

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**LİF CİNSİNİN, ELASTAN KULLANIMININ VE ÖRGÜ YAPISININ SANDVIÇ
TİPİ ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN SIVI NEM YÖNETİM
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet AKINCALI

OCAK, 2024

UŞAK

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**LİF CİNSİNİN, ELASTAN KULLANIMININ VE ÖRGÜ YAPISININ SANDVIÇ
TİPİ ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN SIVI NEM YÖNETİM
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet AKINCALI

UŞAK, 2024

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.

Mehmet AKINCALI



**LİF CİNSİNİN, ELASTAN KULLANIMININ VE ÖRGÜ YAPISININ SANDVIÇ
TİPİ ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN SIVI NEM YÖNETİM
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Mehmet Akıncalı

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

Ocak 2024

ÖZET

Nem yönetimi, kumaşların termofizyolojik konfor düzeyini belirleyen önemli bileşenlerden birisidir. Nem yöneten kumaş oluşturma yaklaşımlarından birisi, iç kumaş yüzünde hidrofobik ve dış kumaş yüzünde higroskopik lif tiplerinin kombine edilmesi ile çift yüzlü örgü yapısı oluşturmaktır. Hidrofobik iç yüzey kılcal hareket ile nemin deriden dış yüze aktarılmasına yardımcı olurken, higroskopik dış yüzey ise nemi emmekte ve dış yüzeyde daha geniş alana yayarak buharlaşmayı kolaylaştırmaktadır. Bir kumaş için konfor özellikleri kadar estetik görünümü de önemlidir. Bu çalışmada, fonksiyonel ve estetik performans beklentilerini karşılamak amacıyla, polyester, pamuk, viskoz, modal, viskoz/ipek, viskoz/yün ve viskoz/poliester lif içerikli ipliklerin ve elastan ipliğin kumaş katmanlarında kombine edilmesi ile, dört farklı örgü yapısında sandviç tipi çift yüzlü örme kumaşlar tasarlanmıştır ve daha sonra lif cinsinin, elastan kullanımının ve örgü yapısının bu kumaşların nem yönetimi davranışları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Örgü yapısı olarak kumaşların iç ve dış yüzlerinde tek toplama lakost ve düz örgülerin kombinasyonları dikkate alınmıştır. Lif cinsinin nem yönetimi indekslerinin derecelendirme değerleri üzerindeki etkisine ilişkin olarak, iç yüzeyi poliester ve dış yüzeyi pamuk, viskoz ve modal lif içerikli kumaşlar mükemmel (5) kategorisinde nem yönetim özelliği göstermiştir. Elastan iplikli kumaşların nem yönetimi dereceleri çok iyi

(4) ile mükemmel (5) arasında yer almıştır. Örgü yapısının etkisi dikkate alındığında, yüzlerinde askılar bulunan tüm sandviç çift yüzlü kumaşların, nem yönetim derecelerinin iyi (3) ile çok iyi (4) kategorisine girdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Sandviç tipi çift yüzlü örme kumaş, nem yönetim özellikleri, poliester, pamuk, viskoz

Sayfa Adedi : 131

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahu Demiröz Gün



**THE EFFECTS OF FIBRE TYPE, ELASTANE USAGE AND KNIT
STRUCTURE ON THE MOISTURE MANAGEMENT PROPERTIES OF
SANDWICH TYPE DOUBLE FACE KNITTED FABRICS
(M.Sc. Thesis)**

Mehmet Akıncalı

**UŞAK UNIVERSITY
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE
Textile Engineering Department**

January 2024

ABSTRACT

Moisture management is one of the significant components specifying the thermo-physiological comfort level of fabrics. One of the approaches of making moisture management fabric is to use double-face knitted construction with the combination of hydrophobic fiber type on inner fabric face and hygroscopic fiber type on outer fabric face. While hydrophobic inner face helps to transfer liquid moisture from skin to outer face with capillary action, hygroscopic outer face absorbs liquid moisture and spreads it over greater area on outer face to facilitate evaporation. For a fabric, esthetic appearance is also as important as comfort properties. To fulfill functional and esthetic performance expectations, particular variants of sandwich-type double-face knitted fabrics are designed in four different knit structures by combining polyester, cotton, viscose, modal, viscose/silk, viscose/wool, viscose/polyester and elastane yarns in fabric layers; and then the effects of the fiber type, the elastane usage, and the knit structure on the moisture management behaviors of these fabrics are evaluated. As knit structure, different combinations of plain single jersey and tuck including single lacoste knit structures on the inner and outer faces of fabrics are considered. Regarding the fiber type effect on the grading values of moisture management indexes, the fabrics comprising the inner face of polyester fiber and the outer face of cotton, viscose, and modal fibers are categorized as

moisture management fabrics in excellent (5) grade. The moisture management grades of the fabrics with the elastane yarn take place in very good (4) to excellent category (5). When the effect of the knit structure is considered, it is seen that all the sandwich double-face fabrics having tucks on their faces fall into good (3) to very good (4) category in terms of moisture management grades.

Keywords : Sandwich type double face knitted fabrics, moisture management properties, polyester, cotton, viscose

Number of Page : 131

Advisor : Prof. Dr. Ahu Demiröz Gün



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Ahu DEMİRÖZ GÜN'e, kumaş testlerinin yapılmasında bana yardımcı olan Doç. Dr. Eren ÖNER Hocama ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme teşekkürlerimi sunuyorum.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
RESİMLER DİZİNİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1.GİRİŞ.....	1
2. TEZ KONUSU İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	8
2.1. KONFOR.....	8
2.2. PSİKOLOJİK KONFOR.....	8
2.3. ERGONOMİK KONFOR	9
2.4. DUYUSAL KONFOR.....	9
2.5. TERMOFİZYOLOJİK KONFOR.....	9
2.6. İNSAN VÜCUDUNUN ISI VE TER DÜZENLEME MEKANİZMALARI.....	10
2.7. DERİ İLE GİYSİ ARASINDAKİ MİKROKLİMA BÖLGESİ.....	11
2.8. TERMOFİZYOLOJİK KONFORU ETKİLEYEN PARAMETRELER.....	13
2.9. KUMAŞLARDA NEM YÖNETİMİ	13
2.9.1. Su Buharı İletimi	13
2.9.1.1. Difüzyon	14
2.9.1.2. Emme ve Geri Verme	15
2.9.1.3. Taşınım	15
2.9.2. Sıvı Nem İletimi.....	16
2.9.2.1. Isılanma	16
2.9.2.2. Kılcallık	19
2.10. KUMAŞLARIN VE GİYSİLERİN SIVI NEM İLETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	21
2.11. NEM YÖNETEN ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN YAPISI VE	

ÖZELLİKLERİ	24
2.12. TEZ ÇALIŞMASINDA KULLANILAN LİF CİNSLERİNİN ÖZELLİKLERİ	27
2.12.1. Pamuk Lifi.....	28
2.12.1.1. Pamuk Lifinin Yapısı.....	28
2.12.1.2. Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri	29
2.12.2. Yün Lifi.....	31
2.12.2.1. Yün Lifinin Yapısı	31
2.12.2.2. Yün Lifinin Fiziksel Özellikleri.....	33
2.12.3. İpek Lifi.....	35
2.12.3.1. İpek Lifinin Yapısı.....	36
2.12.3.2. İpek Lifinin Fiziksel Özellikleri	36
2.12.4. Viskoz (Viskon) ve Modal Lifleri.....	38
2.12.4.1. Viskoz Lifinin Yapısı ve Elde edilmesi.....	38
2.12.4.2. Modal Lifinin Yapısı	39
2.12.4.3. Viskoz ve Modal Liflerinin Fiziksel Özellikleri.....	39
2.12.5. Poliester (PET) Lifi	41
2.12.5.1. Poliester (PET) Lifinin Yapısı ve Üretimi.....	41
2.12.5.2. Poliester Lifinin Fiziksel Özellikleri	43
2.12.6. Elastan Lifi	44
2.12.6.1. Elastan Liflerinin Yapısı ve Üretimi.....	44
2.12.6.2. Elastan Lifinin Fiziksel Özellikleri.....	47
2.13. ÇİFT YÜZLÜ ÖRME KUMAŞLARIN TERMOFİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	48
3. MATERYAL VE METOD.....	58
3.1. KUMAŞLARIN ÜRETİMİNDE KULLANILAN İPLİK TİPLERİ VE ÖZELLİKLERİ	58
3.2. KULLANILAN YUVARLAK ÖRME MAKİNESİNİN ÖZELLİKLERİ.....	60
3.3. KUMAŞLARIN ÖRÜLMESİNDE KULLANILAN ÖRGÜ RAPORLARI.....	60
3.4. ÜRETİLEN KUMAŞ ÇEŞİTLERİ VE DENEY PLANI	63
3.5. KUMAŞLARA UYGULANAN ÖN TERBİYE, BOYAMA VE RELAKSASYON İŞLEMLERİ.....	67
3.5.1. Ağartma İşlemi.....	68

3.5.2. Boyama İşlemi	68
3.5.3. Relaksasyon İşlemleri	69
3.6. KUMAŞLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN UYGULANAN ÖLÇÜM METOTLARI	69
3.6.1. Sıklık Ölçümü	70
3.6.2. Gramaj Ölçümü	70
3.6.3. Kalınlık Ölçümü	70
3.7. MMT NEM YÖNETİM ÖLÇÜMÜ	71
3.8. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	73
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	74
4.1. KUMAŞLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİNE AİT ÖLÇÜM SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	75
4.1.1. Kumaşların Sıklık Sonuçları ve Değerlendirilmesi	76
4.1.2. Kumaşların Kalınlık Sonuçları ve Değerlendirilmesi	78
4.1.3. Kumaşların Gramaj Sonuçları ve Değerlendirilmesi	80
4.2. KUMAŞLARIN SIVI NEM YÖNETİM (MMT) SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	81
4.2.1. Kumaşların Islanma Süresi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	83
4.2.1.1. Lif Cinsinin Kumaşların Islanma Süresi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	83
4.2.1.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Islanma Süresi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	86
4.2.1.3. Örgü Yapısının Kumaşların Islanma Süresi Sonuçları Üzerindeki Etkisi ..	87
4.2.2. Kumaşların Emilim Oranı Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	89
4.2.2.1. Lif Cinsinin Kumaşların Emilim Oranı Sonuçları Üzerindeki Etkisi	89
4.2.2.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Emilim Oranı Sonuçları Üzerindeki Etkisi	91
4.2.2.3. Örgü Yapısının Kumaşların Emilim Oranı Sonuçları Üzerindeki Etkisi ...	93
4.2.3. Kumaşların Islanma Yarıçapı Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	95
4.2.3.1. Lif Cinsinin Kumaşların Islanma Yarıçapı Sonuçları Üzerindeki Etkisi ...	95
4.2.3.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Islanma Yarıçapı Sonuçları Üzerindeki Etkisi	97
4.2.3.3. Örgü Yapısının Kumaşların Islanma Yarıçapı Sonuçları Üzerindeki	

Etkisi	99
4.2.4. Kumaşların Yayılma Hızı Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	101
4.2.4.1. Lif Cinsinin Kumaşların Yayılma Hızı Sonuçları Üzerindeki Etkisi	101
4.2.4.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Yayılma Hızı Sonuçları Üzerindeki Etkisi	103
4.2.4.3. Örgü Yapısının Kumaşların Yayılma Hızı Sonuçları Üzerindeki Etkisi..	104
4.2.5. Kumaşların Kümülatif Tek Yönlü Taşıma Endeksi (OWTC) Sonuçlarının Değerlendirilmesi	106
4.2.5.1. Lif Cinsinin Kumaşların Tek Yönlü Taşıma Endeksi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	106
4.2.5.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Tek Yönlü Taşıma Endeksi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	109
4.2.5.3. Örgü Yapısının Kumaşların Tek Yönlü Taşıma Endeksi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	110
4.2.6. Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi (OMMC) Sonuçlarının Değerlendirilmesi	112
4.2.6.1. Lif Cinsinin Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	112
4.2.6.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	115
4.2.6.3. Örgü Yapısının Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi Sonuçları Üzerindeki Etkisi	117
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	120
KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ	131

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Liflerin genel fiziksel özellikleri	27
Çizelge 3.1. Kumaşların üretiminde kullanılan iplikler, kodları ve numaraları	58
Çizelge 3.2. Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri.....	59
Çizelge 3.3. Pamuk, viskoz ve modal lif içeren ipliklerin ve viskoz lif karışımı ipliklerin fiziksel özellikleri	59
Çizelge 3.4. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan iplikler ve kodlar....	64
Çizelge 4.1. Kumaşların yapısal özelliklerine ait ölçüm sonuçları.....	75
Çizelge 4.2. Kumaşların sıvı nem yönetim (MMT) test sonuçları	82
Çizelge 4.3. MMT değerlendirme skalası.....	83
Çizelge 4.4. Lif cinsinin kumaşların ıslanma süresi üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	85
Çizelge 4.5. Örgü yapısının kumaşların ıslanma süresi üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	89
Çizelge 4.6. Lif cinsinin kumaşların emilim oranı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	91
Çizelge 4.7. Örgü yapısının kumaşların emilim oranı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	94
Çizelge 4.8. Lif cinsinin kumaşların ıslanma yarıçapı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	97
Çizelge 4.9. Örgü yapısının kumaşların ıslanma yarıçapı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	100
Çizelge 4.10. Lif cinsinin kumaşların yayılma hızı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	102
Çizelge 4.11. Örgü yapısının kumaşların yayılma hızı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	106
Çizelge 4.12. Lif cinsinin kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları	108
Çizelge 4.13. Örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	112

Çizelge 4.14. Lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları	114
Çizelge 4.15. Elastan kullanımının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	116
Çizelge 4.16. Örgü yapısının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları.....	118



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İnsan vücudunun çevre ile olan ısı alışverişi	10
Şekil 2.2. Vücudun ısı ve ter düzenleme mekanizması.	11
Şekil 2.3. Deri ve giysi arasındaki mikroklima bölgesi	12
Şekil 2.4. Dinamik su buharı iletimi	12
Şekil 2.5. Mikroklima bölgesini etkileyen faktörler	13
Şekil 2.6. Gözenekli malzemeden sıvı nem iletimi	16
Şekil 2.7. Düzgün homojen katı yüzey üzerinde duran sıvı damlanın oluşturduğu temas açısı	17
Şekil 2.8. Yüzeyde bulunan dengelenmemiş sıvı moleküllerinin oluşturduğu yüzey gerilimi.....	18
Şekil 2.9. Kılcal borudaki kılcallık	20
Şekil 2.10. Çift yüzü örne kumaşlarda hidrofil ve hidrofob liflerin kumaş yüzeylerinde kombine edilmesi a) Her iki yüzeyi hidrofob b) İç hidrofil dış hidrofob c) Her iki yüzeyi hidrofil d) İç hidrofob dış hidrofil.....	25
Şekil 2.11. Reaktif ve proaktif kumaşların nem yönetim davranışları	26
Şekil 2.12. Pamuk lifinin mikroskobik yapısı.....	28
Şekil 2.13. Yün lifinin mikroskobik yapısı.....	32
Şekil 2.14. İpek lifinin mikroskobik yapısı a) Enine kesit b) Boyuna kesit	36
Şekil 2.15. Viskoz lifinin mikroskobik yapısı a) Enine kesit b) Boyuna kesit	38
Şekil 2.16. Polietilen teraftalat poliesterin kimyasal yapısı.....	42
Şekil 2.17. Poliester lifinin yapısı	42
Şekil 2.18. Eriyikten çekim yöntemine göre polyester filament ipliğinin üretimi	42
Şekil 2.19. Elastan polimer zincirindeki sert ve yumuşak bölgeler	45
Şekil 2.20. Polieter ve poliester esaslı poliüretanın kimyasal yapısı	46
Şekil 3.1. Çift yüzü örne kumaşların üretilmesinde kullanılan örgü raporu a) Temel sandviç örgü b) İç yüzeyi askılı c) Dış yüzeyi askılı d) İç ve dış yüzeyi askılı	61
Şekil 3.2. Ağartma işlemi diyagramı	68
Şekil 3.3. Selüloz esaslı liflerin boyama diyagramı.....	68
Şekil 4.1. Lif cinsinin kumaşların ıslanma süresi sonuçları üzerindeki etkisi	84
Şekil 4.2. Lif cinsinin kumaşların ıslanma süresi skala sonuçları üzerindeki etkisi.....	84

