanılarak üretilen B ve C gruplarını oluşturan SP-C ile C-SP, M-C ile C-M, H-C ile C-H, TP-C ile C-TP ve TM-C ile C-TM kumaşları aynı kumaşlardır. Bu kumaşlarda ölçümler kumaşın iç tarafı farklı çeşitteki polyester dış tarafı pamuk olarak alınarak (B grubu) ve tam tersi olarak kumaşın iç tarafı pamuk, dış tarafı farklı çeşitteki polyester (C grubu) alınarak iki taraflı olarak yapıldığı için bu kumaşlara ölçüm yönüne göre iki farklı isim verilmiştir. Aynı şekilde D grubunda bulunan SP-M ile M-SP, SP-H ile H-SP ve H-M ile M-H aynı kumaşlardır. Ölçümler iki taraflı olarak yapıldığı için bu kumaşlara da ölçüm yönüne göre farklı isim verilmiştir. Kumaşların iç ve dış taraflarında farklı malzeme kullanarak toplam 14 çeşit kumaş üretilmiştir. 8 çeşit kumaşa 2 taraflı ölçüm yapıldığı için, Çizelge 2.3'de toplam 22 çeşit kumaş bulunmaktadır.

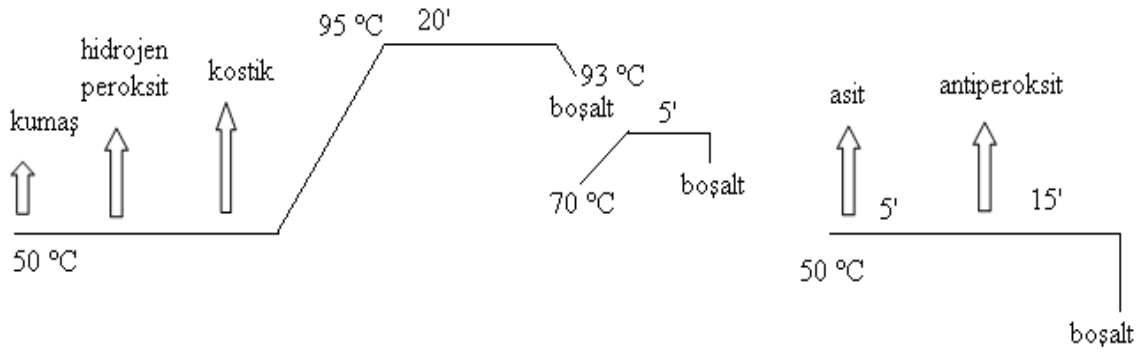
2.5. Kumaşların Gördüğü İşlemler

Örme işleminin ardından kumaşlara ön terbiye ve boyama işlemi uygulanmıştır. Ön terbiye ve boyama işlemlerinde Teksmak marka HT boyama makinesi kullanılmıştır.

Boyama işleminden sonra örme kumaşlara kuru relaksasyon ve ardından tam relaksasyon işlemleri uygulanmıştır.

2.5.1. Ağartma işlemi

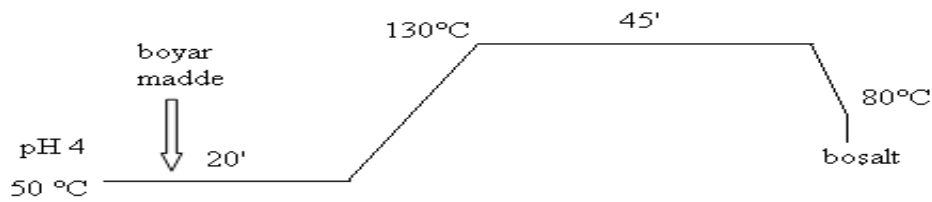
Kumaşların tümü 1 gr/lt kombin kasar malzemesi, 3 gr/lt kostik (NaOH), 3 gr/lt hidrojen peroksit (H_2O_2), 1 gr/lt asetik asit (CH_3COOH) ve 0,8 gr/lt antiperoksit enzimi ile ağartma işlemine tabi tutulmuştur. Ağartma işleminde kullanılan kombin kasar malzemesi Rucostab SFY'dir. Ağartma işlemi diyagramı Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Ağartma işlemi diyagramı

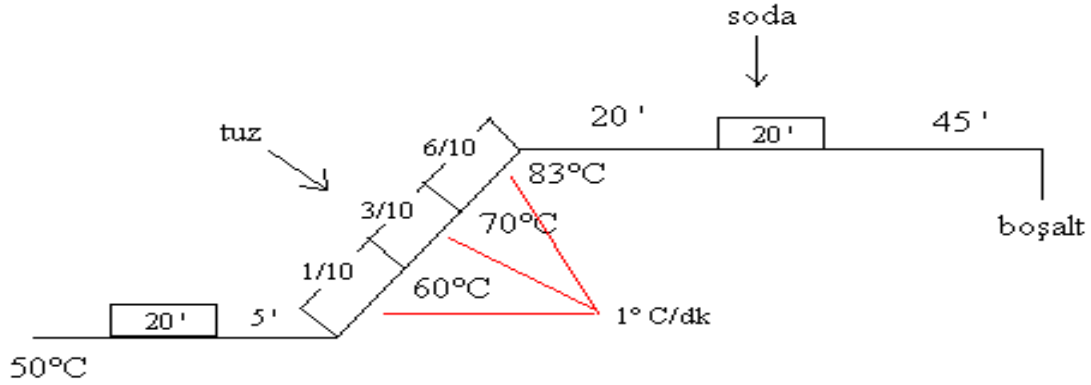
2.5.2. Boyama işlemi

Örme kumaşların boyama işlemi tek banyoda iki adımda gerçekleştirilmiştir. Öncelikle %100 polyester ve polyester karışımı kumaşlar %0,055 boyarmadde (Setapers Sch PZG), %0,0382 boyarmadde (Setapers Yellow CESG) kullanılarak boyanmıştır. %100 polyester ve polyester karışımı kumaşlara ait boyama diyagramı Şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Polyester kumaşlara ait boyama diyagramı

İkinci adımda %100 pamuk ve pamuk karışımı olan kumaşlar %0,447 boyarmadde (DYSTAR Procion Yellow HEXL), %0,054 boyarmadde(DYSTAR Procion Crimson HEXL), %0,0015 boyarmadde (DYSTAR Procion Blue HERO), 55 gr/lt tuz, 10 gr/lt soda ile boyanmıştır. %100 pamuk ve pamuk karışımı kumaşlar boyanırken kullanılan boyama diyagramı Şekil 2.4’de verilmiştir.



Şekil 2.4. %100 pamuk ve pamuk karışımı kumaşların boyama diyagramı

Boyama işleminde kullanılan flote oranı 1/17’dir. Boyama işleminin ardından 1 gr/lt reaktif yıkama sabunu kullanılarak kesintili yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.5.3. Relaksasyon işlemleri

Boyama işleminden sonra kumaşlara önce kuru relaksasyon sonra tam relaksasyon işlemleri uygulanarak, kumaşların tamamen relakse hale gelmesi sağlanmıştır.

Kuru relaksasyon için, kumaşlar % 65 ± 2 nem ve 20±2 °C sıcaklık değerine sahip standart atmosfer koşullarında 1 hafta düz zemin üzerinde bekletilmişlerdir.

Tam relaksasyon için, kumaşlar 0,05 gr/lt ıslatıcı ile tam otomatik çamaşır makinesinde 40 °C de 1 saat yıkanmış ve daha sonra 70 °C sıcaklıkta tamburlu kurutucuda 1 saat kurutulmuşlardır. Yıkama işlemi ve kurutma işlemi Tolkar marka makinelerde yapılmıştır.

Ölçümlerden önce, yine, tüm kumaşlar standart atmosfer koşullarında 24 saat kondisyonlanmışlardır.

2.6. Örme Kumaşların Boyutsal (Geometrik) Özelliklerinin Ölçülmesi

Bu çalışmada üretilen örme kumaşların konfor özellikleri ölçülmeden önce, kumaşların konfor özelliklerini etkileyen kumaşların boyutsal (geometrik) özellikleri ölçülmüştür. Kumaşların boyutsal özellikleri olarak kumaş ağırlığı (g/m^2), kumaş sıklık değerlerinden çubuk sıklığı (çubuk/cm), sıra sıklığı (sıra/cm) ve ilmek yoğunluğu ($ilmek/cm^2$) ve kumaş kalınlık (mm) değerleri belirlenmiştir. Kumaşların boyutsal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan metotlar ve ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir.

2.6.1. Sıklık ölçümü

Kumaşların sıklık değerleri olarak 1 cm'de bulunan çubuk ve sıra sayısını belirleyen çubuk/cm ve sıra/cm değerleri sayılmıştır. Çubuk/cm ve sıra/cm değerleri her farklı kumaş çeşidinin 30 farklı yerinden sayılarak yani 30 tekrar yapılarak elde edilmiştir. Daha sonra kumaşların 30 farklı yerinden sayılarak elde edilen sıklık değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak, her kumaş çeşidine ait çubuk/cm ve sıra /cm değerleri belirlenmiştir. Çubuk/cm ve sıra/cm değerleri birbirleri ile çarpılarak her kumaş çeşidi için 1 cm^2 'de bulunan ilmek yoğunluk ($ilmek/cm^2$) değerleri hesaplanmıştır. Kumaşların sıklık ölçüm sonuçları Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.4'de verilen A grubu kumaşların (C-C, SP-SP, M-M, H-H, TP-TP ve TM-TM) iki tarafı aynı lif cinsinden oluştuğu için, sıklıklar kumaşların sadece tek tarafından alınmıştır.

Diğer B, C ve D grubunda bulunan kumaşların iki tarafında farklı lif cinsleri bulunduğu için sıklıklar bu çeşit kumaşların her iki tarafından da ölçülmüştür. Çift taraflı ölçüm yapılan kumaşlarda sıklık ölçümünün yapıldığı taraf Çizelge 2.4'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.4. Sıklık ölçüm sonuçları

Kumaş grupları	Kumaş çeşitleri	Çubuk sıklığı (Çubuk/cm)	Sıra sıklığı (Sıra/cm)	İlmek yoğunluğu (İlmek/cm ²)	
İç ve dış aynı tip lif (A)	C-C	12,99	20,07	260,71	
	SP-SP	14,05	19,23	270,18	
	M-M	14,87	18,53	275,54	
	H-H	13,31	20,70	275,52	
	TP-TP	13,26	20,90	277,13	
	TM-TM	13,75	18,20	250,25	
Bir tarafı: Farklı tipte polyester Diğer tarafı: Pamuk (B ve C)	SP-C, C-SP Standart polyester tarafı	13,75	19,23	264,41	
	Pamuk tarafı	13,75	19,27	264,96	
	M-C, C-M Mikrolif tarafı	14,31	18,10	259,01	
	Pamuk tarafı	14,31	18,23	260,87	
	H-C, C-H İçi boş lif tarafı	13,17	20,67	272,22	
	Pamuk tarafı	12,93	20,87	269,85	
	TP-C, C-TP Tekstüre polyester tarafı	13,15	19,40	255,11	
	Pamuk tarafı	13,37	19,23	257,11	
	TM-C, C-TM Tekstüre mikrolif tarafı	13,71	18,40	252,26	
	Pamuk tarafı	13,69	18,67	255,59	
	İç ve dış farklı tipte polyester (D)	SP-M, M-SP Standart polyester tarafı	14,77	18,67	275,76
		Mikrolif tarafı	14,71	18,67	274,64
SP-H, H-SP Standart polyester tarafı		13,40	20,23	271,08	
İçi boş lif tarafı		13,43	19,70	264,57	
H-M, M-H İçi boş lif tarafı		13,73	19,27	264,58	
Mikrolif tarafı		13,73	19,27	264,58	

2.6.2. Ağırlık ölçümü

Ağırlık ölçümü TS 251 standardına göre yapılmıştır. Kumaşların her birinden 100 cm² alana sahip dairesel kesme aparatı ile 5 farklı örnek alınarak hassas terazide tartılmıştır. Ölçüm sonuçları 100 ile çarpılarak 1m² kumaşın ağırlığı (gr/m²) hesaplanmıştır. Ağırlık ölçüm sonuçları Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Kumaşların ağırlık sonuçları

Kumaş grupları	Kumaş çeşitleri	Ağırlık (gr/m ²)
İç ve dış aynı tip lif (A)	C-C	308,12
	SP-SP	351,67
	M-M	348,49
	H-H	356,07
	TP-TP	370,39
	TM-TM	350,55
Bir tarafı: Farklı tipte polyester Diğer tarafı: Pamuk (B ve C)	SP-C, C-SP	341,08
	M-C, C-M	335,65
	H-C, C-H	338,88
	TP-C, C-TP	345,33
	TM-C, C-TM	338,98
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	SP-M, M-SP	347,66
	SP-H, H-SP	351,82
	H-M, M-H	352,44

2.6.3. Kalınlık testi

Kumaşların kalınlık ölçümleri aynı zamanda kumaşların konfor özelliklerinden ısı özellikleri de ölçmede kullanılan Alambeta Sensora cihazı ile yapılmıştır. Kalınlık değerleri Alambeta cihazında bulunan fotoelektrik sensör yardımıyla milimetre (mm) cinsinden 5 ölçüm yapılarak elde edilmiştir. Alambeta cihazı ile yapılan ölçüm metodu

aşağıda kumaşların konfor özelliklerinin ölçülmesi kısmında açıklanmıştır. Kumaşların kalınlık ölçüm sonuçları Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Kumaşların kalınlık sonuçları

Kumaş grupları	Kumaş çeşitleri	Kalınlık (mm)
İç ve dış aynı tip lif (A)	C-C	1,273
	SP-SP	0,834
	M-M	0,801
	H-H	0,874
	TP-TP	1,094
	TM-TM	0,950
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	SP-C	1,089
	M-C	1,070
	H-C	1,150
	TP-C	1,262
	TM-C	1,114
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	C-SP	1,112
	C-M	1,027
	C-H	1,108
	C-TP	1,234
	C-TM	1,158
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	SP-M	0,793
	M-SP	0,794
	SP-H	0,907
	H-SP	0,901
	H-M	0,938
	M-H	0,969

Çizelge 2.6’da verilen A grubu kumaşların (C-C, SP-SP, M-M, H-H,TP-TP ve TM-TM) iki tarafı aynı lif cinsinden oluştuğu için, Alambeta cihazı ölçümleri tek taraflı olarak yapılmıştır. Buna bağlı olarak çizelgede verildiği gibi, kalınlık ölçüm sonuçları da tek taraflıdır.

Ölçüm yönüne göre farklı olarak isimlendirilen ve aynı kumaş olan B grubunda (SP-C, M-C, H-C, TP-C ve TM-C) ve C grubunda (C-SP, C-M, C-H, C-TP ve C-TM) bulunan kumaşlarda Alambeta ölçümleri iki taraflı olarak yapıldığı için kalınlık ölçümleri de iki taraflı olarak elde edilmiştir. Aynı şekilde D grubunda bulunan SP-M ile M-SP, SP-H ile H-SP ve H-M ile M-H aynı kumaşlardır. Fakat yine Alambeta ölçümleri iki taraflı olarak yapıldığı için, kalınlık ölçümleri de iki taraflı olarak elde edilmiştir. Çizelge 2.6 da verilen kalınlık sonuçları kumaşın iç tarafı üstte, dış tarafı altta olacak şekilde yapılan ölçüm sonuçlarını temsil etmektedir.

2.7. Kumaşların Konfor Özelliklerinin Belirlenmesi için Uygulanan Testler

Kumaşların konfor özelliklerini incelemek amacıyla, tüm kumaşlara sırası ile hava geçirgenliği testi, kumaşların ısı özelliklerini belirleyen (Alambeta) testi, su buharı geçirgenliği (permetest) testi ve nem iletim (MMT) testi yapılmıştır. Tüm testlerin yapılmasında kullanılan cihazlar, ölçüm metotları, kullanılan standartlar aşağıda açıklanmıştır.

2.7.1. Hava geçirgenliği testi

Hava geçirgenliği, bir malzemenin belirli bir hava basınç farkında, kumaşın bilinen bir alanı üzerinden 1 saniyede dik olarak geçen hava akışının hacmi veya hızıdır [5]. Hava geçirgenliği testi ISO 9237 standardına göre FX 3300 Air Permeability Tester III cihazında yapılmıştır. Test için kullanılan ölçüm alanı 20 cm² ve kumaşa uygulanan basınç 100 Pascal’dır. Resim 2.2’de gösterildiği gibi, kumaş test kafasının altına düzgün bir şekilde yerleştirilmiş ve test kafasına el ile bastırılarak kumaş ölçüm alanına sabitlenmiştir. Kumaşın sabitlenmesiyle eş zamanlı olarak vakum pompası çalışmıştır. Cihazda normalde hava akışı kumaşın ters kısmından düz tarafına doğrudur. Yani, kumaş test cihazına ters tarafı aşağı düz tarafı yukarı gelecek şekilde yerleştirilmektedir. İki tarafında farklı lif cinsleri bulunan kumaşlarda, hava geçirgenlik testleri iki taraflı olarak yapılmıştır. Çift yüzlü kumaşlarda ölçümler kumaşların ters tarafı olarak kabul edilen kumaşların iç tarafı

altta ve ön tarafı olarak kabul edilen kumaşların dış tarafı üstte olacak şekilde elde edilmiştir. Ölçüm sunucunda test kafasına tekrar el ile bastırılarak kumaşın serbest kalması sağlanmıştır. Her numune için 10 ölçüm yapılmış ve elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması alınarak $lt/m^2/s$ birimi cinsinden hava geçirgenliği değeri elde edilmiştir.



Resim 2.2. FX 3300 hava geçirgenliği cihazı [54]

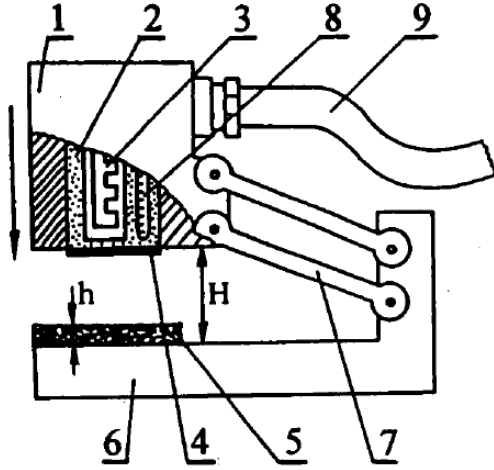
2.7.2. Isıl özelliklerinin belirlenmesi için Alambeta testi

Kumaşların ısıl özellikleri Hes tarafından geliştirilen Alambeta cihazı ile ISO 11092 standardına göre ölçüm yapılmıştır. Her kumaş çeşidi için 5 ölçüm yapılmıştır. Alambeta cihazının resmi Resim 2.3’de gösterilmiştir.



Resim 2.3. Alambeta cihazının fotoğrafı

Ayrıca cihazın şematik diyagramı da [55] Şekil 2.5’de verilmiştir.

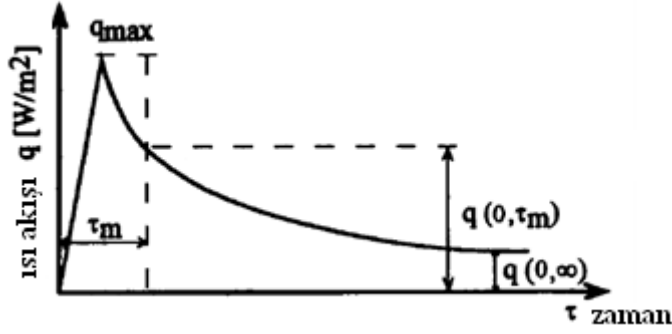


Şekil 2.5. Alambeta Cihazının şematik diyagramı (1) ölçüm kafası, (2) bakır blok, (3) elektrikli ısıtıcı, (4) ısı akış sensörü, (5) test kumaşı, (6) cihazın tabanı, (7) ölçüm kafasını kaldıran mekanizma, (8) termometre rezistansı, (9) ölçüm kafasını bilgisayara bağlayan kablo, H; ölçüm öncesi kafanın yükselme miktarı, h; kumaş kalınlığı [55]

Alambeta cihazı ile bir ölçüde kumaş ile insan derisinin kısa ilk teması sırasında insan derisinden kumaşa olan ısı akışı (q) temsil edilmektedir.

Ölçümlerden önce ve ölçümlerden sonra, ölçüm kafası (1) içindeki bakır blok (2) insan derisi sıcaklığını temsil etmek için ısıtıcı (3) ile sabit sıcaklıkta ($t_1=35$ °C) tutulmaktadır. Sıcaklık termometre (8) ile kontrol edilmektedir. Ölçüm başının alt kısmında ısı akış sensörü (4) bulunmaktadır. Bu sensör 0,2 mm kalınlıktadır. Ölçüm kafası önce H yüksekliğine getirilmekte ve test kumaşı (5) cihazın taban kısmı (6) üzerine yerleştirilmektedir. Daha sonra, ısı akış sensörünün monte edildiği ölçüm kafası aşağıya indirilir ve ısı akış sensörünün test kumaşı ile temas ettirilmesi sağlanır. Bu sırada normal oda sıcaklığında 22 °C tutulan test kumaşının yüzey sıcaklığı aniden değişir. Test kumaşına transfer edilen ısı bu bahsedilen ısı akış sensörü (4) ile belirlenmekte ve işlem için bilgisayara gönderilmektedir. Aynı zamanda kumaş kalınlığı (h) da 100-1000 Pa arasında ayarlanabilen sabit basınç altında ölçülmektedir. Ölçüm alanı 100 cm² dir. Isı akış sensörü o sırada farklı sıcaklıkta olan test kumaşı ile temas ettiğinde, 0,2 dakikada maksimum ısı akışına q_{max} ulaşmaktadır. Isı akış sensörü yaklaşık 0,5 mm kalınlıkta olan

ve temas edilen cisme ısı akmaya başladığında 0,1-0,3 dakikada q_{max} değerine ulaşan insan derisini başarı ile temsil etmektedir. Isı akışı maksimum ısı akış değerine ulaştıktan sonra, ısı akışı azalmaya başlar ve 3-15 saniye içinde sabit hale gelir [55, 56]. Bu ısı akışının zamana bağlı diyagramı Şekil 2.6 da verilmiştir [55].



Şekil 2.6. Temastan sonra ısı akışının zamana bağlı diyagramı [55]

Yukarıda bahsedildiği gibi Alambeta cihazının çalışma prensibine uygun olarak ölçüm yapılmıştır. Önce test kumaşı ısı akış sensörü içeren ölçüm kafasının altında bulunan yüzeye düzgün bir şekilde yerleştirilmiştir. Kumaş cihaza kumaşın iç tarafı üstte, kumaşın dış tarafı altta kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Ölçüm başladığında ölçüm kafası aşağı inerek kumaşla temas etmiş ve kumaşın temas ettiği yüzeyinin ısını değişirmiştir. Ölçüm bittiğinde ölçüm kafası yukarı kaldırılarak ölçüm sonuçları dijital ekrandan okunmuştur.

Alambeta cihazı kullanılarak kumaşların ısı özelliklerini belirleyen ısı iletkenlik (λ), ısı direnç (R), ısı difüzyon (a), ısı soğurganlık (b), ısı akış yoğunluk oranı (I) ve maksimum akış yoğunluğu (q_{max}) değerleri ölçülmüştür.

1) Isıl iletkenlik (λ) : Belirli sıcaklık farklılığında kumaşın birim kalınlığından, birim alanda transfer edilen ısı oranının ölçümüdür ve aşağıda verilen Eş. 2.1 kullanılarak hesaplanmaktadır [55].

$$\lambda (Wm^{-1}K^{-1}) = \frac{q}{A \tau \frac{\Delta T}{h}} \quad (2.1)$$

Yukarıda eşitlikte verilen q : transfer edilen ısı miktarı, ΔT : Sıcaklık farkı, τ : Isının iletildiği zaman, A : Alan ve h : Kumaş kalınlığıdır.

2) Isıl direnç (R): Materyalin ısı akışına karşı gösterdiği dayanım olarak tanımlanmakta ve Eş. 2.2 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$R (m^2KW^{-1}) = \frac{h}{\lambda} \quad (2.2)$$

Yukarıdaki eşitlikte verilen h : Materyal kalınlığı, λ : Isıl iletkenliktir [55].

3) Isıl soğurganlık (b): Bir yüzey özelliğidir ve insan vücudunun tekstil materyali gibi herhangi bir objeye kısaca dokunması durumunda elde edilen soğuk ya da sıcaklık hissi yönünden kumaşın karakteristiğini değerlendirmede yardımcı olmaktadır. İki farklı sıcaklıktaki yüzeyin birbirine temas ettiği anda meydana gelen ani ısı akışı olarak tanımlanmakta ve Eş. 2.3 kullanılarak hesaplanmaktadır [56].

$$b (Ws^{1/2}/m^2K) = \sqrt{\lambda \rho c} \quad (2.3)$$

Yukarıdaki eşitlikte verilen ρ : Kumaş yoğunluğu, λ : Isıl iletkenlik katsayısı, c : Kumaşın özgül ısı kapasitesidir.

4) Isıl difüzyon (a): Kumaş yapısı içindeki havadan ısı akışının geçebilme kabiliyetiyle ilgilidir ve Eş. 2.4 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$a (m^2s^{-1}) = \frac{\lambda}{\rho c} \quad (2.4)$$

Yukarıda verilen eşitlikteki verilen ρ : Kumaş yoğunluğu, λ : Isıl iletkenlik katsayısı, c : Kumaşın özgül ısı kapasitesidir [55].

5) Maksimum ısı akış yoğunluk oranı (I): Eş. 2.5 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$I = \frac{q_{max}}{q_s} \quad (2.5)$$

Yukarıdaki eşitlikte verilen q_{max} : Maksimum ısı akış yoğunluğudur ve daha önce bahsedildiği gibi kumaşın Alambeta cihazının sıcak plakasına temas ettiği anda ortaya çıkar [55]. q_{max} Şekil 2.6'da verilen grafikte gösterilmiştir. q_s : Kararlı ısı akışıdır. q_s aşağıda verilen Eş. 2.6 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$q_s (Wm^{-2}) = \frac{q}{A} \quad (2.6)$$

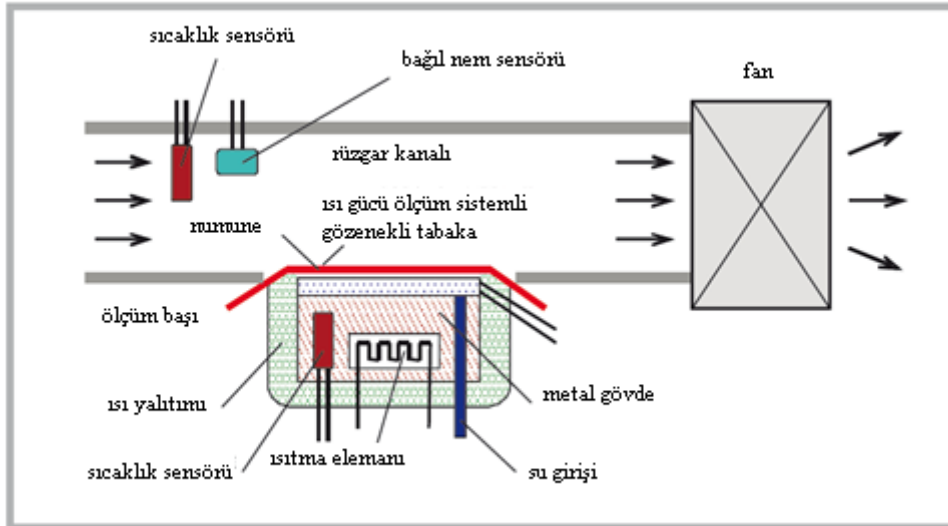
Yukarıdaki eşitlikte verilen q : Kumaşa transfer edilen ısı miktarı, A : Alandır.

2.7.3. Kumaşların su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci özellikleri için Permetest testi

Üretilen kumaşların su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci testleri TS EN 31092 Standardına göre, Hes tarafından geliştirilen Permetest ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Permetest cihazı ile her farklı kumaş için 5 ölçüm yapılmıştır. Permetest cihazının fotoğrafı ve şematik görüntüsü sırası ile Resim 2.4 ve Şekil 2.7'de verilmiştir.



Resim 2.4. Permetest test cihazı [57]



Şekil 2.7. Permetest cihazının şematik görüntüsü [58]

Deri (Skin) modeli olarak da adlandırılan bu test cihazı ile ısı hissetme bakımından kuru ve yaş insan derisi temsil edilmektedir. Bu test cihazı ile % olarak bağıl su buharı geçirgenliği (Relative Water Vapour Permeability) (RWVP) ve su buharı direnci (Water Vapour Resistance) (R_{et}) değerleri ölçülmektedir [59]. Kumaş cihaza kumaşın iç tarafı altta, kumaşın dış tarafı üstte kalacak şekilde yerleştirilmiştir.

Ölçüm yapmadan önce, deri modelini temsil eden ölçüm başı dayanıklı yarı geçirgen folyo ile kaplanmaktadır. Folyo ölçüm sisteminden ölçüm yapılacak numuneye olan su geçişini önlemekte ve böylece numunenin kuru kalmasını sağlamaktadır. Öncelikle, numunesiz ölçüm yapılarak, numune yerleştirilmeden önceki ısı akış değeri (q_0) ölçülür. Daha sonra, numunenin yerleştirileceği bölge nemlendirilir ve ayarlanabilir hızda paralel hava akışına maruz bırakılır. Test edilecek numune 80 mm çapındaki ıslak alan üzerine yerleştirilir. Bu şekilde, numune ile kaplanan ıslak ölçüm başının buharlaşma ısı kayıp miktarını belirleyen (q_s) değeri ölçülür. Buradan, % olarak bağıl su buharı geçirgenliği (P) aşağıda verilen Eş. 2.7'ye göre hesaplanmaktadır [59].

$$P(\%) = \left(\frac{q_s}{q_0} \right) 100 \quad (2.7)$$

Yine bu cihaz ile ölçülen su buharı direnci (R_{et}) aşağıda verilen Eş. 2.8 ile ifade edilmektedir [59].

$$R_{et} (m^2 P_a / W) = (P_m - P_a) (q_s^{-1} - q_0^{-1}) \quad (2.8)$$

Yukarıdaki eşitlikte verilen P_m : T_a çevre sıcaklığı için pascal olarak doygun kısmı su buharıdır. P_a : T_a çevre sıcaklığı için pascal olarak laboratuardaki gerçek kısmı su buharı basıncıdır. q_0 : Numune yerleştirilmeden önceki ısı akış değeridir. q_s : Isı kayıp miktarıdır.

2.7.4. Kumaşların nem iletim özellikleri için MMT nem tayin testi

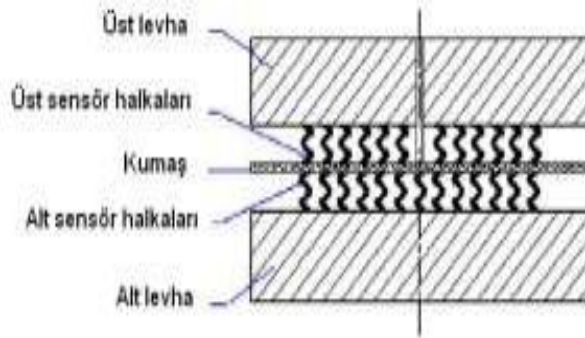
Kumaşların nem iletim özellikleri SDL Atlas firmasına ait MMT (Moisture Management Tester) Nem Tayin cihazı ile ölçülmüştür. MMT Nem Tayin Cihazı, örme ve dokuma kumaşlardaki sıvı nem miktarının belirlenmesini ve bu nem miktarının transfer

edilme kapasitesinin ölçülmesini sağlamaktadır [60]. MMT Nem Tayin cihazı Resim 2.5’de verilmiştir.



Resim 2.5. MMT nem tayin cihazı [61]

Kumaşların Nem iletim özellikleri AATCC TM 195-2012 standardına uygun olarak her bir kumaş çeşidi için 4 ölçüm alınarak yapılmıştır. Şekil 2.8’de verilen şematik şekilden de görüleceği üzere MMT Nem Tayin cihazı eşmerkezli alt ve üst sensörlerden oluşmaktadır ve test kumaşı iki sensör arasına konularak test edilmektedir [60].

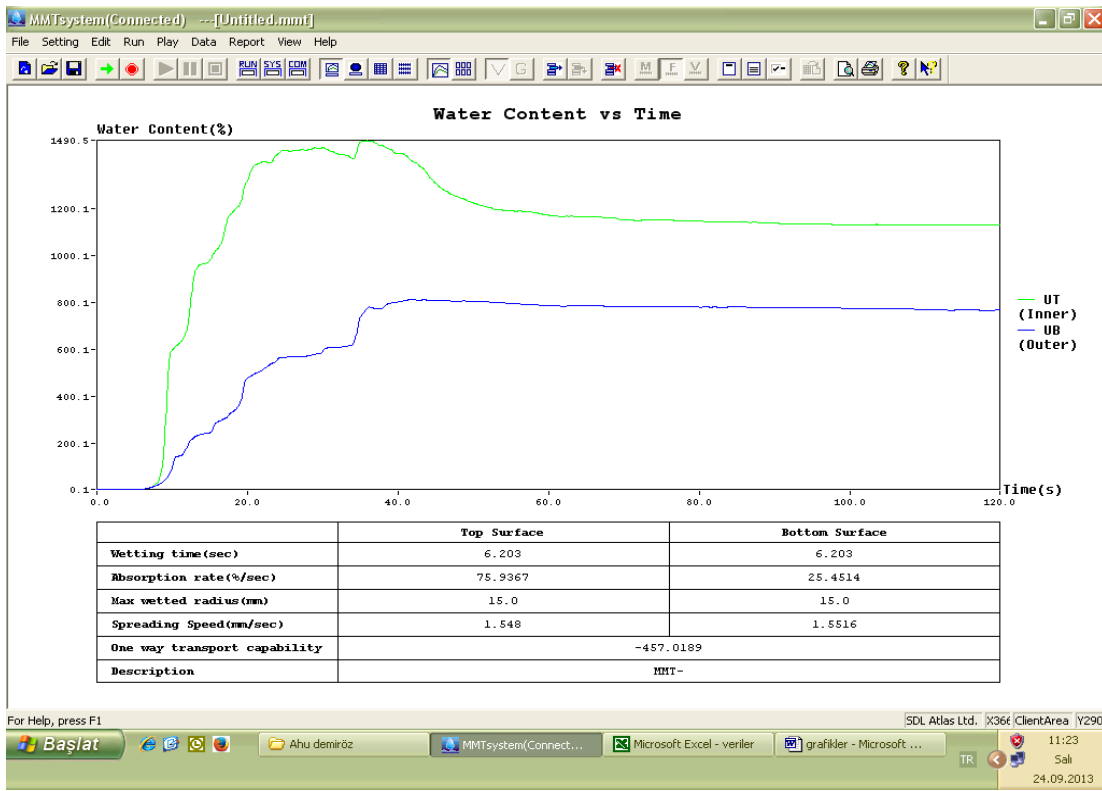


Şekil 2.8. MMT nem tayin cihazının sensör yapısı [61, 62, 84]

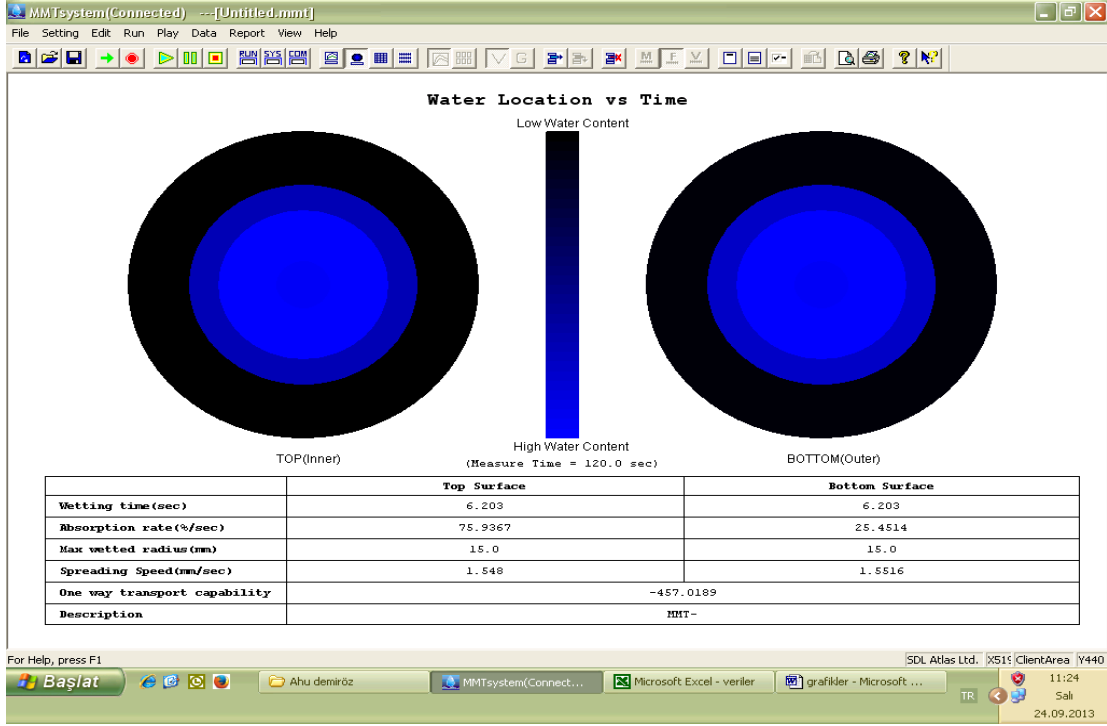
Test sıvısının önceden tanımlanmış miktarı (sentetik terleme) kumaşın üst kısmına uygulanır ve test sıvısının aşağıda verilen üç yöndeki transferi incelenir:

- Kumaşın üst yüzeyinden dışarı doğru yayılması
- Kumaşın üst yüzeyinden alt yüzeyine aktarılması (transferi)
- Kumaşın alt yüzeyinden dışarı doğru yayılması

8×8 cm boyutunda kesilen kumaşlar, Şekil 2.8’de gösterilen MMT cihazının üst ve alt nem sensörleri arasında yerleştirilerek alt ve üst tabaka arasında sıkıştırılmıştır. MMT cihazının çalışma prensibine göre ölçüm başladığında test çözeltisi kumaşın üst yüzeyine damlatılmış, test çözeltisinin kumaşın üst yüzeyinde, üst yüzeyinden alt yüzeyine doğru ve alt yüzeyinde yayılması sağlanmıştır. Üst sensör normalde ciltle temas eden yüzey verilerini, alt sensör normalde atmosferle temas eden yüzey verilerini belirlemektedir. MMT cihazından elde edilen ölçüm eğrileri ve ıslanma alanları aşağıda sırası ile Resim 2.6 ve Resim 2.7’de verilmiştir.



Resim 2.6. MMT nem iletim cihazından elde edilen ölçüm eğrileri



Resim 2.7. MMT Nem İletim Cihazından elde edilen ıslanma alanları

MMT Nem iletim testi sonunda kumaşın aşağıda açıklanan parametreleri ölçülmektedir.

1) Islanma Süreleri (Wetting Time) ($WT_{üst}$: Üst yüzey ve WT_{alt} : Alt yüzey) (sn): Kumaşın üst ve alt yüzeylerinin test başladıktan sonra sırayla ıslanmaya başlamasıdır ve saniye cinsinden tanımlanmaktadır. $U_{üst}$ ve U_{alt} yüzeylerdeki toplam su miktarının eğimi $\tan(15^\circ)$ değerinden daha büyük olduğunda ölçüm başlamaktadır.