Şekil 4.3. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma süresi sonuçları üzerindeki etkisi .	86
Şekil 4.4. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma süresi skala sonuçları üzerindeki etkisi.....	86
Şekil 4.5. Örgü yapısının kumaşların ıslanma süresi sonuçları üzerindeki etkisi.....	87
Şekil 4.6. Örgü yapısının kumaşların ıslanma süresi skala sonuçları üzerindeki etkisi .	87
Şekil 4.7. Lif cinsinin kumaşların emilim oranı sonuçları üzerindeki etkisi	89
Şekil 4.8. Lif cinsinin kumaşların emilim oranı skala sonuçları üzerindeki etkisi	90
Şekil 4.9. Elastan kullanımının kumaşların emilim oranı sonuçları üzerindeki etkisi ...	92
Şekil 4.10. Elastan kullanımının kumaşların emilim oranı skala sonuçları üzerindeki etkisi	92
Şekil 4.11. Örgü yapısının kumaşların emilim oranı sonuçları üzerindeki etkisi.....	93
Şekil 4.12. Örgü yapısının kumaşların emilim oranı skala sonuçları üzerindeki etkisi..	93
Şekil 4.13. Lif cinsinin kumaşların ıslanma yarıçapı sonuçları üzerindeki etkisi	95
Şekil 4.14. Lif cinsinin kumaşların ıslanma yarıçapı skala sonuçları üzerindeki etkisi .	96
Şekil 4.15. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma yarıçapı sonuçları üzerindeki etkisi.....	98
Şekil 4.16. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma yarıçapı skala sonuçları üzerindeki etkisi.....	98
Şekil 4.17. Örgü yapısının kumaşların ıslanma yarıçapı sonuçları üzerindeki etkisi	99
Şekil 4.18. Örgü yapısının kumaşların ıslanma yarıçapı skala sonuçları üzerindeki etkisi.....	99
Şekil 4.19. Lif cinsinin kumaşların yayılma hızı sonuçları üzerindeki etkisi.....	101
Şekil 4.20. Lif cinsinin kumaşların yayılma hızı skala sonuçları üzerindeki etkisi.....	101
Şekil 4.21. Elastan kullanımının kumaşların yayılma hızı sonuçları üzerindeki etkisi	103
Şekil 4.22. Elastan kullanımının kumaşların yayılma hızı skala sonuçları üzerindeki etkisi	103
Şekil 4.23. Örgü yapısının kumaşların yayılma hızı sonuçları üzerindeki etkisi	104
Şekil 4.24. Örgü yapısının kumaşların yayılma hızı skala sonuçları üzerindeki etkisi	105
Şekil 4.25. Lif cinsinin kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi.....	106
Şekil 4.26. Lif cinsinin kumaşların tek yönlü taşıma endeksi skala sonuçları üzerindeki etkisi.....	107

Şekil 4.27. Elastan kullanımının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi	109
Şekil 4.28. Elastan kullanımının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi skala sonuçları üzerindeki etkisi	109
Şekil 4.29. Örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi	110
Şekil 4.30. Örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi skala sonuçları üzerindeki etkisi	110
Şekil 4.31. Lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi	113
Şekil 4.32. Lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin skala sonuçları üzerindeki etkisi ..	113
Şekil 4.33. Elastan kullanımının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi	115
Şekil 4.34. Elastan kullanımının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi skala sonuçları üzerindeki etkisi	115
Şekil 4.35. Örgü yapısının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi	117
Şekil 4.36. Örgü yapısının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi skala sonuçları üzerindeki etkisi	117

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. Mayer & Cie marka yuvarlak örme makinesi görünümü	60
Resim 3.2. Sandviç tipi çift yüzlü örme kumaşların iç ve dış yüzey görünümleri a) P-V kumaşın dış yüzeyi b) P-V kumaşın iç yüzeyi c) P-V-IT kumaşın dış yüzeyi d) P-V-IT kumaşın iç yüzeyi e) P-V-OT kumaşın dış yüzeyi f) P-V-OT kumaşın iç yüzeyi g) P-V-IOT kumaşın dış yüzeyi h) P-V-IOT kumaşın iç yüzeyi	67
Resim 3.3. Prowhite kalınlık ölçüm test cihazı görünümü	70
Resim 3.4. MMT nem yönetim test cihazı görünümü	71



SİMGELER ve KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simge	Açıklama
%	Yüzde
Kısaltma	Açıklama
°C	Derece Santigrat
P	Poliester
Co	Pamuk
V	Viskoz
S	İpek
W	Yün
VS	Viskoz/ipek
VW	Viskoz/yün
VP	Viskoz/poliester
El	Elastan
PEI	poliester/elastan
-IT	İç askı
-OT	Dış askı
-IOT	İç dış askı
MMT	Nem yönetim ölçüm test cihazı

1. GİRİŞ

Hızla ilerleyen teknoloji, insanların yaşam tarzının değişmesi ve hızlı modanın etkisi ile son yıllarda insanların giysilerden beklentileri değişim göstermeye başlamıştır. Tüketiciler artık giysilerin hem estetik olarak göze hitap etmesini hem de konfor sağlamasını istemektedirler. Kumaşlar tek tipte lifler kullanılarak üretildiğinde istenen estetik ve konfor özellikleri bir arada sağlanamamaktadır. Her lifin kendine özgü özellikleri bulunmakta ve liflerin bu özelliklerini en iyi şekilde sergileyebilmeleri için bu liflerin kumaş içerisinde uygun şekilde kombine edilmesi gerekmektedir. Liflerin kumaş içindeki kombinasyonu farklı cinslerdeki liflerden farklı karışım oranlarında üretilmiş iplikler kullanarak sağlanabildiği gibi, kumaş yüzlerinde farklı liflerin bağımsız olarak kullanılabilmesine olanak sağlayan çift yüzlü örme kumaş üretim teknikleri ile de gerçekleştirilebilmektedir.

Literatürde “İnsan ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun hoşnutluk hali” olarak tanımlanan konforda (Slater, 1985; Li, 2001), giysinin herhangi bir memnuniyetsizlik ve rahatsızlık vermemesi istenmektedir. Konforlu bir giyside aranan en önemli özelliklerin başında giysinin vücudun ısı ve nem denge durumunu koruması gelmektedir. Giysilerin vücudun ısı ve nem dengesinin korunmasındaki katkısı büyüktür.

İnsan vücudu aldığı besinlerin sindirilmesi ve kas hareketi ile sürekli olarak değişen miktarlarda metabolik ısı üreten bir enerji santralidir. Ayrıca, üretilen metabolik ısı aktivite seviyesine göre de değişiklik göstermekte olup, dinlenme halindeyken yaklaşık 80 W, en yorucu aktivite sırasında 1000 W’ın üzerine çıkabilmektedir (Rossi, 2009). İnsan vücudu yaklaşık olarak 37 °C’de kendisini rahat hissetmektedir. Isıl dengenin sağlanabilmesi için, ideal olarak insan vücudunun ısı üretimi ile çevreye iletilen ısının dengelenmesi gerekmektedir. Isı enerjisi çevreye iletim, taşınım, ışıma veya buharlaşma ile verilmektedir (Das ve ark., 2007; Rossi, 2009). Yüksek fiziksel aktivite ve yüksek sıcaklıklarda ısı üretimi fazladır ve insan derisinden atmosfere iletilen ısı azalmaktadır. Buna bağlı olarak, vücut yükselen sıcaklığı düşürmek için terlemektedir. Terlemenin buhar hali hissedilmeyen terleme, sıvı hali ise hissedilir terleme olarak ifade edilmektedir (Das ve ark., 2007). Ter atmosfere aktarıldığında, vücuttaki ısıyı da

taşımakta ve böylece vücut ısını düşürmektedir. Terin buharlaşması vücutta soğuma etkisi yapmaktadır. Eğer vücutta oluşan ter uzaklaştırılmazsa, giysi üzerinde birikmekte ve kişide ıslaklık hissi yaratarak rahatsızlığa neden olmaktadır. Giysinin rahatsızlık hissi vermemesi için, giysinin bu buhar ve sıvı şeklindeki teri deriden kumaşın üst tabakasına iletmesi gerekmektedir. Buhar ve sıvı şeklindeki terin (nemin) giysi aracılığı ile kontrollü bir şekilde kumaş yüzeyinden alınıp atmosfere iletilmesi tekstil malzemesinin nem yönetim özelliği olarak adlandırılmaktadır (Prakash ve ark., 2013).

Liflerin hidrofil/higroskopik veya hidrofob olma özelliği terin deriden atmosfere iletilmesinde dolayısı ile kumaşlara nem yönetim özelliği kazandırılmasında büyük önem taşımaktadır. Pamuk, yün, rejenere selülozik viskoz, modal vs. gibi higroskopik/ hidrofil lifler su moleküllerini içine çekmektedir. Diğer yandan bu bahsedilen lifler düşük nem iletim özelliğine sahiptir. Diğer yandan poliester, polipropilen, naylon, akrilik vs. gibi hidrofob lifler su moleküllerini çok az miktarda içine çekmekte, buna karşın çok iyi nem iletim özelliğine sahiptir.

Hidrofil ve hidrofob özellikteki liflerin kumaş yüzeylerinde iyi bir şekilde kombine edilmesi ile kumaşların nem yönetim özellikleri iyileştirilmektedir. Atkılı örme teknolojisinde vanize örgü, astar (futter) örgü, sandviç örgü teknikleri ile üretilen çift yüzlü örme kumaşlarda iç ve dış yüzlerde kullanılan lif cinsleri kolay bir şekilde seçilebilmektedir. Sandviç örgü tekniği farklı lif cinsleri seçimine ilaveten kumaş yüzlerinde farklı örgülerin kullanımına da olanak sağlamaktadır. Çift yüzlü örme kumaş üretim teknolojisinde kumaşların sıvı nem iletim özelliğini iyileştirmek için kumaşların iç yüzünde nem iletim özelliğine sahip poliester, polipropilen, poliamid gibi hidrofob lifler, dış yüzünde ise nem çekme özelliği yüksek olan pamuk, viskoz, yün vs. gibi hidrofil lifler kullanılmaktadır. Bu şekilde ter nem iletim yeteneği yüksek olan hidrofob özellikteki lifler tarafından deriden hızlı bir şekilde alınarak kuruyabileceği üst tabakaya transfer edilmiş ve kişiye kuruluk hissi sağlanmış olmaktadır.

Kumaşların iç ve dış yüzlerinde farklı lif cinslerinin kullanıldığı çift yüzlü örme kumaşların nem yönetim özellikleri ilgili olarak literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda kumaş yüzlerinde hidrofil ve hidrofob özelliklere sahip farklı cinslerde lifler farklı örgü yapıları ile kombine edilmiş ve daha sonra lif cinsi ile örgü yapısının kumaşların hava geçirgenliği, ısı iletkenlik ve yalıtkanlık, su buharı

geçirgenliği, kılcallık ve sıvı nem yönetim özelliklerinden oluşan termofizyolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Gunesoglu ve ark. (2005), Gunesoglu ve Meric (2006), Zhou ve ark. (2010), Chen ve ark. (2010), Chen ve ark. (2011), Ertekin ve Marmarali (2011), Jhanji ve ark. (2015a) ve Gun ve Bodur (2017) pamuk ve poliester lif kombinasyonlarından oluşan çift yüzöl kumaşların termofizyolojik konfor özelliklerinin incelemiştir.

Halgas ve ark. (2006), Supuren ve ark. (2011), Jihanji ve ark. (2015b) ve Vasconcelos ve ark. (2017) yaptıkları çalışmalarda yine hidrofil lif olarak pamuk lifinden, hidrofob lif olarak ise poliester lifine ilaveten polipropilen, poliamid, akrilik gibi yine yüksek nem iletim özelliğine sahip farklı sentetik liflerden üretilen çift yüzöl örme kumaşların termofizyolojik özellikleri ile ilgili çalışmalar yapmışlardır.

Yukarıda özetlenen daha önce yapılan çift yüzöl örme kumaşların konfor özellikleri ile ilgili yapılan önceki çalışmalarda, kumaşların dış yüzölde pamuk lifi ve iç yüzölde hidrofob özellikte farklı lif cinsleri kullanılmıştır. Pamuk lifi genelde konforun önemli olduğu, estetiğin çok önemli olmadığı daha çok günlük giysi üretiminde tercih edilmektedir. Kumaşların dış yüzöllerinde kullanılan lif cinsleri de kumaşların termofizyolojik ve dolayısı ile nem yönetim özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Dış yüzölde kullanılan lif cinsi seçimi konfor özellikleri dışında kumaşların görünümünü de etkilediği için özellikle önemli hale gelmektedir. Literatürde kumaşların dış yüzöllerinde pamuk lifine ilaveten hidrofil özellikte birçok farklı cinslerde liflerin kullanıldığı çift yüzöl örme kumaşların termofizyolojik özellikleri ile ilgili çalışmalarda bulunmaktadır.

Long (1999), Fangueiro ve ark. (2010), Bivainyte ve Mikucioniene (2011), Bivainyte ve ark. (2012), Crina ve ark. (2013), Lokhande ve ark. (2014), Suganthi ve ark. (2017), Suganthi ve Senthilkumar (2018a) ve Suganthi ve Senthilkumar (2018b) yaptıkları çalışmalarda kumaşların dış yüzölde pamuk, bambu, soya, tencel, viskoz ve modal gibi liflerini; iç yüzölde poliester, akrilik ve polipropilen lifleri kullanmışlardır.

Günümüz artan talep ve modaya bağlı olarak pamuk lifine alternatif olarak viskoz, modal, viskoz lif karışımları gibi birçok farklı liflerinin örme kumaş üretiminde kullanıldığı görülmektedir. Viskoz ve modal lifleri ağaç hamurundan elde edilen selülozdan viskoz yöntemi ile üretilmektedir. Modal lifi viskoz lifinin düşük olan yaş dayanımı iyileştirmek için viskoz lif üretim işlemlerinin modifiye edilmesi ile elde edilmektedir. Pamuk lifinde olduğu gibi temel yapısı selülozdan oluşan viskoz ve modal

lifleri genel özellikleri bakımından pamuğa benzese de avantajlı birçok özelliklerinden dolayı kullanımları artmaktadır. Viskoz ve modal liflerinden üretilen kumaşların estetik görünüm olarak pamuk lifinden daha parlak ve ipeksi görünümünde olması ve canlı renklerde boyanabilmesi özellikleri bu liflerin estetik görünümün önemli olduğu moda kumaşlarda aranılmasını sağlamaktadır. Pamuk gibi hidrofil özellikte olan viskoz ve modal liflerinin sahip olduğu nem içeriği yün haricindeki diğer doğal ve sentetik liflerden oldukça yüksektir. Bu nedenle, viskoz lifi içeren kumaşlar pamuk kumaşlardan çok daha fazla miktarda nemi bünyesine alabilmektedir (Cook, 2001b; Chen, 2015). Viskoz ve modal lifleri estetik görünüm ve nem özelliklerinden başka ayrıca esneklik, yumuşak tutum, dökümlülük, kolay bakım ve yıkama, diğer liflerle kolaylıkla karıştırılabilmesi vs. gibi birçok avantajlı özelliklere de sahiptirler (Mather and Wardman, 2015).

Viskoz lifi tek başlarına kullanılabildiği gibi diğer farklı lifler ile karıştırılarak da kullanılabilmektedir. Bu şekilde viskoz lifinin tek başına kullanılması ile sağlanamayan estetik görünüm ve bazı performans özellikleri tekstil ürünlerine kazandırılmış olmaktadır. Son zamanlarda viskoz liflerinin yün, ipek ve poliester lifleri ile karışım halinde kullanıldığı görülmektedir. Bu liflerden doğal ve pahalı lif olan ipek inceliği, zarıflığı, parlaklığı ve yumuşaklığıyla daha çok zarif estetik görünümü olan kumaşların üretilmesini sağlamaktadır. İpekli kumaşların insan sağlığına en uygun malzeme olduğu bilinmektedir. İpek lifi fizyolojik ve psikolojik konfor açısından özellikle yazlık giysi üretimi için çok uygun bir liftir (Ravandi and Valizadeh, 2011). İpek lifi hidrofil bir yapıya sahiptir ve suyla kolaylıkla ıslanmaktadırlar (Duran ve ark. 2007). Yine ipek lifi ağırlığının %30'u kadar nemi içine almakta ve ıslaklık hissi vermektedir (Cook, 2001a). Yün kelimesi akla sıcaklık getirmektedir. Yünün eşsiz özelliği yüksek derecedeki higroskopik özelliğinden kaynaklanan iyi bir ısıl konfora sahip olmasıdır. Hem soğuk hem de sıcak havalar için uygun bir seçimdir. Yün lifi diğer lif cinsleri içinde nem çekme yeteneği en yüksek olanı olup, ıslaklık hissi vermeden, kütlesinin %30'una kadar nem çekebilmektedir (Cook, 2001a). Yün lifi, lifler içerisinde nefes alabilirliği en yüksek olan liftir. Bu özellikler yün liflerini son derece konforlu bir giyim malzemesi yapmaktadır (Ravandi and Valizadeh, 2011). Yün lifinin giysilere sağladığı diğer önemli özellikler ise esneklik, yumuşaklık, güzel görünüm, biyolojik olarak çözünebilirlik ve geri dönüşüme uygun olması sayılabilir (Cook, 2001a). Poliester son yıllarda en çok kullanılan sentetik liftir. Birçok kumaş poliester karışımli olarak üretilmektedir. Poliester lifleri esnek, nefes

alabilir, buruşmaya karşı dayanıklı, kolay yıkanabilir, mukavemeti yüksek, uzun ömürlü bir liftir (Deopura ve Padaki, 2015).