2) Maksimum Emilim Oranı (Maximum Absorption Rate) ($MAR_{üst}$: Üst yüzey ve MAR_{alt} : Alt yüzey) (%/sn): Kumaşın üst ve alt yüzeylerinin sıvının pompalanma süresi içinde ortalama emiş kabiliyetidir.

3) Maksimum Islanma Yarıçapı (Maximum Wetted Radius) ($MWR_{üst}$: Üst yüzey ve MWR_{alt} : Alt yüzey) (mm) : Üst ve alt yüzeylerin maksimum ıslanma yarıçaplarını tanımlamaktadır. $U_{üst}$ ve U_{alt} yüzeylerdeki toplam su miktarının eğimi $\tan(15^\circ)$ değerinden daha büyük olduğunda ölçüm başlamaktadır.

4) Yayılma Hızı (Spreading Speed) ($SS_{üst}$: Üst yüzey ve SS_{alt} : Alt yüzey) (mm/san): Maksimum ıslanma yarıçapına ulaşmak için üst ve alt yüzeylerde nemin

yayıma hızı olarak tanımlanır. $SS_{üst}$ ve SS_{alt} aşağıda verildiği gibi hesaplanmaktadır [62].

$$SS_{üst} = \frac{MWR_{üst}}{t_{wrt}} \quad (2.9)$$

$$SS_{alt} = \frac{MWR_{alt}}{t_{wrb}} \quad (2.10)$$

t_{wrt} ve t_{wrb} üst ve alt yüzeylerdeki maksimum ıslanma halkalarına ulaşmak için gerekli zamandır.

5) Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (Cumulative One-Way Transport Capacity) ($OWTC$) (%): Birim test zaman periyodu içerisinde kumaşın iki yüzü arasındaki kümülatif nem miktarı farkıdır. Aşağıda verildiği gibi hesaplanmaktadır [60, 62].

$$OWTC = \frac{\int U_{alt} - \int U_{üst}}{T} \quad (2.11)$$

T : Toplam test süresidir.

6) Tüm Nem Tayin Kapasitesi (Overall Moisture Management Capacity) ($OMMC$): Alt yüzeydeki Nem Emilim Oranı (MAR_{alt}), tek yönlü taşıma endeksi ($OWTC$) ve alt yüzeydeki Yayılma Hızı (SS_{alt}) ile temsil edilen alt kısımdaki Nem Kuruma Hızından oluşan, üç performans durumunu içeren ve sıvı nemin kumaştaki tüm (toplam) aktarım kapasitesini tayin eden bir endekstir. Tüm Nem Tayin Kapasitesi ($OMMC$) Eş. 2.12'de verildiği gibi tanımlanmaktadır [60, 62].

$$OMMC = C_1 MAR_{alt} + C_2 OWTC + C_3 SS_{alt} \quad (2.12)$$

C_1 , C_2 ve C_3 sırası ile alt yüzeydeki Nem Emilim Oranı (MAR_{alt}), tek yönlü taşıma endeksi ($OWTC$), ve alt yüzeydeki Yayılma Hızı (SS_{alt}) indekslerinin ağırlıklarıdır. Burada, $C_1 = 0.25$, $C_2 = 0.50$ ve $C_3 = 0.25$ 'tir.

2.8. İstatistiksel Değerlendirme

Lif tipinin, kumaşların hava geçirgenliği, ısı iletimi, su buharı geçirgenliği ve nem iletimi gibi konfor özellik değerleri üzerine etkisi varyans ve çoklu karşılaştırma istatistiksel test metotları ile belirlenmiştir.

Ayrıca kumaşların geometrik özelliklerinin kumaşların konfor özellikleri üzerindeki etkisinin derecesini belirlemek için Bivariate korelasyon analizi ile yapılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmeler SPSS 19 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Hava Geçirgenliği Sonuçları

Daha öncede belirtildiği gibi, hava geçirgenliği, bir malzemenin belirli bir hava basınç farkında, kumaşın bilinen bir alanı üzerinden 1 saniyede dik olarak geçen hava akışının hacmi veya hızıdır [5]. Hava geçirgenliği kumaşların havayı geçirme yeteneğini ölçmektedir.

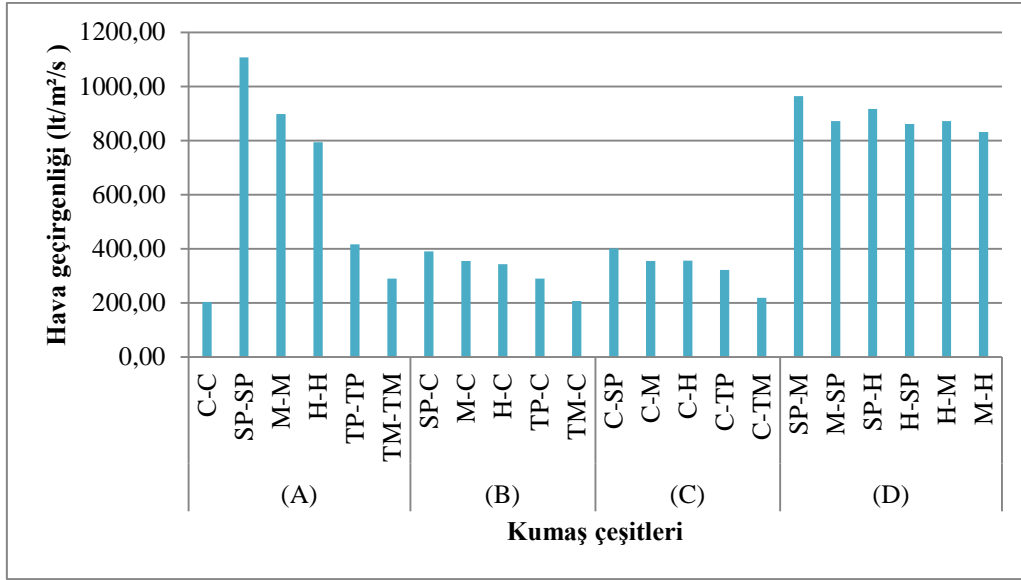
Tekstil malzemelerinin hava iletim yeteneği giysilerin konforunun sağlanmasında son derece önemli faktörlerden birisidir. İnsan terlediğinde, insan derisi ve kumaş arasında mikroklima olarak adlandırılan ara bir bölgede nem miktarı artar. Hava geçirgenliği özellikle bu mikroklima bölgesinin kuruma zamanı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [16]. Kumaşların hava geçirgenliği arttıkça, mikroklima bölgesinin kuruması için gerekli zaman azalır [16].

Kumaşların hava geçirgenliğini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Literatürde kumaşların hava geçirgenliğini etkileyen faktörler ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır [63-66, 8]. Bu çalışmalarda özellikle gözeneklilik büyüklüğü, gözenek şekli, gözeneklerin dağılımı gibi kumaşların gözeneklilik özelliklerinin kumaşların hava geçirgenliğini etkilediği belirtilmiştir [8, 64-66]. Gözeneklilik birim alanda bulunan boşlukların veya gözeneklerin alanı olarak tanımlanmaktadır [8, 64]. Kumaş içinde boşlukların veya gözeneklerin miktarı arttıkça kumaşların hava geçirgenliği artmaktadır. Kumaşların gözenekliliği sadece kumaşların hava geçirgenlik özelliklerini değil, aynı zamanda kumaşların su buharı geçirgenliğini, terbiye boyama işlemlerini de büyük ölçüde etkilemektedir. Herhangi bir tekstil yapısında lifler ve iplikler arasında boşluklar olduğu için, kumaşların gözenekliliği lif, iplik özellikleri ve kumaşların yapısal özellikleri ile belirlenmektedir [66]. Örme kumaşların gözeneklilik özelliklerini etkileyen faktörler ile ilgili yapılan birçok çalışmada [63, 8, 67], kumaşların gözenekliliğinin iplik numarası, sıra ve çubuk sıklığı, kumaş kalınlığı, lif yoğunluğu ve ilmek iplik uzunluğu gibi parametrelere bağlı olduğu belirtilmiştir.

Çift yüzlü örme kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları kumaşların boyutsal özellikleri ile birlikte Çizelge 3.1'de tablo olarak, Şekil 3.1'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. Hava geçirgenliği sonuçları

Kumaş grupları	Kumaşın iç ve dış tarafında kullanılan hammaddeler		Kumaş çeşitleri	İlmek yoğunluğu (ilmek/cm ²)	Ağırlık (g/m ²)	Kalınlık (mm)	Hava geçirgenliği (lt/m ² /s)
	iç	Dış					
İç ve dış aynı tip lif (A)	Pamuk	Pamuk	C-C	260,71	308,12	1,273	203,00
	Standart polyester	Standart polyester	SP-SP	270,18	351,67	0,834	1107,00
	Mikro	Mikro	M-M	275,54	348,49	0,801	897,80
	İçi boş	İçi boş	H-H	275,52	356,06	0,874	794,00
	Tekstüre	Tekstüre	TP-TP	277,13	370,39	1,094	416,60
	Tekstüre mikro	Tekstüre mikro	TM-TM	250,25	350,55	0,950	290,00
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	Standart polyester	Pamuk	SP-C	264,41	341,07	1,089	389,80
	Mikro	Pamuk	M-C	259,01	335,65	1,070	354,30
	İçi boş	Pamuk	H-C	272,22	338,88	1,150	343,10
	Tekstüre	Pamuk	TP-C	255,11	345,33	1,262	290,10
	Tekstüre mikro	Pamuk	TM-C	252,26	338,98	1,114	207,10
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	Pamuk	Standart polyester	C-SP	264,96	341,07	1,112	400,80
	Pamuk	Mikro	C-M	260,87	335,65	1,027	354,50
	Pamuk	İçi boş	C-H	269,85	338,88	1,108	355,50
	Pamuk	Tekstüre	C-TP	257,11	345,33	1,234	321,80
	Pamuk	Tekstüre mikro	C-TM	255,59	338,98	1,158	218,50
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	Standart polyester	Mikro	SP-M	275,76	347,65	0,793	963,70
	Mikro	Standart polyester	M-SP	274,64		0,794	871,80
	Standart polyester	İçi boş	SP-H	271,08	351,82	0,907	916,50
	İçi boş	Standart polyester	H-SP	264,57		0,901	860,80
	İçi boş	Mikro	H-M	264,58	352,43	0,938	871,90
	Mikro	İçi boş	M-H	264,58		0,969	831,50



Şekil 3.1. Hava geçirgenliği sonuçları

Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1’de verilen hava geçirgenliği değerleri incelendiğinde, farklı tipte polyester içeren tüm kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin pamuk içeren kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden daha yüksek olduğu görülecektir. Bu durumda, her iki tarafında aynı tip polyester kullanılarak üretilen A grubundaki kumaşların ve iç ve dış kısmı farklı tipte polyesterden oluşan D grubundaki kumaşların hava geçirgenlik değerleri bir tarafı pamuk diğer tarafı polyester lifinden oluşan B ve C grubundaki kumaşların ve her iki tarafı pamuk lifinden oluşan A grubundaki C-C kumaşın hava geçirgenlik değerlerinden daha yüksektir. Sonuç olarak, pamuk lifi kumaşların hava geçirgenliği değerlerini düşürmektedir. Her iki tarafı pamuk lifinden oluşan A grubundaki C-C kumaşın hava geçirgenlik değeri tüm kumaşlar içinde en düşük değere sahiptir. Literatürde pamuk, polyester ve bu liflerin karışımından oluşan kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin incelendiği birçok çalışmalar bulunmaktadır [8, 14, 23, 46, 24, 40]. Pamuk, polyester ve bu liflerin karışımından oluşan kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin incelendiği çalışmaların tümünde bu çalışma sonuçları ile uyumlu olarak [40, 24, 8, 14, 46, 23] polyester kumaşların hava geçirgenliği değerinin pamuk kumaşların hava geçirgenliği değerinden yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmada olduğu gibi, polyester liflerinin ve ipliklerin farklı üretim teknikleri ile üretilmesi bu liflerden üretilen kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin pamuk kumaşlardan daha yüksek olmasını sağlamaktadır.

Yoon ve Buckley [8] liflerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin kumaşların hava geçirgenliğini çok az etkilediğini belirtmişlerdir. Liflerin kumaşların hava geçirgenliğini kumaşların yapısal özelliklerini değiştirerek etkilediğini belirtmişlerdir. Buna göre, Yoon ve Buckley [8] Eş. 3.1’de verilen Gooding modeline [63] bağlı olarak daha öncede bahsedildiği gibi kumaşların hava geçirgenliğinin kumaşların gözeneklilik ve kalınlık özelliklerini belirleyen kumaşların geometrik veya yapısal özelliklerine bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

$$\frac{Q}{\Delta p} = \frac{1}{8-\mu} \frac{\beta^2}{N L} \quad (3.1)$$

Q : Birim kumaş alanından geçen hava akış hızı, Δp : Basınç farkı, L : Kumaş kalınlığı, β : Gözeneklilik, N : Birim alandaki gözenek sayısı, μ : Havanın viskozitesidir.

Yoon ve Buckley [8] ayrıca kumaş gözenekliliğinin kumaşın birim alanında bulunan ipliğin uzunluğu ve iplik çapı ile ilgili olduğunu ve kumaş kalınlığının da büyük ölçüde iplik çapına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Yoon ve Buckley [8] ayrıca lif tipi ve karışımlarının hava geçirgenliği üzerindeki etkisinin ipliğin birim uzunluğundaki lif hacim oranı olarak tanımlanan lifin paketleme faktörü ile açıklanabileceğini belirtmiştir. Her lifin paketleme faktöründeki farklılık özellikle iplik çapında değişikliğe neden olmaktadır. Düzensiz 3 boyutlu kıvrımlar nedeni ile pamuk lifleri aynı numaradaki polyester liflerinden daha az sıklıkta ve daha büyük çapa sahip iplik oluşturur. Sonuç olarak, bu çalışmada olduğu gibi, pamuk kumaş polyester kumaştan daha kalın olmakta ve havayı daha az geçirmektedir. Ayrıca pamuk ipliğinin tüylülüğü de bu iplikten yapılan kumaşın hava geçirgenliğini azaltmış olabilir.

Çizelge 3.2’de kullanılan farklı liflerin üretilen çift yüzlü kumaşların hava geçirgenliği değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi ile lif tipinin etkisi her kumaş grubu (A, B, C ve D) için ayrı olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Kumaşların hava geçirgenliği değerleri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	670,82	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	148,94	0,001
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	94,63	0,001
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	6,29	0,001

Çizelge 3.2’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, her bir kumaş grubu için, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılmış olan lif tipinin hava geçirgenliği değerleri üzerindeki istatistiksel anlamlılığını gösteren p değerleri $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu sebeple, her bir gruptaki farklı lif içeren kumaş cinslerinin hava geçirgenliği arasında fark bulunmaktadır. Bu sonuçlar neticesinde, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan farklı lif tipinin kumaşların hava geçirgenlik değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturduğu görülmektedir. Lif tipinin tüm kumaş gruplarında hava geçirgenlik değeri üzerine etkisi olduğu için, hangi lif tipleri arasında fark olduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. A grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. A grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar					
		1	2	3	4	5	6
C-C	10	203,00					
TM-TM	10		290,00				
TP-TP	10			416,60			
H-H	10				794,00		
M-M	10					897,80	
SP-SP	10						1107,00
Önem seviyesi		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

İç ve dış tarafı aynı tipte liften oluşan ve 6 farklı çeşitte üretilen A grubundaki kumaşlar incelendiğinde hava geçirgenliği değerlerinin 6 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Bu sonuç, A grubunda bulunan tüm kumaş çeşitlerinin hava geçirgenlik değerlerinin birbirinden farklı olduğunu ve bu nedenle lif tipinin A grubu kumaşlar üzerindeki etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Çizelge 3.3'den görüleceği üzere, yukarıda bahsedildiği gibi, her iki tarafı pamuk lifinden yapılan C-C kumaşın hava geçirgenlik değerinin her iki tarafında aynı polyester tipinin kullanıldığı TM-TM, TP-TP, H-H, M-M ve SP-SP kumaşların hava geçirgenlik değerinden düşüktür. İç ve dış tarafı standart polyester olan SP-SP kumaşın hava geçirgenliği en yüksek, iç ve dış tarafı pamuk olan C-C kumaşın hava geçirgenliği ise en düşüktür. Bu sonuç, pamuk lifinden yapılan kumaşın hava geçirgenlik değerinin tüm farklı şekillerde üretilen polyester çeşitlerinden yapılan kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden düşük olduğunu göstermektedir. Yukarıda bahsedildiği gibi, pamuk ipliğinin tüylülüğü bu liflerden yapılan kumaşın hava geçirgenlik değerlerini düşürmüş olabilir. Bu sonucun diğer bir nedeni de kumaşların kalınlık değerleri ile açıklanabilir. Çizelge 2.6 ve Çizelge 3.1'den görüleceği üzere, C-C kumaşın kalınlığı tüm farklı tipte polyesterden oluşan kumaşların kalınlık değerlerinden yüksektir. C-C kumaşın kalınlığının yüksek olması kumaşın hava geçirgenliğini azaltmış olabilir.

Yine Çizelge 3.3'de verilen A grubu kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma sonuçları incelendiğinde, her iki tarafı içi boş liften oluşan H-H kumaşın hava geçirgenliği değerinin iki tarafı standart polyester lifinden oluşan SP-SP kumaşın hava geçirgenliği değerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Karaca, Kahraman, Omeroglu ve Becerir [39]'in çalışmasında da içi boş liflerden yapılan dokuma kumaşlar standart polyester lifinden yapılan dokuma kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği göstermiştir ve bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Daha öncede belirtildiği gibi, kumaşların gözenekliliğini daha çok lif içindeki boşluklardan ziyade lifler ve iplikler arasındaki boşluklar belirlemektedir. Bu nedenle, içi boş lifler içinde hava boşlukları barındırır da, bu liften yapılan H-H kumaşın daha yüksek hava geçirgenliği göstermesine neden olmamıştır. Bu sonuç, kumaşların boyutsal özellikleri ile açıklanabilir. İçi boş liflerden yapılan H-H kumaşın daha kalın olması, ayrıca sıklık değerinin de standart polyester liflerinden yapılan SP-SP kumaşa göre daha yüksek olması kumaştan hava geçişini azaltmış olabilir.

Çizelge 3.3’de verilen her iki tarafı mikro polyester ve standart polyesterden oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerleri karşılaştırılacak olursa, hem tekstüre olmayan hem de tekstüre olmuş ipliklerde her iki tarafı mikro polyester liflerinden oluşan M-M ve TM-TM kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin her iki tarafı mikrolif içermeyen polyester liflerinden üretilen SP-SP ve TP-TP kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Hatch ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [14] da 1,5 denye polyester lif içeren kumaşlar daha kalın 3,5 denye lif içeren kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği göstermiştir. Mikro polyester içeren kumaşların standart polyesterden yapılan kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği göstermesi, Hatch ve arkadaşlarının yaptığı çalışma [14] ile uyumludur. M-M kumaşın kalınlığının SP-SP kumaşın kalınlığından, aynı şekilde TM-TM kumaşın kalınlığının TP-TP kumaşın kalınlığından düşük olmasına rağmen, M-M kumaşın SP-SP kumaştan aynı şekilde TM-TM kumaşın TP-TP kumaştan daha düşük hava geçirgenlik değerleri göstermesi sadece kalınlık değerlerinin tek başına kumaşların hava geçirgenliği üzerinde etkili olmadığı diğer araştırmacıların belirttiği gibi kumaş gözenekliliğinin de hava geçirgenliği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Mikrolifler iplik içindeki boşlukları azalttığı için, bu liflerden oluşan kumaşların gözenekliliği de azalacaktır. Bu nedenle, mikrolif içeren kumaşlar mikrolif içermeyen kumaşlardan kalınlık olarak daha ince yapıda olmasına rağmen daha düşük hava geçirgenliği göstermiştir.

Yine Çizelge 3.3’den tektüre işleminin kumaşların hava geçirgenliği üzerindeki etkisi incelenecek olursa, tekstüre polyester lifinden üretilen TP-TP kumaşın hava geçirgenlik değerinin tekstüre olmayan eşdeğer polyester lifinden üretilen SP-SP kumaşın hava geçirgenlik değerinden düşük olduğu görülecektir. Benzer şekilde, tekstüre mikroliflerden üretilen TM-TM kumaşın hava geçirgenlik değerlerinin tekstüre olmayan mikroliflerden üretilen M-M kumaşın hava geçirgenlik değerinden düşüktür. Bu sonuçlara göre, ipliklere uygulanan tekstüre işleminin kumaşların hava geçirgenlik değerlerini düşürdüğü söylenebilir. Tekstüre işleminin, ipliği daha hacimli hale getirmesinden ve iplik içindeki hava boşluklarını artırmasından dolayı kumaşların hava geçirgenliği değerini artırması beklenebilir. Fakat Çizelge 2.1’e bakıldığında tekstüre ipliklerin numaralarının diğer iplik numaralarından daha kalın olduğu görülmektedir. Bu durum tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların daha kalın ve ağır olmasına neden olmuştur. Bu nedenle, TM-TM kumaş M-M kumaştan daha düşük hava geçirgenliği göstermiş olabilir. Benzer şekilde her

iki tarafı tekstüre polyester lifinden yapılan TP-TP kumaşın hava geçirgenliği değerinin her iki tarafı polyester lifinden yapılan SP-SP kumaşın hava geçirgenliği değerinden daha düşük olması aynı sebeple açıklanabilir.

Bir tarafı polyester diğer tarafı pamuk lifinden oluşan B ve C grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma sonuçları sırasıyla Çizelge 3.4’de ve Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. B grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar			
		1	2	3	4
TM-C	10	207,10			
TP-C	10		290,10		
H-C	10			343,10	
M-C	10			354,30	
SP-C	10				389,80
Önem seviyesi		1,00	1,00	0,66	1,00

Çizelge 3.5. C grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar			
		1	2	3	4
C-TM	10	218,50			
C-TP	10		321,80		
C-M	10			354,50	
C-H	10			355,50	
C-SP	10				400,80
Önem seviyesi		1,00	1,00	1,00	1,00

Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5’de verilen bir tarafı farklı tipteki polyester diğer tarafı pamuk lifinden oluşan ve her birinde 5 farklı kumaş cinsi bulunan B ve C grubu kumaşların hava geçirgenliği değerleri incelendiğinde, her iki grupta da kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin de 4’er alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5’deki sonuçlar B ve C grubunda bulunan kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin ölçüm yönüne göre değişmediğini göstermektedir. Her iki grupta da C-M ve C-H kumaşların hava geçirgenlik değerleri arasında fark bulunmamakta, bu iki kumaş çeşidi hariç tüm kumaşların hava geçirgenlik değerleri arasında fark bulunmaktadır. B grubundaki SP-C kumaş ve C grubundaki C-SP kumaş en yüksek hava geçirgenliği göstermiştir. En düşük hava geçirgenliği gösteren kumaşlar tekstüre mikrolif içeren B grubundaki TM-C ve C grubundaki C-TM kumaşlardır. A grubunda olduğu gibi, B ve C grubunda bulunan kumaşlarda da mikrolif içeren kumaşlar standart polyester içeren kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği göstermiştir. B grubunda bulunan tekstüre olmayan M-C kumaşı SP-C kumaşından, tekstüre olan TM-C kumaşı TP-C kumaşından daha düşük hava geçirgenlik değerine sahiptir. Aynı şekilde, C grubunda bulunan tekstüre olmayan C-M kumaşı C-SP kumaşından, tekstüre olan C-TM kumaşı C-TP kumaşından daha düşük hava geçirgenlik değeri göstermiştir. Mikrolif içeren kumaşların standart polyester içeren kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği göstermesinin nedeni aynı A grubunda olan kumaşlar gibi mikroliflerin iplik içindeki boşlukları ve dolayısı ile kumaş içindeki gözenekliliği azaltması gösterilebilir.

B ve C grubunda bulunan kumaşlar tekstüre işleminin hava geçirgenliğine olan etkisi bakımından karşılaştırılacak olursa, her iki grupta da tekstüre olan ipliklerden üretilen kumaşların tekstüre olmayan ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha düşük hava geçirgenlik değerleri gösterdiği görülecektir. A grubu kumaşlarda olduğu gibi, B ve C grubu kumaşlarda da tekstüre işleminin kumaşların hava geçirgenlik özelliklerini düşürmektedir. Tekstüre iplik numaralarının Çizelge 2.1’de görüleceği üzere daha kalın olması bu ipliklerle üretilen kumaşların kalınlığını ve ağırlığını artırmıştır. Bu durum tekstüre ipliklerle üretilen kumaşların düşük hava geçirgenliği göstermesine neden olmuş olabilir.

Her iki tarafı farklı tipte polyesterden oluşan D grubundaki kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. D grubundaki kumaşlar için ortalama hava geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
M-H	10	831,50		
H-SP	10	860,80	860,80	
M-SP	10	871,80	871,80	
H-M	10	871,90	871,90	
SP-H	10		916,50	916,50
SP-M	10			963,70
Önem seviyesi		0,65	0,30	0,48

Çizelge 3.6’da verilen her iki tarafı farklı tipte polyesterden oluşan 6 farklı çeşit kumaşın bulunduğu D grubu kumaşların hava geçirgenliği değerleri incelendiğinde, hava geçirgenliği değerlerinin 3 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. D grubundaki kumaşların içinde iç tarafı standart polyester dış tarafı mikro polyester lifinden oluşan SP-M kumaş en yüksek hava geçirgenliği değerine sahiptir. SP-H ve SP-M kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Dolayısı ile D grubu kumaşlar içerisinde SP-H kumaşı da SP-M kumaşından sonraki en yüksek hava geçirgenliği değerine sahip kumaştır. Bu durumda mikro polyester ve içi boş liflerin kumaşın dış tarafında kullanılması hava geçirgenliği açısından önemli bir fark oluşturmamaktadır. SP-M ve SP-H kumaşlarının yüksek hava geçirgenliği göstermesinin nedeni A, B ve C grubu hava geçirgenlik sonuçlarında bahsedildiği gibi, standart polyester liflerinden oluşan kumaşların diğer tüm farklı tipteki polyester liflerinden oluşan kumaşlar içerisinde en yüksek hava geçirgenlik değerlerine sahip olmasıdır. SP-H ve SP-M kumaşların H-SP ve M-SP kumaşlardan daha yüksek hava geçirgenlik değerleri göstermesi standart polyester liflerinin kumaşın dış tarafında kullanılması yerine iç tarafta kullanılması daha yüksek hava geçirgenliğine neden olmaktadır. Yine Çizelge 3.6’da verilen sonuçlardan, M-H ve M-SP kumaşların H-M ve SP-M kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği gösterdiği görülmektedir. Mikroliflerin kumaşların iç tarafı yerine dış tarafında kullanılması hava geçirgenlik değerlerini arttırmaktadır.

Kumaşların hava geçirgenlik değerleri ile kalınlık arasındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiksel bivariate korelasyon analizi yapılmıştır. Hava geçirgenliği ile kalınlık arasındaki ikili ilişkilerin derecesini gösteren Pearson korelasyon katsayısı ve önem seviyesi Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Hava geçirgenliği ile kalınlık arasındaki bivariate korelasyon analiz sonuçları

Bağımsız değişkenler	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Kalınlık	-0,873**	0,001

‘**’: Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 3.7’de verilen hava geçirgenliği ile kumaş kalınlığı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı incelendiğinde, hava geçirgenliği ile kalınlık arasında kuvvetli negatif istatistiksel ilişki olduğu ve bu ilişkinin de 0,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülecektir.

3.2. Isıl Özellik Sonuçları

İnsan vücudu yaklaşık 37 °C olan iç sıcaklığını sabit bir şekilde devam ettirmek ister. Birçok durumda, vücut sıcaklığı genelde dış çevre şartlarından daha yüksektir. Bu nedenle, vücut sıcaklığının korunması için, bir iç ısı kaynağının bulunması gerekir. Gerekli ısı vücut metabolizması ile sağlanmaktadır. Vücut metabolizması bu ısıyı kas gücü ve diğer vücut fonksiyonları için gerekli olan kaloriyi yakarak karşılamaktadır. Metabolizmanın oluşturduğu ısı ile dış kaynaktan alınan ısının vücuttan kaybolan ısı miktarı ile eşit olması sağlanarak, vücudun ısıl dengede tutulması gerekmektedir. Eğer ısı kazancı ile ısı kaybı dengede olmaz ise, vücut sıcaklığı ya yükselme ya da düşme göstermektedir [5].

Tekstil malzemeleri ile insan vücudundan çevreye olan ısı ve nem iletimi aşağıda verilen vücuttaki ısıl denge konum denklemi ile ifade edilebilmektedir [68].

$$M - W = C_k + C + R + E_{sk} + (C_{res} + E_{res}) \quad (3.2)$$

C_k , C , R ve E_{sk} : İletim (conduction), taşınım (convection), ışıma (radiation) ve buharlaşma (evaporation) ile ısı iletimi, M : Metabolizmanın ısı üretimi (W/m^2), W :

Yapılan dış iş (W/m^2), C_{res} ve E_{res} : Hissedilebilir ısı kaybı ve hissedilmeyen ısı kaybı şeklinde terleme yolu ile ısı kaybıdır.

Yukarıdaki ifadeden de görüleceği üzere, ısı dengeyi korumak için, vücudun çevreye olan ısı kaybına neden olan 4 ısı transfer mekanizması bulunmaktadır.

-İletim (conduction): Burada ısı kaybı diğer bir yüzey ile direkt temas halinde meydana gelmektedir. Değişim oranı iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı ve bu yüzeylerin ısı iletkenlikleri ile belirlenmektedir [5].

-Taşınım (convection): Isı hareket eden akışkan (sıvı veya gaz) ile iletilmektedir. Vücut ile temas eden hava iletim ile ısıtılmakta ve vücuttan taşınım ile taşınmaktadır [5].

-Işıma (radiation): Elektromanyetik dalgalar ile ısı iletim mekanizmasıdır. Dalgalar havadan havaya ısı vermeksizin geçebilmekte, fakat bir nesneye çarptıklarında enerjinin büyük kısmı ısıya dönüşmektedir.

-Buharlaşma (evaporation): Suyun buhar haline getirilmesi büyük miktarda ısı enerjisi gerektirir. 1 kalori 1 gram suyun sıcaklığını 1 °C artırır. Buna karşın, vücut sıcaklığındaki 1 gram suyun buharlaşması için 2424 J (580 kalori) gerekir. Eğer su deri yüzeyinden buharlaştırılacak olursa, gerekli enerji deriden uzaklaştırılmış olur. Böylece, deride soğuma meydana gelir. Çevre sıcaklığı deri sıcaklığına yaklaştığında taşınım ve ışımaya ile ısı kaybı sona erer. Deri sıcaklığından daha yüksek çevre sıcaklığı vücuttan olan ısı kaybının buharlaşma ile gerçekleşmesini sağlar. Isıl dengenin sağlanması iklim şartlarına göre değişiklik göstermektedir. Sıcak iklimdeki problem ısının dağıtılması iken, soğuk iklimdeki problem ısının korunmasıdır [5].

Deri yüzeyinden olan ısı kaybını ve nem kaybını düzenlediği için, giysi ısı dengenin korunmasında önemli rol oynamaktadır. Soğuk günlerde soğuktan korunmak için yüksek ısı direnç, sıcak günlerde ise tam tersi olarak soğuk hissi vermesi için yüksek ısı iletkenlik aranmaktadır. Bu nedenle, kumaşın ısı özellikleri giysi konforunu belirleyen başlıca özellikler arasında olduğu için, kumaşın ısı özellikleri tekstil araştırmacıları için büyük ilgi görmektedir.

Kumaşların ısı özellikleri daha önce 2. Bölümdeki “Materyal ve Metot” bölümünde anlatıldığı gibi Hes tarafından geliştirilen Alambeta cihazı ile ölçülmüştür. Bu cihaz ile üretilen çift yüzlü kumaşların ısı konforunun temel bileşenlerini oluşturan ısı iletkenlik (λ), ısı direnç (R), ısı soğurganlık (b), ısı difüzyon (a), maksimum ısı akış

yoğunluğu (q_{max}), ısı akış yoğunluk oranı (I) parametreleri ölçülmüştür. Bu parametreler çevre şartları da dikkate alınarak giysi konforunun belirlenmesine katkı sağlamaktadır.

Kumaşların tüm ısı özellik ölçüm sonuçları toplu olarak Çizelge 3.8’de tablo olarak verilmiştir. Yine tüm çift yüzü örme kumaşların ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve ısı difüzyon sonuçları grafiksel olarak da verilmiştir.

Çizelge 3.8. Alambeta cihazı ile ölçülen tüm ısı özellik sonuçları

Kumaş grupları	Kısaltılmış kumaş çeşitleri	Isıl iletkenlik λ ($Wm^{-1}K^{-1}$). 10^{-3}	Isıl direnç R (m^2KW^{-1}). 10^{-3}	Isıl soğurganlık b ($Ws^{1/2}/m^2K$)	q_{max} ($W m^{-2}$)	Isıl difüzyon a (m^2s^{-1}). 10^{-6}	I
İç ve dış aynı tip lif (A)	C-C	53,78	23,68	162,64	853,92	0,109	1,761
	SP-SP	57,18	14,58	193,90	1250,90	0,087	1,653
	M-M	60,08	13,34	189,08	1162,98	0,101	1,433
	H-H	58,12	15,04	171,98	1101,46	0,115	1,497
	TP-TP	57,30	19,08	149,12	925,08	0,148	1,536
	TM-TM	57,68	16,48	173,38	1063,64	0,112	1,572
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	SP-C	56,48	19,30	196,88	1180,88	0,082	1,995
	M-C	60,36	17,74	221,66	1317,34	0,074	2,068
	H-C	58,22	19,78	198,06	1153,54	0,086	2,009
	TP-C	58,34	21,62	154,82	912,64	0,142	1,680
	TM-C	56,40	19,72	189,60	1098,02	0,089	1,893
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	C-SP	58,50	18,98	122,54	802,12	0,235	1,337
	C-M	60,90	16,86	118,52	864,36	0,267	1,279
	C-H	56,74	19,54	116,38	778,76	0,240	1,312
	C-TP	59,56	20,72	143,88	858,26	0,172	1,550
	C-TM	58,18	19,88	142,88	879,82	0,167	1,506
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	SP-M	62,48	12,70	200,30	1219,34	0,098	1,449
	M-SP	61,60	12,90	193,84	1218,22	0,101	1,451
	SP-H	57,82	15,70	149,48	1057,80	0,151	1,454
	H-SP	58,32	15,44	141,42	1032,32	0,172	1,396
	H-M	57,34	16,02	173,48	1111,34	0,109	1,597
	M-H	59,88	16,18	184,44	1165,26	0,106	1,697

3.2.1. Isıl iletkenlik (λ) sonuçları

Isı, sıcaklık farkından dolayı hareket halinde olan enerjidir. Isı transferi sıcaklık farkı olan ortamda gerçekleşmektedir. İletim (conduction), taşınım (convection) ve ışıma (radiation) gibi 3 farklı şekilde iletilmektedir. Tekstil kumaşlarının ısıl özellikleri belirlenirken, taşınım ve ışıma yolu ile ısı iletimi ihmal edilmekte ve iletim yolu ile ısı transferi göz önüne alınmaktadır.

İletim (conduction) yolu ile ısı iletimi geçişi aşağıda verildiği gibi, bilinen Fourier kanunu ile belirlenmektedir.

$$\frac{dQ(x)}{dt} = -\lambda A \frac{dT(x)}{dx} \quad (3.3)$$

Fourier kanununa göre, birim zamanda herhangi bir yönde (örneğin x yönünde) geçen ısı akış miktarı ($dQ(x)/dt$), x yönündeki sıcaklık değişim miktarı (dT/dx) ve bu ısı geçiş yönüne dik olan alan (A) ile orantılıdır. Eş. 3.3'de verilen orantı sabiti ise ısıl iletim katsayısı (λ) adını almaktadır.

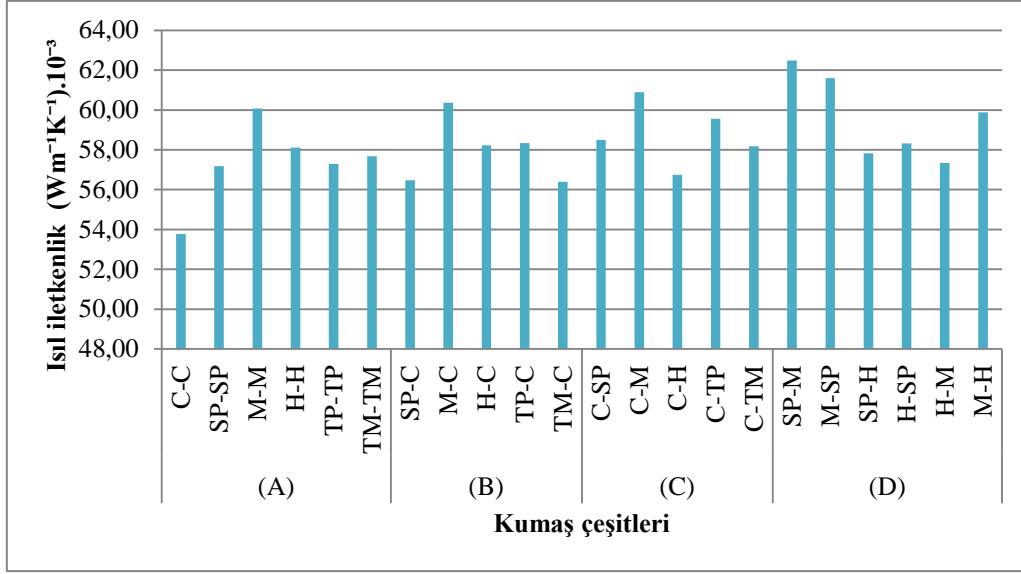
Fourier denklemine göre, ısıl iletkenlik veya ısıl iletkenlik katsayısı (λ), bir materyalin belirli sıcaklık farkı altında birim kalınlıkta kumaşın birim alanından transfer edilen ısının oranının ölçümü olarak tanımlanmaktadır [69]. Alambeta cihazı ile ölçülen ısıl iletkenlik katsayısının denklemi daha önce “Materyal ve Metot” bölümünde Eş. 2.1 ile verilmiştir.

Tekstil kumaşları bilindiği gibi boşluklu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, bir kumaştaki ısıl iletim katsayısı aşağıda verildiği gibi havanın ısıl iletim katsayısı (λ_A) ile lifin ısıl iletim katsayısının (λ_F) birleşiminden oluşmaktadır [70].

$$\lambda = (1 - f)\lambda_A + \lambda_F \quad (3.4)$$

f : Hacimsel olarak kumaştaki lif oranıdır. Lifin ısıl iletim katsayısı havanın ısıl iletim katsayısından oldukça yüksektir. Havanın ısıl iletim katsayısı 0,0025 W/(mK), tekstil liflerinden pamuk lifinin ısıl iletim katsayısı 0,461 W/(mK), polyester lifinin ısıl iletim katsayısı ise 0,141 W/(mK) dir [69].