Bahsedilen avantajlı özelliklerinden dolayı, ipek, yün ve poliester liflerinin bahsedilen viskoz lifinin özellikleri ile birleştirilmesiyle elde edilen iplikler çift yüzlü kumaşların dış yüzlerinde kullanılacak ve bu şekilde farklı estetik görünüm ve konfor özelliklerinde çift yüzlü kumaşlar üretilecek ve ürün çeşitliliğinin artırılmasına katkı sağlanacaktır.

Spandeks ve likra gibi elastan lifleri, %500'e kadar yüksek uzayabilirlik ve %99'a kadar hızlı tam elastik geri kazanım (dönüşüm) özellikleri ile karakterize edilmektedir (Mather, 2015). Elastan lifinin esneme özelliği, kumaşların görünümünü ve yapısını büyük ölçüde etkilemektedir. Elastik liflerin kumaşlara sağlamış olduğu bazı avantajlı özellikleri, elastik liflerin son zamanlarda giysilerde kullanımını daha hale yaygın hale getirmiştir. Öncelikle elastik liflerin esnek yapısı kumaşların enine ve boyuna elastikiyetini artırmaktadır. Elastik liflerin kumaşlara kazdırdığı elastikiyet, giysinin vücudu sararak şekil almasını sağlamakta ve giysiye hareket özgürlüğü vermektedir. Bir başka deyişle, elastik lifler giysilere rahatlık, vücuda uyum ve hareket özgürlüğü gibi özellikler katmaktadır. Ayrıca elastik lifler kumaşların buruşmasını önlemekte, giysi ve kumaşlarda oluşabilecek deformasyonları veya potlukları engellemektedir (Venkatraman, 2016; Bartels, 2011). Elastik lifler kumaşların yapısal özelliklerini değiştirdiği için nem yönetim özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir.

Sandviç örgü tipi örme kumaş tekniğinde iğne yatakları üzerinde öncelikle iki ayrı ön ve arka örme kumaş yüzleri oluşturulmakta ve daha sonra bu kumaş yüzeyleri askı şeklinde hareket eden bağlantı ipliği ile birbirlerine bağlanmaktadır (Bruer ve ark.,2005). Temel sandviç örgü desensiz olarak kumaş yüzlerinde sadece ilmek yapıları kullanılarak üretilmektedir. Kumaş yüzlerinde farklı lif cinslerinin kullanılmasına izin vermesi yanında, sandviç örgü tekniğinin diğer bir avantajı da, kumaş yüzlerinde ilmek, askı ve atlama kombinasyonlarından oluşan çeşitli örgü yapılarının oluşturulmasına izin vermesidir. Askı ve atlamaların kumaş yapısında oluşturduğu küçük gözenekler nedeni ile kumaşlar nefes alabilir özellik kazanmakta ve terin buhar halinde kumaştan atılması sağlanmış olmaktadır. Askı ve atlamalar kumaş yüzlerinde hem farklı desen oluşumunu sağlamakta hem kumaşta gözenekler oluşturarak kumaşların sıvı nem yönetim ve diğer termofizyolojik konfor özelliklerini iyileştirmektedirler.

Yukarıdaki bilgilerden hareketle bu çalışmanın amacı, farklı lif cinslerinin ve örgü yapılarının kombinasyonu yoluyla deriden atmosfere nem taşınmasını kolaylaştıran ve aynı zamanda estetik görünüme sahip sandviç tipi çift yüzlü örme kumaşlar üreterek, lif cinsinin, elastan kullanımının ve örgü yapısının bu kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Literatür araştırmasından da görüldüğü üzere, poliester lifi daha iyi nem iletme özelliğine sahip olduğu için tüm çift yüzlü kumaşların iç yüzünü oluşturmak için kullanılmıştır. Sandviç kumaşların dış yüzü için pamuk, viskoz ve modal lifleri içeren iplikler ile viskoz liflerinin ipek, yün, poliesterden oluşan farklı cinslerdeki liflerle olan karışımlarından oluşan viskoz/ipek, viskoz/yün ve viskoz/poliesterden oluşan viskoz lif karışımı iplikler seçilmiştir. En yaygın kullanılan lif cinsi olması nedeniyle, pamuk ipliği karşılaştırma amacı ile seçilmiştir. Özellikle viskoz, modal, yün ve ipek lifleri parlaklık, zarafet ve yüksek nem çekme kapasitesi gibi dikkat çekici özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada esnek yapısı ile sağladığı avantajlı özelliklerinden dolayı tek katlı örme kumaş yapılarında yaygın olarak kullanılan elastan iplik de çalışmaya ilave edilmiştir. Elastan ipliği bir grup kumaş örneklerinde bağlantı ipliği kullanılmıştır. Elastan ipliğin çalışmaya ilave edilmesi ile, elastan ipliğin hem çift yüzlü örme kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkilerinin hem de pamuk, viskoz ve modal liflerinin elastan iplik ile olan performanslarının ortaya çıkarılmasına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Lif cinsinin yanı sıra kumaş yapısı da kumaşlarda nem iletim özelliklerini etkilemektedir. Bu çalışmada örgü yapısı olarak kumaş yüzlerinde süprem ileilmek ve askı kombinasyonlarından oluşan tek toplama lakost örgü yapıları kullanılmıştır. Tek toplama lakost örgü yapısı tek katlı örme kumaş üretimi için en çok tercih edilen örgü yapılardan biri olduğu için seçilmiştir. Tek toplama lakost yapıda, kumaş yüzeyine diyagonal yerleştirilen askılar, kumaş yüzeyinde baklava desenli kuşgözü desen şeklindeki özel bir doku etkisi yaratmaktadır. Süprem ve tek toplama lakost örgü yapılarının kumaşların ön ve arka yüzlerinde farklı kombinasyonları ile dört farklı sandviç tipi örme kumaş hazırlanmıştır. Bu dört farklı kumaş tipleri, kumaşların her iki yüzünde süprem görünümlü temel sandviç örme kumaştan ve sırasıyla kumaşların iç yüzünde, dış yüzünde ve her iki yüzünde tek toplama lakost görünümünde üç farklı desenli sandviç tipi örme kumaşlardan oluşmaktadır. İç yüzdeki tek toplama lakost örgü yapısı estetik görüntüden daha ziyade iç yüzdeki gözeneklerden dolayı kumaşın dış

yüzüne daha fazla su iletilebilmesini sağlayabileceği düşüncesi ile planlanmıştır. Ayrıca, literatüre göre askılarla kumaşın iç yüzünde pürüzlü bir yüzey oluşturulması, cilt ile iç kumaş yüzü arasında küçük bir temas alanı oluşturarak terle ıslanan kumaşların yapışkanlık hissini azaltmaktadır (Chen ve ark., 2015). Bu nedenle sandviç örme kumaşların iç yüzünde tek toplama lakost yapının kullanılmasının bir diğer nedeni de kumaş yüzündeki küçük kabartılardan dolayı pürüzlü bir yüzey oluşturmaktır.

Pamuk, viskoz, modal, viskoz/ipek, viskoz/yün, viskoz/poliester, poliester ve elastan ipliklerden 20 özel sandviç tipi örme kumaşlar dört farklı örgü yapısında hazırlanmıştır. Kumaşların dış yüzü için kullanılan iplikler, fonksiyon ve estetik gereksinimlerini karşılayan geniş bir lif yelpazesini kapsamaktadır. Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak, çift yüzlü örme kumaşların dış yüzünde kullanılan iplik çeşitliliği geniş tutulmuştur. Özellikle dış yüzü pamuk, viskoz ve modal liflerinden ve viskoz liflerinin ipek, yün ve poliester liflerinin karışımlarından oluşan kumaş yüzlerinde askılı lakost örgü kullanılarak üretilen çift yüzlü örme kumaşların sıvı nem yönetim özelliklerinin karşılaştırılması ile ilgili literatürde çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımlardan bu çalışmanın literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Bu alanı daha fazla araştırarak, bu çalışma, bu tür fonksiyonel liflerden yapılan ve kumaş yüzlerinde belirli askılı desenlerine sahip olan çift yüzlü örme kumaşların nem yönetimi davranışlarının değerlendirilmesi yoluyla mevcut literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmanın, giysi tasarımı yapılırken kumaşların konfor ve estetik özelliklerinin geliştirilmesine yardımcı olması beklenmektedir.

Yüksek lisans tezinin 1. Bölümünü Giriş Bölümü oluşturmaktadır. Giriş bölümünde tez konusunun önemi, tezin amacı ve yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

2. Bölümde konu ile ilgili genel bilgiler ve çift yüzlü örme kumaşların termofizyolojik konfor özellikleri ile ilgili yapılan deneysel çalışmalar verilmiştir.

3. Bölüm Materyal ve Metot kısmında deneysel çalışmada kullanılan materyal ve metot tanıtılmıştır.

4. Bölüm Bulgular ve Tartışma kısmında kumaşların sıvı nem yönetim özelliklerine ait deney sonuçları ve deney sonuçlarının istatistiksel yöntemler yardımı ile tartışılmasına yer verilmiştir.

5. Bölüm Sonuç kısmını oluşturmaktadır. Sonuç bölümünde çalışma sonuçları özetlenmiştir.

2. TEZ KONUSU İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Konfor

Konfor Slater tarafından “İnsan ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun hoşnutluk hali” olarak tanımlanmaktadır (Li, 2001; Choudhury ve Majumdar, 2011; Song, 2009; Hunter ve Fan, 2015). Günümüzde insanların giysilerden beklentileri değişim göstermeye başlamıştır. Son zamanlarda modaya uygunluk ve estetik özelliklerinin yanı sıra insanların kendilerini içinde daha rahat hissedebileceği konforlu giysiler yönünde artan bir talep bulunduğu gözlemlenmektedir. Bu nedenle, giysi konforu günümüzde artık tüketici tarafından giyside olması istenen en önemli özelliklerinin başında gelmektedir. Tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile giysilerin konfor özelliklerinin iyileştirilmesi için araştırmacılar tarafından birçok çalışma yapılmaktadır.

Giysi konforunun belirlenmesi oldukça karışık ve zordur. Giysi konforunu kişilerin fizyolojik ve psikolojik durumu, bulunduğu çevre koşulları ve kişilerin aktivite seviyesi gibi birçok parametre etkileyebilmektedir. Giysi konforunun belirlenmesinde kullanılan parametreler göz önüne alındığında, giysi konforu genel olarak psikolojik konfor, ergonomik (hareket) konfor, duyuşal konfor ve termofizyolojik konfor olmak üzere dört grup altında sınıflandırılabilir (Li, 2001; Bartel, 2009). Psikolojik konfor, ergonomik konfor ve duyuşal konfor ve termofizyolojik konfor aşağıda açıklanmıştır.

2.2. Psikolojik Konfor

Psikolojik konfor insan ve çevre arasındaki psikolojik uyumun hoşnutluk hali olarak tanımlanabilmektedir (Hunter ve Fan, 2015). Psikolojik konfor estetik konfor olarak da ifade edilebilmektedir. Psikolojik konfor, sübjektif konfor hissini etkilemektedir. Giysinin duyu organlarına (göz, deri, kulak ve burun) göre sübjektif

olarak algılanması olup, kullanıcının genel konforuna katkıda bulunmaktadır (Li, 2001). Psikolojik konfor daha çok renk, doku, tasarım, moda, yakışma vs. gibi estetik faktörler ile ilgilidir (Bartels, 2011).

2.3. Ergonomik Konfor

Ergonomik konfor, giysinin vücut ile uyumluluğu, giysi içindeki hareket kolaylığı ve giysinin nasıl giyildiği ile ilgilidir. Belirleyici faktörler, giysinin kalıbı ve malzemelerin esnekliğidir (Bartels, 2011).

2.4. Duyusal Konfor

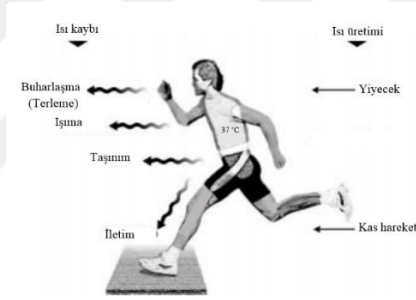
Duyusal konfor tekstil malzemesinin cilt ile mekanik teması anında hissedilen nörolojik algıları ifade etmektedir (Li, 2001). Kumaş yüzeyinin insan derisine temas etmesi ile deri yüzeyindeki alıcı sensörlerin tetiklenmesi ile ortaya çıkmaktadır. Duyusal konfor yüzey sürtünmesi, yumuşaklık ve sertlik parametreleri ile belirlenmektedir (Hunter ve Fan, 2015).

2.5. Termofizyolojik Konfor

Termofizyolojik konfor giysinin vücut ve çevre arasındaki ısı dengeyi koruyabilme kapasitesidir. Termofizyolojik konfor ısı ile su buharı ve sıvı şeklindeki nemin kumaş aracılığı ile yönetilme mekanizmasını içermektedir. (Li, 2001; Hunter ve Fan, 2015). Termofizyolojik konfor, vücudun ısı düzenleme sistemi ve giysi arasındaki etkileşimle ilgilidir. Vücuttan giysi yoluyla atmosfere ısı ve nem taşınmasını ve bunun sonucunda ortaya çıkan serinlik, sıcaklık, üşüme ve terleme hislerini içermektedir (Bartels, 2011). Sıcaklık veya soğukluk hissi ve deride meydana gelen ıslaklık hissi termofizyolojik konforu belirlemektedir. Kumaşların hava geçirgenliği, ısı iletkenlik, ısı direnç, su buharı geçirgenliği ve sıvı nem yönetimi özellikleri ölçülerek kumaşların termofizyolojik konfor özellikleri belirlenmektedir.

2.6. İnsan Vücudunun Isı ve Ter Düzenleme Mekanizmaları

İnsan vücudu enerjisini kendisi üreten termodinamik bir sistemdir. İnsan vücudu için gereken ısı vücut metabolizması tarafından sağlanmaktadır. Bir insanın vücut sıcaklığı yaklaşık 37  C civarındadır. Termofizyolojik konfor vücut sıcaklığını 37 C’de devam ettirmeye çalışan insan vücudunun ısı dengesi ve ter iletimi ile ilgili çalışmaları kapsamaktadır. Vücut ısını devam ettirmek için, vücut ya ısıyı koruyarak ya da ısı üreterek reaksiyon göstermektedir. Vücuttaki ısı üretiminin vücutta meydana gelen ısı  ıkışları ile dengelenmesi gerekmektedir. Eğer ısı üretimi ısı çıkışından daha büyük ise, vücut sıcaklığı yükselmekte, benzer şekilde ısı çıkışı daha fazla ise vücut ısısı düşmektedir (Bougourd ve Mccann, 2009). İnsan vücudunun  evre ile olan ısı alışverişi şekil 2.1’de verilmiştir.



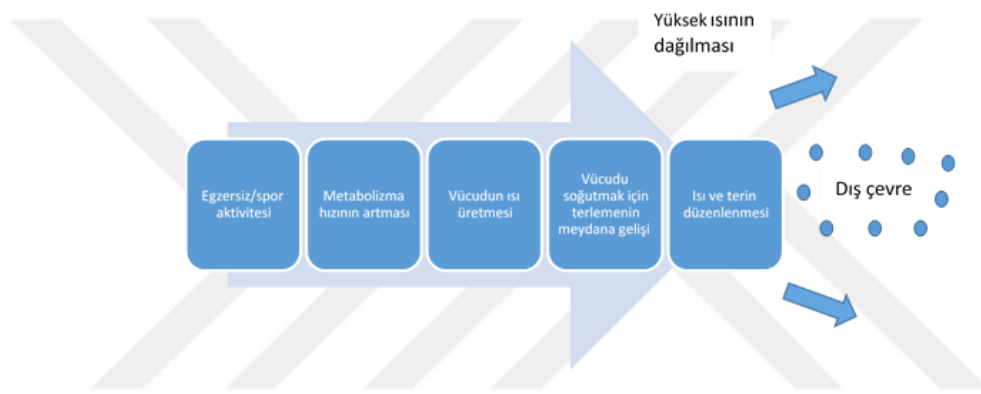
şekil 2.1. İnsan vücudunun  evre ile olan ısı alışverişi (Bougourd ve Mccann, 2009)

Tekstil materyalleri aracılığı ile vücuttan çevreye olan ısı ve nem iletimi ısıl denge konum ifadesi ile aşağıda verildiği gibi tanımlanmaktadır (Das ve ark., 2011).

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

Yukarıdaki ifade de verilen C_k , C , R ve E_{sk} sırası ile iletim (conduction), taşınım (convection), ışıma (radiation) ve buharlaşma (evaporation) ile ısı iletimidir. M metabolizmanın ısı  retimi (W/m^2), W yapılan dış iç (W/m^2), C_{res} ve E_{res} sırası ile hissedilebilir ve hissedilmeyen şekildeki terleme yolu ile olan ısı kaybını ifade etmektedir (Das ve ark., 2011).

İnsan vücudunun ısı dengesini sağlamak için, ortam (hava ve ısıma sıcaklığı, hava hızı ve nem) ve insan (hareket ve giysi) ile ilgili parametrelerin uyum içinde olması gerekmektedir. Normal atmosferik koşullarda ve normal aktivite seviyelerinde, insan derisinden çevreye olan toplam ısı kaybı iletim, taşınım, ısıma ile taşınan ısı kaybı ve buharlaşma sonucu oluşan ısı kaybı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Buhar şeklindeki ter hissedilmeyen ter, sıvı şeklindeki ter ise hissedilebilir ter olarak ifade edilmektedir. Ilıman çevre koşullarında, terleme hissedilmeyen şekilde ortaya çıkmaktadır. Hissedilmeyen terleme ile deri üzerindeki ısı kaybı %15 oranındadır. Vücudun ısı ve ter düzenleme mekanizması Şekil 2.2’de verilmiştir.

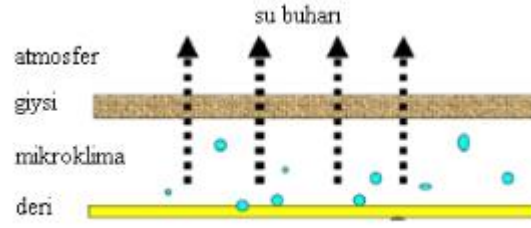


Şekil 2.2. Vücudun ısı ve ter düzenleme mekanizması (Venkatraman, 2016).

Yüksek atmosferik sıcaklıklarda ve/veya yüksek aktivite seviyelerinde vücudun ısı üretimi artmakta ve vücut ısı üretimi 1000 W değerini geçmektedir. Bu ısınin bir kısmı dağıtılmakta ve kalan kısmı ise vücut sıcaklığını yükseltmektedir. Sıcaklık artışı derinin ısı alıcıları ile hissedilmekte ve bu şekilde, ter bezleri tarafından hissedilebilir şekilde sıvı ter üretilmektedir. Ter atmosfere iletildiğinde vücuttaki ısıyı taşımakta ve vücut sıcaklığını düşürülmüş olmaktadır (Das ve ark., 2007).

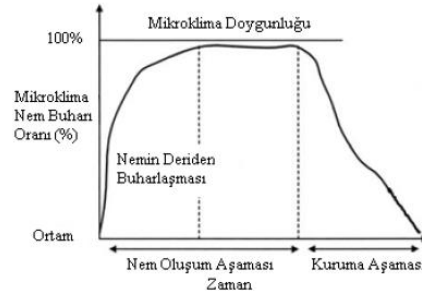
2.7. Deri ile Giysi Arasındaki Mikroklima Bölgesi

Şekil 2.3’de verildiği gibi, giysi giyildiğinde deri ile giysi arasında bulunan hava tabakası mikroklima olarak ifade edilmektedir. Terleme sırasında oluşan nem ve buhar mikroklima bölgesinde meydana gelmektedir. Giysi dış çevre ve deri arasındaki ısı ve nem transferi için bariyer olarak görev yapmaktadır.



Şekil 2.3. Deri ve giysi arasındaki mikroklima bölgesi (Nahla ve ark., 2012)

Mikroklima bölgesinde meydana gelen nem oluşumu ve nemin zamana bağlı olarak değişimi Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Dinamik su buharı iletimi (Prahsarn ve ark., 2005)

Şekil 2.4’den görüldüğü gibi, mikroklima bölgesinde nem miktarı kademeli olarak artarak öncelikle en yüksek değere çıkmakta, daha sonra ise gittikçe azalmaktadır. Mikroklima bölgesindeki nem oluşumu büyük ölçüde giysinin su buharı geçirgenliğinden etkilenmektedir. Sıcaklık ve nem miktarına göre giysideki su buharı ya giysiden dışarı çıkarak uzaklaşmakta ya da giysi üzerinde yoğunlaşarak birikmektedir. Buharlaşan terin vücudun oluşturduğu terden düşük olma durumunda, ter kumaşın iç tabakasında birikme göstermektedir. Mikroklima bölgesinde nemin oluşması özellikle yüksek aktivitelerini izleyen soğuma periodu sırasında kişiye rahatsız edici nemli ve yapışkanlık hissi vererek sorun olmaktadır. Bunun dışında, kumaşın ter nedeniyle ıslanmasındaki bir diğer sorun da ıslak kumaşın ısı yalıtımında düşüşe neden olarak, vücut ısını düşürmesidir.

Konfor sağlayan kumaşta, kumaşın vücudun terleme periyodu sırasında oluşan su buharını iletmesi ve vücut terlemeyi durdurduğunda da, vücuttaki nemi azaltmak için,

kumaşın boşlukta tutulan nem buharını atmosfere serbest bırakması istenmektedir (Prahsarn ve ark., 2005; Gun ve Bodur, 2014).

2.8. Termofizyolojik Konforu Etkileyen Parametreler

Kişinin konfor durumunu belirleyen deri ile giysi arasında kalan mikroklima bölgesindeki ısı ve nem durumunu Şekil 2.5’de verildiği gibi, birçok çevresel, insan ve giysi faktörü etkilemektedir.



Şekil 2.5. Mikroklima bölgesini etkileyen faktörler (Yoo ve ark., 2000)

2.9. Kumaşlarda Nem Yönetimi

Nem tekstil malzemesinden aşağıda özetlendiği gibi, buhar ve sıvı şeklinde iletilmektedir.

2.9.1. Su Buharı İletimi

Su buharı kumaştan aşağıda verildiği gibi dört farklı şekilde geçmektedir (Das ve ark., 2007).

- Su buharının tabakalardan difüzyonu (geçmesi, yayınması).

- Su buharının lif tarafından emilmesi (absorbe edilmesi), iletilmesi ve geri verilmesi
- Su buharının lif yüzeyi ile taşınması (adsorbe edilmesi)
- Su buharının taşınım (convection) ile iletimi

2.9.1.1. Difüzyon

Difüzyon ve taşınım özellikle tekstil malzemesinden nemin iletilmesinde etkili olan önemli faktörlerdendir. Difüzyon rastgele hareket ile moleküllerin yüksek konsantrasyon bölgesinden düşük konsantrasyon bölgesine doğru hareket etmesidir. Nem kumaş içinde lifler ve iplikler arasındaki hava boşluklarından difüze edilebilmektedir (Song, 2009). Difüzyon işleminde, buhar basınç değişimi (gradyan) nemin kumaşın bir tarafından diğer tarafına geçişinde sürükleyici kuvvet olarak hareket etmektedir. Maddenin difüzyon akışı ile konsantrasyon değişimi arasındaki ilişki Fick denklemi ile aşağıda verildiği gibi ifade edilmektedir (Das ve ark., 2007).

$$J_{Ax} = D_{AB} \frac{dC_A}{dx} \quad (2.2)$$

J_{Ax} birim zamanda birim alandan geçen nem akış hızı, dC_A/dx konsantrasyon değişimi (gradyanı) ve D_{AB} difüzyon katsayısıdır.

Su buharı bir kumaş yapısından lifler ve iplikler arasındaki hava boşluklarından ve lifin kendisinden olmak üzere iki şekilde difüze etmektedir. Nemin liften olan difüzyonu sırasında, su buharı kumaşın iç yüzeyinden liflerin yüzeyine geçmekte ve daha sonra liflerin iç yapısında ve yüzeyinde hareket ederek, kumaşın dış yüzeyine ulaşmaktadır. Belirli bir konsantrasyon değişim değerinde, kumaşın buhar geçiş difüzyon hızı kumaşın gözenekliliğine ve lifin su buharı geçirgenliğine bağlıdır. Havadan su buharı geçiş difüzyon katsayısı $0,239 \text{ cm}^2/\text{sn}$ ve pamuklu kumaştan buhar geçiş difüzyon katsayısı $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{sn}$ 'dir. Kumaşın içindeki hava boşluklarından olan nem difüzyonu anlık iken, kumaş sisteminden olan nem difüzyonu tekstil malzemelerinin düşük nem difüzyon özelliklerinden dolayı sınırlıdır (Das ve ark., 2007).

2.9.1.2. Emme ve Geri Verme

Emme ve tekrar geri verme işlemi geçişli şartlarda mikroklima bölgesindeki nem miktarını koruyan önemli bir işlemdir. Higroskopik kumaş terli derinin hemen yakınında bulunan nemli havadan su buharını içine çekmekte ve kuru havada tekrar serbest bırakmaktadır. Higroskopik kumaş deriden çevreye olan su buharı akışını nem çekmeyen kumaşa göre nispeten artırmakta ve bu şekilde mikroklima bölgesinde oluşmuş olan nemi azaltmış olmaktadır. Emme ve geri verme işleminde, emen kumaş atmosfer için nem kaynağı olarak görev yapmaktadır. Kumaş aynı zamanda çevresini saran havadaki buhar konsantrasyonunu sabit bir şekilde devam ettirmek için koruyucu olarak çalışmaktadır. Kumaş emişi ile meydana gelen nem transfer farkının büyüklüğü ve bu farklılıkların algılanışı incelenmiştir. Buhar molekülleri ve katı yüzey arasındaki Van der Waal's kuvvetleri nedeni ile, su moleküllerinin yüzeye tutunması kritik sıcaklığın altında meydana gelmektedir. Yüksek su buharı basıncı ve düşük sıcaklıkta, nem daha fazla içe çekilmektedir (absorbe olmaktadır). Termodinamik dengede buharın kimyasal potansiyeli emici tabakanın kimyasal potansiyeline eşittir. Buhar basıncındaki bir artış, kimyasal potansiyelde bir dengesizliğe neden olur ve dengeyi yeniden sağlamak için emici tabakaya daha fazla buhar transfer edilir. Malzemenin içine çektiği su buharı miktarı lifin ve atmosferin nem miktarına bağlıdır. Pamuk, viskoz gibi suyu içine çeken liflerde, nemin emilmesi sadece liflerin ve atmosferin nem miktarına bağlı değil, aynı zamanda liflerin şişmesini azaltması nedeni ile, ısı, boyutsal değişim ve elastik özelliklerin etkilerine de bağlı olmaktadır. Şişme sırasında, iplikler ve lifler arasındaki boşlukların büyüklük azalır. Böylece, su buharı geçişi azalır. Şişme arttığında, lifler arasındaki kılcal yollar kapanır ve daha düşük kılcallık oluşur (Das ve ark., 2007).

2.9.1.3. Taşınım

Taşınım havanın nem tabakası üzerinde akarken meydana getirdiği nem transferidir. Zorlanmış taşınım olarak bilinmektedir. Bu işlemde kütle transferi nem kaynağı ve atmosfer arasındaki nem konsantrasyonundaki fark ile kontrol edilmektedir. Taşınım aşağıda verilen denklem ile ifade edilmektedir (Das ve ark., 2007).

$$Q_m = -A h_m (C_a - C_\alpha) \quad (2.3)$$

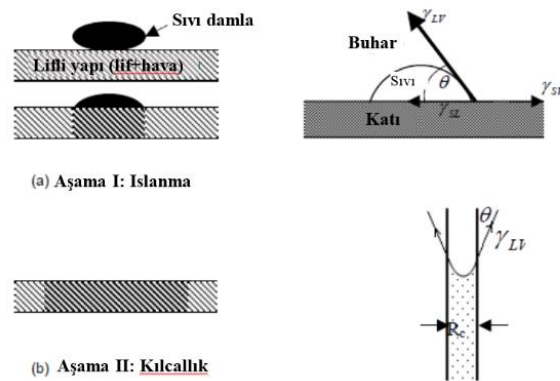
Q_m konveksiyon yoluyla akış yönünde ve kumaşın A alanında meydana gelen kütle akışıdır. A kumaş alanı, C_a kumaş yüzeyindeki buhar konsantrasyonunu, C_α ise havadaki buhar konsantrasyonunu ifade etmektedir. Konsantrasyon farkına ($C_a - C_\alpha$), akışkanın özelliklerine ve hızına bağlı olan konvektif kütle transfer katsayısı h_m tarafından akışın kontrolü sağlanmaktadır. Konveksiyon yöntemi özellikle rüzgarlı havada nemin ciltten atmosfere iletiminde önemli hale gelmektedir (Das ve ark., 2007).

2.9.2. Sıvı Nem İletimi

Yoğun terleme şartlarında, kumaşın deriye yapışarak rahatsızlık hissi vermesini önlemek için deri üzerindeki kumaşın sadece sıvıyı içine çekmesi değil aynı zamanda sıvıyı kumaş aracılığı ile uzaklaştırması da gerekmektedir.

Sıvı nem iletiminde farklı maddelerin (cam, su) molekülleri arasındaki çekim kuvveti olarak tanımlanan adezyon ve aynı cins moleküller arasındaki çekim kuvveti olarak tanımlanan kohezyon kuvvetleri etkilidir. Kumaştaki sıvı nemin akışına lifli malzemelerin yüzeyindeki lif-sıvı moleküler çekimi neden olmaktadır. Sıvı nem akışı yüzey gerilimi, kapiler gözenek dağılımı ve kumaştaki gözenekli yollar ile belirlenmektedir. Gözenekli bir yapıdan sıvı iletimi ıslanma ve kılcallık olmak üzere iki aşamada meydana gelmektedir (Das ve ark., 2007).

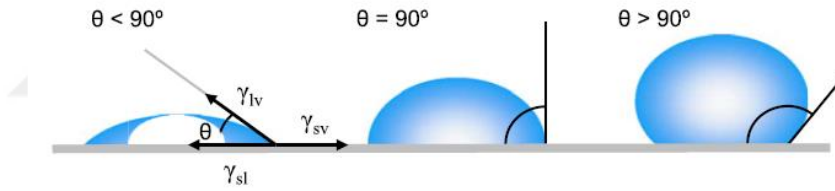
2.9.2.1. Islanma



Şekil 2.6. Gözenekli malzemeden sıvı nem iletimi (Das ve ark., 2007)

Islanma akışkanın yayılmasındaki ilk işlemdir. Islanma Şekil 2.6 (a)'da gösterilmiştir. Genel olarak ıslanma katı-hava (buhar) ara yüzünün katı-sıvı ara yüzü ile yer değiştirmesidir. Tekstil malzemesi göz önüne alındığında lif katıyı temsil ettiği için, Şekil 2.6 (a)'dan da görüleceği üzere, tekstil malzemesinin ıslanmasında lif-hava (buhar) ara yüzü lif-sıvı ara yüzü ile yer değiştirmektedir.

Islanabilirlik genellikle temas açısının ölçülmesi ile belirlenmektedir. Temas açısı katı ve sıvı etkileşimde bulunduğu ıslanmanın derecesini göstermektedir. Şekil 2.6 (a)'da verildiği gibi, düz ve yatay katı yüzey üzerine duran bir sıvı damla göz önüne alındığında, temas açısı sıvı-katı ara yüzü ve sıvı-buhar ara yüzünün (Sıvı damla profilinde sıvı-buhar ara yüzü boyunca temas noktasından teğet alınarak elde edilmektedir) kesişmesi ile oluşmaktadır (Das ve ark., 2007; Yuan ve Lee, 2013). Şekil 2.7'de düzgün homojen katı yüzey üzerinde duran sıvı damlanın oluşturduğu temas açıları gösterilmiştir.

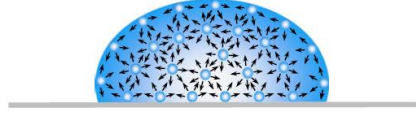


Şekil 2.7. Düzgün homojen katı yüzey üzerinde duran sıvı damlanın oluşturduğu temas açısı (Yuan ve Lee, 2013)

Sıvı yüzey üzerine yayıldığında küçük temas açısı, sıvı yüzey üzerinde inci gibi durduğunda büyük temas açısı gözlemlenmektedir. İstenen ıslanma için temas açısının 90° 'den küçük olması istenmektedir. Temas açısı 0° olduğunda, damla düz su birikintisi haline dönüşmekte ve tam ıslanma meydana gelmektedir.