Çizelge 3.8'de verilen ısıl iletim katsayıları Şekil 3.2'de ayrıca grafiksel olarak da gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Isıl iletkenlik sonuçları

Çizelge 3.8’de ve Şekil 3.2’de verilen ısıl iletkenlik değerleri incelendiğinde, A grubundaki iki tarafı %100 pamuk lifinden oluşan C-C kumaşın ısıl iletkenlik değerinin, A grubundaki diğer iki tarafının aynı tipte polyester liflerinden oluştuğu kumaşlardan, bir tarafı pamuk diğer tarafı polyesterden oluşan B ve C grubundaki kumaşlardan ve her iki tarafı da farklı tipte polyester lifinden oluşan D grubundaki kumaşlardan daha küçük olduğu görülmektedir. Buna göre, pamuk içeren kumaşların ısıl iletkenlikleri çeşitli tiplerde polyester içeren tüm kumaşların ısıl iletkenliklerinden daha düşüktür. Pamuk lifleri kumaşların ısıl iletkenliğini düşürmektedir. Literatürde pamuk, polyester ve bu liflerin karışımlarından oluşan kumaşların ısıl özelliklerinin incelendiği birçok çalışma bulunmaktadır [14, 24, 25, 35, 47]. Pamuk, polyester ve bu liflerin karışımından oluşan kumaşların ısıl özelliklerinin karşılaştırıldığı Gunesoglu ve Meriç’in [47], Oglakcioglu ve Marmarali’nin [25], Hassan ve arkadaşlarının [24] ve Hatch ve arkadaşlarının [14] yaptığı çalışmalarda, pamuk kumaşların ısıl iletkenlik değerlerinin standart polyester kumaşların ısıl iletkenlik değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Sampath ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [35], pamuk ve polyester içeren kumaşların ısıl iletkenlik değerleri birbirine yakın olarak bulunmuş, pamuk içeren kumaşlar standart polyester içeren kumaşlardan çok az derece daha yüksek ısıl iletkenlik göstermiştir. Yine, Sampath ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada [35], mikrolif içeren polyester kumaşın ısıl iletkenlik değeri pamuk kumaşın ısıl iletkenlik değerinden daha yüksek olarak elde edilmiştir.

Varshney, Kothari ve Dhamijanin yaptığı [71] ve yine selülozik esaslı lif olan viskoz ve polyester liflerinden ve bu liflerin karışımlarından oluşan kumaşların ısı özelliklerinin incelendiği çalışmada viskoz içeren kumaşların ısı iletkenlikleri polyester kumaşlardan daha yüksek olarak bulunmuştur. Yine selülozik esaslı olan Outlast ve yüksek performanslı bir polyester ipliği olan Coolmax kullanılarak üretilen kumaşların ısı özelliklerinin incelendiği Onal ve Yıldırım [42] ve Onofrei, Rocha ve Catarino [28] adlı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda da Outlast içerikli kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin Coolmax içerikli kumaşların ısı iletkenlik değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Pamuk içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin polyester içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinden daha düşük olduğu bu çalışma sonuçları, yukarıda verildiği gibi, diğer araştırmacıların yaptığı pamuk veya diğer selülozik esaslı liflerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin polyester içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinden daha yüksek olarak elde edildiği çalışma sonuçları ile uyumlu çıkmamıştır. Daha öncede verildiği gibi, polyester lifinin lif olarak ısı iletkenlik katsayısı 0,141 W/mk pamuk lifinin ısı iletkenlik katsayısı ise 0,461 W/mk dir. Yani pamuk lifinin ısı iletkenlik katsayısı polyester lifinin ısı iletkenlik katsayısından yaklaşık 3 kat daha fazladır. Fakat diğer araştırmacıların bu liflerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik sonuçlarını incelediği çalışma sonuçlarında bu pamuk ve polyester liflerinden yapılan kumaşların ısı iletkenlik aralarındaki farklar 3 katı olmadığı gibi, bazı çalışmalarda kumaşların ısı iletkenlik değerleri birbirlerine yakın olarak elde edilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi, tekstil kumaşları gözenekli bir yapıda oldukları için kumaş içinde hava boşlukları bulunmaktadır. İpliklerin ve kumaşların yapısal parametrelerine bağlı olarak, kumaş içindeki lif ve hava miktarı değişiklik göstermektedir. Havanın ısı iletkenlik katsayısının lifin ısı iletkenlik katsayısına göre oldukça düşük olması da, elde edilen kumaşların ısı iletkenlik katsayılarının lif cinslerine göre elde edilen katsayılardan farklı olmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada pamuk içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin polyester içeren kumaşlara göre daha düşük olmasının ve hatta %100 pamuk içeren C-C kumaşın en düşük ısı iletkenlik değeri göstermesinin nedeni, pamuk ipliğinin fiziksel özellikleri, kumaşın boyutsal ve yapısal özellikleri ve kumaş içindeki durağan hava miktarı ile açıklanabilir.

Çizelge 3.9’da lif tiplerinin çift yüzölü kumaşların ısı iletkenlik değeri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları 4 kumaş grubu (A, B, C ve D) için verilmiştir.

Çizelge 3.9. Kumaşların ısı iletkenlik değeri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	F Değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	20,239	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	3,809	0,018
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	8,55	0,001
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	7,094	0,001

Çizelge 3.9’da verilen varyans analizi sonuçlarına göre, tüm kumaş grupları için, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin ısı iletkenlik değeri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu durum, her grup için, farklı lif içeren kumaş cinslerinin ısı iletkenlik değeri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara bakıldığında, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılan liflerin kumaşların ısı iletkenlik değeri üzerinde önemli bir farka neden olduğu görülmektedir. Lif tipinin tüm kumaş gruplarında ısı iletkenlik değeri üzerine etkisi olduğundan dolayı, hangi lif tipleri arasında fark olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. A grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.10. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısı iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
C-C	5	53,78		
SP-SP	5		57,18	
TP-TP	5		57,30	
TM-TM	5		57,68	
H-H	5		58,12	58,12
M-M	5			60,08
Önem seviyesi		1,00	0,69	0,06

İç ve dış tarafı aynı tipte liften oluşan ve 6 farklı çeşitte üretilen A grubundaki kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin 3 alt bölgeye ayrıldığı görölmektedir. Çizelge 3.10’da verilen A grubundaki kumaşlar incelendiğinde, iç ve dış tarafı mikroliften oluşan M-M kumaşın ısı iletkenlik değerlerinin en yüksek, iç ve dış tarafı pamuk lifinden oluşan C-C kumaşın ısı iletkenlik değerlerinin ise en düşük olduğu görölmektedir. Polyester lifi için ısı iletkenlik 0,141 W/mK, pamuk lifi için ısı iletkenlik 0,461 W/mK olduğu için, iki tarafı pamuk olan C-C kumaşın ısı iletkenlik değerinin, polyester içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinden yüksek olması beklenebilirdi. Fakat daha önceden de belirtildiği gibi, kumaşların ısı iletkenlik değerlerini tek başına lif cinsinden ziyade iplik ve kumaş yapısal parametrelerine bağlı olarak kumaş içindeki lif hava miktarı belirlemektedir. Çizelge 3.1’de görüleceği gibi %100 pamuk olan C-C kumaş düşük ilmek yoğunluğuna ve düşük ağırlığa sahiptir. Ayrıca, C-C kumaşın kalınlığı tüm kumaşlar içerisinde en yüksek değere sahiptir. Dolayısıyla bu kumaşın ilmek yoğunluğunun düşük olması, kumaş içinde durgun hava bulunmasına ve kumaşın ısı iletkenliğinin diğer farklı tipteki polyester kumaşların ısı iletkenlik değerinden daha düşük olmasına neden olmuş olabilir. C-C kumaşın en düşük ısı iletkenlik göstermesinin diğer bir nedeni de, pamuk ipliğinin tüylülüğü ile açıklanabilir. Pamuk ipliğinin tüylülüğü kumaş içerisinde daha fazla hava bulunmasına neden olacağı için bu iplikten yapılan kumaşın ısı iletkenliğini düşürebilecektir.

Çizelge 3.10'da verilen her iki tarafı mikro polyester ve standart polyesterden oluşan kumaşların ısıλ değerleri karşılaştırılacak olursa, hem tekstüre olmayan hem de tekstüre olmuş ipliklerde her iki tarafı mikro polyester liflerinden oluşan M-M ve TM-TM kumaşların ısıλ iletkenlik değerlerinin her iki tarafı mikrolif içermeyen standart polyester ipliklerinden üretilen SP-SP ve TP-TP kumaşların ısıλ iletkenlik değerlerinden daha yüksek olduğu görülecektir. Tekstüre iplik içeren TP-TP ve TM-TM kumaşların ısıλ iletkenlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu sonuca göre mikrolifler kumaşların ısıλ iletkenlik değerlerini özellikle de tekstüre olmayan kumaşlarda artırmaktadır. Mikro polyester içeren kumaşların standart polyesterden yapılan kumaşlardan daha yüksek ısıλ iletkenlik katsayısı göstermesi, Sampath ve arkadaşlarının yaptığı çalışma [35] ile uyumludur. Varshney ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da, polyester lifleri inceldikçe, kumaşların ısıλ iletkenlik değerleri artış göstermiştir. Bu sonuç, yine araştırmacıların belirttiği gibi kumaş içindeki hava miktarının ısıλ iletkenlik değeri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Mikrolifler iplik içindeki boşlukları azalttığı için, bu liflerden oluşan kumaşların içindeki hava miktarını da azalacaktır. Daha önce belirtildiği gibi, M-M kumaşın SP-SP kumaştan daha düşük hava geçirgenliği göstermesi M-M kumaş içinde daha az hava boşluğu olduğunu doğrulamaktadır. Bu nedenle, mikrolif içeren kumaşlar mikrolif içermeyen kumaşlardan kalınlık olarak daha ince yapıda olması sonucunda daha yüksek ısıλ iletkenlik değerleri göstermiştir.

Çizelge 3.10 incelendiğinde, her iki tarafı standart polyester lifinden oluşan SP-SP, tekstüre polyester lifinden oluşan TP-TP, mikro tekstüre polyester lifinden oluşan TM-TM ve içi boş liften oluşan H-H kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Her ne kadar aralarında istatistiksel olarak fark bulunmasa da, içi boş liften oluşan H-H kumaşın ısıλ iletkenlik değerinin standart polyester lifinden oluşan SP-SP kumaşın ısıλ iletkenlik değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. İçi boş lifler normalde yapısında daha fazla hava miktarı içermektedir. Bu nedenle, içi boş liflerden yapılan H-H kumaşın standart polyester SP-SP kumaşa göre daha düşük ısıλ iletkenlik göstermesi gerekirdi. Fakat bu sonuç, kumaşların ısıλ iletkenlik değerleri üzerinde lif içindeki boşluktan ziyade, iplikteki lifler arasındaki ve kumaş içerisinde de iplikler arasındaki boşlukların daha etkili olabileceğini göstermektedir. H-H kumaşın ısıλ iletkenlik değerinin SP-SP kumaşın ısıλ iletkenlik değerinden yüksek olduğu bu çalışmanın sonucu, Karaca, Kahraman, Omeroglu ve Becerir [39]'in farklı kesit şekline sahip polyester ve içi

boş polyester lifleri kullanarak ürettiği dokuma kumaşların ısı iletkenlik sonuçlarıyla uyumludur. Karaca ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [39] içi boş polyester liflerinden üretilen kumaşların ısı iletkenlik değerleri standart polyester lifinden üretilen kumaştan daha yüksek çıkmıştır. Karaca ve arkadaşları [39] bu sonucun nedeni olarak içi boş liflerden oluşan ipliklerin daha hacimli olmasını ve bu nedenle hacimli ipliklerin kumaşta iplikler arasındaki boşlukları azaltmasını göstermişlerdir. Daha öncede belirtildiği gibi, H-H kumaşın hava geçirgenlik değerinin SP-SP kumaşın hava geçirgenlik değerinden daha düşük olması H-H kumaşta iplikler arasında ve iplikte lifler arasında SP-SP kumaşa göre daha az boşluk olduğunu göstermektedir.

Yine Çizelge 3.10'da verilen sonuçlardan, tekstüre işleminin kumaşların ısı iletkenlik değeri üzerindeki etkisi incelenecek olursa, standart polyester ipliklere uygulanan tekstüre işleminin kumaşların ısı özellikleri üzerindeki istatistiksel olarak etkisinin bulunmadığı görülecektir. İpliği tekstüre olmayan SP-SP kumaşın ısı iletkenlik değeri ile ipliği tekstüre olan TP-TP kumaşın ısı iletkenlik değeri arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Bununla birlikte, mikrolif içeren ipliğe uygulanan tekstüre işlemi kumaşların ısı iletkenlik değerleri üzerinde istatistiksel olarak etkilidir. Çizelge 3.10'da görüldüğü üzere, her iki tarafı tekstüre mikro polyesterden oluşan TM-TM kumaşın ısı iletkenlik değeri iki tarafı mikro polyester lifinden oluşan M-M kumaşın ısı iletkenlik değerinden düşüktür. Özçelik, Çay ve Kırtay'ın tekstüre işleminin kumaşların ısı özellikleri üzerindeki etkisini incelediği çalışmada da [30], tekstüre işlemi görmüş ipliklerden yapılan kumaşlar diğer ipliklerden yapılan kumaşlardan daha düşük ısı iletkenlik değerleri göstermiştir. Bu sonucun nedeni olarak da, tekstüre işleminin kumaşların kalınlığını ve lifler arasındaki boşlukları artırmasını göstermişlerdir. Bu çalışmada da, tekstüre işlemi özellikle mikroliflerden oluşan kumaşta kumaşlara sağladığı hacimlilik nedeniyle, ısı iletkenlik değerini düşürmektedir.

Bir tarafı polyester diğer tarafı pamuk lifinden oluşan B ve C grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları sırasıyla Çizelge 3.11'de ve Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısı iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
TM-C	5	56,40	
SP-C	5	56,48	
H-C	5	58,22	58,22
TP-C	5	58,34	58,34
M-C	5		60,36
Önem seviyesi		0,49	0,39

Çizelge 3.12. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısı iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
C-H	5	56,74		
C-TM	5	58,18	58,18	
C-SP	5	58,50	58,50	
C-TP	5		59,56	59,56
C-M	5			60,90
Önem seviyesi		0,18	0,38	0,41

Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12’de verilen bir tarafı polyester bir tarafı pamuk lifinden oluşan B ve C grubunda bulunan kumaşların ısı iletkenlik değerleri incelendiğinde, B grubu kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin 2, C grubu kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin ise 3 alt bölgeye ayrıldığı görölmektedir. A grubundaki kumaşlarda olduğu gibi, her iki grupta da bir tarafı pamuk diğer tarafı mikro polyester lifinden oluşan M-C ve C-M kumaşların en yüksek ısı iletkenlik değerine sahip olduğu görölmektedir. Mikrolifler

buldukları kumaşlarda hava boşluk miktarını azalttığı için, A grubunda olduğu gibi, B ve C grubundaki kumaşlarda da kumaşların ısı iletkenlik değerlerinde artışa neden olmuştur.

B grubundaki tekstüre mikroliften oluşan TM-C kumaşın ısı iletkenliği aynı tür lifin tekstüre olmayana kullanılarak üretilen M-C kumaştan düşüktür ve B grubundaki diğer kumaşlar içinde en düşük ısı iletkenlik değerine sahiptir. Benzer durum C grubundaki tekstüre liflerden üretilen C-TM ve tekstüre olmayan liflerden üretilen C-M kumaşlar arasında da gerçekleşmiş ve C-TM kumaşın ısı iletkenlik değeri C-M kumaştan daha düşüktür. A grubu kumaşlarda olduğu gibi, B ve C grubu kumaşlarda da tekstüre işlemi mikroliflerden üretilen kumaşlarda kumaşlara sağladığı hacimlilik nedeniyle kumaşların ısı iletkenlik değerlerini düşürmüştür.

Yine Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12 incelendiğinde, A grubundaki kumaşlarda olduğu gibi, B grubunda bulunan bir tarafı tekstüre mikroliften üretilen TM-C, standart polyesterden üretilen SP-C, içi boş liften üretilen H-C ve tekstüre polyesterden üretilen TP-C kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. C grubundaki C-H, C-TM, C-SP kumaşlar için de benzer bir durum geçerlidir ve aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur.

Her iki tarafı farklı tipte polyesterden oluşan D grubundaki kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.13. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısı iletkenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
H-M	5	57,34		
SP-H	5	57,82		
H-SP	5	58,32	58,32	
M-H	5	59,88	59,88	59,88
M-SP	5		61,60	61,60
SP-M	5			62,48
Önem seviyesi		0,25	0,07	0,23

Çizelge 3.13’de verilen iki tarafı farklı polyester lifinden oluşan D grubu kumaşların ısı iletkenlik değeri incelendiğinde, kumaşların ısı iletkenlik değ erlerinin 3 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Bir tarafı standart polyester diğ er tarafı mikro polyester lifinden oluşan SP-M ve M-SP kumaşların ısı iletkenlik değ erleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı ve bu iki kumaşın D grubunda bulunan diğ er kumaşlar içinde en yüksek ısı iletkenlik değ erlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumda, mikro polyester ve polyester liflerinin kumaşın iç ya da dış kısmında kullanılmasının ısı iletkenlik değ erleri açısından istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmadığı tespit edilmiştir.

Yine Çizelge 3.13’e bakıldığında, bir tarafında iç i boş lif kullanılan H-M kumaşın ısı iletkenlik değ eri en düşüktür. Bir tarafında iç i boş lif kullanılan H-M, SP-H, H-SP, M-H kumaşların ısı iletkenlikleri D grubundaki diğ er kumaşlardan daha düşüktür. Bu durumda, iç i boş liflerin kumaşların ısı iletkenlik değ erini azalttığı düşünülebilir.

Kumaşların ısı iletkenlik değ erleri ile kalınlık ve hava geçirgenliğ i arasındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiksel bivariante korelasyon analizi yapılmıştır. Isı iletkenlik ile kalınlık ve hava geçirgenliğ i arasındaki ikili ilişkilerin derecesini gösteren Pearson korelasyon katsayısı ve önem seviyesi Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Isı iletkenlik ile kalınlık ve hava geçirgenliğ i arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Kalınlık	-0,483*	0,023
Hava geçirgenliğ i	0,371	0,089

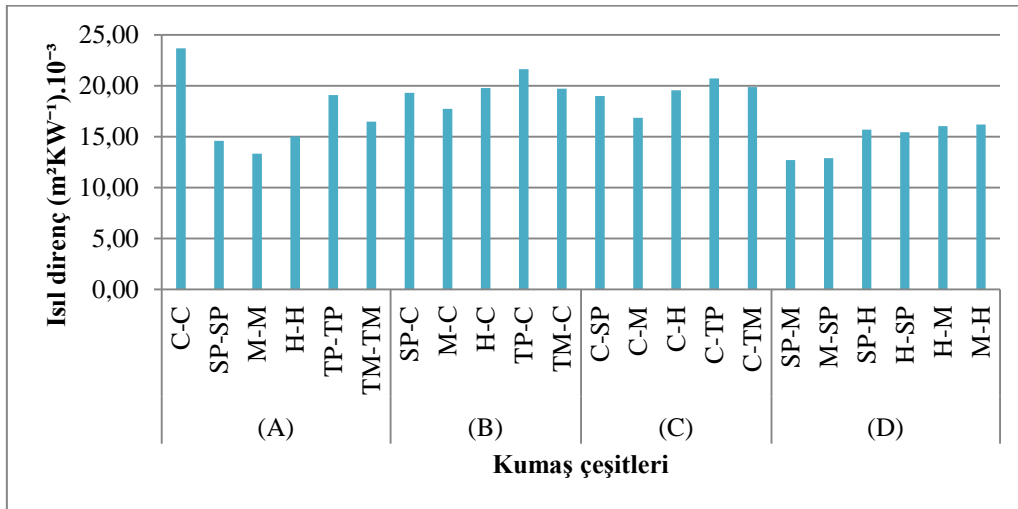
**: Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 3.14’de verilen ısı iletkenlik ile kumaş kalınlığı arasındaki Pearson korelasyon katsayısına bakıldığında, ısı iletkenlik ile kalınlık arasında negatif istatistiksel ilişki olduğu ve bu ilişkinin de 0,05 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülecektir. Yine aynı çizelgeye bakıldığında ısı iletkenlik değ eri ile hava geçirgenliğ i arasında pozitif bir ilişki olduğu görülecektir.

3.2.2. Isıl direnç sonuçları

Tekstil malzemelerinin en önemli ısıl özelliklerinden birisi, ısı iletimine karşı olan direncini gösteren ısıl yalıttır [72]. Tekstil malzemesinin ısıl yalıtımı ısıl direnç ile belirlenmektedir [72, 69]. Isıl direnç, malzemenin iki yüzü arasındaki sıcaklık farkının bu yüzeylere dik yöndeki birim alandan geçen ısı akışına oranı olarak tanımlanmaktadır [72, 69]. Yüksek ısıl direnç kullanıcıyı soğuktan koruması ve buna bağlı olarak kumaş konforunu artırması nedeniyle özellikle soğuk atmosfer şartlarında aranan bir özelliktir. Herhangi bir noktadaki ısı akışının büyüklüğü malzemenin ısıl direnci ile ters orantılıdır. Isıl direnç arttıkça, ısı kaybı azalır [72]. Kumaşların ısıl yalıtımı olarak da ifade edilebilen ısıl direnç “Materyal ve Metot” bölümünde Eş. 2.2’de verildiği gibi büyük ölçüde malzemenin ısıl iletkenliğine ve malzemenin kalınlığına bağlıdır. Isıl iletkenlik ve ısıl direnç arasında ters orantı bulunurken, kalınlık ve ısıl direnç arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Dolayısıyla kumaş kalınlığının artışı ısıl direnci artıran nedenlerden biridir. Kumaş içindeki durgun hava miktarı ve kumaş yoğunluğu da kumaşların ısıl direncini etkileyen diğer önemli iki faktördür [69].

Çizelge 3.8’de verilen ısıl direnç katsayıları Şekil 3.3’de ayrıca grafiksel olarak da gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Isıl direnç sonuçları

Çizelge 3.8 ve Şekil 3.3’de verilen iki taraflı kumaşların ısıl direnç değerleri incelendiğinde, pamuk içeren kumaşların ısıl dirençlerinin farklı tipte polyester içeren

kumaşlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda, iki tarafı pamuk lifinden oluşan %100 pamuk kumaş en yüksek ısıl direnç değerine sahiptir. Literatürde pamuk ve polyester lifleri kullanılarak üretilen kumaşların ısıl özelliklerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur. Marmaralı ve Oğlakçioğlu [25], Hassan ve arkadaşlarının [24], Hatch ve arkadaşlarının [14], Sampath ve arkadaşlarının [35] yaptığı çalışmalar bunlardan bazılarıdır. Marmaralı ve Oğlakçioğlu'nun yaptığı çalışmada [25], %100 pamuk kumaşlar %100 polyester kumaşlardan daha düşük ısıl direnç değerleri gösterirken, Hassan ve arkadaşlarının [24] ve Sampath ve arkadaşlarının [35] yaptıkları çalışmalarda ise %100 pamuk kumaş %100 polyester kumaştan daha yüksek ısıl direnç değeri göstermiştir. Hatch ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [14] kumaşların ısıl direnç özellikleri lif cinsine bağlı olarak elde edilememiştir. Pamuk kumaşların daha yüksek ısıl direnç gösterdiği bu çalışmanın sonuçları Hassan ve arkadaşlarının [24] ve Sampath ve arkadaşlarının [35] yaptığı çalışmalar ile uyumludur.

Çizelge 3.15'de lif tiplerinin çift yüzlü kumaşların ısıl direnç değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi her kumaş grubu (A, B, C ve D grubu) için ayrı olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.15. Kumaşların ısıl direnç değerleri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	464,493	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	38,236	0,001
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	70,384	0,001
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	183,919	0,001

Çizelge 3.15'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, tüm kumaş grupları için, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin ısıl direnç değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu durum, her bir gruptaki farklı lif içeren kumaş cinslerinin ısıl direnç değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılan

liflerin kumaşların ısı direnç değerleri üzerinde önemli bir farka neden olduğu görülmektedir. Lif tipinin tüm kumaş gruplarında ısı direnç değeri üzerine etkisi olduğundan dolayı, hangi lif tipleri arasında fark olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır.

A grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.16. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar				
		1	2	3	4	5
M-M	5	13,34				
SP-SP	5		14,58			
H-H	5		15,04			
TM-TM	5			16,48		
TP-TP	5				19,08	
C-C	5					23,68
Önem seviyesi		1,00	0,46	1,00	1,00	1,00

Çizelge 3.16’da verilen her iki tarafı aynı tipte liften oluşan 6 farklı kumaşın ısı direnç değerleri incelendiğinde, ısı direnç değerlerinin 5 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. C-C kumaşın ısı direncinin A grubunda bulunan polyester içerikli diğer kumaşlar içinde en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. %100 pamuk C-C kumaşın yüksek kalınlık (Bkz. Çizelge 2.6) ve düşük ısı iletkenlik değerine (Bkz. Çizelge 3.10) sahip olması bu kumaşın çeşitli polyester lifleri kullanılarak yapılan diğer kumaşlardan daha yüksek ısı direnç göstermesine neden olmuştur. Daha öncede bahsedildiği gibi, kumaşların kalınlık değeri arttıkça ve ısı iletkenlik değeri azaldıkça ısı direnç artmaktadır. Ayrıca, pamuk ipliğinin tüylülüğü pamuk kumaşın ısı direnç değerinin polyester kumaşlardan daha yüksek olmasının diğer bir nedeni olarak gösterilebilir. Daha tüylü pamuk ipliği elde edilen kumaşın içinde daha fazla hava boşluğu bulunmasına neden olacaktır. Kumaş içindeki hava boşlukları bu C-C kumaşın ısı direnç özelliklerini arttırmış

olabilecektir. Yine Çizelge 3.16 incelendiğinde, %100 mikro polyesterden üretilen M-M kumaşın A grubu kumaşlar içinde en düşük ısı direncine sahip olduğu görülmektedir. M-M kumaşın ısı direncinin düşük olması mikroliflerin iplik içindeki boşlukları azaltmasından kaynaklanabilmektedir. Çizelge 2.6'de verildiği gibi, bu kumaşın ince kumaş yapısına sahip olması M-M kumaşın ısı direncinin düşük olmasının diğer bir nedeni olabilir.

Çizelge 2.6'dan da görüleceği gibi, tekstüre işleminin iplikleri daha hacimli yapmasından ötürü, tekstüre ipliklerden üretilen TP-TP ve TM-TM kumaşların kalınlığı, tekstüre ipliklerden üretilmeyen SP-SP ve M-M kumaşlardan daha fazladır. Dolayısıyla Çizelge 3.16 incelendiğinde, tekstüre polyester iplikten oluşan TP-TP kumaşın ısı direncinin standart polyester ipliğinden yapılan SP-SP kumaşın ısı direncinden yüksek olduğu görülmektedir. Yine benzer şekilde, tekstüre mikro polyesterden yapılan TM-TM kumaşın ısı direnci de mikro polyesterden yapılan M-M kumaştan yüksektir. Bu durumda tekstüre işleminin kumaşların ısı direncini artırdığı görülmektedir. Bu sonuç, Özçelik ve arkadaşlarının yaptığı çalışma sonuçları [30] ile uyumludur.

Çizelge 3.16'ya bakıldığında, içi boş liften üretilmiş H-H kumaş ve standart polyester liflerinden üretilen SP-SP kumaşın ısı direnç değeri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmesine rağmen H-H kumaşın ısı direnç değeri çok az derece daha yüksektir. Dolayısıyla içi boş lif kullanımı kumaşların ısı direnç değerini artırmıştır denilebilir. H-H kumaşın SP-SP kumaştan daha yüksek ısı direnç göstermesi yine H-H kumaşın SP-SP kumaşa göre daha hacimli ve kalın olmasından kaynaklanabilir.

Bir tarafı farklı tipte polyester diğer tarafı pamuk lifinden oluşan B ve C grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları sırasıyla Çizelge 3.17'de ve Çizelge 3.18'de verilmiştir.

Çizelge 3.17. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
M-C	5	17,74		
SP-C	5		19,30	
TM-C	5		19,72	
H-C	5		19,78	
TP-C	5			21,62
Önem seviyesi		1,00	0,57	1,00

Çizelge 3.18. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar			
		1	2	3	4
C-M	5	16,86			
C-SP	5		18,98		
C-H	5		19,54	19,54	
C-TM	5			19,88	
C-TP	5				20,72
Önem seviyesi		1,00	0,19	0,6409	1,00

Çizelge 3.17 ve Çizelge 3.18’de verilen 5 farklı kumaştan oluşan B ve C grubu kumaşların ısı direnç değerleri incelendiğinde, B grubu kumaşların ısı direnç değerlerinin 3 alt bölgeye, C grubu kumaşların ısı dirençlerinin ise 4 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Her iki grupta da bir tarafı pamuk diğer tarafı tekstüre polyester lifinden oluşan C-TP ve TP-C kumaşların bir tarafı polyester olan diğer kumaşlar içinde en yüksek ısı direnç değerine sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tekstüre iplikler kullanılarak üretilen C-TP ve TP-C kumaşlar aynı tip lifin tekstüre olmayanı ile üretilen C-SP ve SP-C

kumaşlardan yüksek ısı direnç göstermiştir. Bu durumda tekstüre iplik kullanımı A grubunda olduğu gibi B ve C grubunda da ısı direnç değerini artırmıştır.

Çizelge 3.17 ve Çizelge 3.18 incelendiğinde, her iki grupta da bir tarafı mikro polyesterden oluşan C-M ve M-C kumaşların ısı direnç değerleri A grubunda olduğu gibi standart polyester kullanılan C-SP ve SP-C kumaşlardan düşüktür ve bu kumaşlar kendi grupları içinde en düşük değere sahiptir. Yine Çizelge 3.17 ve Çizelge 3.18'e bakıldığında, her iki grupta da standart polyester ve içi boş liflerden üretilen SP-C, H-C ve C-SP, C-H kumaşların ısı direnç değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Fakat içi boş lif kullanılarak üretilen C-H ve H-C kumaşların ısı direnç değerleri standart polyesterden üretilen C-SP ve SP-C kumaşlardan biraz daha yüksektir ve içi boş lif kullanımı ısı direnç değerini biraz daha artırmıştır denilebilir.

Her iki tarafı farklı tipte polyesterden oluşan D grubundaki kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.19. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısı direnç değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
SP-M	5	12,70		
M-SP	5	12,90		
H-SP	5		15,44	
SP-H	5		15,70	15,70
H-M	5			16,02
M-H	5			16,18
Önem seviyesi		0,83	0,63	0,08

Çizelge 3.19'da verilen her iki tarafı farklı tipte polyesterden oluşan D grubundaki kumaşların ısı direnç değerleri incelendiğinde, kumaşların ısı direnç değerlerinin 3 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Bir tarafı standart polyester diğer tarafı mikro polyester lifinden oluşan SP-M ve M-SP kumaşların ısı direnç değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Bu durumda, standart polyester ve mikro polyester

liflerinin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması kumaşın ısı direnç değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmamıştır. Benzer şekilde, bir tarafı standart polyester diğer tarafı içi boş liften oluşan SP-H ve H-SP kumaşların ısı direnç değerleri ve bir tarafı mikro polyester diğer tarafı içi boş liften yapılan H-M ve M-H kumaşların ısı direnç değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Dolayısıyla standart polyester ve içi boş lifin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılmasının ve yine mikro polyester ve içi boş lifin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılmasının ısı direnç değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmadığı tespit edilmiştir.

Isı direnç ile kalınlık, ısı iletkenlik ve hava geçirgenliği arasındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiksel bivariate korelasyon analizi yapılmıştır. Isı direnç ile kalınlık, ısı iletkenlik ve hava geçirgenliği arasındaki ikili ilişkilerin derecesini gösteren Pearson korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Isı direnç ile kalınlık, ısı iletkenlik ve hava geçirgenliği arasındaki bivariate korelasyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Kalınlık	0,984 ^{**}	0,001
Isı iletkenlik	-0,625 ^{**}	0,002
Hava geçirgenliği	-0,853 ^{**}	0,001

‘**’: Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 3.20’de verilen Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde, ısı direnç ile kalınlık arasında kuvvetli pozitif istatistiksel ilişki olduğu ve bu ilişkinin de 0,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülecektir. Yine Çizelge 3.20’den görüleceği üzere, ısı direnç ile ısı iletkenlik arasında da kuvvetli negatif bir istatistiksel ilişki bulunmaktadır. Isı direnç ve ısı iletkenlik arasındaki bu ilişki 0,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Son olarak Çizelge 3.20 incelendiğinde, ısı iletkenlik ve hava geçirgenliği arasında istatistiksel olarak 0,01 seviyesinde anlamlı olan kuvvetli negatif bir ilişki olduğu görülmektedir.

3.2.3. Isıl soğurganlık sonuçları

Son zamanlarda kumaşların anlık temas özellikleri önem kazanmıştır. Kumaşların anlık temas özellikleri ile ilgili ilk çalışma Yoneda ve Kawabata [73-75] tarafından başlatılmıştır. Yaptıkları çalışmada herhangi bir kişi bir nesneye dokunduğu zaman hissedilen sıcaklık/soğukluk hissini insan vücudu ile temas edilen nesne arasındaki ısı akışı ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Yoneda ve Kawabata [74] ısı akışı ile sıcaklık/soğukluk hissi arasındaki ilişkiyi inceleyerek, sıcaklık/soğukluk hissini sayısal olarak ifadesi için cihaz geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmada sıcaklık/soğukluk hissini insan derisi ile kumaş yüzeyine temas edildikten çok kısa bir süre içerisinde oluşan ısı akışının maksimum değeri (q_{max}) ile ilgili olduğunu ve maksimum ısı akış değerinin sıcaklık/soğukluk hissini sayısal olarak ifade edilmesinde kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Daha sonra sıcaklık/soğukluk hissini ölçmek için, Hes ısı soğurganlık (b) olarak adlandırılan diğer parametre takdim etmiştir. Isıl soğurganlık, sıcaklık ani olarak arttığı zaman, belirli bir zaman periyodu sırasında ısının kumaşa geçtiği miktar olarak tanımlanmaktadır [76].

Isıl soğurganlık, maksimum ısı geçişi (q_{max}) ve ısı difüzyon ile birlikte, günümüzde bir tekstil malzemesinin anlık temas özelliklerini yani sıcaklık/soğukluk hissini objektif olarak ölçmek için kullanılmaktadır. Isıl soğurganlık “Materyal ve Metot” bölümünde Eş. 2.3’de verildiği gibi, ısı iletkenlik, özgül ısı ve kumaş yoğunluk parametreleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır [55, 56].

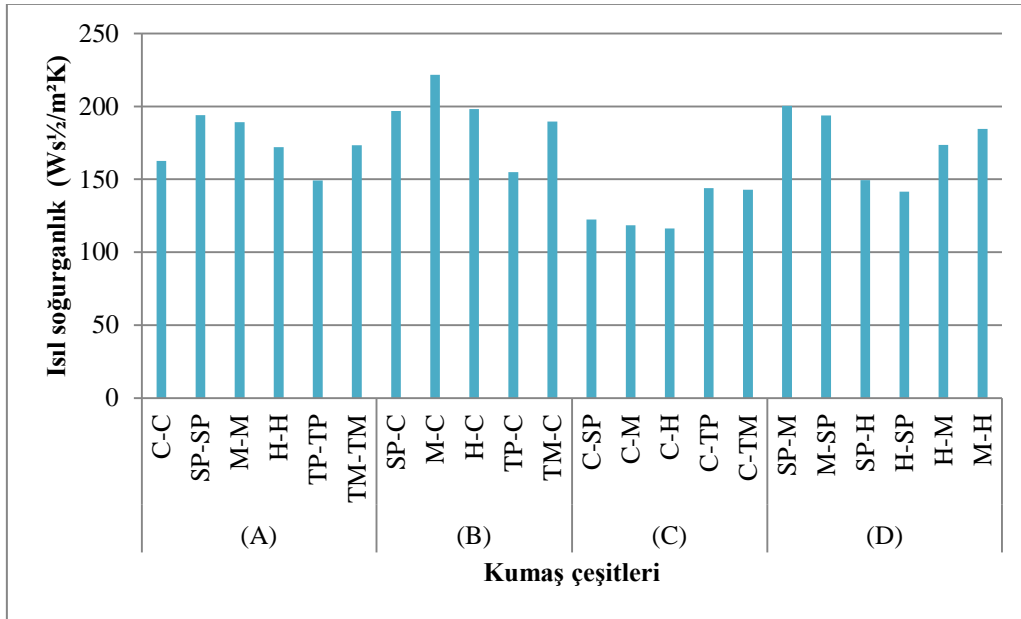
Isıl soğurganlık değeri yüksek olan bir kumaşla temas etmek soğukluk hissi verirken, ısı soğurganlık değeri düşük olan bir kumaşla temas etmek ise sıcaklık hissi vermektedir. Bu durumda sıcak yaz günlerinde ısı soğurganlığı yüksek kumaşlar verdiği soğuk his nedeniyle daha iyi bir konfor sağlamaktayken, soğuk kış günlerinde ise düşük ısı soğurganlık değerine sahip olan ve sıcak his veren kumaşlar daha iyi bir konfor sağlamaktadır [74, 75, 77-79].

Isıl kapasite ve ısı iletkenlik kadar, kumaş ve deri arasındaki temas alanı da sıcaklık-soğukluk hissini belirlemektedir [77-79]. Bu nedenle, kumaşın yüzey özelliklerinin (düzgünlük/düzensizlik) bu his üzerindeki etkisi büyüktür. Düzenli, düz, pürüzsüz bir yüzeye sahip kumaşlar daha az düzenli ve yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip

olan kumaşlarla karşılaştırıldığında daha soğuk bir his vermektedir. Düzgün yüzey, deri ile büyük bir alan teması sağlaması nedeni ile ısı soğurganlığı ve ısı geçiş değerlerini artırarak kumaşların daha soğuk his vermesini sağlamaktadır. Tam tersi şekilde de, kaba yüzey, ısı geçiş ve ısı soğurganlık değerlerini azaltacak ve kumaşların sıcak his vermesini sağlayacaktır.

Literatürde polyester ve pamuk kumaşların ısı soğurganlık değerlerinin incelendiği pek çok çalışma vardır [24, 25, 46, 35]. Hassan ve arkadaşlarının, Gunesoglu ve arkadaşlarının [46], Oğlakçioğlu ve Marmaralı [25]'nin yaptığı çalışmalarda pamuk içerikli kumaşların polyester içerikli kumaşlardan daha yüksek ısı soğurganlık değeri gösterdiği saptanmıştır. Yani pamuk kumaşlar polyester kumaşlara göre giysiyi giyene daha soğukluk hissi vermektedir.

Çizelge 3.8'de verilen ısı soğurganlık değerleri Şekil 3.4'de ayrıca grafiksel olarak da gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Isıl soğurganlık sonuçları

Çizelge 3.8'de ve Şekil 3.4'de verilen ısı soğurganlık değerleri incelendiğinde, kumaş grubunun kumaşların ısı soğurganlık değerleri üzerinde belirgin etkisi bulunamamıştır. İç tarafı pamuk lifinden oluşan C grubu kumaşların ısı soğurganlık değerleri iç tarafı polyester olan B grubundaki kumaşların ısı soğurganlık değerlerinden

daha düşüktür. Pamuk ve polyester liflerinin kumaşların iç veya dış taraflarında kullanılması ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerinin aksine kumaşların ısı soğurganlık değerlerini B ve C grubu kumaşlarda etkilemektedir. Ayrıca, iç tarafı pamuk lifinden oluşan C grubu kumaşların ısı soğurganlık değerleri B grubundaki kumaşların ısı soğurganlık değerlerinden başka, diğer gruptaki kumaşların ısı soğurganlık değerlerinden de daha düşüktür. Sıcaklık/soğukluk hissini ölçmek için kullanılan diğer bir parametre olan maksimum ısı akış değerleri (q_{max}) de ısı soğurganlık değerleri ile benzer özellik göstermiştir. C grubu kumaşların maksimum ısı akış değerleri de diğer grupta bulunan kumaşların maksimum ısı akış değerlerinden daha düşük değerler göstermiştir. Bu bahsedilen ısı soğurganlık ve maksimum ısı akışı sonuçlarına göre, pamuk lifinin iç tarafta bulunduğu C grubu kumaşlar diğer kumaşlardan daha sıcak bir his vermektedirler.