İdeal olarak, sıvı damlasının şekli sıvının yüzey gerilimi ile belirlenmektedir. Saf sıvıda, her molekül yanlardaki sıvı molekülleri tarafından her yöne eşit bir şekilde çekilmekte ve elde edilen toplam kuvvet sıfır değerine eşit olmaktadır. Bununla birlikte, yüzeyde bulunan moleküller tüm yönlerde dengelenmiş kuvvetin sağlanması için komşu moleküllere sahip değildir. Bu nedenle, yüzey molekülüne etkiyen çekim kuvveti simetrik

değildir (Yuan ve Lee, 2013). Yüzeyde bulunan moleküller Şekil 2.8’de gösterildiği gibi, komşu moleküller ile içeri çekilerek, iç basınç oluşturmaktadır.



Şekil 2.8. Yüzeyde bulunan dengelenmemiş sıvı moleküllerinin oluşturduğu yüzey gerilimi (Yuan ve Lee, 2013)

Bu iç molekülün yüzeye uyguladığı kuvvet yüzey gerilimi olarak adlandırılmaktadır. İçteki moleküller tarafından uygulanan çekim kuvveti sıvıyı yüzey alanını minimuma indirmeye ve küresel bir şekil almaya zorlar. Günlük yaşamda, küçük damlalar küre şeklindedir ve damlanın küresel şekli sabit hacim için minimum yüzey alanı sağlamaktadır.

Şekil 2.6 (a) ve 2.7’den görüleceği üzere, katı bir yüzeyin üzerine sıvı damlatıldığında yüzey üzerinde katı-sıvı ara yüzey gerilimi γ_{SL} , sıvı-buhar ara yüzey gerilimi γ_{LV} ve katı-gaz ara yüzey gerilimi γ_{SV} olmak üzere üç farklı yüzey gerilimi oluşmaktadır. (Patnaik ve ark., 2006). Terimlerdeki, S katıyı, L sıvıyı ve V buharı temsil etmektedir.

Katı-sıvı sınırında denge halindeki kuvvetler aşağıda verildiği gibi genellikle Young-Dupre denklemiyle açıklanmaktadır (Kissa, 1996; Das ve ark., 2007).

$$\gamma_{SV} - \gamma_{SL} = \gamma_{LV} \cos \theta \quad (2.4)$$

Yukarıdaki ifade de verilen γ terimi yukarıda açıklandığı gibi, katı (S), sıvı (L) ve buhar (V)’in çeşitli şekillerde kombinasyonları ile elde edilen ara yüzeylerdeki gerilimi temsil etmektedir. θ terimi ıslanacak katının (lifin) yüzeyi ve sıvı damla arasındaki temas açısıdır. Eşitliğin sağ tarafındaki $\gamma_{LV} \cos \theta$ ifadesi ‘adhezyon gerilimi’ veya ‘spesifik ıslanabilirlik’ olarak adlandırılmaktadır.

Temas açısı yüzey özelliği için faydalı bir parametre olmasına rağmen, temas açısı ıslanma değil, ıslanmanın sonucudur. Eş. 2.4’den görüleceği üzere, temas açısı γ_{SL} , γ_{LV} ve γ_{SV} ’den oluşan üç ara yüzey gerilimine bağlıdır. Eğer γ_{SV} değeri γ_{SL} değerinden büyük ise, $\cos \theta$ pozitifdir ve bu durumda temas açısının 0° ile 90° arasında olması gerekmektedir. Eğer γ_{SV} değeri γ_{SL} ’den küçük ise, temas açısının 90° ile 180° arasında

olması gerekmektedir. Islanma arttıkça, temas açısı azalmakta ve $\cos \theta$ artmaktadır (Kissa, 1996).

Malzemenin ıslanmasını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır.

-Daha öncede belirtildiği gibi, temas açısı θ kumaşın ıslanmasının ölçülmesinde direkt olarak kullanılmakta olup, lif ve sıvı arasındaki düşük temas açısı yüksek ıslanma anlamına gelmektedir.

-Katı ve sıvı ara yüzeyleri arasındaki yüzey gerilimi azaldığında ıslanma artmaktadır.

-Sıvı sıcaklığındaki artış yüzey gerilimini düşürdüğü için, yüksek derecede ıslanma elde edilmektedir.

-Sıvı yoğunluğu ve viskozitesindeki artış malzemenin yüzey gerilimini artırdığı için, ıslanma azalmaktadır.

-Yüzey pürüzlülüğündeki artış, yüzeydeki su yollarını artırdığı için yüzey boyunca suyun yayılması daha hızlı gerçekleşmektedir.

-Malzemenin ıslanması yüzeyin kimyasal yapısı ile de değişmektedir. Dolayısıyla hidrofilitedeki artış ile temas açısı azalmakta, böylece yüzey ıslanması artmaktadır.

-Liflerin yuvarlaklığı ve çapı azaldığında, açının kosinüs değerleri azalmakta, böylece yüzey ıslanması artış göstermektedir (Das ve ark., 2007).

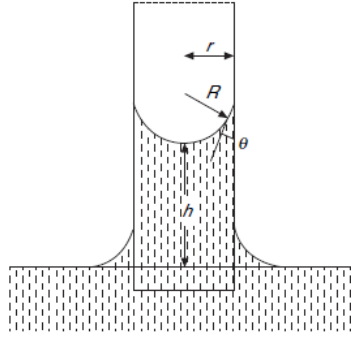
2.9.2.2. Kılcallık

Terleme koşullarında, kılcallık rahatlık hissinin devam ettirilmesini sağlamaktadır. Yüksek kılcallık özelliklerine sahip giysi durumunda, deriden gelen ter kumaşın her tarafına yayılmakta ve bu şekilde kuruluk hissi sağlanmış olmaktadır. Sıvının yayılması nemin kolayca buharlaşmasını sağlamaktadır.

Sıvının iplik veya kumaş gibi, lifli malzemeler içindeki iletimine kılcal kuvvetler neden olmaktadır. Tekstil kumaşlarında ‘kılcallık’ kılcal kuvvetler ile sıvının gözenekli sistem içine anlık iletimi olarak tanımlanmaktadır. Kılcal kuvvetler ıslanmaya neden olduğu için, kılcallık kılcal sistemde anlık ıslanmanın sonucu olmaktadır. Islanma ve kılcallık farklı bir işlem olmayıp, ıslanma kılcallık için bir ön koşuldur. Lifleri ıslatmayan sıvı kumaşta kılcallık oluşturmamaktadır. Lifler kılcal boşluklar ile birlikte sıvı ile ıslandığı zaman

kılcallık meydana gelmektedir. Kılcal kuvvetler sıvıyı kılcal boşluklara doğru sürüklemektedir (Kissa, 1996).

Genel olarak kılcallık bir sıvının küçük çaplı bir borunun içinde yükselmesi ya da alçalması olayıdır. Kılcallığın nedeni sıvı molekülleriyle borunun yapıldığı malzemenin molekülleri arasındaki adezyon çekim kuvveti ile sıvı molekülleri arasındaki kohezyon çekim kuvvetidir. Tek kılcal borudaki kılcallığın en basit durumu şekil 2.6 (b) ve Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Kılcal borudaki kılcallık (Pan ve Zhong, 2006)

Şekilde gösterildiği gibi, kapiler bir boruda bulunan sıvı boruda yükseldiği zaman menisküs adı verilen içbükey eğri bir yüzey oluşmaktadır. Lifleri ıslattığında sıvı, lifler arasındaki boşluklara ulaşmakta ve kılcal basınç oluşturmaktadır. Sıvı bu basınç tarafından zorlanmakta ve Şekil 2.6 (b) ve Şekil 2.9’da gösterilen menisküs olarak adlandırılan eğrilik nedeni ile kılcallık boyunca sürüklenmektedir. Kılcal basıncın büyüklüğü aşağıda verildiği gibi Laplace denklemi ile elde edilmektedir (Das ve ark., 2007).

$$P = \frac{2\gamma_{LV} \cos \theta}{R} \quad (2.5)$$

P yarıçapı R olan kılcal boruda meydana gelen kılcal basınçtır. Gözeneklerde oluşan kılcal basınçtaki farklılığa kumaşa yayılan sıvı neden olmaktadır.

Şekil 2.9’da görüldüğü gibi eğer kılcal boru r yarıçapında dairesel şekilde ise menisküsün yarıçap değeri R değeri aşağıda verildiği şekilde hesaplanmaktadır (Pan ve Zhong, 2006).

$$R = \frac{r}{\cos \theta} \quad (2.6)$$

Yatay olarak kılcal basınç altında hareket eden sıvının hareket ettiği aralık Washburn-Lukas tarafından verilen ifade Eş. 2.7 ile belirlenmektedir (Das ve ark., 2007).

$$L = \sqrt{\frac{R_c \gamma \cos \theta}{2\eta}} t^{1/2} \quad (2.7)$$

L: t zamanında sıvının kılcal yükselme mesafesidir. η : sıvının viskozitesidir. Kanal boyunca kılcal olarak hareket eden su miktarı basınç değişimi (gradyanı) ile doğru orantılıdır. Kılcal basınç hem katı-sıvı ara yüzündeki yüzey gerilimi hem de kılcal yarıçap azalırken, artmaktadır.

2.10. Kumaşların ve Giysilerin Sıvı Nem İletimini Etkileyen Faktörler

Kumaşların ve giysilerin sıvı nem iletim davranışlarını, aşağıda verildiği gibi birçok lif, iplik ve kumaş parametreleri ile bitim işlemleri etkilemektedir (Ravandi ve Valizadeh, 2011)

-Lif parametreleri: Lif cinsi (hidrofil/hidrofob), lif karışım oranı, lif inceliği, lif kesit geometrisi, lif gözenekliliği, yüzey pürüzlülüğü, yüzey bitim işlemi

-İplik parametreleri: Numara veya çapı, büküm, tüylülük, iplik geometrisi, iplik paketleme yoğunluğu (ipliğin birim uzunluğundaki lif hacim oranı), gözeneklilik büyüklüğü, gözeneklerin dağılımı, iplik eğirme teknolojisi

-Kumaş parametreleri: Gözeneklilik, kalınlık, sıklık, örtme faktörü, kumaş yapısı ve örgü

-Bitim işlemleri

Lif cinsi ve tekstil ürününde farklı liflerin oranını ifade eden lif içeriği üretilen ürünün nem iletim özelliklerinin belirlenmesinde en etkili parametrelerdir. Lif içeriği özellikle ürünün ısı dengesi, su buharı ve sıvı geçirgenliğini etkileyen nem çekme özelliğini belirlemektedir (Ravandi ve Valizadeh, 2011). Giysinin kuruluk hissini sağlanması için lif veya kumaşın ter veya nemi içine çekmesi veya teri iletmesi liflerin hidrofil higroskopik ve hidrofob özellikte olması ile ilgilidir. Lifler teri deriden ne kadar

çok çekerse, daha iyi kuruluk sağlanmış olmaktadır. Liflerin nem çekebilmesi lif veya kumaşın nem içeriği ile direkt olarak ilişkilidir. Normal şartlarda, yüksek nem içeriğine sahip lifler vücuttan daha fazla nem ve ısıyı çekmektedir. Pamuk, yün gibi doğal lifler higroskopik özelliklerinden dolayı daha fazla nemi içine çekme yeteneğine sahiptirler. Nem içeriği kumaşın kılcallık özelliğini de etkilemektedir. Daha fazla nem içeriğine sahip liflerde kılcallık etkisi azalma eğilimi göstermektedir. Çok düşük nem içeriğine sahip olan poliester lifi ile üretilen kumaşın kılcallık özelliği yüksektir.

Kumaşlardaki kılcallık hızı ve sıvı iletimi gözeneklerin boyutuna ve dağılımına bağlıdır. Kılcallık prensibine göre öncelikle küçük gözenekler tamamen doldurulmakta ve sıvının ilk hareketini sağlamaktadır. Küçük gözenekler tamamen doldurulurken, sıvı daha sonra daha büyük gözeneklere doğru ilerlemektedir (Patnaik ve ark., 2006).

Kumaştaki liflerin çapı, uzunluğu, şekli ve lif dağılımı lifler arasındaki kılcal boşlukların veya kılcal kanalların büyüklüğünü ve geometrisini ve dolayısı ile kılcallık hızını belirlemektedir (Hsieh, 1995; Patnaik ve ark., 2006; Das ve ark., 2007). Eğer geometrik düzensizlikler menüsküsün düzleşmesine neden olursa kılcal boşluklardaki akış durabilmektedir. Yüksek kılcal basınç nedeni ile, sıvının ilerleme mesafesi küçük gözeneklerde daha büyüktür, fakat böyle bir gözenekte tutulan sıvı kütlesi küçüktür. Büyük gözeneklerde ise daha fazla miktarlarda sıvı tutulmakta, fakat sıvının ilerleme mesafesi sınırlı olmaktadır. Böylece, lifli malzemelerde hızlı sıvı yayılması küçük, düzgün dağılmış, birbirleri ile bağlantısı olmayan gözeneklerle, buna karşın yüksek sıvı tutma ise çok sayıda büyük gözenekler ile sağlanmaktadır (Patnaik ve ark., 2006; Hsieh, 1995).

Kılcallığı etkileyen kumaşlardaki gözenekler lifler içinde, lifler arasında ve iplikler arasında olabilmektedir. Lifler içindeki gözenekler çok küçüktür ve çevresindeki lifler ile sürekli değildir. Lifler arası gözenekler ve iplikler arası gözenekler iplik yapısı ve kumaştaki iplik sıklığı ile belirlenmektedir. İplikler arası boşluklar çok büyüktür (Hsieh, 1995).

Herhangi bir kumaşın toplam gözenekliliği kumaşın birçok fiziksel davranışının birlikte kombine edilmesi ile belirlenmektedir. Gözeneklilik (Φ) gözenekli malzemedeki boşlukların oranı olarak tanımlanmaktadır. Gözeneklilik aşağıda verildiği gibi ifade edilmektedir (Hsieh, 1995).

$$\text{Gözeneklilik } (\phi) = 1 - \frac{\text{ortam hacmi}}{\text{hacimsel yoğunluk}} = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \quad (2.8)$$

ρ_b ve ρ_s sırası ile hacimsel yoğunluk ve ortam yoğunluğudur. Kumaş durumunda, ρ_b kumaş yoğunluğu ve ρ_s lif yoğunluğudur. Kumaş yoğunluğu aşağıda verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\rho_b = \frac{\text{kumaş ağırlığı (g/cm}^2\text{)}}{\text{kalınlık (cm)}} \quad (2.9)$$

Kumaş ağırlığı ve kalınlık kolaylıkla ölçülen özelliklerdir. Eğer lif yoğunluğu bilinmiyorsa, yoğunluk ρ_s ve gözeneklilik ϕ kumaş özelliği olarak göz önüne alınmamaktadır.

Benzer örgülerde ve geometrik özelliklerde iki dokuma kumaşta lif içerikleri farklı olduğunda iki kumaşın gözenek yapısı farklı olabilmektedir. Aynı iplik numarası, benzer ağırlık ve kalınlık değerlerine sahip lif içerikleri pamuk ve poliesterden oluşan yoğunluk, boyut ve şekil olarak lif özellik farklılığı bulunan iki dokuma kumaş göz önüne alındığında, pamuğun yüksek lif yoğunluğu ve daha düşük hacimsel yoğunluğu poliestere kumaşa göre %13 daha fazla gözenekliliğe neden olmaktadır. Poliester lifleri silindirik şeklindedir ve lif çapları arasında daha az fark olduğu için nispeten daha homojendir. Diğer yandan, pamuk lifleri farklı boyutlarda düzgün olmayan şekle sahiptir. Bu boyut ve şekil farklılıkları lif sıklığı ve gözenekliliği etkilemektedir. Pamuk kumaşta maksimum su çekme kapasitesi poliestere kumaştan teorik olarak %17,6 daha fazladır.

Lif kesit şekli sıvı nem iletiminde önemli derecede etkilidir. Lifin yuvarlaklığı azaldıkça, filamentler arasındaki boşluklar azalacağından filament ipliklerdeki dikey sıvı kılcallık yüksekliği artmaktadır (Hunter ve Fan, 2015). Daha yüksek yüzey alanına sahip oldukları için yüksek şekil faktörüne sahip çok kanallı filamentler daha yüksek kılcallık hızına ve dolayısı ile daha iyi nem iletim ve kuruma özelliklerine sahiptirler (Manshahia ve Das, 2014). Bu liflerin sahip olduğu büyük yüzey alanı buharlaşmayı artırmaktadır.

Lif çapı veya inceliği kumaşların nem çekme, kılcallık ve kuruma hızı gibi nem iletim özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Özellikle çok ince yapıya sahip mikrolifler iplikte ve kumaşta küçük kılcal kanallar ve büyük yüzey alanı oluşturmaktadır. Mikroliflerin oluşturduğu ince kılcal kanallar su iletimini sağlayan kılcal

basınç oluşturmaktadır (Manshahia ve Das, 2014). Filamentlerin çapı arttıkça ıslanma kuvveti artmaktadır (Patnaik ve ark., 2006).