Yine, Çizelge 3.8 ve Şekil 3.4’de verilen iki taraflı kumaşların ısı soğurganlık değerleri incelendiğinde, B grubu içinde bulunan, mikro polyester ve pamuk kullanılarak üretilen M-C kumaşın ısı soğurganlık değerinin 4 kumaş grubu içinde en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Standart polyester ve mikro polyester lifleri kullanılarak üretilen SP-M kumaşın ısı soğurganlık değerleri de tüm kumaş grupları içinde M-C kumaştan sonra gelen en yüksek değerlerdir.

Lif tipinin çift yüzlü kumaşların ısı soğurganlık değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları her kumaş grubu (A, B, C ve D) için Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.21. Kumaşların ısı soğurganlık değerleri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	25,694	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	57,088	0,001
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	11,101	0,001
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	45,291	0,001

Çizelge 3.21’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, tüm kumaş grupları için, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin ısıl soğurganlık değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu durum, her bir gruptaki farklı lif içeren kumaş cinslerinin ısıl soğurganlık değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılan lif tipinin kumaşların ısıl soğurganlık değerleri üzerinde önemli bir farka neden olduğunu görülmektedir. Lif tipinin tüm kumaş gruplarında ısıl soğurganlık değeri üzerine etkisi olduğundan dolayı, hangi lif tipleri arasında fark olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. A grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.22. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısıl soğurganlık değerleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
TP-TP	5	149,12		
C-C	5	162,64	162,64	
H-H	5		171,98	
TM-TM	5		173,38	
M-M	5			189,08
SP-SP	5			193,90
Önem seviyesi		0,07	0,22	0,90

Çizelge 3.22’de verilen her iki tarafı da aynı tipte lif kullanılarak üretilen, 6 farklı çeşit kumaştan oluşan A grubundaki kumaşların ısıl soğurganlık değerleri incelendiğinde, ısıl soğurganlık değerlerinin 3 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Her iki tarafı standart polyester lifinden oluşan SP-SP ve her iki tarafı mikroliften oluşan M-M kumaşların ısıl soğurganlık değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ve bu iki SP-SP ve M-M kumaşların A grubundaki kumaşlar içinde en yüksek ısıl soğurganlık değerine sahip olduğu görülmektedir. SP-SP ve M-M kumaşlar ayrıca A grubu kumaşlar içinde en yüksek maksimum ısı akış değerleri göstermiştir. Isıl soğurganlık ve maksimum ısı akış

değerlerine göre, SP-SP ve M-M kumaşlar diğer A grubu kumaşlar içinde en soğukluk hissini veren kumaşlardır. Özellikle M-M kumaşın ısı iletkenlik katsayısının yüksek olması ve yüzeyinin diğer kumaşlara göre daha düzgün olması bu kumaşın yüksek ısı soğurma değerleri göstermesini sağlamış olabilir.

Hem iç hem de dış tarafı tekstüre polyesterden yapılan TP-TP kumaşın ısı soğurganlık değerinin standart polyester lifinden yapılan SP-SP kumaştan daha düşük olduğu, benzer şekilde her iki tarafı da tekstüre mikroliften yapılan TM-TM kumaşın ısı soğurganlık değerinin mikro polyester lifinden yapılan M-M kumaştan daha düşük olduğu Çizelge 3.22'den görülmektedir. Ayrıca, TP-TP kumaşın ısı soğurganlık değeri A grubu kumaşlar içerisinde en düşük değere sahiptir. Bu sonuca göre, tekstüre işleme kumaşların ısı soğurganlık değerlerini düşürmektedir. Bu durumda, tekstüre işleme görmüş ipliklerden üretilen TM-TM ve TP-TP kumaşların temas eden kişiye, tekstüre işleme görmemiş ipliklerden üretilen M-M ve SP-SP kumaşlara göre daha fazla sıcaklık hissi verebileceği düşünülmektedir. Özçelik ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada [30] da tekstüre iplikten yapılan kumaşlar tekstüre iplikten yapılmayan kumaşlardan bu çalışmada olduğu gibi daha düşük ısı soğurganlık değerleri ve maksimum ısı akış değerleri göstermiştir. Özçelik ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [30] da belirttiği gibi, tekstüre iplikteki kıvrımlar bu iplikten yapılan kumaşların daha kaba bir yapıda olmasını sağlamaktadır. Tekstüre ipliklerden yapılan kumaşların daha kaba yapısı da kumaşların yüzey ile temas etmesini azaltarak, bu kumaşların ısı soğurganlık değerlerini düşürecektir. Ayrıca içinde mikrolif içeren tekstüre iplikten yapılan MT-MT kumaşın aynı şekilde içinde mikrolif içeren tekstüre olmayan M-M kumaşa göre daha düşük ısı iletkenlik değeri göstermesi de bu iplikten yapılan MT-MT kumaşın ısı soğurganlık değerini azaltmış olabilir.

Yine Çizelge 3.22'den görüleceği üzere, her iki tarafı pamuk ipliğinden yapılan C-C ve her iki tarafı tekstüre polyester iplikten yapılan TP-TP kumaşların ısı soğurganlık değerleri birbirine çok yakın olarak bulunmuştur. Her iki kumaş çeşidinin ısı soğurganlık değerleri arasında Çizelge 3.22'den görüleceği üzere, istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. C-C kumaş TP-TP kumaştan sonraki en düşük ısı soğurganlık değerine sahiptir. C-C kumaş da TP-TP kumaş gibi kumaşa sıcaklık hissi vermektedir. Pamuk ipliğın tekstüre iplik gibi daha hacimli ve tüylü yapısı, pamuk ipliğinden yapılan C-C kumaşın yüzeyinin daha kaba olmasına neden olarak, C-C kumaşın ısı soğurganlık değerini düşürmüş olabileceği düşünülmektedir.

Yine Çizelge 3.22’de verilen sonuçlardan, iç ve dış tarafı içi boş liften oluşan H-H kumaşın ısı geçirgenlik değeri iç ve dış tarafı standart polyesterden oluşan SP-SP kumaşın ısı geçirgenlik değeri ile karşılaştırılacak olursa, H-H kumaşın ısı geçirgenlik değerinin SP-SP kumaştan daha düşük olduğu görülecektir. Ayrıca bu iki kumaşın ısı geçirgenlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Bu sonuç Karaca ve arkadaşlarının yaptığı çalışma sonuçları ile uyumlu değildir. Karaca ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [39] içi boş liflerden oluşan kumaşlar içi boş olmayanlara göre daha yüksek ısı geçirgenlik değerleri göstermiştir.

Bir tarafı pamuk diğer tarafı polyester lifinden oluşan B ve C grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları sırasıyla Çizelge 3.23’de ve Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.23. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısı geçirgenlik değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
TP-C	5	154,82		
TM-C	5		189,60	
SP-C	5		196,88	
H-C	5		198,06	
M-C	5			221,66
Önem seviyesi		1,00	0,36	1,00

Çizelge 3.24. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısıt soğurganlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
C-H	5	116,38	
C-M	5	118,52	
C-SP	5	122,54	
C-TM	5		142,88
C-TP	5		143,88
Önem seviyesi		0,82	1,00

Çizelge 3.23 ve Çizelge 3.24 incelendiğinde, bir tarafında pamuk diğer tarafında farklı tiplerde polyester iplikleri kullanılarak üretilen B grubundaki kumaşların ısıt soğurganlık değerlerinin 3 alt bölgeye ve C grubundaki kumaşların ısıt soğurganlık değerlerinin ise 2 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir.

Daha öncede belirtildiği gibi, iç tarafında farklı tiplerde polyester dış tarafında pamuk iplikleri kullanılarak üretilen B grubundaki kumaşların ısıt soğurganlık değerleri iç tarafında pamuk dış tarafında farklı tiplerde polyester iplikleri kullanılarak üretilen C grubu kumaşların ısıt soğurganlık değerlerinden oldukça yüksektir. Pamuk ipliğinin kumaşın iç tarafında kullanılması kumaşların ısıt soğurganlık değerlerini azaltmaktadır. Sıcaklık/soğukluk hissini insan deri ile temas eden kumaşın iç tarafı belirlemektedir. Bu nedenle, kumaşın iç tarafının pamuk olduğu C grubu kumaşlarda ısıt soğurganlık değerlerinde pamuk ipliğinin belirleyici olduğu, C grubu kumaşlarda dış tarafta kullanılan polyester ipliklerinin etkisinin B grubu kumaşlara göre daha az olacağı düşünülmektedir. A grubu kumaşlarda belirtildiği gibi, iki tarafı pamuk olan C-C kumaşın ısıt soğurganlık değerinin düşük olması pamuk lifinin kumaşın ısıt soğurganlık değerini düşürdüğünü göstermektedir. Aynı nedenle, pamuk lifinin ısıt soğurganlık değerini belirleyen kumaşın iç tarafında kullanılması C grubu kumaşların B grubu kumaşlara göre daha düşük ısıt soğurganlık değerleri göstermesine neden olmuş olabilir.

B grubunda bulunan iç tarafı tekstüre polyester dış tarafı pamuktan oluşan TP-C kumaşın ve iç tarafı mikro tekstüre polyester dış tarafı pamuktan oluşan TM-C kumaşın ısıl soğurganlık değerlerinin, A grubunda olduğu gibi tekstüre olmayan liflerden oluşan kumaşların ısıl soğurganlık değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. C grubu kumaşlarda ise bu durumun tam tersi bir durumla karşılaşılmıştır. Bunun nedeni az önce belirtildiği gibi C grubu kumaşlarda pamuk ipliğinin belirleyici olmasından kaynaklanmıştır olabilir.

Çizelge 3.23 ve Çizelge 3.24'e bakıldığında, mikro polyester lifinden oluşan kumaş M-M A grubu kumaşlar içerisinde ikinci en yüksek ısıl soğurganlık değeri gösterirken, iç tarafında mikro polyester lifi kullanılan M-C kumaş da B grubu kumaşlar arasında en yüksek ısıl soğurganlık değeri göstermiştir. Daha önceden de bahsedildiği gibi, mikro kumaşların ince kumaş yapısı ve dolayısıyla yüksek ısıl iletkenlik değeri göstermesi bu kumaşların ısıl soğurganlık değerlerinin yüksek olmasının nedeni olabilir.

Her iki tarafı farklı tipte polyesterden oluşan D grubundaki kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.25'de verilmiştir.

Çizelge 3.25. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısıl soğurganlık değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar			
		1	2	3	4
H-SP	5	141,42			
SP-H	5	149,48			
H-M	5		173,48		
M-H	5		184,44	184,44	
M-SP	5			193,84	193,84
SP-M	5				200,30
Önem seviyesi		0,604	0,282	0,443	0,790

Çizelge 3.25 incelendiğinde, her iki tarafı farklı tipte polyester lifinden D grubu kumaşların ısıl soğurganlık değerlerinin 4 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Standart polyester ve mikro polyesterden oluşan SP-M kumaş D grubu kumaşlar içinde en yüksek

ısı ısı soğurğanlık değeri sağıptır ve M-SP kumaşla aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç A grubundaki ısı soğurğanlık sonuçları ile uyumludur. A grubu kumaşlarda da her iki tarafı mikrolif olan M-M ve yine her iki tarafı standart polyester lifinden oluşan SP-SP kumaşlar en yüksek ısı soğurğanlık değeri göstermişti. Bu nedenle standart polyester ve mikrolifin kumaşın iç veya dış kısmında kullanımı ısı soğurğanlık değerlerini istatistiksel olarak etkilememektedir.

Yine Çizelge 3.25'e bakıldığında, bir tarafı standart polyester diğer tarafı içi boş liften yapılan H-SP ve SP-H kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Bu durumda standart polyester ve içi boş liflerin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması önemli bir farka neden olmamaktadır. Benzer şekilde, içi boş lif ve mikroliflerden üretilen H-M ve M-H kumaşlar arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ve bu liflerin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması istatistiksel açıdan önemli bir fark yaratmamaktadır. Yine aynı şekilde standart polyester ve mikro polyester liflerinin de kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmamaktadır.

3.2.4. Isıl difüzyon (yayılm) sonuçları

Isıl difüzyon, maksimum ısı geçişi (q_{max}) ve ısı soğurğanlık (b) parametreleri gibi bir tekstil malzemesinin anlık temas özelliklerini yani sıcaklık/soğukluk hissini objektif olarak ölçmek için kullanılan bir diğer parametredir. Isıl difüzyon, malzeme boyunca sıcaklığın yayıldığı hız olarak tanımlanmaktadır [55].

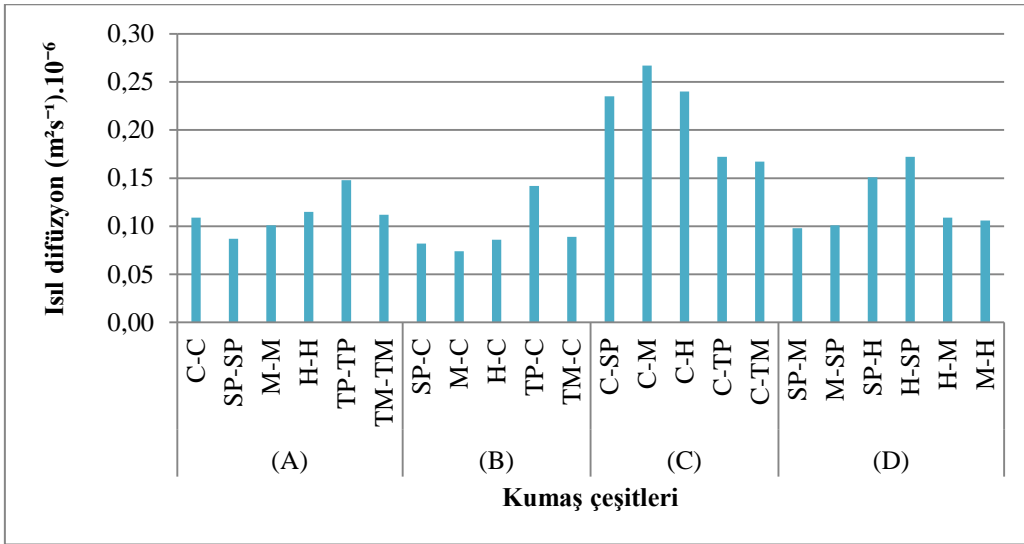
Isıl difüzyon "Materyal ve Metot" bölümünde Eş. 2.4'de verildiği gibi, ısı iletkenlik, özgül ısı ve kumaş yoğunluğu dikkate alınarak hesaplanmaktadır [55]. Isıl difüzyon ısı iletkenlik ile doğru orantılı olarak değişirken, ısı soğurğanlık, özgül ısı ve kumaş yoğunluğu ile ters orantılı olarak değişmektedir.

Daha önceden de bahsedildiği gibi ısı konforun temel belirleyicilerinden biri olan ısı özellikler birbiri ile yakın bir ilişki içindedir. Temas anındaki sıcaklık-soğukluk hissini ifade eden ısı soğurğanlık (b) ile ısı difüzyon (a) arasında Hes [56] tarafından Eş. 3.5'de verildiği gibi yakın bir ilişki vardır ve bu ilişki negatiftir. Dolayısıyla yüksek ısı soğurğanlık gösteren kumaşların genellikle düşük ısı difüzyon göstermesi beklenmektedir.

$$a = \left(\frac{\lambda}{b}\right)^2 \quad (3.5)$$

Çizelge 3.8’de verilen ısı difüzyon değerleri Şekil 3.5’de ayrıca grafiksel olarak da gösterilmiştir.

Çizelge 3.8, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’den de görüleceği gibi, ısı soğurganlık ve ısı difüzyon değerleri birbiriyle ters orantılı olarak değişmektedir. Tüm kumaş grupları içinde en yüksek ısı soğurganlık değerine sahip olan iç tarafı pamuk dış tarafı çeşitli polyester liflerinden oluşan C grubu kumaşlar aynı zamanda en düşük ısı difüzyon değerlerini göstermektedir.



Şekil 3.5. Isıl difüzyon sonuçları

Çizelge 3.8 ve Şekil 3.5’de verilen ısı difüzyon değerleri incelendiğinde, iç tarafı pamuk dış tarafı farklı tipte polyesterden oluşan C grubundaki kumaşların ısı difüzyon değerlerinin, iç ve dış tarafında aynı tip lif kullanılan A grubundaki kumaşlardan, dış tarafı pamuk iç tarafı çeşitli polyester lifleri kullanılarak üretilen B grubundaki kumaşlardan ve içi ve dışı farklı tipte polyester lifinden üretilen D grubundaki kumaşlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Literatürde kumaşların daha çok ısı özelliklerinden ısı iletkenlik, ısı direnç ve ısı soğurganlık özellikleri incelenmiştir. Polyester ve pamuk veya pamuk gibi selülozik esaslı liflerden oluşan kumaşların ısı difüzyon özelliklerinin incelendiği az sayıda çalışma vardır. Onal ve Yıldırım [42]’in Outlast ve Coolmax kullanılarak üretilen

kumaşların ısı difüzyon özelliğinin de incelendiği çalışmada, yüksek miktarda Coolmax ve polyester içeren kumaşların ısı difüzyon değerlerinin selülozik esaslı Outlast bakımından zengin içerikli kumaşlardan daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 3.26’da lif cinsinin çift yüzlü kumaşların ısı difüzyon değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi sınıflandırılmış olan her 4 kumaş grubu (A, B, C ve D) için ayrı olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.26. Kumaşların ısı difüzyon değerleri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	24,511	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	56,155	0,001
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	9,547	0,001
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	28,444	0,001

Çizelge 3.26’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, tüm kumaş grupları için, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin ısı difüzyon değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu durum, her bir gruptaki farklı lif içeren kumaş cinslerinin ısı difüzyon değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılan lif tipinin kumaşların ısı difüzyon değerleri üzerinde önemli bir farka neden olduğunu görülmektedir. Lif tipinin tüm kumaş gruplarında ısı difüzyon değeri üzerine etkisi olduğundan dolayı, hangi lif tipleri arasında fark olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. A grubunda bulunan kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.27. A grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
SP-SP	5	0,09		
M-M	5	0,10	0,10	
C-C	5		0,11	
TM-TM	5		0,11	
H-H	5		0,12	
TP-TP	5			0,15
Önem seviyesi		0,19	0,19	1,00

Çizelge 3.27’de verilen iki tarafı aynı tip liften oluşan A grubundaki 6 farklı kumaşın ısı difüzyon değeri incelendiğinde, ısı difüzyon değerlerinin 3 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. İç ve dış tarafı standart polyester lifinden üretilen SP-SP kumaşın ısı difüzyon değeri en düşük, her iki tarafı tekstüre polyester lifinden üretilen TP-TP kumaşın ısı difüzyon değeri en yüksektir. Daha önceden de bahsedildiği gibi kumaşların ısı difüzyon ve ısı soğurganlık değerleri birbiri ile ters bir ilişki içindedir. Dolayısıyla Çizelge 3.27 ve Çizelge 3.22 birlikte incelenecek olursa, A grubu kumaşlar içinde en yüksek ısı difüzyon değerine sahip TP-TP kumaşın yine A grubu kumaşlar içinde en düşük ısı soğurganlık değeri gösterdiği görülmektedir.

Yine Çizelge 3.27’ye bakıldığında standart polyester lifinden üretilen SP-SP kumaş ve mikro polyester lifinden üretilen M-M kumaşın ısı difüzyon değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Bu durumda kumaş üretiminde her iki tarafta da standart polyester lifi ya da mikrolif kullanımı ısı soğurganlık değerlerinde olduğu gibi, ısı difüzyon değeri açısından da istatistiksel olarak bir öneme sahip değildir.

Çizelge 3.27 incelendiğinde, her kumaş çeşidinde birbirinden farklı tipte polyester kullanılarak üretilen M-M, TM-TM, H-H kumaşlar ve pamuk lifinden üretilen C-C kumaş arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Ancak buna rağmen tekstüre mikro polyester lifinden üretilen TM-TM kumaşın ısı difüzyon değerinin M-M kumaştan çok az daha yüksek olduğu görülecektir. Tekstüre polyesterden üretilen TP-TP

kumaşın ısı difüzyon değeri de standart polyesterden üretilen SP-SP kumaştan yüksektir. Dolayısıyla tekstüre işlemi gören ipliklerin kazandığı hacimli yapı sayesinde, her iki tarafında bu tekstüre iplikler kullanılarak üretilen kumaşların ısı difüzyon değerleri tekstüre olmayan ipliklerden üretilen kumaşlardan daha yüksektir. Özçelik ve arkadaşlarının yaptığı çalışmadaki [30] ısı difüzyon sonuçları ile uyumlu olarak bu çalışmada da tekstüre işlemi kumaşların ısı difüzyon değerini artırmıştır.

Çizelge 3.28. B grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
M-C	5	0,07	
SP-C	5	0,08	
H-C	5	0,09	
TM-C	5	0,09	
TP-C	5		0,14
Önem seviyesi		0,07	1,00

Çizelge 3.29. C grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
C-TM	5	0,17	
C-TP	5	0,17	
C-SP	5		0,23
C-H	5		0,24
C-M	5		0,27
Önem seviyesi		0,10	0,53

Çizelge 3.28 ve Çizelge 3.29’da verilen bir tarafı pamuk diğer tarafı farklı polyester liflerinden oluşan B ve C grubu kumaşlar incelendiğinde, her iki grubun ısı difüzyon değerlerinin de 2 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. İç tarafı mikroliflerden dış tarafı ise pamuktan üretilen M-C kumaş B grubu kumaşlar içinde en düşük ısı difüzyon değerine sahipken, iç tarafı pamuk dış tarafı C-M kumaş ise C grubu kumaşlar içinde en yüksek ısı difüzyon değerine sahiptir. Bu durumda pamuk ve mikro polyester lifinin kumaşın iç ve dış tarafında kullanılması ısı difüzyon değerlerinin farklılık göstermesine neden olmuştur.

Çizelge 3.28 ve Çizelge 3.29 incelendiğinde, bir tarafı pamuk diğer tarafı çeşitli polyester liflerinden üretilen B grubundaki M-C, SP-C, H-C kumaşlar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamışken aynı şekilde C grubunda bulunan C-SP, C-H ve C-M kumaşlar arasında da önemli bir fark bulunamamıştır. Dolayısıyla bu kumaşlar üretilirken kullanılan liflerin kumaşın iç ya da dış yüzünde kullanılması ısı difüzyon değerlerini önemli ölçüde etkilememiştir.

Yine Çizelge 3.28 ve Çizelge 3.29’e bakılacak olursa, tekstüre iplikler ve pamuk kullanılarak üretilen kumaşlarda tekstüre ipliklerin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması ısı difüzyon değerinde farklılığa neden olmuştur ve tekstüre ipliklerin kumaşın iç yüzünde kullanılması ısı difüzyon değerlerini artırmıştır.

Çizelge 3.30. D grubundaki kumaşlar için ortalama ısı difüzyon değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
SP-M	5	0,10	
M-SP	5	0,10	
M-H	5	0,11	
H-M	5	0,11	
SP-H	5		0,15
H-SP	5		0,17
Önem seviyesi		0,731	0,121

Çizelge 3.30’de verilen iki tarafı da farklı çeşitte polyester liflerinden üretilen D grubundaki kumaşların ısı difüzyon değerlerinin 2 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Çizelge 3.30’a göre, bir tarafı standart polyester diğer tarafıya içi boş liflerden üretilen H-SP ve SP-H kumaşların ısı difüzyon değerleri D grubu kumaşlar içinde en yüksek değerlere sahiptir ve aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur. Bu durumda, bu lifler kullanılarak üretilen kumaşlarda liflerin iç ya da dış tarafta kullanılması ısı difüzyon değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmamaktadır.

Yine Çizelge 3.30 incelendiğinde, iç tarafı standart polyester dış tarafıya mikroliflerden üretilen SP-M kumaşın ısı difüzyon değerinin D grubundaki diğer kumaşlar içinde en düşük değere sahip olduğu ve M-SP, M-H, H-M kumaşlarla aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Ayrıca bu grupta bulunan kumaşların ısı difüzyon değerleri A, B ve C grubu kumaşlarda olduğu gibi yine aynı grupta bulunan kumaşların ısı soğurganlık değerleriyle ters bir ilişki içindedir.

Isı soğurganlık ile ısı iletkenlik arasındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiksel bivariate korelasyon analizi yapılmıştır. Isı soğurganlık ile ısı iletkenlik arasındaki ikili ilişkinin derecesini gösteren Pearson korelasyon katsayısı ve önem seviyesi Çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.31. Isı difüzyon ile ısı soğurganlık arasındaki bivariate korelasyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Isı soğurganlık	-0,939**	0,001

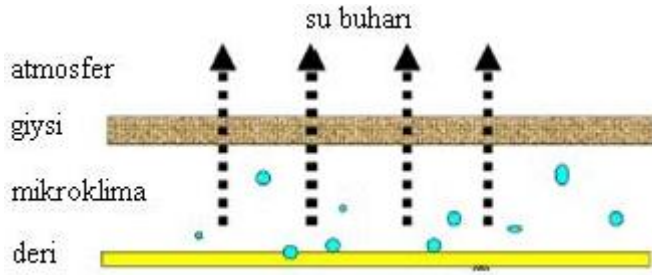
‘**’: Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 3.31’de verilen Pearson korelasyon katsayısı incelendiğinde, ısı difüzyon ile ısı soğurganlık arasında kuvvetli negatif istatistiksel ilişki olduğu görülecektir. Isı difüzyon ile ısı soğurganlık arasındaki bu ilişki 0,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

3.3. Bağıl Su Buharı Geçirgenliği ve Su Buharı Direnci Sonuçları

Normal atmosfer şartlarında ve normal aktivite sırasında, vücut metabolizması ile oluşturulan ısı atmosfere iletim (conduction), taşınım (convection) ve ışınım (radiation) yolu ile verilmektedir. Yüksek aktivite seviyelerinde ve yüksek sıcaklıklarda ısı miktarı çok yüksek olduğu için deriden atmosfere olan ısı iletimi azalır. Ter bezleri ter üretmek için harekete geçer. Terin buhar şekli hissedilmeyen ter olarak bilinir. Sıvı formu hissedilebilir ter olarak bilinir. Ter atmosfere iletildiğinde ısıyı da taşır ve vücut sıcaklığını düşürür. Giyilen kumaşın terin geçişine izin vermesi gerekir. Aksi halde, giysiyi giyen kişi rahatsızlık hisseder [9].

Şekil 3.6'da verildiği gibi, insan vücudu giysi ile kaplandığı zaman, deri ile giysi arasında mikroklima olarak adlandırılan bir ara bölge oluşur. Terlerken nem burada oluşur. Kumaşın yapışmasını ve rahatsızlık hissi vermesini önlemek için, su buharı yoğunlaşmadan önce bu mikroklima bölgesini terk etmelidir [16, 13].



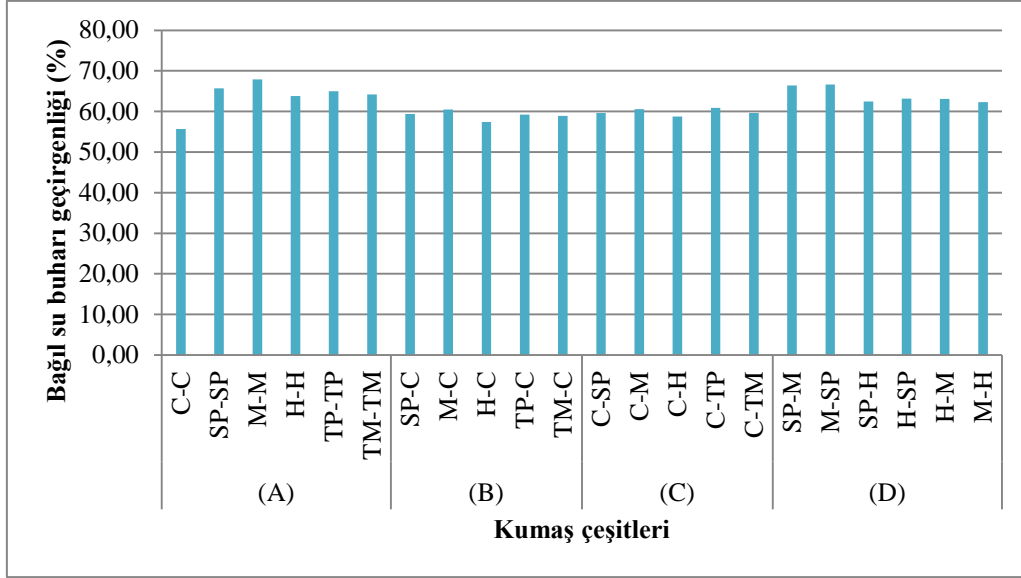
Şekil 3.6. Giysi- vücut sistemi [13]

Su buharı geçirgenliği tekstil malzemesinden geçen su buharı miktarını % olarak göstermektedir. Su buharı direnci ise, malzemenin su buharı geçişine karşı gösterdiği dayanımdır. Su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ters orantılı olarak değişmektedir. Su buharı geçirgenliği ne kadar yüksek ve su buharı direnci de ne kadar düşük olursa kumaşlar o kadar konforlu olmaktadır.

Tüm kumaşların su buharı geçirgenlik ve su buharı direnci ölçüm sonuçları kumaşların boyutsal veya geometrik özellikleri ile birlikte Çizelge 3.32'de tablo olarak, Şekil 3.7'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 3.32. Bağlı su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci sonuçları

Kumaş grupları	Kumaşın iç ve dış tarafında kullanılan hammaddeler		Kumaş çeşitleri	İlmeğin yoğunluğu (ilmeğin/cm ²)	Ağırlık (g/m ²)	Kalınlık (mm)	Bağlı su buharı geçirgenliği (P) (%)	Su buharı direnci (R _{et}) (m ² PaW ⁻¹)
	İç	Dış						
İç ve dış aynı tip lif (A)	Pamuk	Pamuk	C-C	260,71	308,12	1,273	55,66	5,66
	Standart polyester	Standart polyester	SP-SP	270,18	351,67	0,834	65,66	3,68
	Mikro	Mikro	M-M	275,54	348,49	0,801	67,88	3,34
	İçi boş	İçi boş	H-H	275,52	356,06	0,874	63,82	4,26
	Tekstüre	Tekstüre	TP-TP	277,13	370,39	1,094	65,02	3,80
	Tekstüre mikro	Tekstüre mikro	TM-TM	250,25	350,55	0,950	64,16	3,98
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	Standart polyester	Pamuk	SP-C	264,41	341,07	1,089	59,36	4,72
	Mikro	Pamuk	M-C	259,01	335,65	1,070	60,52	4,52
	İçi boş	Pamuk	H-C	272,22	338,88	1,150	57,40	5,24
	Tekstüre	Pamuk	TP-C	255,11	345,33	1,262	59,26	4,84
	Tekstüre mikro	Pamuk	TM-C	252,26	338,98	1,114	58,88	4,68
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	Pamuk	Standart polyester	C-SP	264,96	341,07	1,112	59,60	4,74
	Pamuk	Mikro	C-M	260,87	335,65	1,027	60,58	4,32
	Pamuk	İçi boş	C-H	269,85	338,88	1,108	58,76	4,92
	Pamuk	Tekstüre	C-TP	257,11	345,33	1,234	60,88	4,40
	Pamuk	Tekstüre mikro	C-TM	255,59	338,98	1,158	59,66	4,40
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	Standart polyester	Mikro	SP-M	275,76	347,65	0,793	66,38	3,46
	Mikro	Standart polyester	M-SP	274,64		0,794	66,66	3,32
	Standart polyester	İçi boş	SP-H	271,08	351,82	0,907	62,46	4,20
	İçi boş	Standart polyester	H-SP	264,57		0,901	63,14	4,10
	İçi boş	Mikro	H-M	264,58	352,43	0,938	63,06	4,04
	Mikro	İçi boş	M-H	264,58		0,969	62,32	4,06



Şekil 3.7. Bağıl su buharı geçirgenliği (%) sonuçları

Çizelge 3.32 ve Şekil 3.7’de verilen su buharı geçirgenliği değerleri incelendiğinde, pamuk içeren kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerinin tüm farklı tipte polyester içeren kumaşlara göre daha düşük olduğu görülecektir. Bu durumda, pamuk içermeyen iç ve dış tarafı aynı tip polyester liften oluşan A grubundaki ve iç ve dış tarafı farklı tipte polyesterden oluşan D grubundaki kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin yine A grubundaki iki tarafı pamuk lifinden oluşan ve bir tarafı pamuk lifinden oluşan B ve C grubundaki kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinden daha yüksek olduğu görülecektir. İki tarafı pamuk lifinden oluşan yani %100 pamuk lifinden oluşan C-C kumaşın su buharı geçirgenlik değeri en düşüktür. Bu sonuçlara göre, farklı tipte polyester içeren kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri pamuk içeren kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinden daha yüksektir.

Pamuk, polyester ve bu iki lifin karışımlarından oluşan kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin karşılaştırılmasını içeren literatürde birçok çalışma bulunmaktadır [8, 14, 23, 24, 35, 47]. Bu çalışmalardan başka, yine pamuk lifi gibi selüloz esaslı olan ve lif nem içeriği yüksek viskoz ve liyosel gibi hidrofil liflerden oluşan kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri ile polyester lifinden oluşan kumaşların su buharı geçirgenliklerinin karşılaştırılması olarak incelendiği diğer çalışmalarda literatürde mevcuttur [80-82, 71].

Pamuk ve polyester kumaşların su buharı geçirgenliklerinin karşılaştırıldığı bu çalışmaların [8, 23, 24, 35, 47] tümünde bu çalışmada olduğu gibi, polyester kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri pamuk kumaşlardan daha yüksek değerler göstermiştir.

Yine lif nem içeriği yüksek hidrofil lif olan viskoz ile hidrofob polyester kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmada da [71], polyester kumaşlar viskoz kumaşlara göre daha yüksek su buharı geçirgenliği göstermiştir. Yine Das ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği iki çalışmada [80, 81] da tam tersi olarak polyester kumaşlar viskoz kumaşlara göre daha düşük su buharı geçirgenliği göstermiştir. Yine, Kandhavadvu, Ramachandran ve Geetha Manohari'nin mikro liyocel ve mikro polyesterin su buharı değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmasında [82] ise, mikro polyester kumaşlar mikro liyocel kumaşlardan daha düşük su buharı geçirgenliği sonuçları göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları polyester ile viskoz kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin karşılaştırıldığı Varshney, Kothari ve Dhamija'nın yaptığı çalışma [71] sonuçları ile uyumludur.

Su buharı kumaş tabakalarından aşağıdaki verildiği gibi transfer edilmektedir.

-Su buharının tabakalardan difüzyonu (geçmesi, yayınması).

-Su buharının lif tarafından emilmesi (absorbe ve adsorbe edilmesi), iletilmesi ve geri verilmesi

-Su buharının taşınım ile iletimi

Difüzyon işlemi, buhar basınç değişimi (gradyanı) nemin kumaşın bir tarafından diğer tarafına geçişinde sürükleyici kuvvet olarak hareket eder. Maddenin difüzyon akışı ile konsantrasyon değişimi (gradyanı) arasındaki ilişki Fick denklemi ile aşağıda verildiği gibi ifade edilmektedir [9].

$$J_{AX} = D_{AB} \frac{dCA}{dx} \quad (3.3)$$

Yukarıda verilen ifade de yer alan J_{AX} : Birim zamanda birim alandan geçen nem akış hızı, $\frac{dCA}{dx}$: Konsantrasyon gradyanı yani farkı, D_{AB} : Yayınım (difüzyon) katsayısıdır.

Su buharı tekstil yapısından lifler ve iplikler arasındaki hava boşluklarından ve lifin kendisinden olmak üzere iki şekilde geçer. Bu nedenle, belirli bir konsantrasyon değişiminde tekstil malzemesinin buhar geçiş difüzyon hızı malzemenin gözenekliliğine ve lifin su buharı geçirgenliğine bağlıdır [9]. Su buharının havadan geçiş katsayısı $0,239 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ [9]. Bu nedenle, kumaşın hava kısmından geçen su buharı miktarı anlaktır. Oysaki su

buharının tekstil malzemesinden geçişi ise sınırlıdır. Yani, su buharının tekstil malzemesinden geçtiği difüzyon katsayısı hava geçiş katsayısından oldukça düşüktür. Bu nedenle, kumaşın hava hacmindeki (gözeneklilik) azalma su buharının geçişini önler.

Lif cinsi dolayısı ile lif özellikleri ve kumaşın boyutsal, yapısal veya geometrik özellikleri tekstil malzemesinin su buharı geçirgenliğini etkileyen önemli faktörlerdir [13]. Su buharının lifin kendisinden geçmesi durumunda, su buharı kumaşın iç yüzeyinden liflerin yüzeyine geçer ve daha sonra liflerin iç yapısında ve yüzeyinde hareket ederek, kumaşın dış yüzeyine ulaşır [9]. Su buharı lifler tarafından emildiği, lifler tarafından iletildiği ve tekrar lifler tarafından çevreye geri verildiği için yukarıda belirtildiği gibi lif cinsi kumaşın su buharı geçirgenliğini büyük ölçüde etkiler. Emme ve nemi tekrar geri verme işlemi özellikle geçiş şartlarında konforu sağlayan önemli lif özellikleridir. Farklı cinsteki lifler su buharı iletiminde farklı etkilere sahiptir. Örneğin pamuk, viskoz, yün gibi lifler nemi içine çeker, buna karşın polyester, polipropilen gibi lifler nemi içine çekmez. Suyu çeken ve yüksek nem içeriğine sahip higroskopik liflerin su buharını daha çok geçirdiği ifade edilmektedir. Higroskopik kumaş su buharını terli derinin yakınındaki nemli havadan içine çekmekte ve kuru havada serbest bırakmaktadır. Nem çekmeyen kumaşa göre, higroskopik kumaşın deriden çevreye olan su buharı akışını nispeten artırdığı ve bu şekilde deri ve kumaş arasındaki mikroklima bölgesinde nem oluşumunu azalttığı belirtilmektedir [9]. Emme ve geri verme işleminde, emen kumaş atmosfere verilen nem kaynağı olarak çalışmaktadır. Aynı zamanda, çevresini saran havadaki sabit buhar konsantrasyonunu devam ettirmek için koruyucu olarak çalışır. Sonuç olarak, higroskopik lifler nemli hava ile çevrelendiğinde su buharını içine çekme ve kuru havada tekrar geri verme kapasitesine sahiptir [13].

Su buharının hidrofil lif malzemesinden geçiş katsayısı $10^{-7} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$, su buharının hidrofob polimerden geçiş katsayısı $10^{-9} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$ dir [8]. Yukarıda bahsedildiği gibi, tekstil malzemesinin düşük nem difüzyon özelliği nemin lifin içinden ve dışından geçiş hızını sınırlamaktadır. Her ne kadar verilen su buharı geçiş katsayılarına göre hidrofil liflerin olduğu malzemedan su buharının geçişi hidrofob lifli malzemeye göre yüksek olsa da, hidrofil liflerden oluşan malzemedan su buharı geçişi Fick denklemine uygun olarak hareket etmemektedir. Hidrofil lif moleküllerinin su moleküllerini çekmesi nedeni ile su molekülleri lifli sisteme girmekte ve su moleküllerinin lifler tarafından emilmesi sağlanmaktadır. Bu şekilde, lif şişmesi meydana geldiği ve hava boşluklarının büyüklüğü

azaldığı için difüzyon işlemi yavaşlamaktadır [9]. Bu şekilde, iki aşamalı difüzyon oluşmaktadır. 1. Aşamada Fick kuralına göre difüzyon oluşur. 2. Aşamada ilk aşamaya göre daha yavaş difüzyon meydana gelir. Konsantrasyon gradyanı ve su buharı akışı arasında üssel bir ilişki meydana gelir.