Pürüzlü yüzeylerde yüzey pürüzlerinin oluşturduğu oluklar hızlı yayılmayı artırmaktadır (Patniak ve ark., 2006). Ring iplikler kompakt ipliklerden daha hızlı kılcallık göstermektedir. Daha kalın ipliklerden üretilen kumaşlar daha ince ipliklerden üretilen ipliklerden daha hızlı kılcallık göstermektedir (Patnaik ve ark., 2006).

Liflerin düzenine, lif çapındaki ve şeklindeki düzensizliklere bağlı olan gözenek eğriliği kılcallık özelliğini etkilemektedir. Gözenek eğriliğindeki artış kumaşın kılcallık potansiyelini azaltmaktadır. Doğal liflerden eğrilen iplikler düzensiz gözeneklere sahip olduğu için ve iplik uzunluğu boyunca sıvı akışı kesilmektedir. Bu durum, iplik bükümü içinde geçerlidir. İplik eğirme işlemi sırasında verilen yüksek büküm kılcallığın sürekliliğini, uzunluğunu ve yönünü değiştirmektedir.

Büküm katsayısındaki artışın kumaşların hava geçirgenliğini, su buharı geçirgenliğini iyileştirmekte olduğu buna karşın kılcallık ve nem çekmeyi azalttığı belirtilmiştir (Manshahia ve Das, 2014).

Yukarıda açıklandığı üzere, kalınlık, sıklık ve örme faktörü kumaşların gözenekliliğini etkileyerek kumaşların nem iletim özelliklerini etkilemektedir. Daha gevşek sıklığı düşük kumaş daha yüksek kılcallık göstermektedir. İnce kumaşlar da buharlaşma miktarı daha fazladır. İnce ve gözenekli kumaşın su buharı geçirgenliği özellikleri yüksektir.

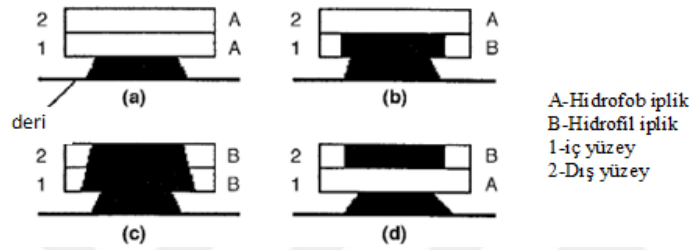
2.11. Nem Yöneten Çift Yüzlü Örme Kumaşların Yapısı ve Özellikleri

Nem yönetimi özelliğine sahip kumaşlar aktif spor giyimde, günlük giysilerde ve üniformalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kumaş yapısının önemli özelliği kumaşların daha hızlı kuruma özelliğine sahip olması ve insan derisinden nemin verimli bir şekilde uzaklaştırılmasıdır. Aktif sporda kullanılmak üzere nem yönetim özelliğine sahip kumaş üretiminde çift yüzlü örme kumaş teknolojisi kullanılmaktadır.

Çift yüzlü örme kumaşlar birbirinden bağımsız olarak kumaş yüzlerinde farklı tiplerde lifler içeren ipliklerin ve farklı örgü yapılarının kullanımına sağlamaktadır. Çift yüzlü örme kumaşlar vanize, iki veya üç iplik astar örgü, sandviç örgü ve çift yüzlü örgü teknikleri kullanılarak üretilmektedirler. Bu tip kumaşlarda kullanılan malzeme uygun bir şekilde kumaş yüzlerinde kombine edildiğinde kumaşın her iki yüzeyi farklı

görevleri yerine getirmektedir. Deri üzerinde bulunan iç yüzeyi teri hızlı bir şekilde üst tabakaya iletme görevi üstlenirken, dış yüzey iç yüzey tarafından iletilen nemi içine çekerek buharlaştırmak üzere üst tabakada yayma görevi yapmaktadır. Kumaş yüzeylerinin nem iletme ve nem yayma görevleri kumaş yüzlerinde hidrofil/higroskopik ve hidrofob özelliklerde farklı liflerin kumaş yapısı içinde bir arada kullanılması ile sağlanmaktadır.

Çift yüzlü örme kumaşlarda hidrofil ve hidrofob lifler kumaş yüzeylerinde Şekil 2.10'da verildiği gibi dört farklı şekilde kombine edilebilmektedir.



Şekil 2.10. Çift yüzlü örme kumaşlarda hidrofil ve hidrofob liflerin kumaş yüzeylerinde kombine edilmesi a) Her iki yüzeyi hidrofob b) İç hidrofob dış hidrofil c) Her iki yüzeyi hidrofil d) İç hidrofil dış hidrofil (Long, 1999)

Şekil 2.10 (a)'da verildiği gibi, çift yüzlü kumaşın her iki yüzeyi nem çekmeyen hidrofob özellikteki ipliklerden yapılmış ise, sıvı nem veya ter kumaş tarafından çekilmeyecektir. Oluşan sıvı nem kumaş içindeki gözenekler yolu ile büyük ölçüde su buharı olarak difüze olacak ve yavaş bir şekilde buharlaşacaktır. Bu durumda giysiyi giyen kişi sıcaklık ve ıslaklık hissi ile rahatsız olacaktır (Long, 1999).

Şekil 2.10 (b)'de verildiği gibi, kumaşın iç yüzeyi nem çeken hidrofil özellikteki iplikten dış yüzeyi nem çekmeyen hidrofob özellikteki iplikten yapılmış ise, deri ile temas eden iç yüzey sıvı nemi içine çekecek, fakat liflerin nem iletmemesi nedeni ile sıvı nem üst yüzeye iletilemeyecektir. Sıvı nem iç yüzeydeki gözenekleri doldurduktan sonra, gözeneklerde hava kalmayacak. Böylece kumaşın ısı yalıtım kapasitesi azalacak ve kumaş kişiler tarafından ıslak ve soğuk olarak hissedilecektir (Long, 1999).

Şekil 2.10 (c)'de verildiği gibi, kumaşın her iki yüzeyi de nem çeken hidrofil özellikteki ipliklerden yapılmış ise, kumaşın iç yüzeyi tarafından çekilen sıvı nem öncelikle dış yüzeye iletilecek ve daha sonra dış yüzeydeki ıslak alandan çevreye iletilecektir. Buharlaşma hızı oluşan alanın büyüklüğü ile ilişkilidir. İç yüzeyde ne kadar

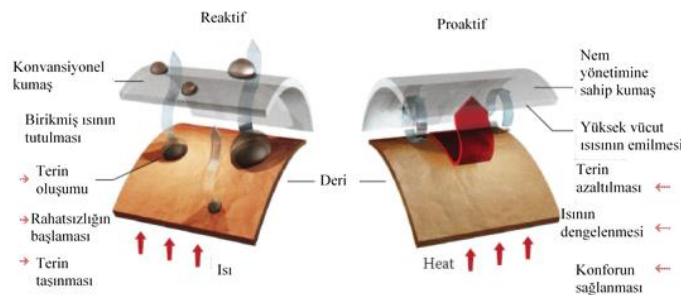
fazla sıvı nem kalırsa, dış yüzeydeki ıslak alan o kadar küçük olacak ve böylece buharlaşma hızı azalacaktır. Bu durumda, yine kumaş kişiler tarafından ıslak ve soğuk olarak algılanacaktır (Long, 1999).

Şekil 2.10 (d)'de verildiği gibi, kumaşın iç yüzeyi nem çekmeyen hidrofob özellikte iplikten ve dış yüzeyi nem çeken hidrofил özellikteki iplikten yapılmış ise, sıvı nem veya ter iç yüzey tarafından çok zor bir şekilde emilecek, fakat iç yüzeydeki liflerin kılcallık özelliği ile dış yüzeye iletilebilecektir. İç yüzey sıvı nemi iletme görevi üstlenip kuruluğu sağlarken, yüksek su emiciliğine sahip dış yüzey sıvı nemin hızlı bir şekilde buharlaşmasını sağlamak için geniş ıslak alan oluşturacaktır. Bu durumda, diğer kumaş tiplerinin aksine, bu kumaş yapısında giysi konforu iyileşmiş olmaktadır (Long, 1999).

Şekil 2.10 (d)'de verildiği gibi, nem yönetim özelliği olan kumaş nem yönetimini beş aşamada gerçekleştirilmektedir (Ho ve ark., 2011).

1. Cilt yüzeyinden nemin alınması
2. Nemin ciltten uzaklaştırılması ve kumaş yüzeyi ile taşınması
3. Nemin kumaş yapısı içinde yayılması
4. Uygun lif kullanımı ile nemin emilmesi: deri yüzeyinden uzaklaştırılan nemi içine çekmek ve depolamak için 'dinamik' kumaşlar genellikle hidrofил özellikteki liflerden oluşan dış tabaka içermektedir.
5. Nemin kumaş yüzeyinden buharlaşması

Şekil 2.11 nem yönetim özelliği olmayan reaktif ve nem yönetim özeliği olan proaktif kumaşların nem yönetim davranışını göstermektedir.



Şekil 2.11. Reaktif ve proaktif kumaşların nem yönetim davranışları (Venkatraman, 2016)

Şekildeki konvansiyonel kumaş vücut ısısı oluşumuna tepki vermektedir. Yoğun hareket veya spor sırasında, ter oluşmakta, taşınmakta ve giysi içinde birikmektedir.

Sonuç olarak da, kişide rahatsızlık hissi başlamaktadır. Nem yönetim özeliği olan kumaş proaktif yani önceden hazırlıklıdır. Vücudun oluşturduğu yüksek ısıyı ve teri emmekte, ter minimize edilmekte ve ısı dengelenmektedir. Sonuç olarak daha iyi konfor sağlanmış olmaktadır. Eğer vücuttaki aşırı ter deriden uzaklaştırılmaz ise kumaş vücuda yapışır, terli giysiler cildi ovarak, ciltte kabarcıklar ve döküntülerle neden olabilmektedir (Venkatraman, 2016).

Yukarıda verilen bilgiler ışığında, nem yönetim özellikleri geliştirilmiş çift yüzlü kumaş üretiminde kumaşın iç yüzünde nem çekmeyen fakat yüksek derecede nem transfer özelliğine sahip poliestere, polipropilen, poliamid, akrilik vs. gibi hidrofob sentetik lifler, dış yüzde ise yüksek derecede nem çekme özelliğine sahip pamuk, yün, viskoz, modal vs. gibi hidrofil doğal ve rejenere selüloz liflerin ve bu liflerin karışımlarının kullanılması oldukça yaygındır (Gun, Bodur, 2017). Bu şekilde çift yüzlü kumaşlarda hidrofob özellikteki sentetik lif, teri kılcal etki ile kurumanın gerçekleşeceği nem çekme özelliği yüksek olan dış yüze hızlı bir şekilde iletilmesi sağlanmaktadır. Sentetik iç yüzün depolama özelliği olmadığı için, emici özellikteki dış yüz oluşan aşırı tere karşı tampon görevi yapmaktadır. Bu oluşan ter, daha sonra dış yüzden çevreye iletilmektedir. Sonuç olarak, bu şekildeki çift yüzlü kumaş ile giyside kuruluk hissi ve konfor sağlanmış olmaktadır. Aksi durumda yani, pamuk gibi doğal liflerin iç yüzde kullanıldığı kumaşlarda, ter dış yüze iletilemediği için kumaşın iç yüzü ıslak kalmaktadır.

2.12. Tez Çalışmasında Kullanılan Lif Cinslerinin Özellikleri

Çizelge 2.1. Liflerin genel fiziksel özellikleri

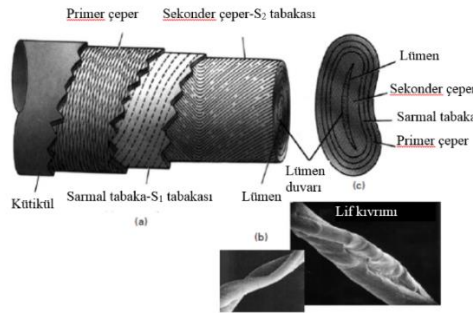
Özellikler	Pamuk	Viskoz	Modal	Yün	İpek	Poliester
Çap (µm) (Bunsell, 2018)	10-27	4-60	4-60	15-40	12	-
Uzunluk (Bunsell, 2018)	10-50 mm	sürekli	sürekli	25-355 mm	>10 m	-
Yoğunluk (g/cm ³) (Sinclair, 2015)	1,54	1,50-1,52	1,50-1,52	1,32	1,33	1,38
Nem içeriği (%) (Sinclair, 2015)	8,5	11		15	11	0,4
Mukavemet (N/tex) (Morton and Hearle, 2008)	0,45	0,18	0,26	0,11	0,38	0,47
Kopma uzaması (%) (Morton and Hearle, 2008)	6,8	27,2	7	42,5	23,4	15
Elastisite modülü (N/tex) (Morton and Hearle, 2008)	7,3	4,8	13,2	2,3	7,3	10,6

Tez çalışmasında kumaşların üretiminde pamuk, viskoz, modal, yün, ipek, polyester ve elastan lifleri kullanılmıştır. Lif özellikleri kumaşların fiziksel ve konfor özelliklerini etkilediği için bu lifler ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir. Çizelge 2.1’de tez çalışmasında kullanılan liflerin bazı genel fiziksel özelliklerine ait sayısal değerler verilmiştir.

2.12.1. Pamuk Lifi

2.12.1.1. Pamuk Lifinin Yapısı

Pamuk lifinin %95’i selülozdan oluşmaktadır. Selüloza ilave olarak pamuk lifi ayrıca kimyasal yapısında vaks, hemiselüloz, pektin ve protein gibi diğer maddeleri de içermektedir. Pamuk lifinde hem kristalin bölgeler hem de amorf bölgelerde bulunmaktadır. Pamuk lifindeki kristalin bölgelerin oranı %60 ile %80 arasında değişmektedir. Makromoleküllerin düzenli bir şekilde yerleştiği kristalin bölgeler pamuk lifine dayanıklılık ve elastikiyet özellikleri, makromoleküllerin düzensiz bir şekilde yerleştiği amorf bölgeler ise life iyi bir nem çekme özelliği kazandırmaktadır (Elmogahzy ve Farag, 2018).



Şekil 2.12. Pamuk lifinin mikroskobik yapısı (Elmogahzy ve Farag, 2018)

Şekil 2.12’de gösterildiği gibi pamuk lifinin yapısı altı tabakadan oluşmaktadır (Elmogahzy ve Farag, 2018). Hücrenin en dışında bulunan birinci tabaka kütikül veya mumsu tabakadır. Çok ince ve düzgün olan bu mumsu tabaka lifin dayanıklılığını sağlamakta ve lifi dış etkenlerden korumaktadır. Kütikül pektin ve protein içermektedir. İkinci tabaka ise büyük kısmı selülozdan oluşan primer çeperdir. Primer çeper spiral

şekilde düzenlenmiş fibriller olarak görülür ve konik şekildedir. Her tabaka lif eksenine etrafında 20-30 derece açı yapacak şekilde sarmal bir şekilde düzenlenmiştir. Bu tabakanın kalınlığı lifin olgunluğu ile orantılıdır. Tabaka ne kadar kalın olursa, olgunluk artmaktadır. Yüksek olgunluktaki pamuk lifleri olgun olmayan liflerden daha yüksek mukavemet göstermektedir. Primer çeper çok ince kılcal damarlar ile iyi organize edilmiş bir sistem oluşturmaktadır. İnce kılcal damarlar sıvıyı kalın damarlardan almakta ve bu şekilde pamuğun kuruluk sağlayan performansı elde edilmiş olmaktadır. Üçüncü tabaka sarmal veya S1 tabakasıdır. Bu tabakanın yapısı primer ve sekonder çeperden farklıdır. Fibriller lif eksenine 40 ile 70 derece açı yapacak şekilde ağ şeklinde desen oluşturmaktadır. Dördüncü tabaka pamuk lifinin esas kısmını oluşturan saf selülozun konik tabakalarından oluşturan sekonder çeper olup, S2 tabakası olarak da adlandırılmaktadır. Sekonder çeperdeki fibriller lif eksenine 45 derecelik açı yapmaktadır. Sekonder çeperin kalınlığı lif inceliğini belirlemekte ve lif olgunluğu ile yakından ilişkilidir. Sekonder çeper lifin rijitliğini ve hacimliliğini sağlamaktadır. Beşinci kısım sekonder çeper ile altıncı tabakayı oluşturan lümeni ayıran tabaka olan lümen duvarıdır. Belli reaktif maddelere karşı sekonder çeperden daha dayanıklıdır. Lümen lif eksenine boyunca uzanan içi boş bir kanaldır. Lümenin içi yetiştirme periyodu sırasında canlı protoplazma sıvısı ile dolar. Lif olgunlaştıktan sonra tohum açılınca protoplazma kurur ve lümende doğal olarak çökme meydana gelir (Elmogahzy ve Farag, 2018).