Yukarıda belirtilen genel bilgilere ve verilen su buharı geçiş katsayılarına göre, normalde lif nem içeriği yüksek hidrofil pamuk kumaşın su buharı geçirgenliğinin lif nem içeriği düşük hidrofob polyester kumaşlara göre yüksek olması gerekir. Buna karşın, bu çalışmada ve diğer araştırmacıların yaptığı çalışmalarda [8, 23, 24, 35, 47] olduğu gibi pamuklu kumaşların polyester kumaşlardan daha düşük su buharı geçirgenlik değerleri göstermesi pamuk lifinin şişmesi ile açıklanabilir. Das ve arkadaşlarının [9] belirttiği gibi, su buharı geçerken pamuklu kumaşlarda lif şişmesine neden olmaktadır. Lif şişmesi pamuk kumaşlarda bulunan liflerin kapladığı alanı arttırmakta, buna karşın kumaşta bulunan hava boşluklarını azaltmaktadır. Su buharının lifli malzemeden geçiş katsayısı havadan geçiş katsayısına göre yukarıda belirtildiği gibi oldukça düşük olması difüzyonu azaltacak, dolayısı ile su buharının hava boşlukları azalmış pamuk kumaştan geçişini polyester kumaşa göre düşürecektir.

Polyester kumaşların pamuk kumaşlardan daha yüksek su buharı geçirgenlik değerleri göstermesinin diğer bir nedeni de kumaşların geometrik veya yapısal özellikleri ile açıklanabilir. Birçok çalışmada her ne kadar lif cinsi veya lif karışım oranı ile su buharı direnci veya geçirgenliği arasında ilişki bulunmuş olsa da, Yoon ve Buckley [8]'in ve Prahsarn, Barker ve Gupta [16]'nın çalışmalarında liflerin nem içerdiği miktarının veya nem çekme özelliklerinin su buharı geçirgenliği üzerinde önemli etkisinin bulunmadığını ve lif malzemesinden daha çok kumaşların yapısal özelliklerinin kumaşların su buharı geçirgenliğini etkilediğini belirtmişlerdir.

Yoon ve Buckley [8] kumaşın yapısal değişkenlerinin kumaşların su buharı iletim özellikleri üzerindeki önemini göstermiştir. Su buharı geçirgenliği ile ters orantılı olarak değişen su buharı direncini (R_e), kumaş kalınlığına (L), gözenekliliğe (β) ve su buharının havadaki difüzyonuna (D_a) bağlı olarak aşağıda verildiği gibi tanımlamışlardır.

$$R_e = \frac{L}{D_a \beta} \quad (3.4)$$

Yoon ve Buckley'in araştırma sonuçları [8] özellikle kumaşların kalınlık ve gözeneklilik özelliklerinin su buharı iletiminde etkili olduğunu göstermiştir. Kumaş

kalınlığı su buharının iletildiği mesafeyi belirlediği için önemlidir. Ayrıca kumaş kalınlığı kumaşların gözenekliliğini de etkiler. Kumaş kalınlığı arttıkça buhar difüzyon hızı azalmakta yani su buharı geçirgenliği azalmaktadır. Su buharı difüzyonu ayrıca büyük ölçüde kumaş gözenekliliğine bağlı olan hava geçirgenliğine bağlıdır. Hava geçirgenliği artıkça, kumaşın gözenekliliği artar ve kumaş içindeki hava boşluklarından daha fazla buhar geçer.

Çizelge 2.6'da veya Çizelge 3.32'de verilen kumaş kalınlık değerleri incelendiğinde pamuk içeren kumaşların kalınlığının farklı tipte polyester içeren tüm kumaşların kalınlığından daha yüksek olduğu görülecektir. Yine Çizelge 3.1'de verilen hava geçirgenliği sonuçlarına göre pamuk içeren kumaşlar polyester içeren kumaşlara göre daha düşük hava geçirgenliği göstermiştir. Bu nedenle, daha kalın ve daha az gözenekli kumaş yapısına sahip pamuk içeren kumaşlar polyester içeren kumaşlardan daha düşük su buharı geçirgenliği göstermiştir. Ayrıca pamuk ipliğinin tüylülüğu de bu iplikten üretilen kumaşların su buharı geçirgenliğini azaltmış olabilir.

Çizelge 3.33'de kumaşların iç ve dış tarafında kullanılan farklı lif tiplerinin çift yüzlü kumaşların su buharı geçirgenliği değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi sınıflandırılan her 4 kumaş grubu (A, B, C ve D) için ayrı olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.33. Kumaşların su buharı geçirgenliği değerleri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	F değerleri	Önem seviyesi (p değerleri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	149,446	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	11,813	0,001
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	4,677	0,008
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	35,874	0,001

Çizelge 3.33'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, tüm farklı kumaş grubu için, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin su buharı geçirgenlik değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu nedenle, her farklı grupta, farklı lif içeren kumaş cinslerinin su

buharı geçirgenlikleri arasında fark bulunmaktadır. Bu sonuçlar, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılan farklı cinsteki liflerin kumaşların su buharı geçirgenlikleri değerleri üzerinde önemli bir farka neden olduğunu göstermektedir. Tüm farklı kumaş grubu için anlamlılık seviyesinin 0,01'den küçük olması güvenilirlik derecesinin çok yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Tüm kumaş gruplarında, lif cinsinin su buharı geçirgenlik değerleri üzerinde etkisi bulunduğu için, farklılığın hangi lif tipleri arasında bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. Çoklu karşılaştırma testi sınıflandırılan her 4 kumaş grubu (A, B, C ve D) için ayrı olarak yapılmıştır.

A grubu kumaşlar için uygulanan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.34'de verilmiştir.

Çizelge 3.34. A grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar			
		1	2	3	4
C-C	5	55,66			
H-H	5		63,82		
TM-TM	5		64,16		
TP-TP	5		65,02	65,02	
SP-SP	5			65,66	
M-M	5				67,88
Önem seviyesi		1,00	0,17	0,77	1,00

Çizelge 3.34'de verilen iç ve dış tarafı aynı tipte liften oluşan A grubunda verilen kumaşlar incelendiğinde, A grubunda bulunan 6 farklı çeşitte üretilen kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin 4 alt bölgeye ayrıldığı görülecektir. İç ve dış tarafı pamuk olan C-C kumaşın su buharı geçirgenlik değerleri farklı tip polyesterden oluşan tüm kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinden düşüktür. Bu durumda, polyester ipliği hangi çeşit üretim yöntemi ile üretilirse üretilsin bu ipliklerden üretilen kumaşların su buharı geçirgenleri pamuk kumaştan daha yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Yine çizelgede verilen sonuçlar incelendiğinde, iç ve dış tarafı mikroliften oluşan tekstüre olmayan M-M kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin tekstüre olmayan standart polyester SP-SP kumaşlardan daha yüksek olduğu görülecektir. Ayrıca, tekstüre olmayan M-M kumaşın su buharı geçirgenlik değerinin tüm kumaşlar içerisinde en yüksek değerde olduğu görülecektir. Hatch ve arkadaşlarının [14] yaptığı, Sampath, Senthilkumar ve Nalankilli'nin [18] yaptığı ve Sampath, Aruputharaj, Senthilkumar ve Nalankilli'nin [35] yaptığı çalışmalarda da mikro polyester lifleri veya ince polyester liflerine sahip kumaşlar bu çalışmada olduğu gibi, mikrolif içermeyen veya daha kalın polyester life sahip kumaşlardan daha yüksek su buharı geçirgenlik değerleri göstermiştir. Literatürde yine mikroliflerden oluşan kumaşların standart liflerden oluşan kumaşlara göre daha düşük su buharı geçirgenliği gösterdiği bu çalışma sonuçları ile çelişen çalışmalarda mevcuttur [13, 71, 83]. Abd El ve arkadaşları [13], Varshney ve arkadaşları [71], Cimilli ve arkadaşlarının [83] belirttiği gibi, normalde mikrolifler iplikler içindeki boşlukları azalttığı için bu ipliklerden oluşan kumaşların su buharı geçişini azaltması beklenebilir. Buna karşın, mikrolifli kumaşın yüksek su buharı geçirgenlik değerleri göstermesi kumaşın boyutsal özellikleri ile açıklanabilir. A grubundaki her iki tarafı mikro polyesterden M-M oluşan kumaş Çizelge 3.1'den görüleceği üzere diğer A grubu kumaşlar arasında en ince kumaş yapısına sahiptir. M-M kumaşın bu ince kumaş yapısı su buharının liflerden geçişini artırmış olabilir. Ayrıca, M-M kumaşın en yüksek su buharı geçirgenlik değeri göstermesinin diğer bir nedeni de, Sampath ve arkadaşlarının her iki çalışmasında [18, 35] da belirttiği gibi, mikroliflerin normal liflere göre kumaşların yüzey alanını artırması ve kumaşlara kanallı bir yapı kazandırması olabilir.

Yine Çizelge 3.34'de verilen A grubu kumaşlar incelendiğinde, her iki tarafı içi boş liften H-H, her iki tarafı mikro tekstüre polyesterden TM-TM ve her iki tarafı tekstüre polyesterden TP-TP oluşan kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri arasında fark bulunamamıştır. Bu bahsedilen 3 kumaş çeşidinin su buharı geçirgenliği C-C kumaştan sonra gelen en düşük değere sahiptir. Ayrıca, bahsedilen 3 kumaş çeşidinin su buharı geçirgenliği farklı tipte polyesterden oluşan kumaşlar içinde en düşük su geçirgenlik değerine sahiptir. Bu durumda, içi boş liften oluşan H-H kumaşın su buharı geçirgenliği içi dolu liflere sahip standart polyester lifinden oluşan SP-SP kumaşın su buharı geçirgenliğinden düşüktür. Karaca, Kahraman, Omeroglu ve Becerir'in çalışmasında [39] da içi boş liflerden yapılan dokuma kumaşlar içi dolu polyester lifinden yapılan dokuma

kumaşlardan daha düşük su buharı geçirgenlik değerleri göstermiştir. Daha öncede belirtildiği gibi, su buharının havadan geçtiği sıradaki difüzyon katsayısı anlıktır. Buna karşın, su buharının tekstil yapısından geçtiği sıradaki difüzyon katsayısı ile oldukça düşüktür. İçi boş liflerdeki hava boşlukları fazla olduğu için, bu liflerden yapılan kumaşların daha yüksek su buharı geçirgenliği göstermesi beklenebilir. H-H kumaşın beklenenin tersi şekilde daha düşük su buharı geçirgenliği göstermesi yine kumaşların boyutsal veya yapısal özellikleri ile açıklanabilir. Çizelge 2.6 ve Çizelge 3.32'den görüleceği üzere, H-H kumaş SP-SP kumaşa göre biraz daha kalın, ağır ve sıkı yapıdadır. Daha kalın ve sıkı kumaş yapısı su buharının geçişini zorlaştıracığı için, H-H kumaş SP-SP kumaşa göre daha düşük su buharı geçirgenliği göstermiş olabilir.

Çizelge 3.34'de verilen çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, standart polyesterden oluşan SP-SP kumaş ile tekstüre polyesterden oluşan TP-TP kumaşın su buharı geçirgenlik değerleri karşılaştırıldığında, her iki kumaş cinsinin su buharı geçirgenlik değerleri arasında önemli fark bulunmadığı görülecektir. Her ne kadar bu iki kumaş cinsinin su buharı geçirgenlik değerleri arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmasa da, TP-TP kumaşın su buharı geçirgenlik değerinin SP-SP kumaşın su buharı geçirgenlik değerinden çok az daha düşük olduğu görülecektir. Benzer şekilde, tekstüre mikro polyester iplikten yapılan TM-TM kumaşın su buharı geçirgenlik değeri tekstüre olmayan mikro polyesterden yapılan M-M kumaşın su buharı geçirgenliğinden daha düşüktür ve her iki kumaş çeşidinin (TM-TM ve M-M) su buharı geçirgenlik değeri arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır. Bu sonuçlara göre, tekstüre işlemi kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerini azaltmaktadır. Tekstüre işlemi normalde iplik yapısının daha hacimli olmasını sağladığı ve dolayısı ile iplik içerisindeki hava boşluklarını arttırdığı için, kumaşların su buharı geçişini arttırması beklenebilir. Fakat Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2'de verildiği gibi, tekstüre iplikler diğer tüm ipliklere göre biraz daha kalın numaradadır. Tekstüre ipliklerin tekstüre olmayanlara göre daha kalın ve ayrıca daha hacimli yapısı Çizelge 2.6'da verildiği gibi bu ipliklerden yapılan TP-TP kumaşın SP-SP kumaşa göre ve yine TM-TM kumaşın M-M kumaşa göre daha kalın ve ağır olmasına neden olmuştur. Bu nedenle, tekstüre iplikten yapılan TP-TP ve TM-TM kumaşların bu biraz daha kalın ve ağır kumaş yapısı su buharının geçişini zorlaştıracığı için, TP-TP kumaş SP-SP kumaşa göre yine benzer şekilde TM-TM kumaş M-M kumaşa göre daha düşük su buharı geçirgenliği göstermiş olabilir.

Bir tarafı pamuk ipliğinden diğer tarafı farklı tipte polyester ipliklerinden üretilen B grubu ve C grubu kumaşlar için gerçekleştirilen çoklu karşılaştırma test sonuçları sırası ile Çizelge 3.35’de ve Çizelge 3.36’da verilmiştir.

Çizelge 3.35. B grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
H-C	5	57,40		
TM-C	5		58,88	
TP-C	5		59,26	59,26
SP-C	5		59,36	59,36
M-C	5			60,52
Önem seviyesi		1,000	0,835	0,085

Çizelge 3.36. C grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
C-H	5	58,76	
C-SP	5	59,60	59,60
C-TM	5	59,66	59,66
C-M	5		60,58
C-TP	5		60,88
Önem seviyesi		0,50	0,18

Çizelge 3.35 ve Çizelge 3.36’da verilen her biri 5 farklı çeşit kumaştan oluşan B ve C grubu kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri incelendiğinde, B grubu kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin 3 alt bölgeye ve C grubu kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin 2 alt bölgeye ayrıldığı görülecektir. Her iki grupta da A grubu kumaşlarda

olduğu gibi, bir tarafı içi boş liften üretilen H-C ve C-H kumaşlar diğer bir tarafı farklı tipte polyester olan tüm kumaşlar içinde en düşük su buharı geçirgenlik değerlerine sahiptir. Bir tarafı mikro polyesterden oluşan B grubundaki M-C kumaş yine A grubunda olduğu gibi en yüksek su buharı geçirgenlik değeri, yine C grubundaki C-M kumaş C-TP kumaştan sonra gelen ikinci en yüksek su buharı geçirgenlik değeri göstermiştir. A grubu kumaşlarda olduğu gibi, mikro polyester lifleri yine bir tarafı pamuk olan kumaşlara yüksek su buharı geçirgenliği sağlamaktadır. Yine mikro polyester lifler her iki M-C ve C-M kumaşların ince olmasını sağladığı için bu kumaşlar yüksek derecede su buharı geçirgenlik değerlerine sahip olmuş olabilir.

Son olarak D grubu kumaşlar için elde edilen çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.37’de verilmiştir.

Çizelge 3.37. D grubundaki kumaşlar için ortalama su buharı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
M-H	5	62,32	
SP-H	5	62,46	
H-M	5	63,06	
H-SP	5	63,14	
SP-M	5		66,38
M-SP	5		66,66
Önem seviyesi		0,51	0,99

Çizelge 3.37’de verilen iki tarafı farklı tipte polyester ipliğinden oluşan D grubu kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri incelendiğinde, 6 farklı çeşit kumaştan oluşan D grubu kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin 2 alt bölgeye ayrıldığı görülecektir. Bir tarafı polyester iplik ve diğer tarafı mikro polyester iplikten oluşan SP-M ve M-SP kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı görülmüştür. Bu durumda, standart polyester ve mikro polyester ipliklerin kumaşın iç veya dış tarafında kullanılması su buharı geçirgenlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli

farka neden olmamıştır. Ayrıca, her iki kumaş çeşidi (SP-M ve M-SP) diğer D grubu kumaşlar içerisinde en yüksek su buharı geçirgenlik değerleri göstermiştir. Yine mikrolifler diğer tüm kumaş gruplarında (A, B, C) olduğu gibi, D grubu kumaşlarda da kumaşların daha ince olmasını sağlayarak kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerini artırmıştır.

Yoon ve Buckley [8]'in belirttiği ve yukarıda verilen su buharı geçirgenlik sonuçlarından görüleceği üzere, kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri büyük ölçüde kumaş kalınlığına ve kumaşların gözenekliliğini belirleyen hava geçirgenliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Su buharı geçirgenlik değerleri ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiksel bivariate korelasyon analizi yapılmıştır. Su buharı geçirgenliği ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki ikili ilişkilerin derecesini gösteren Pearson korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri Çizelge 3.38'de verilmiştir.

Çizelge 3.38. Su buharı geçirgenliği ile kalınlık, hava geçirgenliği arasındaki bivariate korelasyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Kalınlık	-0,864**	0,001
Hava geçirgenliği	0,763**	0,001

***: Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

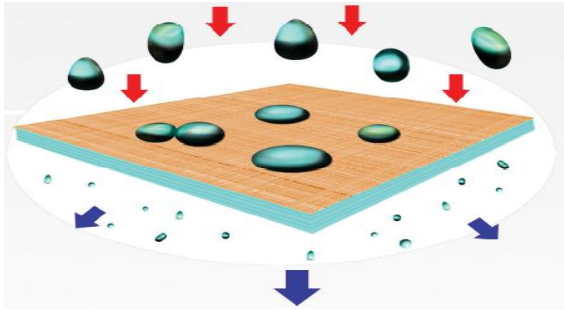
Çizelge 3.38'de verilen Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde, su buharı geçirgenliği ile kalınlık arasında kuvvetli negatif istatistiksel ilişki olduğu ve bu ilişkinin de 0,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülecektir. Yine aynı çizelgeden görüleceği üzere, su buharı geçirgenliği ile hava geçirgenliği arasında da kuvvetli pozitif bir istatistiksel ilişki bulunmaktadır ve bu ilişkiler 0,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Özet olarak, yukarıda verilen bivariate istatistiksel analiz sonuçları, su buharı geçirgenliği ile kumaşların kalınlığı ve hava geçirgenliği arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, Yoon ve Buckley [8]'in ve Prahsarn ve arkadaşlarının [16] da belirttiği gibi, kullanılan lif cinsi içerdikleri nem içeriğinden daha

çok bu liflerin kumaşların kalınlık ve gözenekliliğini belirleyen hava geçirgenliği özelliklerini değiştirerek su buharı geçirgenlik değerlerinde değişimine neden olmuştur.

3.4. Nem İletim Sonuçları

Tekstil tabakası boyunca sıvı ya da buhar formda nem iletimi insan vücudunun termo-fiziksel konforu üzerinde önemli bir role sahiptir [51]. Nem iletimi hem fonksiyonellik hem de ten hissi için çok önemlidir. Nem iletimi daima konforla birlikte gözetilmesi gereken önemli tekstil özelliklerinden birisidir [35]. Konfor açısından bu denli önemli olan nem iletim özelliklerinin belirlenmesi için bu çalışmada kumaşlara nem iletim testi (MMT) uygulanmıştır. “Materyal ve Metod” bölümünde de bahsedildiği gibi, nem iletim testi ile sentetik terleme simule edilerek test sıvısının kumaşlardaki yayılımı ve transferi incelenmiştir. Bu yayılım ve transferin bir kumaş tabakası üzerindeki şematik olarak gösterimi Şekil 3.8 de verilmiştir.



Şekil 3.8. Nem yayılımı ve iletiminin şematik olarak gösterimi [60]

Giysiler tenle temas halindedir ve pratik kullanımda herhangi bir aktivite sonucu oluşarak kullanıcıyı rahatsız eden terin neden olduğu ıslaklık hissi istenmeyen bir durumdur. Bu durumun ortadan kaldırılması kullanıcıların giysi konforu açısından aradıkları bir özelliktir. Bu nedenle, kumaşların nem iletimi araştırmacıların yakından ilgilendiği bir konudur ve literatürde kumaşların nem iletim özelliklerine ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Süpüren ve arkadaşları [43], Özdil ve arkadaşları [84], Hu ve arkadaşları [62], Zhou ve arkadaşları [21], Namlıgöz ve arkadaşları [27] ve Troynikov ve Wardiningsih [85] bu çalışmalardan sadece bazılarıdır.

Bu çalışmadaki kumaşların nem iletim testine ait tüm sonuçlar tablo halinde Çizelge 3.39’da verilmiştir.

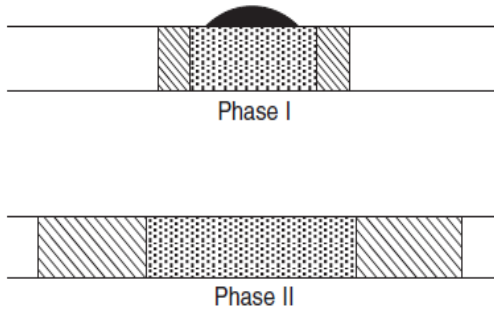
Çizelge 3.39. Nem iletim testi (MMT) sonuçları

Kumaş grupları	Kumaş çeşitleri	Islanma süresi üst (WTüst) (sn)	Islanma süresi alt (WTalt) (sn)	Emilim oranı üst (MARüst) (%/sn)	Emilim oranı alt (MARalt) (%/sn)	Maksimum ıslanma yarıçapı üst (MWRüst) (mm)	Maksimum ıslanma yarıçapı alt (MWRalt) (mm)	Yayımlama hızı üst (SSüst) (mm/sn)	Yayımlama hızı alt (SSalt) (mm/sn)	Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (OWTC) (%)	Tüm Nem Tayin Kapasitesi (OMMC)
İç ve dış aynı tip lif (A)	C-C	4,04	4,66	21,30	17,02	15,00	15,00	2,45	2,25	-39,93	0,13
	SP-SP	10,58	14,36	70,33	18,47	15,00	15,00	1,08	1,00	-586,63	0,02
	M-M	8,93	9,52	82,12	49,67	17,50	17,50	2,17	2,18	-321,71	0,21
	H-H	9,34	12,32	61,94	11,22	15,00	15,00	1,24	1,19	-630,44	0,03
	TP-TP	8,30	23,30	35,43	233,78	10,00	10,00	0,73	0,41	-166,98	0,25
	TM-TM	14,76	15,42	70,75	48,96	10,00	11,25	0,71	0,73	-199,62	0,11
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	SP-C	16,68	3,66	9,05	40,16	5,00	25,00	0,30	5,07	595,94	0,83
	M-C	10,40	2,66	12,64	36,24	13,75	27,50	1,08	5,34	379,57	0,79
	H-C	16,37	2,81	6,49	36,26	5,00	26,25	0,30	5,21	471,68	0,82
	TP-C	11,04	34,59	256,50	146,46	5,00	27,50	0,47	4,30	194,12	0,77
	TM-C	16,70	2,94	12,38	38,53	6,25	26,25	0,33	4,87	449,11	0,83
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	C-SP	2,69	16,38	41,86	8,76	25,00	6,25	5,17	0,52	-475,49	0,01
	C-M	2,46	9,20	38,53	13,00	25,00	10,00	5,69	1,04	-347,17	0,01
	C-H	2,60	14,78	38,59	4,75	25,00	5,00	5,33	0,34	-449,26	0,00
	C-TP	2,39	27,07	50,32	26,07	28,75	10,00	6,15	1,09	-523,24	0,07
	C-TM	2,50	15,69	42,71	10,70	22,50	7,50	5,14	0,50	-472,63	0,01
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	SP-M	9,24	11,38	64,53	30,26	15,00	16,25	1,35	1,42	-360,34	0,09
	M-SP	12,48	14,48	42,43	43,50	16,25	16,25	1,42	1,48	-315,13	0,13
	SP-H	10,19	18,89	43,37	15,56	20,00	18,75	1,11	0,98	-531,10	0,02
	H-SP	7,78	14,56	43,21	17,36	15,00	15,00	1,16	0,99	-535,15	0,03
	H-M	8,43	15,09	53,26	20,47	15,00	18,75	1,14	1,14	-507,40	0,04
	M-H	8,50	19,40	38,97	28,56	15,00	15,00	1,05	0,89	-716,46	0,05

Kumaşların dinamik sıvı iletim özellikleri, ıslanma süresi (WT), emilim oranı (MAR), maksimum ıslanma yarıçapı (MWR), yayılma hızı (SS), kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ($OWTC$) ve tüm nem tayin kapasitesi ($OMMC$) gibi çeşitli parametrelerle nem iletim testi sonucunda belirlenmektedir. Nem iletim testinde, kumaşların üst tarafı iç, alt tarafı ise dış yüzeyi temsil etmektedir.

3.4.1. Kumaşların üst ve alt yüzey ıslanma süresi sonuçları

Islanma bir tekstil malzemesi boyunca sıvı hareketinin ilk adımıdır ve lif-hava ara yüzeyi ile lif-sıvı ara yüzeyinin değişimi olarak tanımlanmaktadır [51]. Daha önce de bahsedildiği gibi, bir sıvı kumaş üzerine damlatıldığında öncelikle kumaş üzerinde yayılmakta ardından alt yüzeye doğru transfer olmakta ve son olarak alt yüzeyden dışarı doğru yayılmaktadır ve bu yayılma hızı kumaşların ıslanma sürelerini etkilemektedir. Gillespie tarafından öne sürülen yayılma prosesi uygun şekilde iki faz halinde ayrılabilir. Bunlar faz I ve II'dir. Sıvının bir kısmının yüzeyde kaldığı an ve sıvı tamamen tabaka içine ihtiva ettiği an sırasıyla Şekil 3.9'da gösterilmektedir [86].

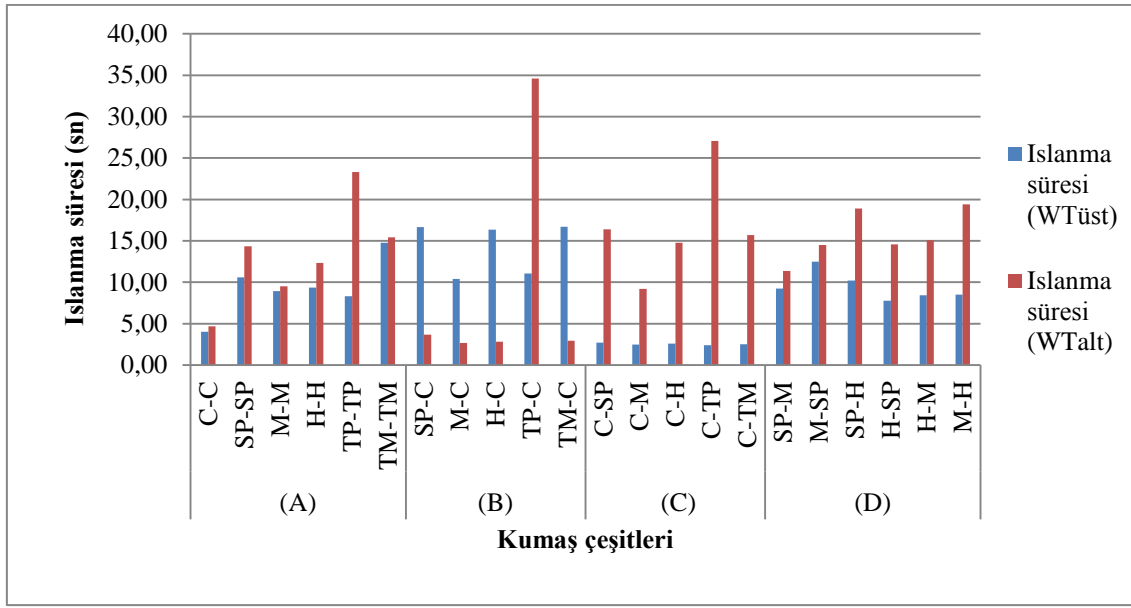


Şekil 3.9. Kumaşta sıvı yayılmasının iki faz halinde şematik olarak gösterimi [86]

Yukarıda bahsedilen ıslanma olayının kumaşlar üzerindeki etkilerini incelemek için nem iletim testi yapılmıştır. Bu test sonucunda elde edilen ıslanma süresi değerlerini etkileyen bazı özellikler vardır. Emicilik, hammadde cinsi ve iplik numarası kumaşların ıslanma süreleri ile ilişkilidir. Hidrofil karakterli kumaşların ıslanma süreleri hızlı sıvı emilimi nedeniyle hidrofob karakterli kumaşlardan daha düşüktür. Yine bir diğer özellik olan iplik numarası incelidikçe üretilen kumaşlar da daha ince yapıda olacaktır ve iplik numarası daha kalın ipliklerle üretilen kumaşlara göre düşük ıslanma süreleri gösterecektir.

Bunun yanı sıra, kumaşların maksimum ıslanma yarıçapları, yayılma hızları ve kümülatif tek yönlü taşıma endeksi de ıslanma süreleri ile yakın bir ilişki içindedir.

Kumaşların üst ve alt yüzeylerine ait ıslanma süreleri ayrı olarak incelenmiştir ve alt ve üst ıslanma süresi sonuçları ($WT_{üst}$, WT_{alt}) Şekil 3.10'da grafiksel olarak gösterilmektedir. Ayrıca tüm kumaş grupları için ıslanma eğrilerine ait örnekler ve ıslanma alanı grafiği örnekleri "Ekler" bölümünde verilmiştir.



Şekil 3.10. Üst ve alt yüzey ıslanma süresi sonuçları

Çizelge 3.39 ve Şekil 3.10'da verilen kumaşların üst yüzeyine ait ıslanma sürelerine bakıldığında, tüm kumaş grupları içinde iç tarafında pamuk kullanılarak üretilen C grubu kumaşların ve C-C kumaşın üst ıslanma süresi değerlerinin diğer kumaşlardan daha düşük olduğu görülecektir. Yine aynı çizelge ve şekilden, tüm kumaş grupları içinde iç tarafta farklı tipte polyester kullanılarak üretilen B grubu kumaşların ve C-C kumaşın alt ıslanma süresi değerlerinin diğer kumaşların alt ıslanma süresi değerlerinden daha düşük olduğu da görülecektir. Bu durum pamuk lifinin higroskopik karakterinden kaynaklanmaktadır. Higroskopik pamuk lifleri suyu hızlı bir şekilde içine çektiği için, özellikle suyun damlatıldığı kumaş iç yüzeyinde pamuk bulunan C-C ve C grubu kumaşlarda üst ıslanma süreleri diğer kumaşlardan daha düşük olarak elde edilmiştir.

B ve C grubu kumaşların üst ve alt ıslanma süreleri karşılaştırıldığında, bu kumaşların alt ve üst ıslanma süreleri birbirine zıt yönde değişmektedir. B grubu kumaşlarda üst ıslanma süreleri alt ıslanma sürelerinden oldukça fazla miktarda daha yüksek iken, C grubu kumaşlarda ise B grubunun tersi olarak üst ıslanma süreleri alt ıslanma sürelerinden oldukça fazla miktarda düşüktür.

B grubu kumaşlarda, suyun damlatıldığı kumaşların iç kısmında hidrofob özellikte olan farklı tipteki polyester lifleri bulunmaktadır. Bu nedenle, damlatılan su hidrofob özellikteki polyester lifleri tarafından içine çekilmeden kumaşın alt tarafına iletileceği ve alt tarafta pamuk lifleri tarafından hızlı bir şekilde içine çekileceği için B grubu kumaşlarda üst ıslanma süreleri hem alt ıslanma sürelerinden hem de C grubu kumaşların üst ıslanma süresinden daha yüksektir.

Aynı şekilde, C grubu kumaşlarda, suyun damlatıldığı kumaşların iç kısmı higroskopik özellikte olan pamuk liflerinden oluşmaktadır. Bu nedenle, damlatılan su higroskopik özellikteki pamuk lifleri tarafından içine çekileceği için, C grubu kumaşların üst ıslanma süreleri B grubu kumaşlardan daha düşük olarak elde edilecektir. Damlatılan su kumaşın iç kısmı tarafından içine çekildiğinden C grubu kumaşlarda kumaşın alt tarafına suyun iletilmesi azalacaktır. Bu nedenle, C grubu kumaşlarda alt ıslanma süreleri C grubu kumaşlardan daha yüksek olarak elde edilecektir.

Literatürde çeşitli lifler kullanılarak üretilen kumaşların ıslanma süresi değerlerinin incelendiği pek çok çalışma bulunmaktadır [43, 62, 84, 85]. Süpüren ve arkadaşları tarafından yapılan polipropilen, pamuk ve bu liflerin karışımından oluşan çift yüzlü kumaşların nem iletim özelliklerinin incelendiği çalışmada [43] üst yüzeyinde polipropilen olan kumaşların üst ıslanma süreleri pamuk olan kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır. Troynikov ve Wardiningsih tarafından yapılan yün, polyester ve bu liflerin karışımından oluşan kumaşların nem iletim özelliklerinin incelendiği çalışmada [85] %100 polyester kumaşın ıslanma süresi değerleri pamuk lifi gibi selülozik olan %100 bambu kumaştan daha yüksek çıkmıştır ve bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur.

Çizelge 3.40'da lif tipinin çift yüzlü kumaşların üst ve alt ıslanma süresi değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi her kumaş grubu (A, B, C ve D) için ayrı olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.40. Kumaşların üst ve alt ıslanma süresi değerleri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	Üst ıslanma süresi		Alt ıslanma süresi	
	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	23,226	0,001	10,525	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	9,240	0,001	200,519	0,001
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	2,160	0,123	2,855	0,061
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	3,490	0,022	5,030	0,005

Çizelge 3.40’da verilen varyans analizi sonuçlarından da görüleceği gibi, iç tarafı pamuk dış tarafı farklı tipte polyester lifleri kullanılarak üretilen C grubu kumaşların üst ve alt tarafına ait ıslanma süresi değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerleri $\alpha=0,05$ değerinden büyüktür. Bu durumda, bu gruptaki kumaş cinslerinin üst ıslanma süresi ve alt ıslanma süresi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır.

Yine Çizelge 3.40’da verilen varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, A, B ve D kumaş grupları için, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin üst ve alt ıslanma süresi değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçük olduğu görülmektedir. Bu durum, bu gruptaki farklı lif içeren kumaş cinslerinin üst ve alt ıslanma süresi değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara bakıldığında, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılan liflerin kumaşların üst ve alt ıslanma süresi değerleri üzerinde önemli bir farka neden olduğu görülmektedir. Dolayısıyla hangi lif tipleri arasında fark olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır.

A grubunda bulunan kumaşların üst ıslanma süresi değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.41’de, alt ıslanma süresi değerleri için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.42 de verilmiştir.

Çizelge 3.41. A grubundaki kumaşlar için ortalama üst ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
C-C	4	4,04		
TP-TP	4		8,30	
M-M	4		8,93	
H-H	4		9,34	
SP-SP	4		10,58	
TM-TM	4			14,76
Önem seviyesi		1,00	0,27	1,00

Çizelge 3.42. A grubundaki kumaşlar için ortalama alt ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
C-C	4	4,66		
M-M	4	9,52	9,52	
H-H	4	12,32	12,32	
SP-SP	4		14,36	
TM-TM	4		15,42	15,42
TP-TP	4			23,30
Önem seviyesi		0,10	0,30	0,09

Çizelge 3.41 ve Çizelge 3.42’de verilen her iki tarafında aynı tip lif kullanılarak üretilen A grubu kumaşların üst ve alt yüzeylerine ait ıslanma süreleri incelendiğinde, 6 farklı tipteki kumaşın hem üst hem de alt yüzeylerine ait ıslanma sürelerinin 3 alt gruba ayrıldığı görülmektedir.

Bahsedilen her iki çizelgeden görüleceği üzere, her iki tarafı %100 pamuk olan C-C kumaşın üst ve alt ıslanma süresi değerleri A grubunda bulunan 6 farklı çeşit kumaş içinde

en düşük değere sahiptir. Daha önce de bahsedildiği üzere, pamuk liflerinin suyu çeken yani higroskopik bir yapıda olması bu liflerden üretilen kumaşların da ıslanma sürelerinin düşük olmasına neden olmaktadır. C-C kumaşın üst tarafına su damlatıldığında kumaşın üst kısmındaki pamuk lifleri suyu hızlı bir şekilde içine çekerek üst ıslanma süresini düşürecektir. Ayrıca, kumaşın üst tarafında su damlasını hızlı şekilde emen pamuk lifleri kumaşın alt tabakasına daha az miktarda su iletecek ve iletilen su miktarı da alt tabaka tarafından hızlı bir şekilde emileceği için kumaşın alt tabakasında da ıslanma süresi düşecektir.

Yine Çizelge 3.41 ve 3.42 incelendiğinde, mikroliflerden üretilen M-M, içi boş liflerden üretilen H-H ve standart polyesterden üretilen SP-SP kumaşların üst ve alt ıslanma süreleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Her ne kadar bu bahsedilen kumaşların üst ve alt ıslanma değerleri arasında fark olmasa da, mikroliften oluşan M-M kumaş standart polyesterden oluşan SP-SP kumaştan daha düşük üst ve alt ıslanma değerleri göstermiştir. M-M kumaşın SP-SP kumaşa göre Çizelge 2.6'da verildiği gibi daha ince kumaş yapısında olması ıslanma sürelerinin daha düşük olmasına neden olacaktır. Filament sayısı çok yüksek olmadığından filament sayısındaki artış kumaş içinde suyun alt tabakaya geçişini sağlayan ince gözenekler oluşturduğu için, M-M kumaş daha düşük alt ıslanma süresi göstermiş olabilir.

Benzer şekilde her iki Çizelge 3.41 ve Çizelge 3.42'den içi boş liflerin ıslanma süreleri incelendiğinde, her ne kadar SP-SP ve H-H kumaşların üst ve alt ıslanma değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmasa da, H-H kumaş SP-SP kumaştan daha düşük üst ve alt ıslanma değerleri göstermiştir. Bunun nedeni olarak, H-H kumaştaki liflerin içinin boş olması ve dolayısı ile ıslanacak lif kalınlığının azalması gösterilebilir.

Çizelge 3.41'deki değerlerden tekstüre işleminin ıslanma süreleri üzerindeki etkisi incelenecek olursa, mikrolif içermeyen TP-TP kumaşın C-C kumaştan sonraki en düşük ıslanma değeri gösterdiği görülebilir. Buna karşın, TM-TM kumaşın üst yüzeyine ait ıslanma süresinin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Bu durumda, iplik mikrolif içermeyişinde tekstüre işleminin üst ıslanma süresini azaltmaktadır. Tekstüre işleminin ipliklere hacimli bir yapı kazandırdığı için, filament sayısı fazla olmadığından damlatılan su boşluklara girerek kumaşın daha çabuk ıslanmasını sağlamış olabilecektir. Mikro tekstüre iplikler de ise filament sayısı 288 gibi çok yüksek olduğu için, üst ıslanma değerleri üzerinde tekstüre işleminin ziyade filament sayısı etkili olmaktadır. TM-TM kumaştan

filament sayısının çok yüksek olması damlatılan suyun daha fazla sayıda lif tarafından çekilmesine neden olacağı için, kumaşın ıslanmasını geciktirmiş de olabilecektir.

Yine Çizelge 3.42'ye bakıldığında, tekstüre iplikler kullanılarak üretilen TM-TM ve TP-TP kumaşlar yüksek alt ıslanma süresi değerleri göstermektedir ve aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamaktadır. Polyester ipliklerin hidrofob karakteri, tekstüre ipliklerin Çizelge 2.1'de görüleceği üzere en kalın iplik numarasına sahip olması ve tekstüre ipliklerden üretilen bu kumaşların Çizelge 2.6'dan da görüleceği gibi kumaş kalınlığının polyester içerikli diğer kumaşlardan fazla olması TM-TM ve TP-TP kumaşların alt yüzeylerine ait ıslanma süresi değerlerinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Özdil ve arkadaşları tarafından yapılan iplik numarası ve bükümün kumaşların nem iletim özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada [84] da, iplik incelmesinin ıslanma süresini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, özellikle tekstüre mikroliflerde lifler arasındaki boşluk çok az olduğu için damlatılan suyun kumaşın alt tarafına iletilmesi zaman alacağı için alt ıslanma süresi diğer kumaşlara göre yüksek çıkmış olabilir.