Pamuk lifi mikroskop altında selüloz fibrillerinin spiral yapısından dolayı lif uzunluğu boyunca düzenli aralıklarda bükümleri olan şerit benzeri bir yapı gibi ve enine kesiti de fasulye veya böbrek şeklinde görünmektedir (Elmogahzy ve Farag, 2018; Yu, 2015). Kıvrım olarak da adlandırılan bükümler pamukta lifler arası sürtünmeyi artıran düzgün olmayan yüzey oluşturur ve ince pamuk liflerinin yeterli mukavemette bükülmesini sağlar (Yu, 2015).

2.12.1.2. Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri

Uzunluk: Pamuk lifinin kalitesini belirlemede lif uzunluğu büyük önem taşımaktadır. Pamuk bitkisinin yetiştirilme şartları ve lifin olgunluk derecesine göre Pamuk liflerinin ortalama boyu 6 mm ile 55 mm arasında değişmektedir (Cook, 2001a).

12,7 mm uzunluktan kısa olanlar linter olarak ayrılmaktadır. Uzun lifler ile yüksek kalitede iplik üretilmektedir (Yu, 2015).

İncelik: Lif uzunluğundan sonra pamuk lifinin en önemli özelliği lif inceliğidir. Pamuk lifinin uzunluğu ve inceliği ters orantılı olarak değişim göstermektedir. Uzun lifler ince iken, kısa lifler ise kalın olmaktadır. Yani, pamuk lifinde lif uzunluğu arttıkça lifler incelmektedir (Bunsell, 2018). Pamuk liflerinin inceliği numara metrik (Nm) olarak 5000 ile 7000 arasında değişmektedir (Yu, 2015).

Parlaklık ve Renk: Yüzeyinin düzgün olması ve yüzey yapısının vaks içermesi nedeni ile, pamuk lifinin doğal bir parlaklığı vardır. Pamuk lifinin parlak olmasındaki bir diğer neden de enine kesitinin dairesel olmasıdır. Merserizasyon işlemi ile de pamuktaki parlaklık artırılmaktadır. Pamuk lifinin rengi beyaz ile sarı arasındadır (Cook, 2001a).

Mukavemet: Pamuk lifinin kopma mukavemeti kuru olarak 26,5-44,1 cN/tex (3,0-5,0 g/den) arasında değişmektedir (Cook, 2001a). Yün lifinin iki katı ve ipek lifinin kopma mukavemeti ile yaklaşık aynıdır. Pamuk lifinin mukavemeti, yaş haldeyken yaklaşık %25 oranında artmaktadır. Yaş olarak kopma mukavemeti 32-53 cN/tex arasında değişmektedir (Yu, 2015).

Uzama: Pamuk lifleri kolay bir şekilde uzatılamamaktadır. Pamuk liflerinin kopma uzaması değerleri %5-10 arasındadır (Cook, 2001a).

Elastikiyet: Diğer lifler ile karşılaştırıldığında, %3-7 arasında değişen elastikiyet değeri ile pamuk lifinin elastikiyeti düşüktür (Yu, 2015). Rijit sayılabilecek bir liftir. %2 uzamada, %74 oranında geri dönebilmektedir. %5 uzamada ise elastik geri dönüş %45'dir (Cook, 2001a).

Rezilyans (yaylanma): Pamuk liflerinde rezilyans (yaylanma) özelliği düşüktür. Belirli basınç altında kalması halinde eski haline dönmesi zordur. Düşük elastikiyet ve rezilyans özelliklerinden dolayı pamuklu kumaşlar kolay kırışmaktadırlar. Pamuk kırıştığı için, poliester lifleri ile karıştırılarak veya bitim işlemleri uygulanarak kullanılmaktadır (Yu, 2015).

Yoğunluk: Pamuk lifinin yoğunluğu 1,54 g/cm³ olan bir liftir (Cook, 2001a).

Isı ve elektrik iletkenliği: Pamuk lifinin ısı iletkenlik katsayısı yüksektir. Isıl iletkenliğinin yüksek olmasından dolayı pamuklu kumaşlar serin tutarlar. Statik elektriklenme göstermez.

Nemin etkisi: Pamuk lifinin nem alma miktarı yani su emiciliği yüksektir. Su emiciliğinin yüksek olmasının nedeni, milyonlarca sünger benzeri küçük tüplere benzeyen merkezdeki mikro yapısından ve moleküllerinde hidroksil (-OH) grupları olmasından kaynaklanmaktadır. Standart şartlarda, pamuk lifinin nem miktarı %8,5'tir (Yu, 2015). Pamuk lifleri kendi ağırlığının 24-27 katı kadar su çekebilmektedir (Cook, 2001a). Bu nedenle, pamuklu kumaşlar teri içine çekmekte ve kolaylıkla buharlaştırmaktadır. Pamuk içeren kumaşların su buharı geçirgenliği de yüksektir ve bu özelliği ile nefes alabilir özellikte bir liftir. Bu özelliklerinden dolayı konforlu kumaşlar üretilmektedir. Ancak, pamuklu kumaşlar nemi içine çektiği için zor kurumaktadır. Ayrıca emicilik özelliklerinden dolayı pamuklu kumaşlar kolay boyanırlar. Pamuk lifleri ıslandıklarında şişerler. Bu nedenle, ilk birkaç yıkamada pamuklu kumaşta boyutsal bir değişim meydana gelmektedir.

Isının etkisi: Pamuk lifi ısıya karşı dayanıklıdır. 120 °C'de birkaç saat kalınca rengi sararmakta ve 240 °C'de birkaç dakika kalınca zarar görmektedir (Cook, 2001a). Çabuk alev alıp ve kor gibi çabuk yanmaktadır. Pamuk lifi yüksek sıcaklıklarda erimez.

Güneş ışığının etkisi: Pamuk uzun süre güneş ışığına maruz kaldığında sararmakta ve mukavemet kaybı oluşmaktadır (Cook, 2001a).

Kimyasalların etkisi: Pamuk sıcak seyreltik veya soğuk konsantre asitlerden etkilendir. Soğuk zayıf asitlerden etkilenmez. Pamuğun alkalilere karşı ise dirençlidir (Cook, 2001a).

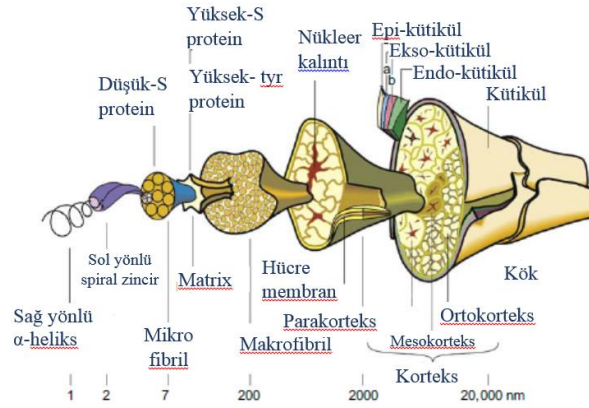
Mikro organizmaların etkisi: Pamuk lifi küften zarar gördüğü için, nemli ortamlarda depolanmaması gerekmektedir (Cook, 2001a). Pamuk lifi güvelerden zarar görmez.

Diğer özellikleri: Pamukta boncuklanma problemleri yoktur.

2.12.2. Yün Lifi

2.12.2.1. Yün Lifinin Yapısı

Yün lifinin mikroskop altındaki görüntüsü Şekil 2.13'de gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Yün lifinin mikroskobik yapısı (Huson, 2009; Mather ve Wardman, 2015)

Yün lifi α -keratin olarak adlandırılan protein lifidir. Proteinlerin temel yapısını aminoasitler oluşturmaktadır. Yünün yapısında 18 amino asit bulunmaktadır. Amino asitler hücrede farklı tiplerde polipeptitleri oluşturmak için farklı şekillerde birbirleri ile kombine edilmiştir. Düşük sülfür proteinleri α -heliks oluşumuna katkı sağlayan yüksek miktarda amino asit içermektedir. Düşük sülfür proteinleri mikrofibril olarak adlandırılan halat şeklinde filamentler halinde bir araya gelmişlerdir (Huson, 2009).

Yün hücresinin yapısı genel olarak kütikül, korteks ve medulla olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Yün lifinin %10'luk kısmını oluşturan kütikül hücresi yün lifinin dış yüzeyidir (Mather ve Wardman, 2015). Yün lifinin protein içermeyen bölümüdür. İnce hidrofor özellikte bir membran yapısındadır. Bu yapı suyu geçirmemekte, fakat yapısında bulunan çok sayıdaki mikroskobik gözenekler ile su buharını içine çekmekte ve tekrar havaya vermektedir. Lifi çevresindeki hücreler birbiri üzerine kiremit şeklinde kapanarak lif yüzeyinde pullu tabaka oluşturmaktadır (Macarthur ve Hemmings, 2018; Mather and Wardman, 2015). Pullar yün lifine belli düzende ve yönde pürüzlülük kazandırmaktadır. Pürüzlü yüzey yapısı yün lifinin keçeleşmesinde önemli rol oynar. Pulların sayısı yün kalitesine göre değişmektedir. Pulların düzgün ve fazla sayıda olması lif yüzeyinin düzgün ve parlak olmasını sağlamaktadır. İnce yün lifinde kalın yün lifinden daha fazla sayıda pul bulunmaktadır (Macarthur ve Hemmings, 2018; Mather ve Wardman, 2015). Kütikül hücresi epi-kütikül, ekso-kütikül ve endo-kütikül olmak üzere üç katman halindedir.

Yün lifinin %85'lik kısmını oluşturan korteks yün lifinin mukavemet ve elastikiyeti gibi mekanik özelliklerini belirlemektedir. Yapısında çok sayıda uzun ve kat

kat yerleşmiş iğ şeklindeki hücreler bulunmaktadır. Ortokorteks ve parakorteks olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bu iki yapı keratin içermeyen madde ile birbirlerinden ayrılmıştır. İnce yünlerde ortokorteks ve parakorteks lif boyunca yan yana bir şekilde uzanmaktadır. Bu iki yapının yan yana durması yün liflerine kıvrımlı bir yapı vermektedir. Her korteks hücresinde lif eksenine boyunca yönelmiş silindirik şekle sahip makrofibriller bulunmaktadır. Her makrofibril de matris içinde gömülmüş yüzlerce sayıda mikrofibrillerden oluşmaktadır (Mather ve Wardman, 2015; Cook, 2001a).

Medulla lif uzunluğu boyunca uzanan içi boş kanaldır. Medulla ya boş yada gevşek ağ şeklinde açık hücre duvarları içermektedir. Kalın ve orta kalınlıktaki liflerde medulla büyük, ince liflerde ise medulla ya bulunmamakta ya da incedir (Cook, 2001a). Yündeki proteinlerin yapısı lifin farklı bölgelerinde farklılıklar göstermektedir. Mikrofibrillerdeki bazı proteinler yay gibi heliseldir. Bu helisel yapı yüne elastikiyet, yaylanma ve iyi buruşmazlık özelliği sağlamaktadır. Mikrofibrilleri çevreleyen matris içindeki diğer proteinler daha amorf yapıya sahiptir. Bu amorf yapı ıslaklık hissi vermeden yünün çok fazla miktarlarda su çekmesini sağlamaktadır. Matristeki proteinler ise yünün yüksek miktarlarda boyayı içine çekmesini ve içinde tutmasını sağlamaktadır (Babu, 2015).

2.12.2.2. Yün Lifinin Fiziksel Özellikleri

Uzunluk: Lif uzunluğu yün iplik kalitesinde önemli olan özelliktir. Lif uzunluğu genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişen büyüme hızına bağlıdır. İnce lifler 38-125 mm, orta uzunlukta lifler 65-150 mm ve uzun lifler 125-375 mm arasında değişmektedir (Cook, 2001a).

İncelik: İplik kalitesinde önemli olan diğer özellik ise lif çapı veya incelik. Yün lifleri oval kesite sahiptir. Lif uzunluğu gibi, lif çapı da çevresel ve genetik faktörlere bağlıdır. Kaba liflerin çapları 25-70 µm, ince merinos liflerinin çapı 10-25 µm arasındadır (Babu, 2015). Yün liflerinin inceliği ve uzunluğu arasında ilişki bulunmaktadır. Genel olarak ince lifler kısa, kalın lifler ise uzun olmaktadır (Babu, 2015).

Kıvrım: Yün lifleri dalgalı (kıvrımlı) yapıya sahip olan liftir. Pamuk lifindeki kıvrımlarda olduğu gibi, iplik oluşumunda liflerin bir arada tutulmasını sağlamaktadır.

İnce liflerde kıvrım daha fazladır. En iyi lif kalitesine sahip merinos yününde cm’de 12 kıvrım, düşük kalitede yünde cm’de 2 veya daha az kıvrım bulunmaktadır (Cook, 2001a).

Renk ve Parlaklık: Yün lifleri beyaz veya beyaza yakın renkleri bulunmaktadır. Yün liflerinin ipek benzeri doğal parlaklığı vardır (Cook, 2001a).

Mukavemet: Yün liflerinin mukavemetleri diğer doğal ve yapay liflere göre oldukça düşüktür. Islandığında mukavemeti daha da azalmaktadır. Yünün kuru mukavemeti 8,8-15,0 cN/tex (1.0-1.7 g/denye) ve yaş mukavemeti 7-14 cN/tex (0,8-1,6 g/denye) arasında değişmektedir (Cook, 2001a).

Uzama: Yün lifinin normal şartlar altındaki kopma uzaması %25-35, ıslandığında %25-50 arasında değişmektedir (Cook, 2001a).

Elastikiyet: Yün lifi esnek bir liftir. Yüksek kopma uzaması ve elastikiyet yüne bu bakımlardan önemli özellik katmaktadır. Yün lifinin doğal kıvrımlılık özelliği de elastikiyete katkıda bulunmaktadır. Yün %2 uzamada %99 oranında ve %20 uzamada %63 oranında tekrar eski haline gelmektedir (Cook, 2001a).

Rezilyans (yaylanma): Yünün yaylanma yeteneği yüksektir. Bu nedenle, yün lifinin buruşmaya ve ezilmeye karşı dayanıklılığı fazladır. Bu özellik halı ve kilim gibi ürünlerde önem taşımaktadır (Cook, 2001a).

Yoğunluk: Yün lifi oldukça hafif bir lif olup, yoğunluğu 1,32 g/cm³’dur (Cook, 2001a).

Isı ve elektrik iletkenliği: Elektriği iyi geçirmez. Sürtünme ile statik elektriklenir. Nemli yün liflerinde statik elektriklenme daha azdır (Mangut ve Karahan, 2005).

Nemin etkisi: Yün higroskopik liftir. Nemi buhar şeklinde içine almaktadır. Epikütiküldeki küçük gözenekler lifi yarı geçirgen hale getirmektedir. Bu şekilde su buharı liftten kolaylıkla geçebilmektedir. Yün nemi diğer liflerden daha fazla çekmekte ve onu kolayca atmosfere vermektedir. Sıradan atmosferik koşullar altında yün ağırlığının yüzde 16-18’i nem tutacaktır (Cook, 2001a). Yün lifi ağırlığının 30 katına kadar nem çekebilir (Ravandi ve Valizadeh, 2011). Yünün fazla su çekmesi amorf bölgelerin fazla olmasından ve su moleküllerinin polimer zincirleri arasına kolayca girmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca polar peptit grupları ve tuz bağları da su moleküllerinin çekilmesinde etkilidir (Mangut and Karahan, 2005). Yün her zaman nemi atmosferden çekmekte ve kuru çevrede serbest bırakmaktadır. Böylece nemli ortamlarda denge sağlamaktadır. Bir lif bu şekilde nemi çektiğinde ısı açığa çıkmaktadır. Bu etki özellikle

yünlü kumaşlarda belirgindir ve yünlü bir giysi havayı çektikçe daha sıcak hale gelir. Yün kışın bu özelliğinden dolayı tercih edilir (Cook, 2001a). Su molekülleri polimer zincirleri arasına girip zincirler arasındaki etkileşim kuvvetlerini azalttığı için, yün lifleri ısıtıldığında dayanıklılığının bir kısmını kaybetmektedir.

Isının etkisi: Yüksek su sıcaklığı ve buhar yün liflerine zarar vermektedir. 120 °C sıcaklıkta su ile işlem yapıldığında yün lifleri zarar görmektedir. 300 °C’de kömür haline gelmektedir. Yün lifi alevden uzaklaştırıldığında yanmaya devam etmemektedir (Cook, 2001a).

Güneş ışığının etkisi: Güneş ışığına maruz kaldığında, yündeki keratin bozunmaktadır. Yündeki sülfür sülfürik asite dönüşmektedir. Rengi solmakta, mukavemetini kaybetmekte ve boyama özellikleri etkilenmektedir (Cook, 2001a).