İç tarafı farklı tipte polyester ipliklerinden, dış tarafı pamuk ipliğinden üretilen B grubu kumaşların üst ve alt ıslanma süreleri için gerçekleştirilen çoklu karşılaştırma test sonuçları sırası ile Çizelge 3.43 ve Çizelge 3.44'de verilmiştir.

Çizelge 3.43. B grubundaki kumaşlar için ortalama üst ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
M-C	4	10,40	
TP-C	4	11,04	
H-C	4		16,37
SP-C	4		16,68
TM-C	4		16,70
Önem seviyesi		0,99	1,00

Çizelge 3.44. B grubundaki kumaşlar için ortalama alt ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
M-C	4	2,66	
H-C	4	2,81	
TM-C	4	2,94	
SP-C	4	3,66	
TP-C	4		34,59
Önem seviyesi		0,95	1,00

Çizelge 3.43 ve Çizelge 3.44’de verilen B grubu kumaşların üst ve alt yüzeylerine ait ıslanma süreleri incelendiğinde, B grubundaki 5 farklı kumaşın üst ve alt ıslanma süresi değerlerinin 2 alt gruba ayrıldığı görülmektedir. İç kısmı mikroliflerden üretilen M-C kumaşın hem üst hem de alt yüzeyine ait ıslanma süreleri en düşük değere sahiptir. Çizelge 2.6’dan da görüleceği gibi, M-C kumaşın kalınlığı B grubu içindeki kumaşlar arasında en ince olanıdır. Dolayısıyla suyun hem kumaşın üst tarafını ıslatması hem de sıvının alt yüzeye ulaşarak pamuk yüzey tarafının ıslanması bu grupta bulunan diğer kumaşlara göre daha hızlı gerçekleşmiştir.

Yine Çizelge 3.43’e bakıldığında, A grubu kumaşlarda olduğu gibi, tekstüre polyester lifinden üretilen TP-C ve M-C kumaşların üst yüzeyine ait ıslanma süreleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmektedir.

Yine Çizelge 3.43 incelendiğinde, tekstüre mikro polyesterden üretilen TM-C kumaş diğer kumaşlara göre lifler arasındaki boşlukların az olması ve damlatılan suyun daha fazla lif tarafından çekilmesinden dolayı ve Çizelge 3.39’dan da görüleceği gibi düşük yayılma hızı nedeniyle A grubunda olduğu gibi en yüksek üst ıslanma süresi değerine sahiptir. TM-C kumaşın en yüksek üst ıslanma süresi değeri göstermesine rağmen H-C ve SP-C kumaşların üst ıslanma süreleri değerleri ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır.

İç tarafı tekstüre polyesterden üretilen TP-C kumaşın alt ıslanma süresi değeri ise A grubunda olduğu gibi en yüksek değerdir. Bu gruptaki kumaşların kalınlıkları incelendiğinde görüleceği gibi, TP-C kumaşın kalınlığının diğerlerinden daha yüksek olması alt yüzeye ait ıslanma süresini etkilemiştir.

Yine Çizelge 3.44'e baktığımızda, A grubu kumaşların alt ıslanma sürelerinde olduğu gibi M-C, H-C, TM-C ve SP-C kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır fakat yine de SP-C kumaşa ait değer diğerlerinden daha yüksektir. Daha önce de bahsedildiği gibi standart polyester lifinin kumaşın sadece iç yüzeyinde kullanımı da, tekstüre olmayan polyester ipliklerle üretilen kumaşlardan biraz daha yüksek alt ıslanma süresi değeri göstermesine neden olmuştur.

İç ve dış tarafı farklı tipte polyester ipliklerinde üretilen D grubu kumaşların üst ve alt ıslanma süreleri için gerçekleştirilen çoklu karşılaştırma test sonuçları sırası ile Çizelge 3.45 ve Çizelge 3.46'da verilmiştir.

Çizelge 3.45. D grubundaki kumaşlar için ortalama üst ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
H-SP	4	7,78	
H-M	4	8,43	8,43
M-H	4	8,50	8,50
SP-M	4	9,24	9,24
SP-H	4	10,19	10,19
M-SP	4		12,48
Önem seviyesi		0,45	0,05

Çizelge 3.46. D grubundaki kumaşlar için ortalama alt ıslanma süresi değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
SP-M	4	11,38	
M-SP	4	14,48	14,48
H-SP	4	14,56	14,56
H-M	4	15,09	15,09
SP-H	4		18,89
M-H	4		19,40
Önem seviyesi		0,41	0,15

Çizelge 3.45 ve Çizelge 3.46’da verilen D grubu kumaşların üst ve alt ıslanma süresi değerleri incelendiğinde, kumaşların hem üst hem de alt yüzeylerine ait ıslanma süresi değerlerinin 2 alt gruba ayrıldığı görülmektedir. İç tarafı mikrolif dış tarafı standart polyesterden üretilen M-SP kumaş en yüksek üst ıslanma süresi değeri gösterirken, iç tarafı içi boş lif dış tarafıysa yine standart polyesterden üretilen H-SP kumaş ise en düşük üst ıslanma süresi değeri göstermektedir. Dolayısıyla kumaşın iç tarafında farklı tipte polyester lifi kullanımı kumaşın üst yüzeyine ait ıslanma süresi değerlerini etkilemektedir ve bu iki kumaş arasında istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmaktadır.

Çizelge 3.45’e bakıldığında, bir tarafı içi boş lif ve diğer tarafı mikro polyester liflerden üretilen H-M ve M-H kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, içi boş lif ve mikroliflerin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması kumaşın üst yüzeyine ait ıslanma süresini değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir farka neden olmamıştır. Yine aynı çizelge incelendiğinde, standart polyester ve mikroliflerden üretilen SP-M ve M-SP kumaşların üst yüzeyine ait ıslanma süresi değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Dolayısıyla standart polyester ve mikroliflerin kumaşın iç ya da dış kısmında kullanılması istatistiksel açıdan önemli bir fark yaratmamaktadır.

Çizelge 3.46’da verilen D grubu kumaşlardan iç tarafı standart polyester dış tarafı mikroliflerden üretilen SP-M kumaşın alt ıslanma süresi en düşüktür ve M-SP kumaşla aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur. Bu durumda standart polyester ve mikroliflerin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması alt ıslanma süresi değerleri arasında önemli bir farka neden olmamaktadır. Benzer bir diğer durum ise, bir tarafı içi boş lif diğer tarafı standart polyesterden üretilen H-SP ve SP-H kumaşlar için ve içi boş lif ve mikroliften üretilen M-H ve H-M kumaşlarda ortaya çıkmaktadır.

Yine Çizelge 3.46 incelendiğinde, mikroliflerden oluşan M-H kumaşın alt ıslanma süresi değeri en yüksektir. M-H kumaşın kalınlığının D grubu kumaşlar içinde en yüksek olması alt ıslanma süresi değerinin de yüksek olmasına neden olmuştur denilebilir.

Üst ve alt ıslanma süreleri ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki ilişkiyi gösteren bivariante korelasyon analizi sonuçları ve önem seviyeleri Çizelge 3.47’de verilmiştir.

Çizelge 3.47. Üst ve alt ıslanma süresi ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Üst ıslanma süresi		Alt ıslanma süresi	
	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Kalınlık	-0,233	0,296	0,131	0,562
Hava geçirgenliği	0,105	0,642	0,084	0,710

Çizelge 3.47’de verilen Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde, üst ve alt ıslanma süreleri ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki ilişkileri gösteren Pearson katsayılarının çok düşük değerlerde olduğu görülecektir. Bu nedenle, üst ve alt ıslanma sürelerinin kalınlık ve hava geçirgenlik değerleri arasında istatistiksel olarak ilişki bulunmamaktadır.

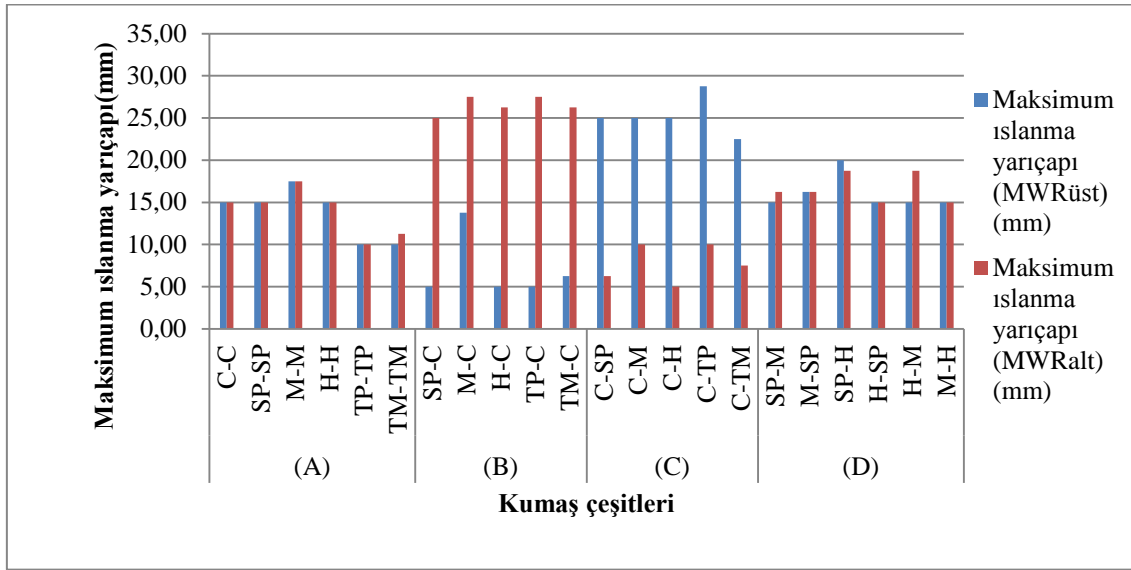
3.4.2. Kumaşların üst ve alt yüzey maksimum ıslanma yarıçapı sonuçları

Islanma kumaşların konforunu etkileyen ve kullanıcılar tarafından da dikkat edilen bir özelliktir. Çünkü daha önceden de bahsedildiği gibi, çeşitli nedenlerle oluşan ter istenmeyen ya da çabuk uzaklaşması istenen bir durumdur. Bir konfor modeline göre, ter deri üzerinden buharlaşırsa vücut ısı kaybeder ve sıvı haldeki terin anlık ısı kaybı kullanıcının soğuk ya da nemli ve serin hissini artırır [43]. Bu durumda kullanıcılar daha konforlu hissetmek için serinlik hissinden uzak durabilmelerini sağlayan ve teri tenlerinden alabilecek kumaşları tercih ederler. Araştırmacılar kullanıcıların bu tercihlerini de dikkate alarak yaptıkları araştırmalarda kumaşların ıslanmasıyla elde edilen maksimum ıslanma yarıçapı değerlerini de araştırmıştır ve bu konuda yapılan birçok çalışma bulunmaktadır [43, 84, 62, 85, 27]. Hu ve arkadaşlarının polyester, pamuk ve naylonun elastanla karışımı sonucu elde edilen örme kumaşlarla yaptıkları çalışmada [62], aynı oranda pamuk ya da polyester içeren kumaşlarda pamuk içerikli kumaşların maksimum ıslanma yarıçapı sonuçları polyester içerikli olanlardan daha yüksektir. Troynikov ve Wardiningsih tarafından yapılan bambu, yün, polyester ve karışımı kumaşların maksimum ıslanma yarıçaplarının da incelendiği çalışmada [85] ise, bambu kumaşın üst maksimum ıslanma yarıçapı, polyester olan kumaşın ise alt maksimum ıslanma yarıçapı diğerlerinden daha büyüktür. Namlıgöz ve arkadaşları tarafından selülozik, polyester ve bu liflerin karışımından oluşan dokuma kumaşların nem iletim özelliklerinin incelendiği bir diğer çalışmada [27] da selüloz ve polyester karışımı kumaşların maksimum ıslanma yarıçapı değerleri %100 selüloz ve polyester olan kumaşlardan yüksek çıkmıştır. Bu çalışmaların dışında Süpüren ve arkadaşları tarafından çift yüzlü örme kumaşlarla yapılan bir başka çalışmada [43] ise, her iki tarafı polipropilen olan kumaş iki tarafı pamuk olan ve bir tarafı pamuk diğer tarafı polipropilen olan kumaşlardan daha yüksek maksimum ıslanma yarıçapı göstermiştir. Pamuk ve farklı polyester liflerden oluşan karışım kumaşların maksimum ıslanma yarıçaplarının diğer kumaşlardan daha yüksek olduğu bu çalışmanın sonuçları Namlıgöz ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmayla [27] uyumludur.

Maksimum ıslanma yarıçapı ile ilişkili olan bazı özellikler bulunmaktadır. Özdil ve arkadaşlarının süprem kumaşların nem iletim özelliklerini incelediği bir çalışmaya [84] göre, iplik inceldikçe ve büküm azaldıkça maksimum ıslanma yarıçapı artmaktadır. Dolayısıyla iplik numarası ve büküm maksimum ıslanma yarıçapını etkilemektedir.

Bunların dışında kumaşların üst ıslanma süresi, alt emilim oranı, alt ve üst yayılma hızı ve kümülatif tek yönlü taşıma endeksi de maksimum ıslanma yarıçapı değerleri ile ilişkilidir.

Kumaşların maksimum ıslanma yarıçapı değerleri hem tene temas eden üst yüzey hem de dış çevreyle temas halindeki alt yüzey için ayrı olarak incelenmiştir. Üst ve alt yüzeylere ait maksimum ıslanma yarıçapı sonuçları (*MWR_{üst}*, *MWR_{alt}*) grafiksel olarak Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3.11. Maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı sonuçları

Çizelge 3.39 ve Şekil 3.11’den görüleceği gibi kumaşların tene temas eden üst yüzeylerine ait maksimum ıslanma yarıçapları incelendiğinde, iç tarafı çeşitli polyester liflerinden oluşan B grubu kumaşlara ait sonuçların iç kısmı pamuk lifinden oluşan C grubu kumaşlardan daha düşük olduğu görülmektedir. Kumaşların alt yüzeylerine ait maksimum ıslanma yarıçaplarına bakıldığında, B grubu kumaşlara ait değerlerin C grubu kumaşlardan büyük olduğu görülmektedir. B grubunda bulunan kumaşlar aynı zamanda tüm kumaş grupları içinde alt yüzeye ait en yüksek maksimum ıslanma yarıçapı değerlerine sahiptir. B ve C grubu kumaşların maksimum ıslanma yarıçap değerlerinden pamuk lifinin olduğu tarafta ıslanma yarıçap değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, pamuk lifinin higroskopik yapısından kaynaklanmaktadır.

Şekil 3.11’e bakıldığında, hem her iki tarafı aynı tipte polyesterden üretilen A grubu hem de farklı tipte polyesterden üretilen D grubu kumaşların üst ve alt yüzeyleri için

elde edilen maksimum ıslanma yarıçapı değerleri arasında pek fazla fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.48’de lif tipinin çift yüzlü kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçap değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları her kumaş grubu (A, B, C ve D) için verilmiştir.

Çizelge 3.48. Kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçap değerleri için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	Maksimum üst ıslanma yarıçapı		Maksimum alt ıslanma yarıçapı	
	F Değeri	Önem seviyesi (p değeri)	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	27,000	0,001	12,771	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	9,964	0,001	0,350	0,840
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	6,857	0,002	1,231	0,340
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	2,432	0,075	0,764	0,588

Çizelge 3.48’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, D grubu kumaşlar haricinde, diğer A, B ve C grubu kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu durum, bu A, B ve C gruplardaki farklı lif içeren kumaş cinslerinin maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.48’de verilen varyans analizi sonuçlarından kumaşların alt ıslanma yarıçap değerleri incelenecek olursa, sadece A grubu kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin maksimum alt ıslanma yarıçapı değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerleri $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Diğer B, C ve D grubu kumaşların alt yüzeyine ait maksimum ıslanma yarıçapı değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerleri $\alpha=0,05$ değerinden büyüktür. Bu durum, sadece A grubundaki farklı lif içeren kumaş cinslerinin maksimum alt ıslanma yarıçapı değerleri

arasında fark bulunduğunu göstermektedir. Fark bulunan gruplar içinde hangi lif tipleri arasında fark olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır.

A grubu kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçap değerleri için gerçekleştirilen çoklu karşılaştırma test sonuçları sırası ile Çizelge 3.49 ve Çizelge 3.50’de verilmiştir.

Çizelge 3.49. A grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
TM-TM	4	10,00	
TP-TP	4	10,00	
C-C	4		15,00
H-H	4		15,00
SP-SP	4		15,00
M-M	4		17,50
Önem seviyesi		1,00	0,07

Çizelge 3.50. A grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum alt ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
TP-TP	4	10,00	
TM-TM	4	11,25	
C-C	4		15,00
H-H	4		15,00
SP-SP	4		15,00
M-M	4		17,50
Önem seviyesi		0,86	0,26

Çizelge 3.49 ve Çizelge 3.50’de verilen A grubu kumaşların üst ve alt yüzeylerine ait maksimum ıslanma yarıçapı değerleri incelendiğinde, 6 farklı kumaşın her iki maksimum üst ve alt ıslanma yarıçap değerlerinin 2 farklı alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. A grubu kumaşların maksimum üst ıslanma yarıçap sonuçları maksimum alt ıslanma yarıçap sonuçları ile hemen hemen aynı değerleri göstermiştir.

Tekstüre polyester kullanılarak üretilen TP-TP ve tekstüre mikrolif kullanılarak üretilen TM-TM kumaşların üst ve alt yüzeyleri için elde edilen maksimum ıslanma yarıçapı değerleri A grubu kumaşlar içindeki en düşük değerlerdir ve aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Tekstüre işleminin ipliklere kazandırdığı hacimli yapı nedeniyle bu ipliklerle üretilen kumaşların maksimum ıslanma yarıçapı değerlerinin daha yüksek değerler göstermesi beklenebilir. Fakat Çizelge 2.1’den de görüleceği gibi tekstüre iplikler diğer ipliklerden biraz daha kalındır. Bu nedenle, TM-TM ve TP-TP kumaşların üst yüzeylerine ait maksimum ıslanma yarıçapı değerleri düşüktür denilebilir. Özdil ve arkadaşlarının iplik numarası ve bükümün pamuklu süprem kumaşların nem iletimine etkisini inceledikleri çalışmalarında [84] da kumaşlarda kullanılan iplikler incelidikçe maksimum ıslanma yarıçapı değerleri artmıştır.

Çizelge 3.49 ve Çizelge 3.50’de verilen çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, M-M, C-C, H-H ve SP-SP kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı değeri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Fakat her ne kadar bu bahsedilen kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçap değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmasa da, M-M kumaşın maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı değeri biraz daha diğer kumaşlardan yüksektir. Hidrofob karakterli M-M kumaşın higroskopik karakterli olan C-C kumaşlara göre daha yüksek maksimum ıslanma yarıçapı göstermesi mikro polyester kumaşın daha ince olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü iplik numarası kumaş kalınlığını etkilemektedir ve yukarıda da belirtildiği gibi ince iplik yapısı da maksimum ıslanma yarıçapı değerlerini ters orantılı şekilde etkilemektedir.

B ve C grubu kumaşların maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri için gerçekleştirilen çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.51 ve Çizelge 3.52’de verilmiştir.

Çizelge 3.51. B grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
H-C	4	5,00	
SP-C	4	5,00	
TP-C	4	5,00	
TM-C	4	6,25	
M-C	4		13,75
Önem seviyesi		0,95	1,00

Çizelge 3.52. C grubundaki kumaşlar için ortalama maksimum üst ıslanma yarıçapı değerleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
C-TM	4	22,50	
C-H	4	25,00	
C-M	4	25,00	
C-SP	4	25,00	
C-TP	4		28,75
Önem seviyesi		0,28	1,00

Çizelge 3.51 ve Çizelge 3.52’de verilen B ve C grubu kumaşların üst yüzeyi için elde edilen maksimum ıslanma yarıçapı değerleri incelendiğinde, her iki grupta da kumaşların maksimum ıslanma yarıçaplarının 2 alt bölgeye ayrıldığı görülmektedir. A grubunda olduğu gibi, iç tarafı mikroliflerden üretilen M-C kumaş B grubunda bulunan kumaşlar içinde en yüksek maksimum ıslanma yarıçapı değerine sahiptir. B grubundaki M-C kumaş dışındaki tüm kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark

bulunmamıştır. C grubunda ise, içi pamuk dışı tekstüre polyesterden üretilen C-TP kumaş en yüksek maksimum ıslanma yarıçapı değerine sahiptir ve bu kumaş dışındaki tüm kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur.

Aynı çizelgeler incelendiğinde, iç tarafı çeşitli polyester lifleriyle üretilen B grubu kumaşların üst maksimum ıslanma yarıçapları iç tarafı pamuk lifleriyle üretilen C grubu kumaşların üst maksimum ıslanma yarıçaplarından daha düşük değerler göstermektedir. Dolayısıyla, kumaşların iç tarafında hidrofob karakterli lif ya da hidrofil karakterli lif kullanımı maksimum ıslanma yarıçapı değerlerini etkilemektedir.

Maksimum ıslanma yarıçapları ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki ikili ilişkilerin derecesini gösteren Pearson korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri Çizelge 3.53’de verilmiştir.

Çizelge 3.53. Maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki bivariante korelasyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Maksimum üst ıslanma yarıçapı		Maksimum alt ıslanma yarıçapı	
	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Kalınlık	-0,039	0,863	0,048	0,831
Hava geçirgenliği	0,079	0,725	0,005	0,984

Çizelge 3.53’de verilen Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde, tüm değerler için Pearson korelasyon katsayıları çok düşük olduğu için, kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapları ile kalınlık ve hava geçirgenlik değerleri arasında istatistiksel olarak ilişki bulunmadığı görülecektir.

3.4.3. Tüm nem tayin kapasitesi sonuçları

Nem iletim testi sonucunda elde edilen tüm nem tayin kapasitesi değeri (OMMC) kumaşların nem iletim özelliklerinin genel olarak ifade edilmesine yardımcı olan önemli bir parametredir. Bu parametreye ait değerlerin yorumlanmasında kullanılan

derecelendirme tablosu Çizelge 3.54’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre kumaşlar tüm nem tayin kapasitesi değerine göre konfor açısından çok kötüden mükemmel doğru giden bir skala ile adlandırılmaktadır. Çizelge 3.54’den de görüleceği gibi, daha yüksek tüm nem tayin kapasitesi kumaşlar için daha iyi nem yönetim yeteneği anlamına gelmektedir. Sıvı nem yönetimi kapasitesi, derinin kuru kalması için sıvı terin kolaylıkla ve hızlıca deriden dış yüzeye transfer edilebileceğini gösterir [27].

Çizelge 3.54. Tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) değerlerinin derecelendirme tablosu [60]

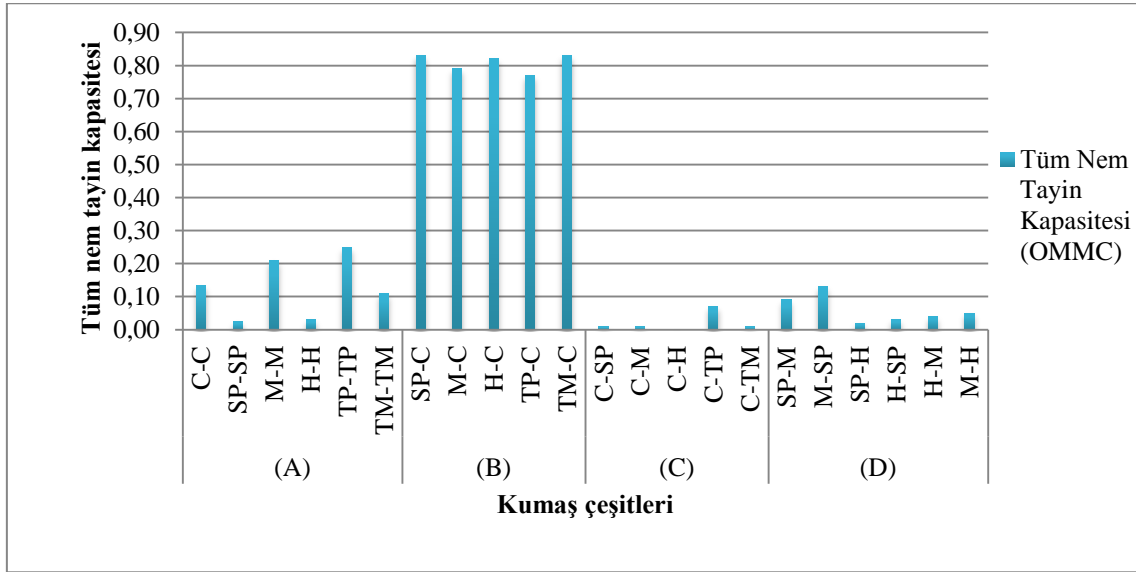
İndeks \ Derece	1	2	3	4	5
	OMMC	0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8
	Çok kötü	Kötü	İyi	Çok iyi	Mükemmel

Daha önce “Materyal ve Metot” bölümünde verilen Eşitlik 2.12’den de görüleceği gibi kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değeri, alt yüzeydeki nem emilim oranı, kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ve alt yüzeydeki yayılma hızı yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu özelliklerin yanı sıra tüm nem tayin kapasitesi ıslanma süresi, maksimum ıslanma yarıçapı değerleriyle de yakın bir ilişki içindedir.

Tüm nem tayin kapasitesi kumaş konforunu belirleyici önemli bir özellik olması nedeniyle literatürde de kendine yer bulmuştur ve bu özelliği de içine alan birçok çalışma yapılmıştır [27, 43, 62, 84, 85]. Süpüren ve arkadaşlarının çift yönlü örme kumaşların nem iletimini de incelediği çalışmada [43], iç tarafı polipropilen dış tarafı ise pamuktan üretilen kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değerleri iyi çıkmıştır. Hu ve arkadaşları tarafından örme kumaşlarla yapılan bir diğer çalışmada [62] aynı oranda pamuk ve aynı oranda polyester içeren kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değerlerine bakıldığında, polyester kumaşın tüm nem tayin kapasitesinin pamuklu kumaştan daha yüksek olduğu görülmektedir. Troynikov ve Wardiningsih’in bambu, yün, polyester ve bu liflerin karışımından oluşan kumaşların tüm nem tayin kapasitesini de incelediği çalışmada [85] ise, %100 polyester kumaşın tüm nem tayin kapasitesi %100 bambu kumaştan daha yüksektir. Namlıgöz ve arkadaşlarının dokuma kumaşlarla yaptığı bir başka çalışmada [27] ise, selülozik kumaşların tüm nem tayin kapasitesi polyester kumaşlardan yüksek çıkarken selüloz ve polyester karışımı kumaşlar ise en yüksek değerleri göstermiştir. Pamuk,

polyester ve bu liflerin karışımından oluşan çift yüzlü kumaşların tüm nem tayin kapasitesinin incelendiği bu çalışmanın sonuçları, Süpüren ve arkadaşlarının ve Namlıgöz ve arkadaşlarının çalışmasıyla uyumludur.

Kumaşların tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) sonuçları 3.12’de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Tüm nem tayin kapasitesi sonuçları

Çizelge 3.39 ve Şekil 3.12’de verilen tüm nem tayin kapasitesi sonuçları incelendiğinde, iç tarafı farklı tipte polyester ve dış tarafı pamuk lifleri kullanılarak üretilen B grubunda bulunan kumaşların tüm diğer kumaş grupları içinde en yüksek değerlere sahip olduğu ve diğer kumaşlara göre daha iyi nem iletimi özellikleri gösterdiği görülmektedir. B grubu kumaşların tam tersi şekilde iç tarafı pamuk dış tarafı farklı tipte polyester liflerinden üretilen C grubu kumaşlar ise en düşük tüm nem tayin kapasitesi değerlerine sahiptir ve B grubu kumaşlar kadar iyi nem iletim özelliğine sahip değildir.

Çizelge 3.55’de lif tipinin çift yüzlü kumaş cinslerinin tüm nem tayin kapasitesi değerleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak gösteren varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi her kumaş grubu (A, B, C ve D) için ayrı olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.55. Kumaşların tüm nem tayin kapasitesi için varyans analizi sonuçları

Kumaş grupları	F değeri	Önem seviyesi (p değeri)
İç ve dış aynı tip lif (A)	224,044	0,001
İç: Farklı tipte polyester Dış: Pamuk (B)	7,803	0,001
İç: Pamuk Dış: Farklı tipte polyester (C)	23,830	0,001
İç ve dış farklı tipte polyester (D)	13,431	0,001

Çizelge 3.55’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, tüm farklı kumaş grubu için, kumaşların iç ve dış kısımlarında kullanılan lif tipinin tüm nem tayin kapasitesi değerleri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlılığını gösteren p değerlerinin tümü $\alpha=0,05$ değerinden küçüktür. Bu nedenle, her farklı grupta, farklı lif içeren kumaş cinslerinin tüm nem tayin kapasiteleri arasında fark bulunmaktadır. Bu sonuçlar, kumaşların iç ve dış taraflarında kullanılan farklı cinsteki liflerin kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değerleri üzerinde önemli bir farka neden olduğunu göstermektedir. Tüm farklı kumaş grubu için anlamlılık seviyesinin 0,01’den küçük olması güvenilirlik derecesinin çok yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Tüm kumaş gruplarında, lif cinsinin tüm nem tayin kapasitesi değerleri üzerinde etkisi bulunduğu için, farklılığın hangi lif tipleri arasında bulunduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testi uygulanmıştır. Çoklu karşılaştırma testi sınıflandırılan her dört kumaş grubu (A, B, C ve D) için ayrı olarak yapılmıştır. A grubu kumaşlar için yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.56’da verilmiştir.

Çizelge 3.56. A grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

A grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar			
		1	2	3	4
SP-SP	4	0,02			
H-H	4	0,03			
TM-TM	4		0,11		
C-C	4		0,13		
M-M	4			0,21	
TP-TP	4				0,25
Önem seviyesi		1,00	0,07	1,00	1,00

Çizelge 3.56’da verilen her iki tarafı aynı tip liften üretilen A grubu kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değerleri incelendiğinde, tüm nem tayin kapasitelerinin 4 farklı alt gruba ayrıldığı görülmektedir. İç ve dış tarafı standart polyesterden üretilen SP-SP kumaşlar en düşük tüm nem tayin kapasitesine sahiptir ve her iki tarafı içi boş liften üretilen H-H kumaşlarla aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Tüm nem tayin kapasitesi hesaplanırken kullanılan alt yüzey emilim oranı ve alt yüzey yayılma hızının düşük oluşu SP-SP ve H-H kumaşların tüm nem tayin kapasitesini etkilemiştir.

Yine Çizelge 3.56 incelendiğinde, tekstüre mikroliflerden üretilen TM-TM ve pamuktan üretilen C-C kumaşın tüm nem tayin kapasiteleri arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamasına rağmen C-C kumaşın tüm nem tayin kapasitesi değerleri biraz daha yüksektir. C-C kumaşın tüm nem tayin kapasitesi SP-SP, H-H, TM-TM kumaşlardan daha yüksekken, M-M ve TP-TP kumaşlardan daha düşüktür.

Yine Çizelge 3.56’ya bakıldığında, tekstüre polyesterden üretilen TP-TP kumaşın tüm nem tayin kapasitesi değerlerinin A grubu kumaşlar içinde en yüksek olduğu görülmektedir ve bu kumaşlardan sonra ikinci yüksek tüm nem tayin kapasitesi değerleri mikroliflerden üretilen M-M kumaşa aittir. TP-TP kumaşın yüksek alt emilim oranına sahip olması tüm nem tayin kapasitesi değerlerinin yüksek olmasına neden olmuştur denilebilir.

A grubundaki kumaşlar Çizelge 3.54’de verilen tüm nem tayin kapasitesi derecelendirme tablosuna göre değerlendirildiğinde, SP-SP, H-H, TM-TM, C-C kumaşlar çok kötü, M-M ve TP-TP kumaşlar kötü olarak adlandırılmaktadır.

Bir tarafı pamuk ipliğinden diğer tarafı farklı tipte polyester ipliklerinden üretilen B grubu ve C grubu kumaşlar için gerçekleştirilen çoklu karşılaştırma test sonuçları sırası ile Çizelge 3.57’de ve Çizelge 3.58’de verilmiştir.

Çizelge 3.57. B grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

B grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
TP-C	4	0,77	
M-C	4	0,79	0,79
H-C	4		0,82
TM-C	4		0,83
SP-C	4		0,83
Önem seviyesi		0,40	0,08

Çizelge 3.58. C grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

C grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar	
		1	2
C-H	4	0,00	
C-TM	4	0,01	
C-SP	4	0,01	
C-M	4	0,01	
C-TP	4		0,07
Önem seviyesi		0,64	1,00

Çizelge 3.57 ve Çizelge 3.58’de verilen B ve C grubu kumaşların tüm nem tayin kapasite değerleri incelendiğinde, B grubu kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değerlerinin C grubu kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. B grubundaki içi tekstüre polyesterden üretilen TP-C kumaşlar en düşük tüm nem tayin kapasitesine sahiptir ve mikroliften üretilen M-C kumaşlarla aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Dolayısıyla, dışı pamuk olan çift yüzlü örme kumaşların iç tarafında tekstüre polyester ya da mikrolif kullanımı tüm nem tayin kapasitesi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki sağlamamaktadır. En yüksek tüm nem tayin kapasitesi değerlerini SP-C ve TM-C kumaşlar göstermiştir. C grubundaki C-TP kumaş ise kendi kumaş grubu içinde en yüksek tüm nem tayin kapasitesi değerine sahiptir. C-TP dışında C grubunda bulunan kumaşların tüm nem tayin kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunamamıştır.

Çizelge 3.57 ve Çizelge 3.58’den da görüleceği üzere, pamuk ve polyester liflerinin kumaşın iç veya dış tarafında kullanılması tüm nem tayin kapasitesini etkilemektedir ve tüm nem tayin kapasitesi açısından B grubundaki kumaşlar daha iyi konfor sağlamaktadır.

Çizelge 3.54’de verilen tüm nem tayin kapasitesi derecelendirme tablosuna göre, B grubunda bulunan TP-C ve M-C kumaşlar çok iyi olarak adlandırılırken H-C, TM-C ve SP-C kumaşlar ise mükemmel olarak adlandırılmaktadır. C grubundaki kumaşların tüm nem tayin kapasitesi derecelendirmesine bakıldığında ise bu gruptaki tüm kumaşlar çok kötü olarak adlandırılmaktadır.

D grubu kumaşlar için elde edilen çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.59’da verilmiştir.

Çizelge 3.59. D grubundaki kumaşlar için ortalama tüm nem tayin kapasitesi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları

D grubundaki kumaş cinsleri	Örnek sayısı (N)	0,05 seviyesinde aralarında fark bulunan gruplar		
		1	2	3
SP-H	4	0,02		
H-SP	4	0,03		
H-M	4	0,04	0,04	
M-H	4	0,05	0,05	
SP-M	4		0,09	0,09
M-SP	4			0,13
Önem seviyesi		0,56	0,09	0,15

Çizelge 3.59’da verilen iki tarafı farklı tipte polyester liflerinden üretilen D grubu kumaşların tüm nem tayin kapasitesi incelendiğinde, SP-H ve H-SP kumaşlarla, H-M ve M-H kumaşlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Bu durumda iç ya da dış kısımda içi boş lif, standart polyester ve mikrolif kullanımı kumaşların tüm nem tayin kapasitesini istatistiksel olarak etkilememektedir.

Yine Çizelge 3.59’a bakıldığında SP-M ve M-SP kumaşların tüm nem tayin kapasitesi D grubu kumaşlar içinde en yüksektir ve bu iki kumaş arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Bu durumda, standart polyester ve mikroliflerin kumaşın iç ya da dış tarafında kullanılması tüm nem tayin kapasitesini istatistiksel olarak etkilememektedir.

Çizelge 3.54’de verilen tüm nem tayin kapasitesi derecelendirme tablosuna göre, D grubunda bulunan tüm kumaşlar çok kötü olarak adlandırılmaktadır.

Tüm nem tayin kapasitesi ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki ikili ilişkilerin derecesini gösteren Pearson korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri Çizelge 3.60’da verilmiştir.

Çizelge 3.60. Tüm nem tayin kapasitesi ile kalınlık ve hava geçirgenliği arasındaki bivariate korelasyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Pearson katsayısı (R)	Önem seviyesi (p)
Kalınlık	0,397	0,068
Hava geçirgenliği	-0,435*	0,043

*: Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 3.60’da verilen Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde, tüm nem tayin kapasitesi ile kalınlık arasında istatistiksel olarak ilişki görülmektedir. Tüm nem tayin kapasitesi ile hava geçirgenliği arasında da istatistiksel olarak 0,05 seviyesinde anlamlı negatif bir ilişki bulunmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, pamuk ve polyesterden oluşan toplam 6 farklı iplik kullanılarak çift yataklı yuvarlak örme makinelerinde aynı makine ayarları ile üretilen çift yüzlü atkılı örme kumaşların konfor özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Farklı tipte polyester ipliklerin çift yüzlü atkılı örme kumaşların konforuna etkilerini inceleyebilmek için, standart polyester, mikro polyester, içi boş polyester, tekstüre polyester ve tekstüre mikro polyester olmak üzere 5 farklı iplik kullanılmıştır. Kumaşların ön ve arka yüzlerinde kullanılan iplik türleri değiştirilerek toplam 14 farklı çeşit çift yüzlü kumaş örülmüştür. Örme işleminden sonra tüm kumaşlar ağartma ve boyama işlemi görmüş, ardından tam relakse hale getirilmiştir. Ön ve arka yüzleri farklı türde ipliklerden üretilen kumaşların yapılan testlere etkilerini gözlemleyebilmek için, her iki yüzden de ölçüm yapıldığından istatistiksel incelemeler 22 kumaş üzerinden yapılmıştır.

Çift yüzlü örme kumaşların konfor özelliklerini inceleyebilmek için kumaşların hava geçirgenliği, bağıl su buharı geçirgenliği, ısı özellikleri ve nem iletimi özellikleri ölçülmüştür. Lif tipinin bu özellikler üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için varyans analizi ve çoklu karşılaştırma metodu kullanılmıştır. Ayrıca kumaşların bazı geometrik özelliklerinin konfor parametreleri ile ilişkilerini inceleyebilmek için, sıklık, ağırlık ve kalınlık özellikleri de ölçülmüştür. Bu geometrik özelliklerin konfor özellikleriyle ikili ilişkileri korelasyon analizi yapılarak belirlenmiştir.

Kumaşların hava geçirgenliği için yapılan deneysel sonuçlar ve istatistiksel sonuçlara göre, her iki yüzü aynı tip liften üretilen tüm kumaşların farklı hava geçirgenliği özelliğine sahip olduğu ve lif tipinin tüm kumaşların hava geçirgenliğini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği görülmüştür. Tamamen pamuk lifinden üretilen C-C kumaş, tamamen farklı tipte polyesterlerden üretilen kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği değeri göstermiştir. Bu sonucun nedeni olarak, pamuk kumaşın kalınlığının diğer kumaşlardan daha yüksek olması gösterilmiştir. Diğer bir nedenin de, pamuk ipliğinin tüylülüğü olabileceği belirtilmiştir. Polyester tipinin hava geçirgenliğine etkisi incelendiğinde, iki yüzü mikroliflerden üretilen kumaşların standart polyesterden üretilen kumaşlardan, benzer

şekilde tekstüre mikroliften üretilen kumaşların da tekstüre polyesterden üretilen kumaşlardan daha düşük hava geçirgenliği gösterdiği saptanmıştır. Bu sonucun nedeni olarak, mikroliflerin iplik içindeki boşlukları azaltması, dolayısıyla da kumaş gözenekliliğini azaltarak hava geçirgenliğini etkilemesi gösterilmiştir. Tekstüre iplik kullanımının kumaşların hava geçirgenliğini etkilediği yapılan incelemeler sonucunda görülmüştür. Tekstüre iplikler kullanılarak üretilen kumaşların hava geçirgenlik değerleri tekstüre olmayan ipliklerden üretilen kumaşlardan düşük çıkmıştır. Bunun nedeni olarak, tekstüre kumaşların daha kalın ve ağır oluşu sebebiyle hava geçişini azaltabileceği gösterilmiştir.

Bir yüzü pamuk diğer yüzü çeşitli polyester liflerinden örülen çift yüzlü kumaşların hem pamuk hem de polyester yönünden yapılan ölçümler, ölçüm yönüne göre hava geçirgenliğinin değişmediğini göstermiştir. Bir yüzü pamuk diğer yüzü farklı polyester liflerinden üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerleri polyester kullanılmadan üretilen kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuç, çift yüzlü kumaş üretiminde polyester lifleri kullanımının hava geçirgenliği değerlerini arttırdığını göstermiştir. Her iki yüzünde birbirinden farklı polyesterler kullanılan kumaş sonuçlarına göre de, kumaşların dış yüzlerinde mikrolif kullanımı hava geçirgenliğini arttırmıştır. Benzer şekilde bu kumaşların iç yüzlerinde standart polyester kullanımının da hava geçirgenliği değerlerini yükselttiği görülmüştür. İkili ilişki seviyelerini gösteren pearson katsayılarına (R) göre, kumaş kalınlığı ile hava geçirgenliği arasında kuvvetli ancak zıt yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Kumaşların ısı özelliklerinin belirlenebilmesi için ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve ısı difüzyon değerleri istatistiksel olarak ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Isı iletkenlik ve ısı direnç için yapılan deneysel ve istatistiksel çalışma sonuçları, lif tipinin çift yüzlü kumaşların ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Kumaşlarının her iki yüzünde pamuk lifi kullanımının ısı iletkenlik değerlerini azalttığı ve ısı direnç değerlerini artırdığı görülmüştür. Tamamen pamuk lifinden üretilen kumaşların tüm kumaşlar arasında en düşük ısı iletkenlik göstermesinin nedeni olarak, liflerin ısı iletkenlik katsayılarının kumaşların ısı iletkenliklerinin belirlenmesinde tek başına yeterli olamayacağı, ipliğin ve kalınlık, ağırlık gibi kumaşın yapısal parametrelerine ve kumaştaki hava miktarına da bağlı olduğu gösterilmiştir. Pamuk kumaşın diğer kumaşlardan daha yüksek ısı direnç

göstermesi de aynı nedenlerle açıklanmıştır. İki kumaş yüzünde de içi boş lif kullanımı, standart polyester ve tekstüre iplik kullanımına göre kumaşların ısı iletkenlik değerlerini artırmıştır. Bunun nedeninin, kumaşların ısı iletkenlik değerleri üzerinde lif içindeki boşluktan ziyade, lifler arasındaki ve iplikler arasındaki boşlukların etkili olabileceği gösterilmiştir. Tamamen mikroliflerden üretilen kumaşlar, iki yüzünde de aynı tip lif kullanılarak üretilen polyester kumaşların tümünden yüksek ısı iletkenlik ve düşük ısı direnç göstermiştir. Bu duruma, mikrolifli kumaşların diğer kumaşlardan ince yapıda olmasının neden olabileceği belirtilmiştir. Bir diğer neden olarak, havanın ısı iletkenlik katsayısından daha yüksek ısı iletkenlik katsayısına sahip olan mikroliflerin kumaş içindeki hava boşluklarını azaltması gösterilmiştir. Tekstüre olmuş ipliklerle üretilen kumaşların ısı direnç değerleri tekstüre olmamış iplikten elde edilen kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır. Tekstüre ipliklerin hacimli yapısının kumaşların ısı direnç değerlerini artırdığı görülmüştür. Kumaşların iç ve dış yüzlerinde farklı tiplerde lif kullanımının ısı iletkenlik ve direnç değerlerini etkilediği görülmüştür. Kumaşların bir yüzünde pamuk diğer yüzlerinde çeşitli polyesterlerin kullanılması, her iki yüzde de pamuk kullanımına kıyasla ısı iletkenlik değerlerinde artışa, ısı direnç değerlerinde azalmaya neden olmuştur. İki yüzü de çeşitli polyester liflerinden üretilen kumaşların ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerinin genellikle ölçüm yönüne göre değişmediği saptanmıştır.

Isı soğurganlık ve ısı difüzyon için yapılan deneysel ve istatistiksel çalışma sonuçları, lif tipinin kumaşların ısı soğurganlık ve difüzyon değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Her iki yüzü tekstüre ipliklerden üretilen TP-TP ve TM-TM kumaşlar tekstüre olmayan ipliklerden üretilen SP-SP ve M-M kumaşlardan daha düşük ısı soğurganlık ve daha yüksek ısı difüzyon değeri göstermiştir. Hacimli yapıdaki tekstüre iplikler, bu ipliklerden üretilen kumaşların daha kalın ve kaba olmasına böylelikle de yüzeyle temasının azalmasına, daha sıcak his vermesine neden olmuştur. İki yüzü de pamuktan üretilen kumaşların ısı soğurganlık değerleri, tamamen standart polyester, mikro polyester ve içi boş polyesterden üretilen kumaşlardan düşük çıkmıştır. Bu durumda, pamuklu kumaşın bu kumaşlara kıyasla daha sıcak his verebileceği belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak, tekstüre ipliklerde olduğu gibi, pamuk ipliğinin hacimliliği ve tüylülüğü gösterilmiştir. İç yüzleri pamuk dış yüzleri birbirinden farklı polyester liflerinden üretilen kumaşların ısı soğurganlıkları, içi çeşitli polyester liflerinden dışı pamuk liflerinden üretilen kumaşlara kıyasla daha düşük değerler göstermiştir. Isı

difüzyon değerlerinde ise tam tersi sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumda, kumaşların iç ya da dış yüzlerinde pamuk veya polyester kullanımı ısıl soğurganlık ve ısıl difüzyon değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir. İç yüzleri pamuk olan kumaşların, iç yüzleri polyester olan kumaşlara göre daha sıcak his verebileceği belirtilmiştir. Ayrıca içi pamuk dışı polyester olan kumaşlar tüm kumaşlar arasında en düşük ısıl soğurganlık ve en yüksek ısıl difüzyonu göstermiştir. Her iki yüzü de farklı polyester liflerinden üretilen kumaşların ısıl soğurganlık ve ısıl difüzyonun ölçüm yönüne göre değişmediği görülmüştür.

Isıl özellikler için yapılan korelasyon analizi sonucunda, kumaşların hava geçirgenliği ve kalınlığının ısıl iletkenlik ve ısıl direnç değerleri ile arasında kuvvetli birer ilişki olduğu saptanmıştır. Kalınlık artışı ısıl iletkenliği azaltırken, ısıl direnci artırmıştır. Hava geçirgenliği için ise tam tersi bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca kumaşların ısıl iletkenliği ile ısıl direnci arasında ve benzer şekilde ısıl soğurganlığı ile de ısıl difüzyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı zıt yönlü birer ilişki olduğu görülmüştür.

Bağıl su buharı geçirgenliği için yapılan deneysel sonuçlar ve istatistiki sonuçlar, lif tipinin kumaşların su buharı geçirgenliğini önemli derecede etkilediğini göstermiştir. İç ve dış yüzü pamuk liflerinden üretilen kumaşın su buharı geçirgenliği değeri tüm kumaşlar arasında en düşük değeri göstermiştir. Bu sonucun nedeni olarak, higroskopik yapıdaki pamuk liflerinin su moleküllerini içine çekmesi, liflerin şişerek kumaş içindeki hava boşluklarını azaltması gösterilmiştir. Çünkü su buharının lifli yapıdan geçiş katsayısı havadan geçiş katsayısından daha düşüktür. Kumaş yüzlerinde farklı tiplerde polyester liflerin kullanımının kumaşların su buharı geçirgenliğinde etkisi olduğu belirtilmiştir. Her iki yüzü mikroliflerden üretilen M-M kumaşlar, mikrolif içermeyen SP-SP kumaşlardan ve diğer tüm kumaşlardan daha yüksek su buharı geçirgenliği değeri göstermiştir. Mikroliften üretilen kumaşın yüksek su buharı geçirgenliği göstermesine, mikrolifli kumaşın ince yapıda olması, bu liflerin normal liflere göre kumaşların yüzey alanını artırması ve kumaşlara kanallı bir yapı kazandırmasının neden olabileceği ifade edilmiştir. Tekstüre işlemi kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerini etkilemiştir. Tamamen tekstüre edilmiş ipliklerden üretilen kumaşların su buharı geçirgenlikleri, tekstüre edilmeyen ipliklerden üretilen kumaşların su buharı geçirgenliklerinden düşük çıkmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasına, tekstüre iplik numaralarının daha kalın olması nedeniyle bu ipliklerden üretilen kumaşların daha ağır ve kalın olmasının neden olabileceği belirtilmiştir.

Bir yüzü pamuk diğer yüzü polyester liflerinden üretilen kumaşların su buharı geçirgenliği değerleri her iki yüzü pamuk lifinden üretilen kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır. Her iki tarafı mikroliflerden üretilen kumaşlarda olduğu gibi, kumaşların bir yüzünde mikrolif kullanımı da kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerini artırmıştır. Her iki yüzü farklı polyester liflerinden üretilen kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği için yapılan deneysel sonuçlar ve istatistiki sonuçlar, kumaşların her iki yüzünde polyester kullanımının su buharı geçirgenliği değerini artırdığını göstermiştir. İç ve dış yüzlerinde standart ya da mikro polyester lifi kullanılan kumaşların su buharı geçirgenliğinin ölçüm yönüne göre önemli bir farka neden olmadığı görülmüştür. İçi boş polyester liflerinin de kumaşın iç veya dış yüzünde kullanımı su buharı geçirgenliği açısından istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. Tüm kumaşların su buharı geçirgenliği ile kalınlık arasındaki ikili ilişkinin, hava geçirgenliğinde olduğu gibi istatistiksel olarak oldukça kuvvetli ve zıt yönde olduğu belirtilmiştir.

Kumaşların nem iletimi özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla, üst ve alt ıslanma süreleri, üst ve alt maksimum ıslanma yarıçapları ve tüm nem tayin kapasitesi sonuçları istatistiksel olarak incelenmiştir.

Kumaşların üst ve alt ıslanma süresi sonuçları ve istatistiki sonuçlar, her iki yüzü aynı tip liften, her iki yüzü farklı polyester liflerinden ve içi polyester lifleri dışı pamuk liflerinden üretilen tüm kumaşlarda lif tipinin üst ve alt ıslanma süresi sonuçlarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Ancak içi pamuk dışı çeşitli polyesterlerden elde edilmiş olan kumaşların üst ve alt ıslanma süresi sonuçları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Her iki yüzü aynı tip liften üretilen kumaşların üst ve alt ıslanma süreleri karşılaştırıldığında, pamuk kumaşların üst ve alt ıslanma sürelerinin polyester kumaşlardan daha düşük olduğu görülmüştür. Pamuk liflerinin higroskopik yapıda olması her iki kumaş yüzünde de suyun emilim ve yayılım hızını artırmış ve ıslanma sürelerinin kısalmasına neden olmuştur. Tekstüre mikroliflerden üretilen kumaşlar polyester kumaşlar arasında yüksek üst ve alt ıslanma süresi göstermiştir. Tekstüre işleminin ipliklere hacim kazandırmasına karşın bu ipliğin yüksek sayıda filament içermesi nedeniyle lifler arasındaki boşlukları azaltmasının ıslanma sürelerini geciktirebileceği belirtilmiştir. Standart polyester, mikrolif ve içi boş liften üretilen kumaşların üst ve alt ıslanma süreleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Kumaşların iç ve dış yüzlerinde pamuk ya da polyester kullanımı üst ve

alt ıslanma süresi sonuçlarını etkilemiştir. İç yüzde pamuk kullanımı suyun pamuk tarafından emilerek kumaşın alt tarafına iletimini azaltmış ve kumaşların alt ıslanma sürelerini yükseltmiştir. İç yüzde farklı polyesterlerin kullanımı ise suyun emilmeden kumaşın alt tarafına iletimine neden olarak üst ıslanma sürelerini yükseltmiştir. İç yüzü mikroliflerden üretilen kumaşların üst ve alt ıslanma süreleri içi farklı polyesterlerden üretilen kumaşlardan düşük çıkmıştır. Bu kumaşın kalınlığının kendi kumaş grubu içinde en düşük olmasının ıslanma sürelerini azaltabileceği ifade edilmiştir.

Kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı sonuçları ve istatistiki sonuçlara bakıldığında, lif tipinin, iki yüzü farklı polyesterlerden üretilen kumaşlar dışındaki tüm kumaşlarda maksimum üst ıslanma yarıçapını istatistiksel olarak önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir. Kumaşların her iki yüzünde aynı tip kullanımı da maksimum alt ıslanma yarıçapı değerleri arasında istatistiksel olarak fark yaratmıştır. İki yüzü de tekstüre ipliklerden üretilen kumaşların maksimum üst ve alt ıslanma yarıçapı sonuçları iki yüzü aynı tip liften üretilen diğer kumaşlardan düşük çıkmıştır. Tekstüre ipliklerin diğer ipliklerden daha kalın oluşunun maksimum üst ve alt ıslanma yarıçaplarını azaltabileceği belirtilmiştir. İç yüzlerinde polyester kullanılan kumaşların maksimum alt ıslanma yarıçapı değerleri tüm kumaşlardan büyük çıkmıştır. Polyester lifleri suyu kumaşın altına ileterek burada ıslanma yarıçaplarını artırmıştır. İç yüzleri pamuk olan kumaşların maksimum üst ıslanma yarıçapları, pamuğun higroskopik yapısından dolayı tüm kumaşlar arasında en yüksek değerleri göstermiştir.

Lif tipinin, kumaşların tüm nem tayin kapasitesine istatistiksel olarak önemli derecede etki ettiği görülmüştür. Tamamen pamuktan üretilen kumaş, iki yüzü aynı tip polyesterle üretilen kumaşların çoğundan ve iki yüzü farklı tip polyesterle üretilen kumaşların tümünden yüksek tüm nem tayin kapasitesi değeri göstermiştir. İki yüzünde de farklı tip polyester kullanılan kumaşlarda, ölçüm yönüne göre tüm nem tayin kapasitesinin değişmediği görülmüştür. Pamuk ve polyester liflerinin kumaşın iç veya dış yüzünde kullanılması tüm nem tayin kapasitesini önemli ölçüde etkilemiştir. İçi polyester dışı pamuktan üretilen kumaşlar tüm kumaşlar arasında en yüksek tüm nem tayin kapasitesini göstermiştir. Özellikle de içi, tekstüre mikrolif, standart polyester ve içi boş polyesterden üretilen kumaşlar tüm nem tayin kapasitesi değerlerine göre mükemmel olarak sınıflandırılmıştır.

Tüm bu incelemeler sonucunda, polyester kullanımının genellikle çift yüzlü kumaşların hava geçirgenliğini, su buharı geçirgenliğini ve ısı iletkenliğini artırdığı, ısı direncini düşürdüğü görüldüğünden, bu kumaşların özellikle sıcak günlerde iyi konfor özellikleri sağlayabileceği sonucuna varılabilir. Ayrıca kumaşların dış yüzünde pamuk iç yüzünde polyester lifler, özellikle de standart polyester ve içi boş lif kullanımının nem iletimi özelliklerini geliştirmesi nedeniyle bu kombinasyonlarda üretilecek çift yüzlü kumaşların daha iyi konfor sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Das, B.R., Bhattacharjee, D., Kumar, K., 2013, Srivastava, A., “Thermophysiological comfort characteristics of fine-denier polypropylene fabrics”, *Research Journal of Textile and Apparel*, 17 (1): 133-140.
2. Ertekin, G., Marmaralı, A., 2011, “Heat, air and water vapor transfer properties of circular knitted spacer fabrics”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21 (4): 369-373.
3. Li, Y., 2001, “The science of clothing comfort”, 31, *Textile Progress*, UK, 1-5.
4. Avcı, H., 2007, “Yeni liflerden mamul çorapların konfor özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-5.
5. Saville, B.P., 2007, “Physical testing of textiles”, *Woodhead Publishing Limited*, England.
6. Öner, E., 2008, “Dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 8-9.
7. Öner, E., Okur, A., 2010, “Materyal, üretim teknolojisi ve kumaş yapısının termal konfora etkileri”, *Tekstil ve Mühendis*, 17 (80): 20-29.
8. Yoon, H.N., Buckley, A., 1984, “Improved comfort polyester, part I: transport properties and thermal comfort of polyester/cotton blend fabrics”, *Textile Research Journal*, 54 (5): 289-298.
9. Das, B., Das, A., Kothari, V.K., Fanguiero, R., Araújo, M., 2007, “Moisture transmission through textiles part I: processes involved in moisture transmission and the factors at play”, *Autex Research Journal*, 7 (2): 100-110.
10. Das, B., Araujo, M., Kothari, V.K., Fanguiero, R., Das, A., 2012, “Modeling and simulation of moisture transmission through fibrous structures part I: water vapour transmission”, *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 5 (4): 359-378.
11. Haghi, A.K., 2004, “Moisture permeation of clothing, a factor governing thermal equilibrium and comfort”, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 76: 1035-1055.
12. Punna, T., Amsamani, S., 2012, “Investigations on moisture transmission characteristics of blended single jersey fabrics”, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 7 (4): 1-17.
13. Nahla A., Mohsen, H.A., Ghada, A.K., 2012, “Effect of number of fibres per yarn cross-section on moisture vapour transport in knitted garment”, *Journal of American Science*, 8 (11): 370-378.

14. Hatch, K.L., Woo, S.S., Barker, R.L., Radhakrishnaiah, P., Markee, N.L. and Maibach, H.I., 1990, "In vivo cutaneous and perceived comfort response to fabric. Part I: thermophysiological comfort determinations for three experimental knit fabrics", *Textile Research Journal*, 60 (7): 405-412.
15. Matsudaira, M., Kondo, Y., 1996, "The effect of a grooved hollow in a fibre on fabric moisture- and heat-transport properties", *The Journal of The Textile Institute*, 87 (3): 409-416.
16. Prahsarn, C., Barker, R.L., Gupta, B. S., 2005, "Moisture vapor transport behavior of polyester knit fabrics", *Textile Research Journal*, 75 (4): 346-351.
17. Huang, J., Qian, X., 2008, "Comparison of test methods for measuring water vapor permeability of fabrics", *Textile Research Journal*, 78 (4): 342-352.
18. Sampath, M.B., Senthilkumar, M., Nalankili, G., 2011, "Effect of filament fineness on comfort characteristics of moisture management finished polyester knitted fabrics", *Journal of Industrial Textiles*, 41 (2): 160-173.
19. Srinivasan, J., Ramakrishnan, G., Mukhopadhyay, S. and Manoharan, S., 2007, "A Study of knitted fabrics from polyester microdenier fibres", *The Journal of The Textile Institute*, 98 (1): 31-35.
20. Song, G., 2011, "Improving comfort in clothing", *Woodhead Publishing Limited*, UK.
21. Zhou, L., Feng, X., Li, Y., 2010, "Influences of the fibre hygroscopicity of connecting yarn on the liquid water transfer property of knitted double-layer fabric", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 6 (83): 72-75.
22. Deopura, B.L., Alagirusamy, R., Joshi, M., Gupta, B., 2008, "Polyesters and polyamides", *Woodhead Publishing Limited*, 1-632.
23. Knight, B.A., Hersh, S.P., Brown, P., 1970, "Moisture characteristics of some knit fabrics made from blend yarns 1", *Textile Research Journal*, 40 (9): 843-851.
24. Hassan, M., Qashqary, K., Hassan, H.A., Shady, E., Alansary, M., 2012, "Influence of sportswear fabric properties on the health and performance of athletes", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 20 (4), 82-88.
25. Oglakcioglu, N., Marmarali, A., 2007, "Thermal Comfort Properties of Some Knitted Structures", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 15 (5-6): 94-96.
26. Öner, E., Atasagun, H.G., Okur, A., Beden, A.R., Durur, G., 2013, "Evaluation of moisture management properties on knitted fabrics", *The Journal of The Textile Institute*, 104 (7): 699-707.

27. Namlıgöz, E.S., Çoban, S., Bahtiyari, M.İ., 2010, “Comparison of moisture transport properties of the various woven fabrics”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20 (2): 93-100.
28. Onofrei, E., Rocha, A.M., Catarino, A., 2011, “The influence of knitted fabrics’ structure on the thermal and moisture management properties”, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 6 (4): 10-22.
29. Çirkin, S., 2006, “Yalancı büküm tekstüre işleminde tekstüre değişkenlerinin iplik özellikleri üzerindeki etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 7-9.
30. Özçelik, G., Çay, A., Kirtay, E., 2007, “A Study of the thermal properties of textured knitted fabrics”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 15 (1): 55-58.
31. Mukhopadhyay, S. and Ramakrishnan, G., 2008, “Microfibres”, *Textile Progress*, 40 (1): 1-86.
32. Kaynak, H.K., Babaarslan, O., 2009, “Mikroliflerin tekstil endüstrisindeki yeri ve önemi”, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3 (3): 70-83.
33. Gün, A.D., Demircan, B., Şevkan, A., 2011, “Mikroliflerin üretim yöntemleri, özellikleri ve kullanım alanları”, *Tekstil ve Mühendis*, 18 (83): 38-46.
34. Nakajima, T., 1994, “Advanced fiber spinning technology”, *Woodhead Publishing Limited*, İngiltere, 1-256.
35. Sampath, M.B., Aruputharaj, A., Senthilkumar, M., Nalankilli, G., 2012, “Analysis of thermal comfort characteristics of moisture management finished knitted fabrics made from different yarns”, *Journal of Industrial Textiles*, 42 (1): 19-33.
36. 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): 84-95.
37. Becerir, B., Karaca, E., Omeroglu, S., 2007, “Assessing colour values of polyester fabrics produced from fibres having different cross-sectional shapes after abrasion”, *Coloration Technology*, 123 (4): 252-259.
38. Topal, Ö., 2006, “İçi boş (hollow) PET liflerinin boyanma özelliklerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 39-41.
39. Karaca, E., Kahraman, N., Ömeroğlu, S., Becerir, B., 2012, “Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of polyester woven fabrics”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 3 (92): 67-72.

40. Halgas B.W., Danychr R., Wiecek B., Kowalski K., 2006, "Air and water vapour permeability in double-layered knitted fabrics with different raw materials", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 14(3), 77-80.
41. Crina, B., Blaga, M., Luminita, V., Mishra, R., 2013, "Comfort properties of functional weft knitted spacer fabrics", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23 (2): 220-227.
42. Onal, L., Yıldırım, M., 2012, "Comfort properties of functional three-dimensional knitted spacer fabrics for home-textile applications", *Textile Research Journal*, 82 (17): 1751-1764.
43. Süpüren, G., Oglagcioglu N., Ozdil, N., Marmarali, A., 2011, "Moisture management and thermal absorptivity properties of double-face knited fabrics", *Textile Research Journal*, 81 (13): 1320-1330.
44. Bedez Üte, T., Oğlakçioğlu, N., Çelik, P., Marmaralı, A., Kadoğlu, H., 2008, "Doğal renkli pamuk ve angora tavşanı lifi karışımından üretilen ipliklerin özellikleri ve örgü kumaşların ısı konforuna etkileri üzerine bir araştırma", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 18 (3): 191-196.
45. Spencer, D.J., 2001, "Knitting technology: a comprehensive handbook and practical guide", *Woodhead Publishing Limited*, İngiltere, 1- 386.
46. Gunesoglu, S., Meric, B., Gunesoglu, C., 2005, "Thermal contact properties of 2-yarn fleece knitted fabrics", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 13 (2): 46-50.
47. Gunesoglu, S., Meric, B., 2006, "Heat and mass transfer properties of 2-yarn fleece knitted fabrics", *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 31(3): 415-421.
48. Fanguero, R., Filgueiras, A., Soutinho, F., Meidi, X., 2010, "Wicking behavior and drying capability of functional knitted fabrics", *Textile Research Journal*, 80 (15): 1522-1530.
49. Bivainyte, A., Mikucioniene, D., 2011, "Investigation on the air and water vapour permeability of double-layered weft knitted fabrics", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 3 (86): 69-73.
50. Bivainyte, A., Mikucioniene, D., Kerpauskas, P., 2012, "Investigation on thermal properties of double-layered weft knitted fabrics", *Materials Science*, 18 (2): 167-171.
51. Terliksiz, S., Kalaoğlu, F., Eryürük, S., H., 2012, "Moisture transport properties of double jersey mattress ticking fabrics", *Tekstil ve Mühendis*, 19 (85): 15-19.
52. Borhani, S., Seirafianpour, S., Ravandi S., A., H., Sheikhzadeh, M., Mokhtari, R., 2010, "Computational and experimental investigation of moisture transport of spacer fabrics", *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 5 (3): 42-48.

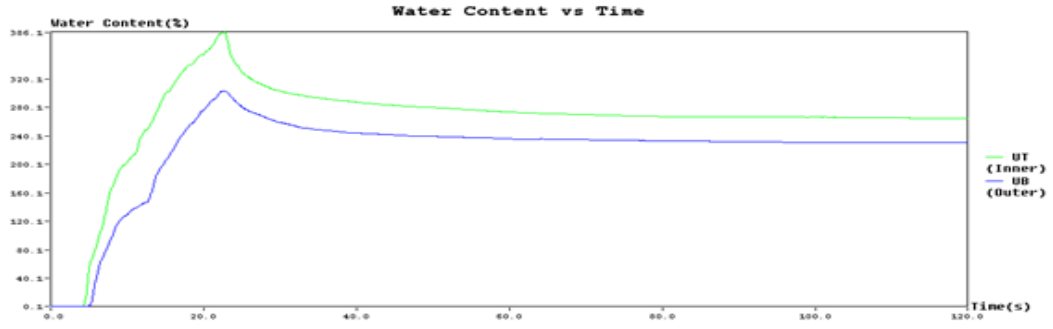
53. İnternet: <http://www.korteks.com.tr/urunlistesi.aspx>
54. İnternet: <http://www.hzdl.com/UploadFiles/m20.jpg>
55. Hes, L., Araujo, M., Djulay, V.V., 1996 , “Effect of mutual bonding of textile layers on thermal insulation and thermal contact properties of fabric assemblies”, *Textile Research Journal*, 66 (4): 245-250.
56. 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): 105-119.
57. Hes, L., Loghin C., 2009 , “Heat, moisture and air transfer properties of selected woven fabrics in wet state”, *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 2 (3): 141-149.
58. Boguslawska-Baczek, M., Hes L., 2013 , “Effective water vapour permeability of wet wool fabric and blended fabric”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 21 (1): 67-71.
59. Hes, L., 2008, “Non-destructive determination of comfort parameters during marketing of functional garments and clothing”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 33 (3): 239-245.
60. SDL Atlas Moisture Management Tester Operation Manual, 2005.
61. Aksoy, A., Kaplan, S., 2011, “Tekstil materyallerinde sıvı transfer mekanizmaları ve ölçüm yöntemleri”, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (2): 51-67.
62. Hu, J., Li, Y., Yeung, K.W., Wong, A.S.W., Xu, W., 2005, “Moisture management tester: a method to characterize fabric liquid moisture management properties”, *Textile Research Journal*, 75 (1): 57-62.
63. Goodings, A.C., 1964, “Air flow through textile fabrics”, *Textile Research Journal*, 34 (8): 713-724.
64. Turan, R.B., Okur, A., Deveci, R., Acikel, M, 2012, “Predicting the intra-yarn porosity by image analysis method”, *Textile Research Journal*, 82 (16): 1720-1728.
65. Ogulata R.T., Mavruz S., 2010, “Investigation of porosity and air permeability values of plain knitted fabrics”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 18 (5): 71-75.
66. Cay, A., Vassiliadis, S., Rangoussi M., Tarakcioglu, I., 2005, “On the use of image processing techniques for the estimation of the porosity of textile fabrics”, *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2: 73-76.
67. Dias, T., Delkumburewatte, G.B., 2008, “Changing porosity of knitted structures by changing tightness”, *Fibers and Polymers*, 9 (1): 76–79.

68. Das, A., Shabaridharan, Biswas, B., 2011, "Study on heat and moisture vapour transmission characteristics through multilayered fabric ensembles", *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 36 (4): 410-414.
69. Holcombe, B.V., Hoschke, B.N., 1983, "Dry heat transfer characteristics of underwear fabrics", *Textile Research Journal*, 53 (6): 368-373.
70. Farnworth, B., 1983, "Mechanism of heat flow through clothing insulation", *Textile Research Journal*, 53 (12): 717-725.
71. Varshney, R.K., Kothari, V.K., Dhamija, S., 2010, "A study on thermophysiological comfort properties of fabrics in relation to constituent fibre fineness and cross-sectional shapes", *Journal of the Textile Institute*, 101 (6): 495-505.
72. Ukponmwan, J.O., 1993, "The thermal insulation properties of fabrics", *Textile Progress*, 24 (4), 1-54.
73. Yoneda M., Kawabata, S., 1983, "Analysis of transient heat conduction and its applications part 1: the fundamental analysis and applications to thermal conductivity and thermal diffusivity measurements", *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 29 (4): 73-83.
74. Yoneda M., Kawabata, S., 1985, "Analysis of transient heat conduction and its applications part 2: a theoretical analysis of the relationship between warm/cool feeling and transient heat conduction in skin", *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 31 (4): 79-85.
75. Yoneda M., Kawabata, S., 1988, "Analysis of transient heat conduction and its applications part 3: an analysis of two-layered body problem", *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 34 (1): 1-6.
76. Weedall, P.J., Goldie, L., 2001, "The objective measurement of the 'cool feeling' in fabrics", *Journal of the Textile Institute*, 92 (4): 379-386.
77. Barker, R.L., 2002, "From fabric hand to thermal comfort: the evolving role of objective measurements in explaining human comfort response to textiles", *International Journal of Clothing Science and Technology*, 14 (3/4): 181-200.
78. Rengasamy, R.S., Das, B.R., Patil, Y.B., 2009, "Thermo-physiological comfort characteristics of polyester air-jet-textured and cotton-yarn fabrics", *Journal of the Textile Institute*, 100 (6): 507-511.
79. Pac, M. J., Bueno, M.A., Renner, M., Kasmi, S.E., 2001, "Warm-cool feeling relative to tribological properties of fabrics", *Textile Research Journal*, 71 (9): 806-812.

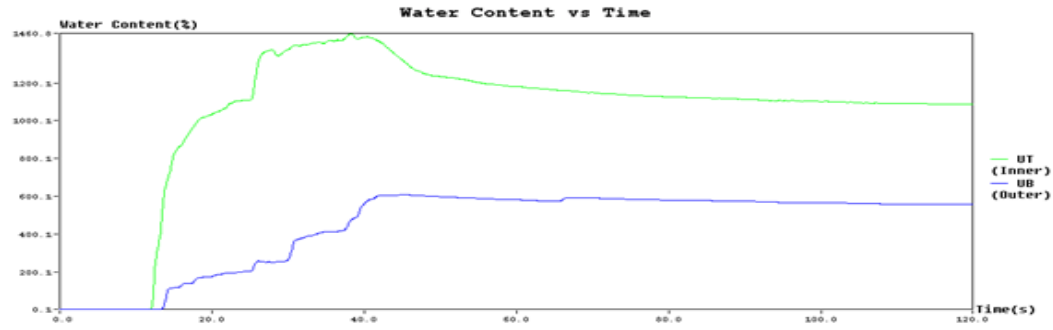
80. Das, B., Das, A., Kothari, V., Fanguiero, R., Araujo, M., 2009, "Moisture flow through blended fabrics-effect of hydrophilicity", *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4 (4): 20-28.
81. Das, B., Das, A., Kothari, V.K., Fanguiero, R., Araujo, M., 2009, "Studies on moisture transmission properties of PV-blended fabrics", *Journal of the Textile Institute*, 100 (7): 588-597.
82. Kandhavativu, P., Ramachandran, T., Geetha Manohari, B., 2011, "Moisture transmission behavior of microfibre blended fabrics", *Journal of Textile Association*, 71 (6): 311-315.
83. Cimilli, S., Nergis, B.U., Candan, C., Özdemir M., 2010, "A comparative study of some comfort-related properties of socks of different fiber types", *Textile Research Journal*, 80 (10): 948-957.
84. Özdil, N., Süpüren, G., Özçelîh, G., Pruchová, J., 2009, "A study on the moisture transport properties of the cotton knitted fabrics in single jersey structure", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19 (3): 218-223.
85. Troynikov, O., Wardiningsih, W., 2011, "Moisture management properties of wool/polyester and wool/bamboo knitted fabrics for the sportswear base layer", *Textile Research Journal*, 81 (6): 621-631.
86. Patnaik, A., Rengasamy, R.S., Kothari, V.K., Ghosh, A., 2006, "Wetting and wicking in fibrous materials", *Taylor & Francis*, Londra, 1-105.

EKLER

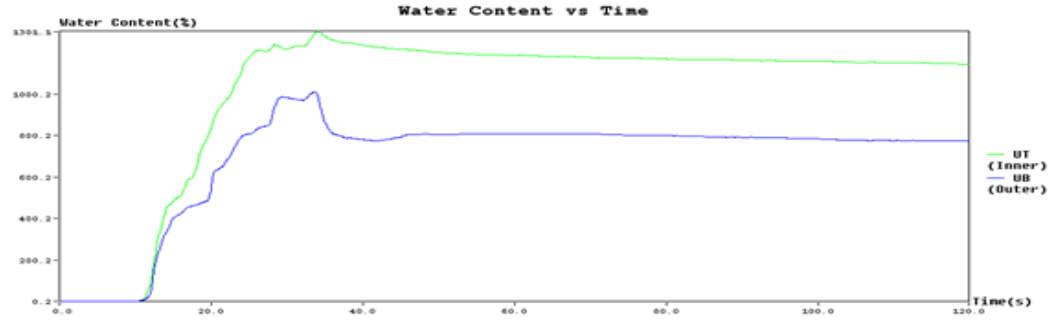
EK-1. A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Eğrileri



(a)

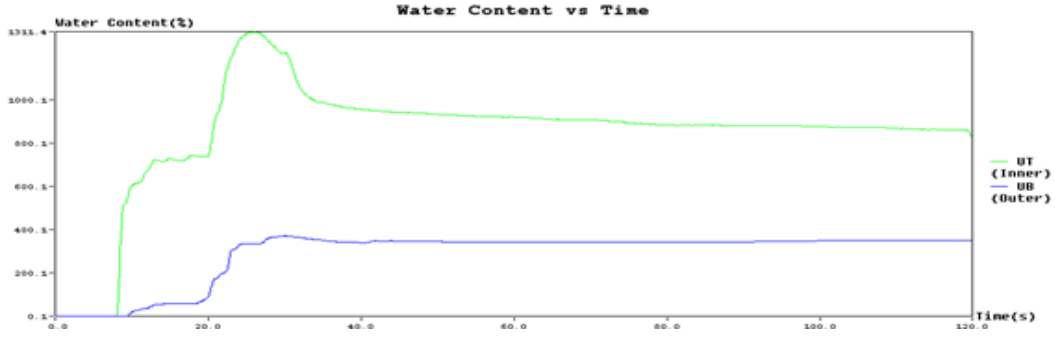


(b)

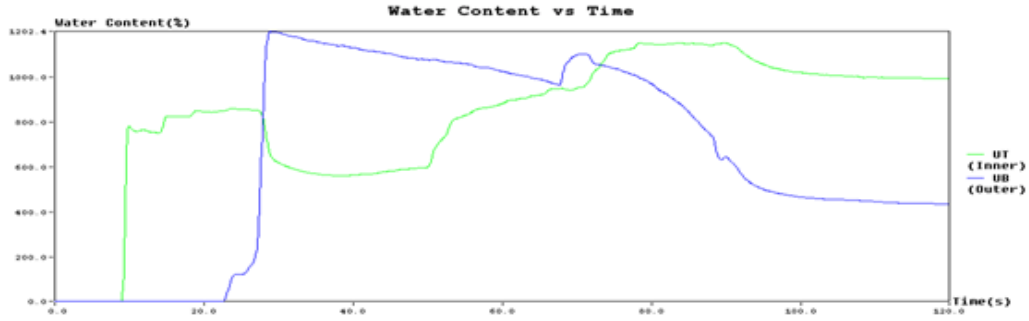


(c)

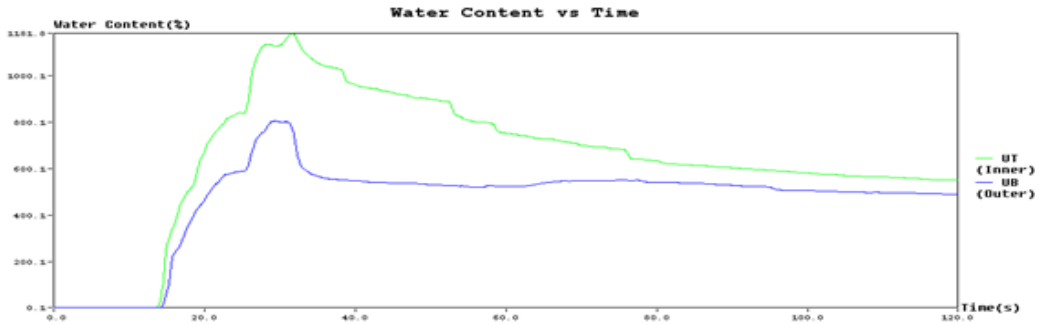
EK-1. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Işlanma Eğrileri



(d)



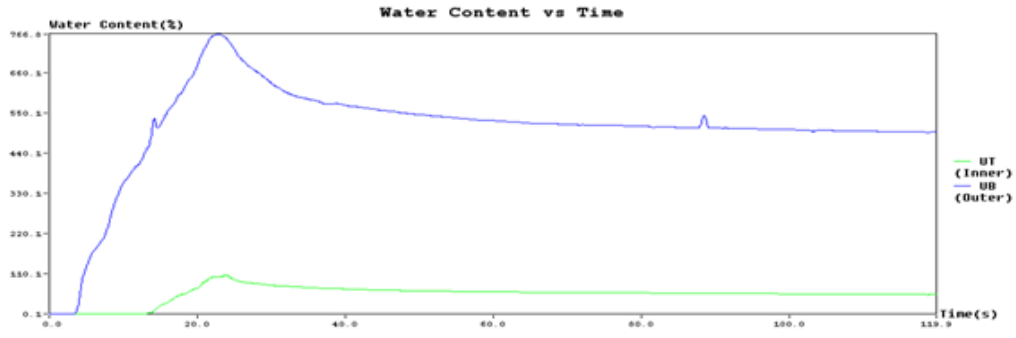
(e)



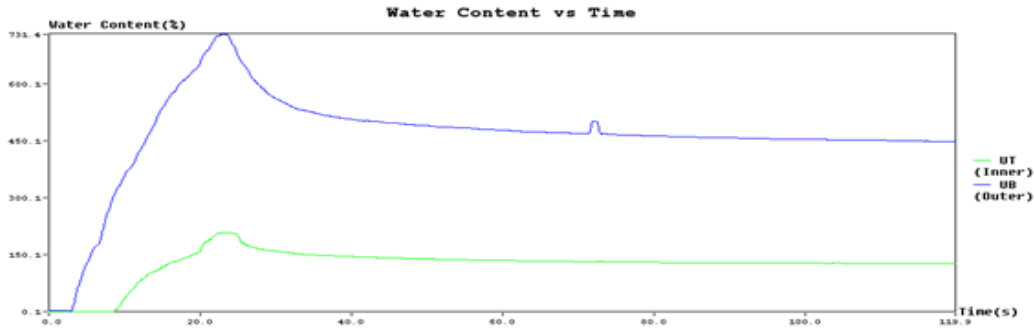
(f)

Resim 1.1. A grubu kumaşların ıslanma eğrileri, (a) C-C kumaş ıslanma eğrisi, (b) SP-SP kumaş ıslanma eğrisi, (c) M-M kumaş ıslanma eğrisi, (d) H-H kumaş ıslanma eğrisi, (e) TP-TP kumaş ıslanma eğrisi, (f) TM-TM kumaş ıslanma eğrisi

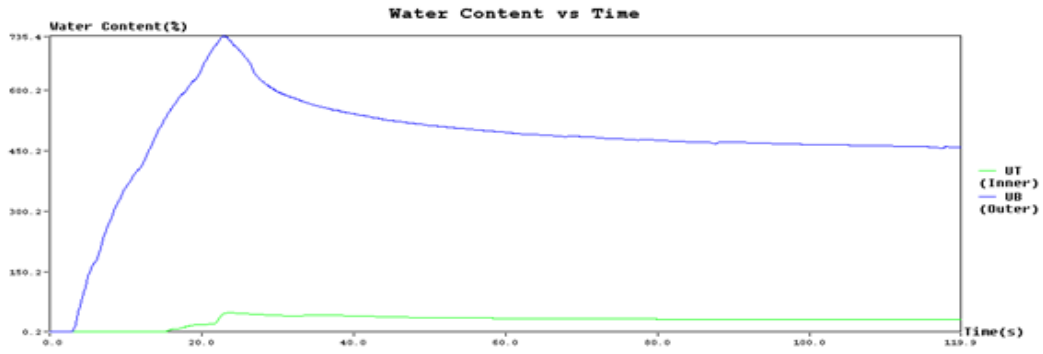
EK-1. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Eğrileri



(a)

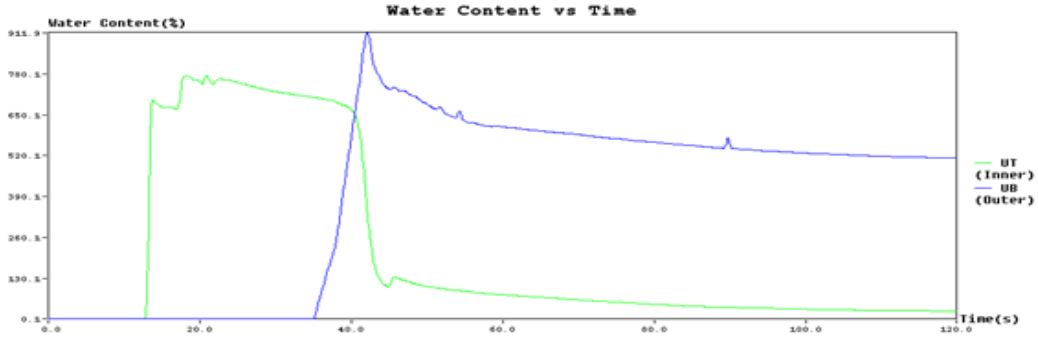


(b)

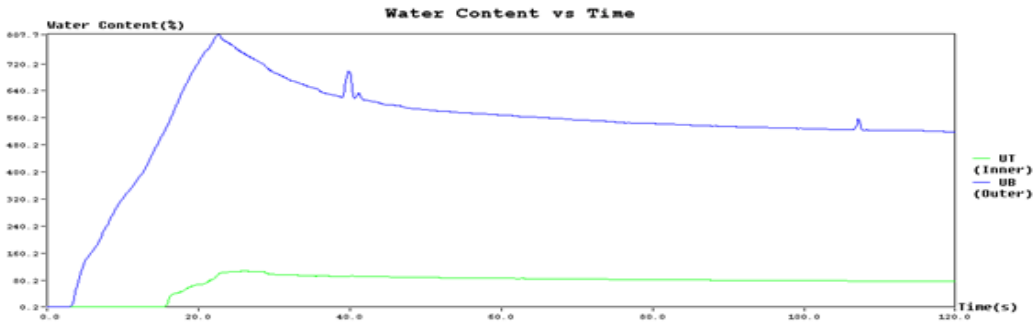


(c)

EK-1. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların İslanma Eğrileri

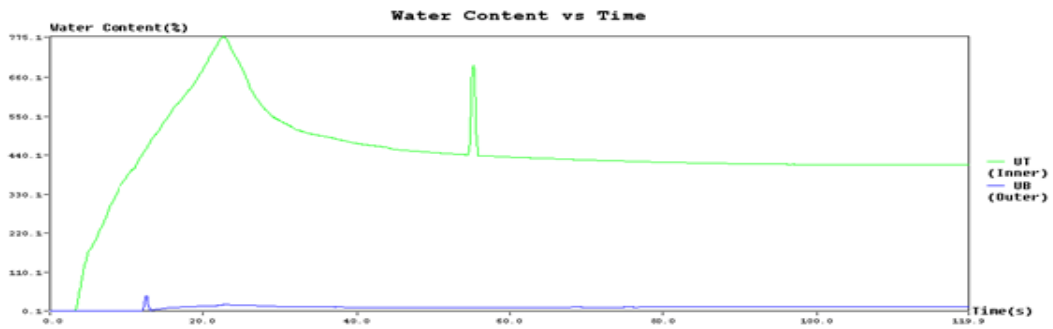


(d)



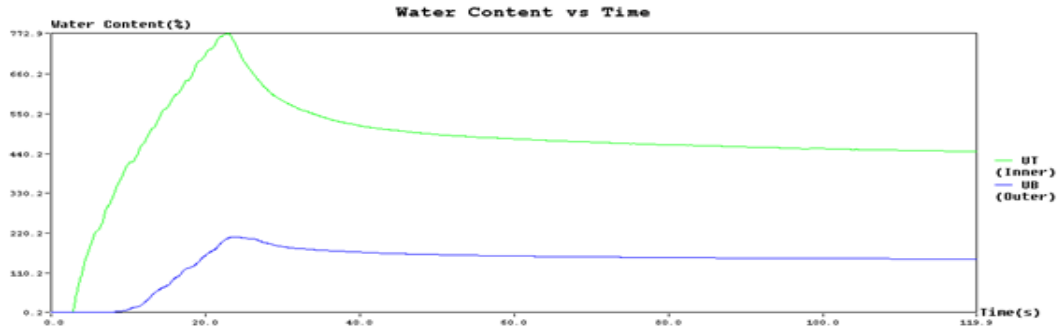
(e)

Resim 1.2. B grubu kumaşların ıslanma eğrileri, (a) SP-C kumaş ıslanma eğrisi, (b) M-C kumaş ıslanma eğrisi, (c) H-C kumaş ıslanma eğrisi, (d) TP-C kumaş ıslanma eğrisi, (e) TM-C kumaş ıslanma eğrisi

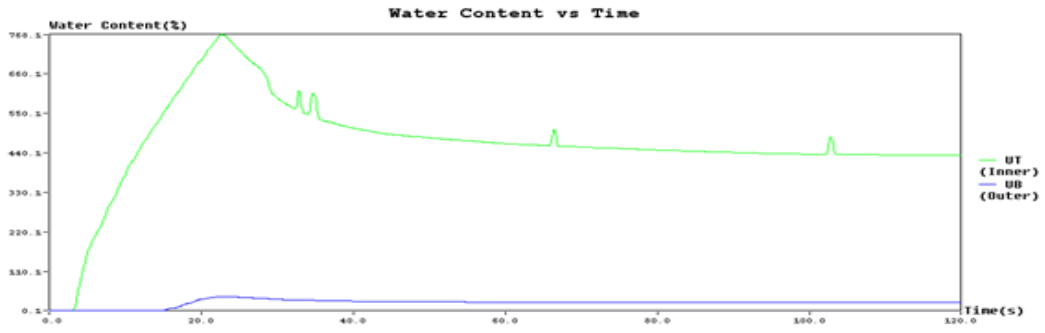


(a)

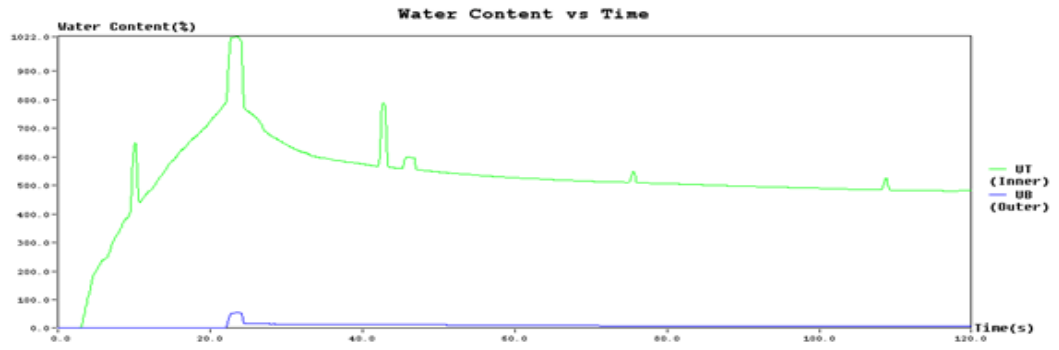
EK-1. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Eğrileri



(b)

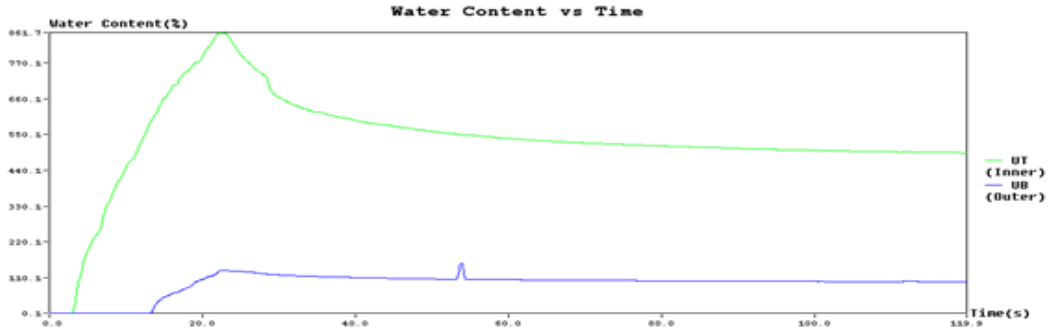


(c)



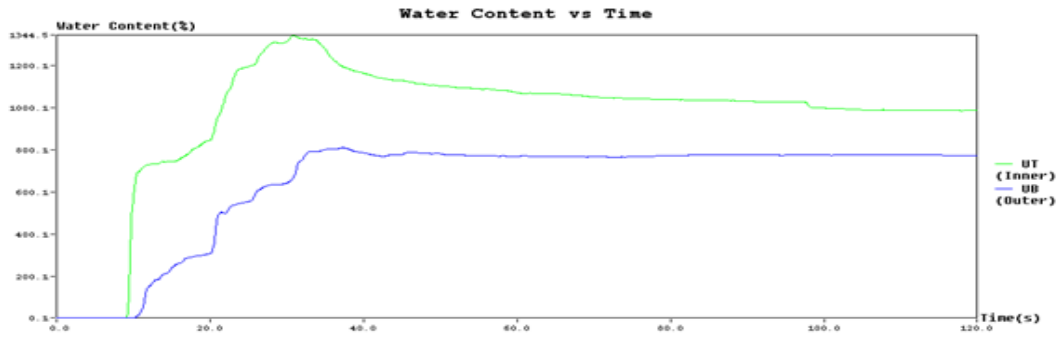
(d)

EK-1. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların İslanma Eğrileri

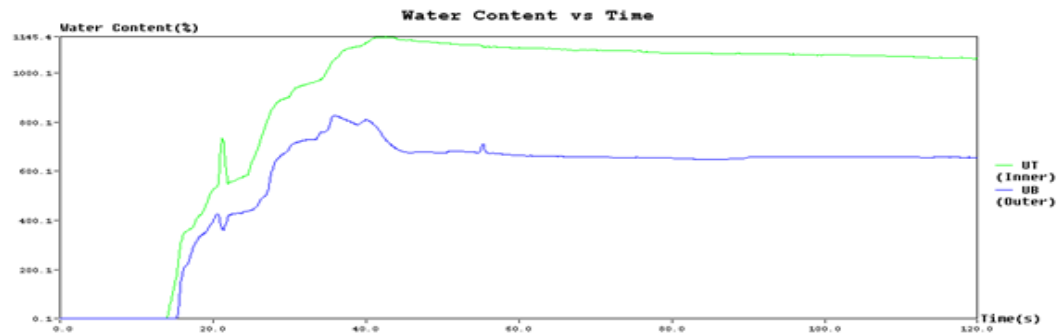


(e)

Resim 1.3. C grubu kumaşların ıslanma eğrileri, (a) C-SP kumaş ıslanma eğrisi, (b) C-M kumaş ıslanma eğrisi, (c) C-H kumaş ıslanma eğrisi, (d) C-TP kumaş ıslanma eğrisi, (e) C-TM kumaş ıslanma eğrisi

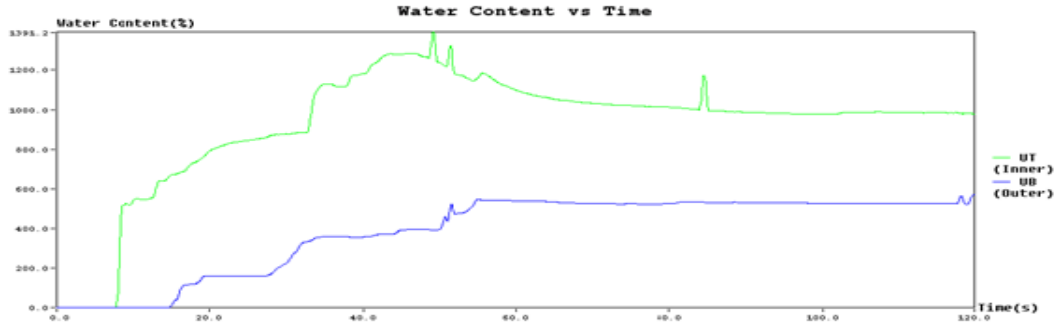


(a)



(b)

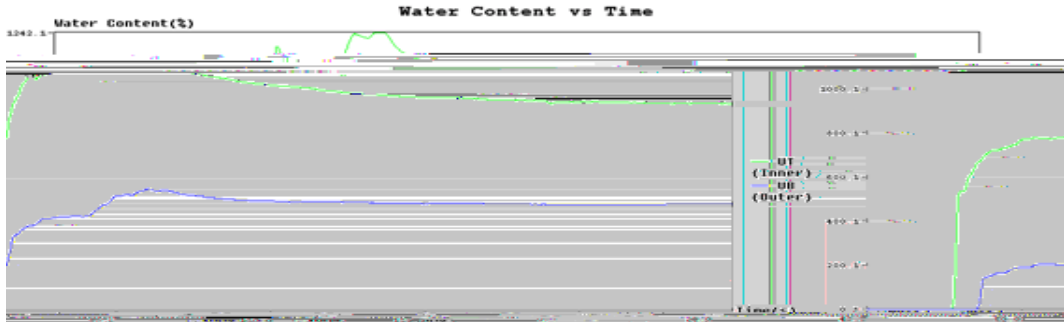
EK-1. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Eğrileri



(c)

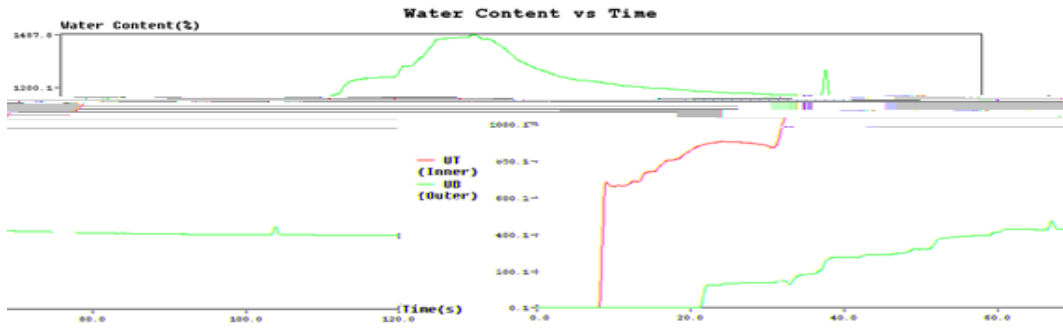


(d)



(e)

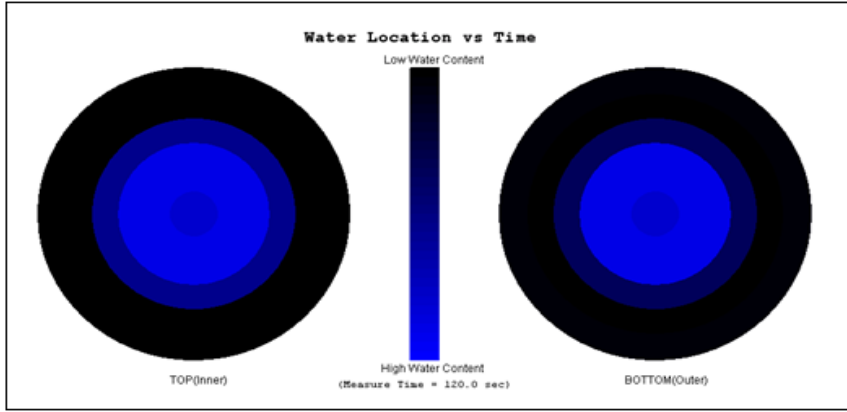
EK-1. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların İslanma Eğrileri



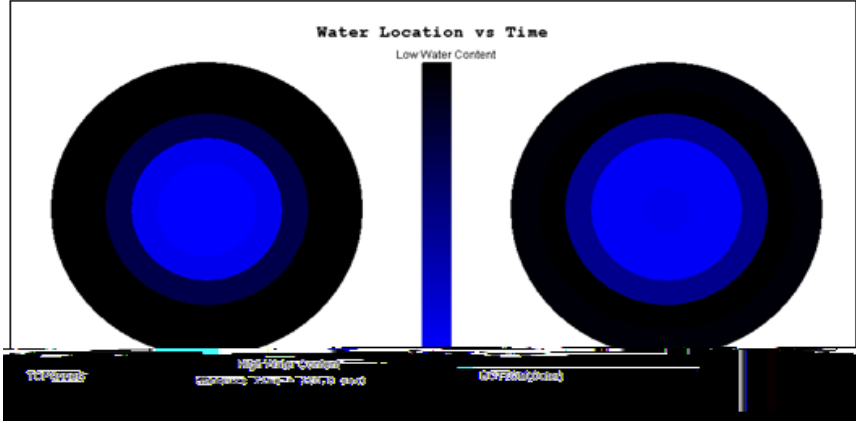
(f)

Resim 1.4. D grubu kumaşların ıslanma eğrileri, (a) SP-M kumaş ıslanma eğrisi, (b) M-SP kumaş ıslanma eğrisi, (c) SP-H kumaş ıslanma eğrisi, (d) H-SP kumaş ıslanma eğrisi, (e) H-M kumaş ıslanma eğrisi, (f) M-H kumaş ıslanma eğrisi

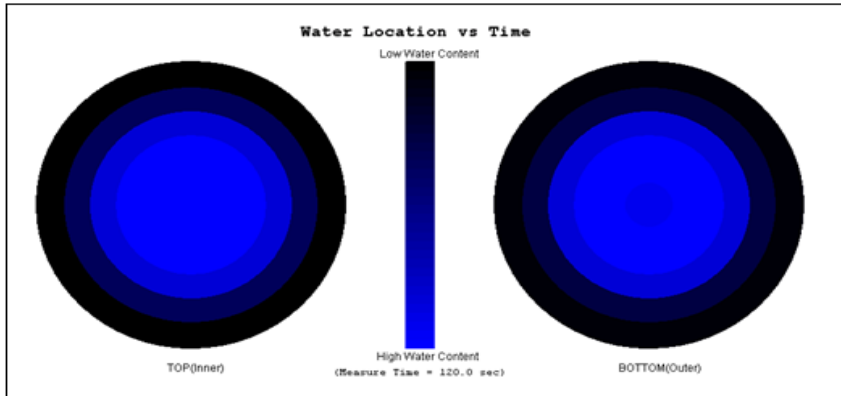
EK-2. A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Alanı Grafikleri



(a)

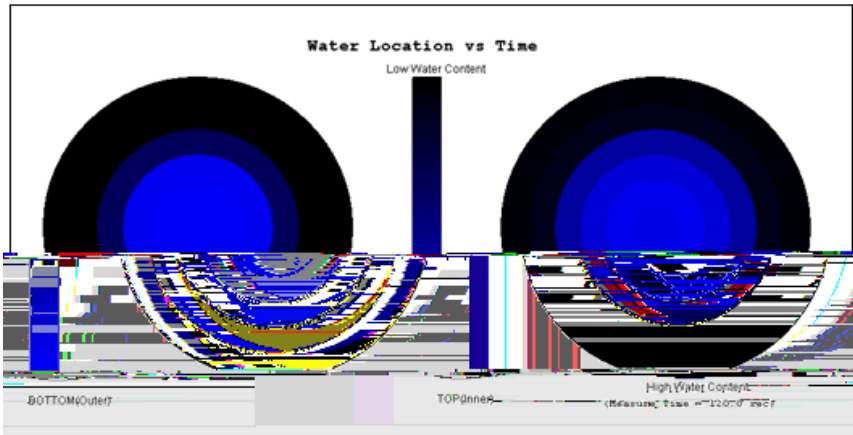


(b)

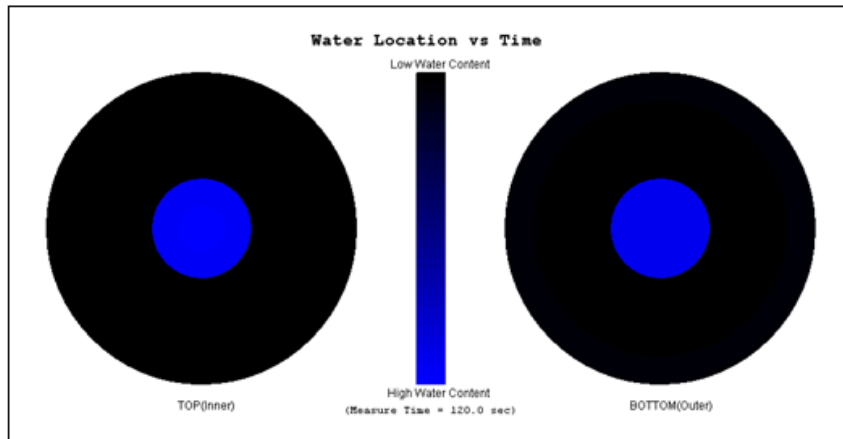


(c)

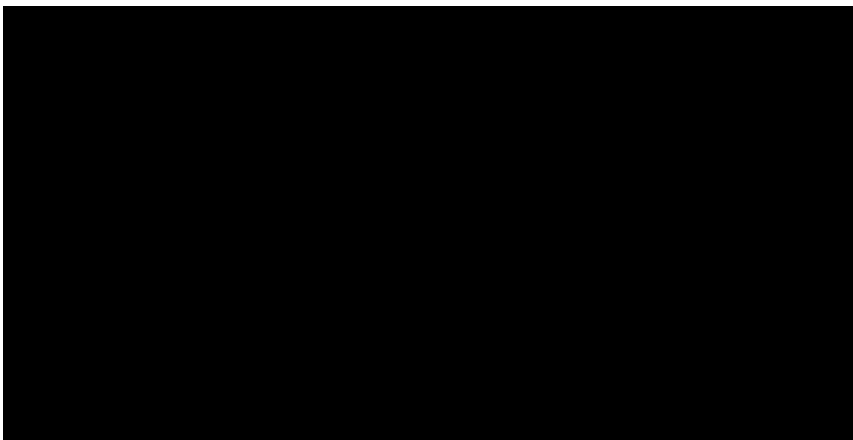
EK-2. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Alanı Grafikleri



(d)



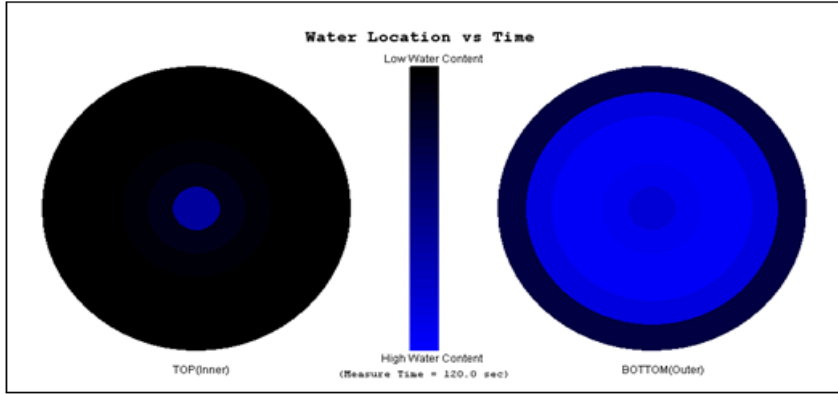
(e)



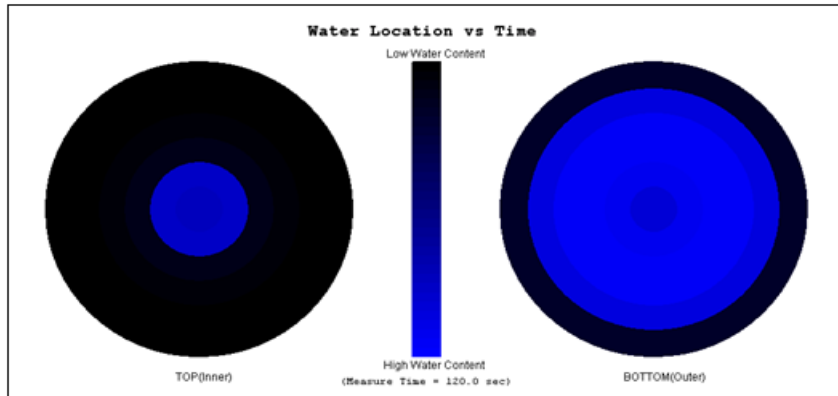
(f)

EK-2. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Alanı Grafikleri

Resim 2.1. A grubu kumaşların ıslanma alanları, (a) C-C kumaşın ıslanma alanı, (b) SP-SP kumaşın ıslanma alanı, (c) M-M kumaşın ıslanma alanı, (d) H-H kumaşın ıslanma alanı, (e) TP-TP kumaşın ıslanma alanı, (f) TM-TM kumaşın ıslanma alanı

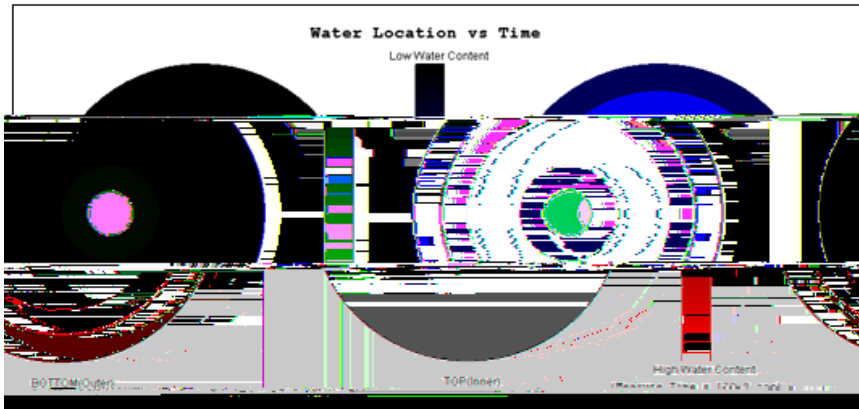


(a)

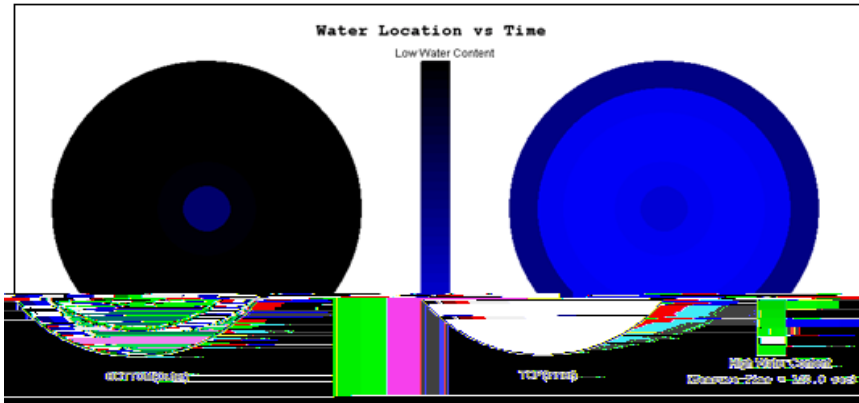


(b)

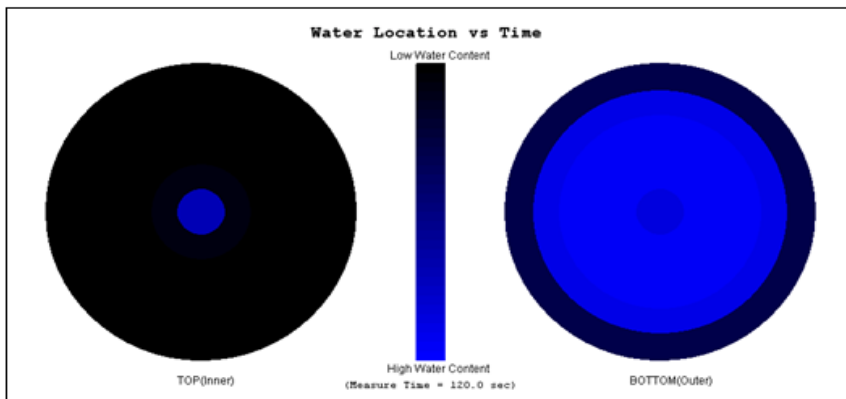
EK-2. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Alanı Grafikleri



(c)



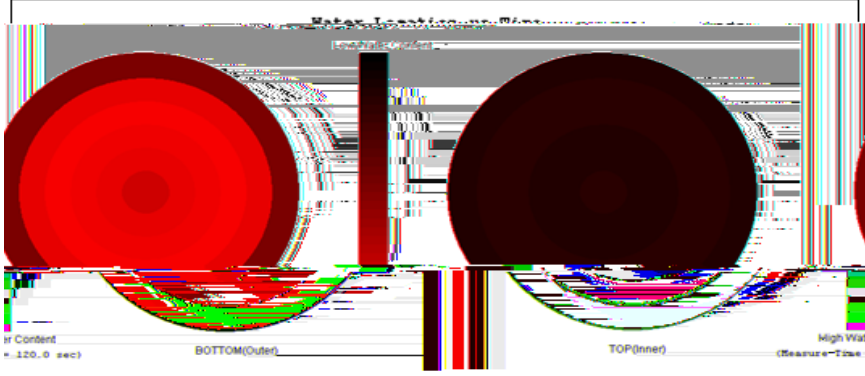
(d)



(e)

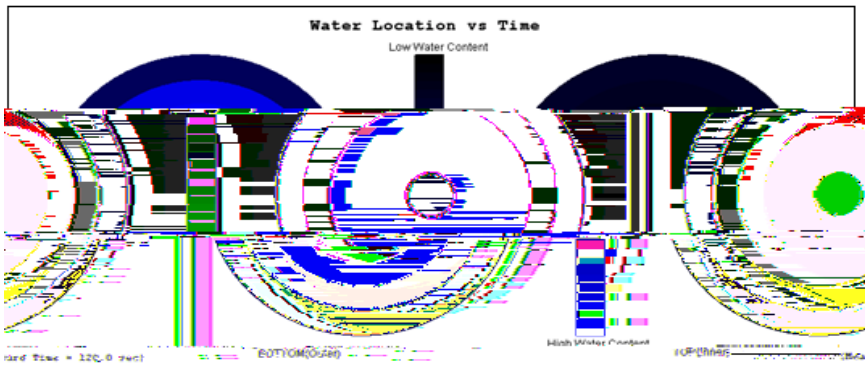
EK-2. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların İslanma Alanı Grafikleri

Resim 2.2. B grubu kumaşların ıslanma alanları, (a) SP-C kumaşın ıslanma alanı, (b) M-C kumaşın ıslanma alanı, (c) H-C kumaşın ıslanma alanı, (d) TP-C kumaşın ıslanma alanı, (e) TM-C kumaşın ıslanma alanı



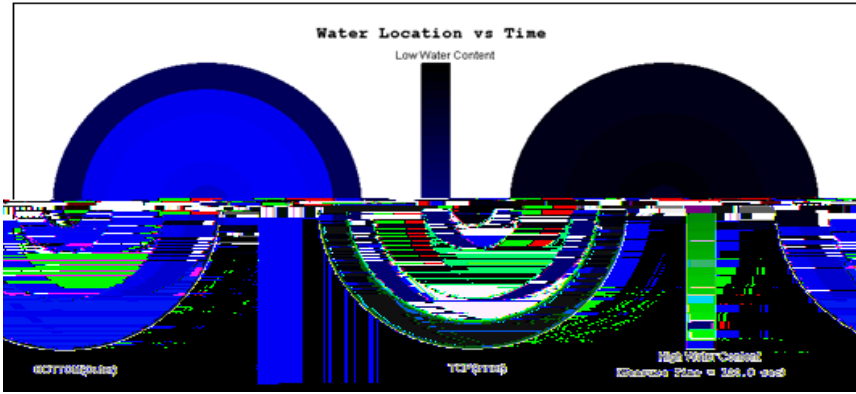
(a)

(b)

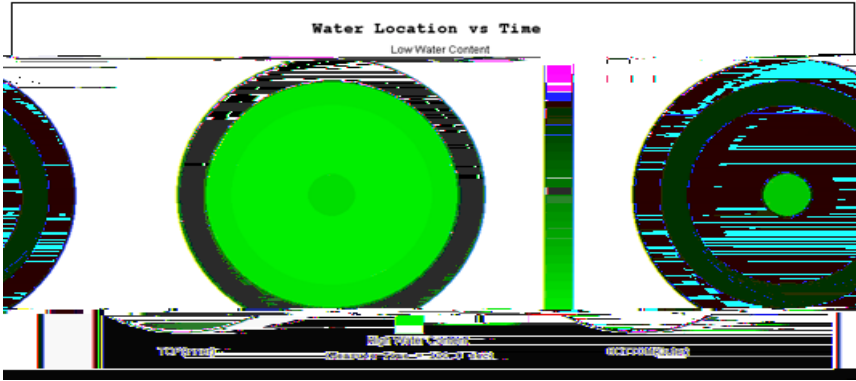


(c)

EK-2. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların Islanma Alanı Grafikleri

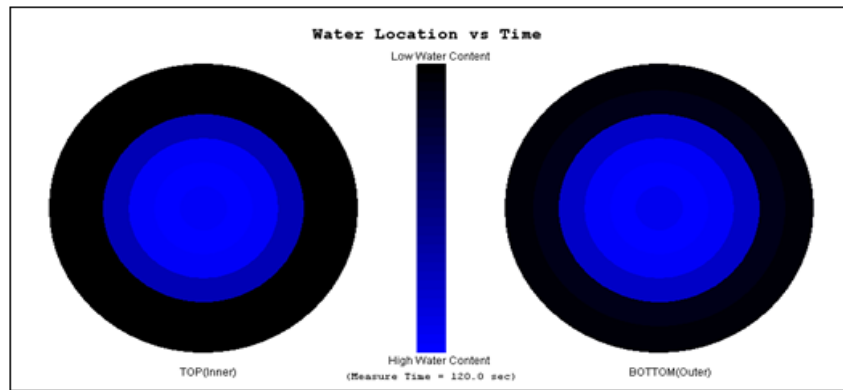


(d)



(e)

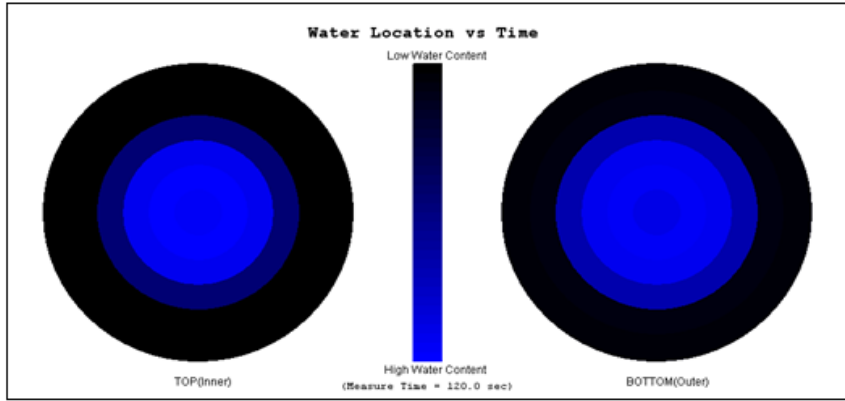
Resim 2.3. C grubu kumaşların ıslanma alanları, (a) C-SP kumaşın ıslanma alanı, (b) C-M kumaşın ıslanma alanı, (c) C-H kumaşın ıslanma alanı, (d) C-TP kumaşın ıslanma alanı, (e) C-TM kumaşın ıslanma alanı



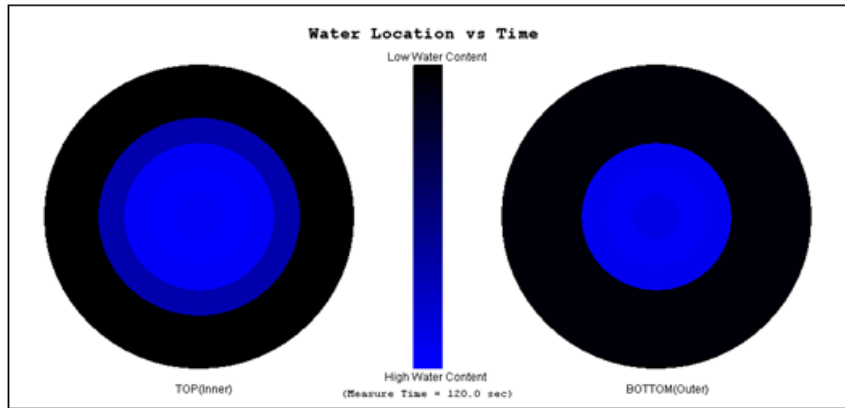
(a)

EK-2.

EK-2. (Devam) A, B, C ve D Grubu Kumaşların İslanma Alanı Grafikleri



(e)



(f)

Resim 2.4. D grubu kumaşların ıslanma alanları, (a) SP-M kumaşın ıslanma alanı, (b) M-SP kumaşın ıslanma alanı, (c) SP-H kumaşın ıslanma alanı, (d) H-SP kumaşın ıslanma alanı, (e) H-M kumaşın ıslanma alanı, (f) M-H kumaşın ıslanma alanı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BODUR, Aslıhan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 25.04.1988 Amasya
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (554) 417 38 20
e-mail : asli_bodur_asli@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi / Tekstil Mühendisliği Bölümü	–
Lisans	Uşak Üniversitesi/ Tekstil Mühendisliği Bölümü	2011
Lise	Amasya Anadolu Lisesi (YDA)	2006

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yürüyüş yapmak, Film izlemek