Kimyasalların etkisi: Yün genel olarak asitlere karşı daha dayanıklı olup, bazlara karşı dayanıksızdır. Sıcak konsantre sülfürik asit yüne zarar verir ve tamamen çözünür. Yündeki keratin bazlara karşı hassastır. Yün pamuk üzerinde etkisi bulunmayan kostik sodalı çözeltilerde tamamen çözünür (Cook, 2001a).

Mikro organizmaların etkisi: Yünün küf ve bakterilere karşı dayanıklılığı zayıftır. Yünün uzun süre nemli ortamlarda bırakılmaması gerekmektedir (Cook, 2001a).

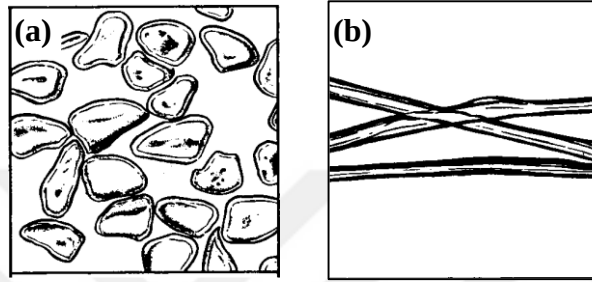
Diğer özellikler: Yün lifleri yumuşak bir tutuma sahiptir. Sıcaklık, basınç ve mekanik hareketler sonucu lif en ve boydan çekerek keçeleşmektedir. Yün liflerinin aleve karşı dayanıklı olması, kir tutmaz olması ve yüksek boyutsal stabiliteye sahip olması bu lifleri terzilerin favori tercihlerinden biri haline getirmektedir. Yün son derece nefes alabilir özelliktedir. Hem soğuk hem de sıcak havalar için doğru seçimdir. Yün dikenli bir lif olarak kabul edilir. Çalışmalar, batma hissinde yün lifinin çapının doğrudan etkisi olduğunu ve daha ince yün liflerinin batma olmadığını göstermiştir (Ravandi ve Valizadeh, 2011).

2.12.3. İpek Lifi

İpek, 4000 yılı aşkın bir süredir çok değerli bir tekstil lifi olarak kullanılmış ve kabul edilmiştir. Yüksek (çekme) mukavemeti, parlaklığı ve kimyasal boyaları bağlama kabiliyeti nedeniyle bugün hala dünyada önde gelen bir tekstil malzemesi olarak kabul edilmektedir (Babu, 2015).

2.12.3.1. İpek Lifinin Yapısı

İpekböceği kozalarından eğrilen ipek lifleri (*Bombyx mori*), iç katmanda fibroin ve dış katmanda serisinden oluşur. Her ham ipek ipliği, her biri serisine gömülü iki fibroin filamentinden oluşan uzunlamasına bir çizgiye sahiptir. Genel olarak kimyasal bileşim ağırlıkça %75-83 ipek fibroin, %17-25 serisin, yaklaşık %1,5 mum ve diğer bileşenler %1,0'dır (Babu, 2015). İpek lifinin mikroskobik yapısı Şekil 2.14'de verilmiştir.



Şekil 2.14. İpek lifinin mikroskobik yapısı a) Enine kesit b) Boyuna kesit (Cook, 2001)

Şekil 2.14 (a) ve (b)'de İpek lifinin enine ve boyuna kesitleri verilmiştir. Enine kesiti üçgen şeklindedir. İpeğin ana maddesi fibroin ve fibroinin çevresini saran serisin proteindir. Yün lifinde olduğu gibi, ipekteki fibroin α -amino asitlerinin polipeptit zincirleri halinde kümelenmesi ile oluşmaktadır. Yün lifindeki proteinlerinden farklı olarak yapısında sülfür içermez. Bu nedenle uzun zincir molekülleri yün liflerinde olduğu gibi, disülfür bağları ile birbirlerine bağlanmazlar (Cook, 2001).

2.12.3.2. İpek Lifinin Fiziksel Özellikleri

Uzunluk: İpek doğal lifler içinde uzunluğu yüksek olan liftir. İpek kozası üzerinde 1000-4000 m uzunluğunda lif bulunmaktadır. Kozadan çekilen lif uzunluğu ise 700-1300 m dir (Mangut ve Karahan, 2005).

İncelik: İpek en ince lif olarak günümüzde yerini korumaktadır. İpek lifinin çapı 12 μm (Bunsell, 2018).

Parlaklık ve renk: İpek üzerine gelen ışığı düzgün yansıtıkları için oldukça parlak bir liftir. Parlak bir lif olduğu için boyandığında parlak renkler elde edilir. Rengi krem, sarı veya gridir (Cook, 2001a).

Mukavemet: İpek dayanıklı bir liftir. Mukavemetleri 30,9-44,1 cN/tex (3,5-5,0 g/den) arasında değişmektedir. Yaş mukavemeti kuru mukavemetinin %75-85'i kadardır (Cook, 2001a).

Uzama: İpek liflerinin kopma uzaması %20-25 arasındadır (Cook, 2001a).

Elastikiyet: İpek lifinin elastik geri dönme özelliği yün kadar iyi değildir, fakat pamuk ve viskoz liflerinden daha iyidir. Uzamadan sonraki elastik geri dönme düşüktür. %2 oranında gerdirildiğinde ipek sürekli olarak uzamış halde kalmaktadır (Cook, 2001a). Bu nedenle, ipek plastik bir liftir. Kristalin bir yapıya sahip olması polimerin hareket imkanını kısıtlamaktadır. İpek gerdirildiğinde ipek polimerleri birbiri üzerinde kaymakta ve H bağlarını koparmaktadır. Kuvvet ortadan kalktığında polimer orijinal durumuna dönmez. Bu nedenle, ipek lifinden yapılan malzemeler kırılmaktadır (Mangut ve Karahan, 2005).

Rezilyans (yaylanma): Pamuk lifinden daha iyidir. Buruşukluklar yün lifi kadar olmasada çabuk düzeltilebilmektedir (Mangut ve Karahan, 2005).

Yoğunluk: İpek lifi pamuk, viskoz ve yünden daha az yoğundur. 1,25 g/cm³ yoğunluk değerine sahiptir (Cook, 2001a). İpekli kumaşlar ağır metalik tuzlar emdirilerek ağırlştırılır. Bu şekilde, yoğunluğu artırılır.

Isı ve elektrik iletkenliği: İpek lifinin ısı iletkenlik katsayısı yün ve pamuktan düşüktür (Cook, 2001a).

Nemin etkisi: İpek lifi hidrofil bir yapıya sahiptir. Yün gibi, ipek lifi de nemi içine çekmektedir. Kristalin yapısından dolayı yünden daha az nem çekmektedir. Islaklık hissi vermeden suyu ağırlığının üç katı kadar suyu yapısına çekebilir. İpeğin nem içeriği %11'dir (Cook, 2001a). Yapısında nem çekmeyi geciktiren pulsu tabaka olmadığı için, ipek nemi yünden daha çabuk çekmektedir (Mangut ve Karahan, 2005). Suyun sertliği ve kirliliği ipek lifinin lekelenmesine neden olur. Bu nedenle, kullanılan suyun temiz olması gerekmektedir.

Isının etkisi: İpek ısıya yünden daha dayanıklıdır. 140 °C'ye kadar dayanabilir. 175 °C'de hızlı bir şekilde bozunur (Cook, 2001). İpeğin yanması yüne benzemektedir.

Güneş ışığının etkisi: İpek pek çok doğal liften daha fazla güneş ışığından etkilenmektedir (Cook, 2001a).

Kimyasalların etkisi: Yündeki keratin gibi, ipeğin fibroini de kuvvetli asitler ile parçalanır. Orta konsantrasyonda, asitler ipeğin çekmesine neden olur. Bu çekme ipekli

kumaşlarda krep efekti oluşturmada kullanılmaktadır. Seyreltik asitler ipeğe zarar vermez. Alkaliler ipeğe yünden daha az zarar vermektedir. Sabun ve amonyak gibi zayıf alkaliler çok az derecede zarar verebilmektedir. İpek konsantre kostik alkalide çözünmektedir (Cook, 2001a).

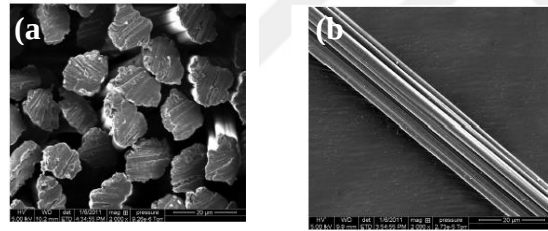
Mikro organizmaların etkisi: Küf ve mantara oldukça dayanıklıdır (Cook, 2001a).

Diğer özellikler: Kristalin bölgelerin fazla olmasına rağmen ipekli kumaşların tuşesi yumuşaktır (Cook, 2001a).

2.12.4. Viskoz (Viskon) ve Modal Lifleri

2.12.4.1. Viskoz Lifinin Yapısı ve Elde edilmesi

Şekil 2.15’de viskoz lifinin enine kesiti ve boyuna yöndeki görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Viskoz lifinin mikroskopik yapısı a) Enine kesit b) Boyuna kesit (Chen, 2015)

Viskoz lifleri viskoz teknolojisi ile elde edilen rejenere selüloz lifidir. Viskoz lifi odundan elde edilen saf selülozdan yapılmaktadır. Selüloz eldesi için odun hamurunun solüsyon içinde çözündürülmesi gerekmektedir. Dönüşüm iki aşamada meydana gelmektedir. Öncelikle alkali selüloz elde etmek için kostik soda (NaOH) odun hamuru ile karıştırılmaktadır. Daha sonra, sodyum selüloz ksantat elde etmek için alkali selüloz çözeltisine karbon bisülfid (CS_2) ilave edilmektedir. Elde edilen sodyum selüloz ksantat seyreltik kostik soda (NaOH) solüsyonu içinde çözündürülerek viskoz olarak adlandırılan solüsyona dönüştürülmektedir. Yaş çekim işlemi kullanılarak, viskoz solüsyonu sülfürik asitli (H_2SO_4) banyoya düzelerden fişkırtılmakta ve viskoz

filamentleri elde edilmektedir. Katılaşılan filamentler daha sonra germe-çekme, yıkama ve kurutma işlemlerinden sonra bobine sarılmakta ve viskoz iplik elde edilmektedir. Filamentler kesilerek stapel (kesikli) hale dönüştürülmektedir (Chen, 2015).

Viskoz pamuk gibi selülozdan oluşmaktadır. Viskozdaki selüloz zincirleri daha kısadır. Viskozun polimerizasyon derecesi 6000-10000 arasındaki pamuk ile karşılaştırıldığında sadece 700 dür. Moleküller daha az düzenlidir. Kristalin bölgeler azdır ve lif daha fazla miktarda amorf bölgeler içermektedir. Modal lifleri daha uzun polimer zincirlerine ve daha kristalin yapıya sahiptir. Polimerizasyon derecesi 1000'den daha azdır (Collier, Bide, Tortora, 2009).

2.12.4.2. Modal Lifinin Yapısı

Modal lifleri modifiye edilmiş viskoz yöntemiyle elde edilmektedir. Viskoz lifinin üretimi sırasındaki reaksiyon şartlarının ve kontrol parametrelerinin değiştirilmesi ile yüksek yaş modüle (high wet modulus) ve yüksek mukavemete (high tenacity) sahip farklı özelliklerde viskoz lif tipleri elde edilmektedir. HWM harfleri ile temsil edilen yüksek yaş modül viskoz liflerinin modal ve polinozik olmak üzere iki ticari ismi bulunmaktadır. Yüksek yaş modül (HWM) viskoz lifinin elde etmek için selüloz alkali selüloz işleminde bekletme ve sodyum selüloz ksantat işleminde olgunlaştırma işlemleri gerektirmemektedir. Kimyasal konsantrasyonlar azaltılmıştır. Lifin gerilmesine daha fazla zaman vermek için selülozun katılaştırma hızı azaltılmıştır (Chen, 2015; Cook, 2001a).

2.12.4.3. Viskoz ve Modal Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Uzunluk: Kesikli veya filament halinde üretilmektedir.

İncelik: Düze deliklerinin çapına göre değişmektedir. Viskoz lifinin inceliği dtex olarak verilmektedir. Dtex olarak lif incelikleri 1,7 dtex, 3,3 dtex, 5,0 dtex, 9,0 dtex, 17 dtex, 40 dtex ve 56 dtex dir (Cook, 2001b). Lif çapı mikron olarak 8-43 mikron arasında değişmektedir (Murthy, 2016).

Renk ve parlaklık: Viskoz lifleri beyazdır. Parlaklık matlaştırma maddesi titanyum dioksit ekleyerek değiştirilebilmektedir (Collier, Bide, Tortora, 2009).

Mukavemet: Pamuk ile karşılaştırıldığında, viskoz lifinin mukavemeti düşük polimer zincir uzunluğu nedeni ile düşüktür. Viskozun mukavemetinin pamuktan düşük olmasının diğer nedeni fiziksel yapısının farklı olmasıdır. Pamuk lifinin fibrilli veya katlı yapısı lifi korumakta ve mukavemet sağlamaktadır. Viskoz lifinin fiziksel yapısı içinde kristalin bölgeleri artıracak fibrilli yapısı yoktur. Aksine, yapısında amorf bölgeler bulunmaktadır. Bu nedenle, viskoz lifi ıslandığında mukavemeti azalmaktadır (Collier, Bide, Tortora, 2009). Yani viskoz lifinin yaş haldeki mukavemeti kuru haldeki mukavemetinden düşüktür. Kuru mukavemeti yaş mukavemetinin yaklaşık iki katı kadardır (Chen, 2015). Yıkama sırasında özen gösterilmelidir. Viskoz lifinin kuru mukavemeti 18-23 cN/tex (2,0-2,6 g/den) ve yaş mukavemeti 9,0-13,2 (1,0-1,5 g/den) arasında değişmektedir (Cook, 2001b). Modal lifleri hem kuru hem de ıslak haldeyken yüksek mukavemete sahiptir. Modal lifinin kuru mukavemeti 28-35 cN/tex (3,2-4,0 g/den) ve yaş mukavemeti 18,0-26,0 (2,0-3,0 g/den) arasında değişmektedir (Cook, 2001b).

Uzama: Viskoz lifinin kopma uzama değerleri kuru haldeyken %17-25 ve yaş haldeyken %23-32 arasında değişmektedir (Cook, 2001b). Viskoz lifinin kopma uzaması pamuktan daha yüksektir. Modal lifinin kopma uzaması düşüktür. Kopma uzama değerleri kuru haldeyken %8-12 ve yaş haldeyken %9-16 arasında değişmektedir (Cook, 2001b). Viskoz lifinin kopma uzaması pamuktan daha yüksektir.

Elastikiyet: Pamuk lifinin kendine özgü çok az elastikiyet bulunmaktadır. Viskozun elastikiyeti daha da azdır. Uzatıldığında elastik geri dönme çok düşüktür ve uzamış bir halde kalmaktadır (Collier, Bide, Tortora, 2009). Modal lifinin elastikiyeti pamuk ve viskozdan özellikle ıslak halde iken daha yüksektir (Cook, 2001b).

Rezilyans (Yaylanma): Elastik geri dönme düşük olduğu için yaylanma düşüktür. İşlem görmemiş viskoz kırıma gösterir (Collier, Bide, Tortora, 2009).

Yoğunluk: Viskoz lifi 1,52 g/cm³ yoğunluğa sahiptir. Yoğunluğu birçok doğal ve sentetik liften daha yüksektir. Bu nedenle, viskoz liflerinden üretilen kumaşlar diğer liflerden üretilen kumaşlardan daha ağırdır (Chen, 2015).

Isı ve elektrik iletkenliği: Viskoz lifinin ısı ve elektrik iletkenliği iyidir. Sıcak hava koşullarında kullanımı oldukça rahattır. Statik elektriklenme oluşturmaz (Collier, Bide, Tortora, 2009).

Nemin etkisi: Viskoz lifinin nem içeriği %12-14 arasındadır. Bu değer yün lifi haricinde diğer tüm doğal ve sentetik liflerin lif içeriğinden daha yüksektir. Yüksek nem içeriği düşük kristalin bölgelere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Su molekülleri amorf bölgelerde seyrek bir şekilde yerleşmiş selüloz molekülleri içine rahatça girebilmektedir. Viskoz pamuk lifinin aldığı nemin iki katından daha fazla nem havadan almaktadır. Suyu ıslatıldığında viskoz hacmini iki katı artar (Cook, 2001b). Modal lifleri %55-70 oranında nemi içine çekmektedir. Islandığında çapı %11,5-15 arasında şişer. Bu oran pamuk ve viskoz arasındadır (Cook, 2001b).

Isının etkisi: Viskoz termoplastik değildir. Isı karşısında erimez veya yapışkan hale gelmez. Mukavemetini 150 °C sıcaklıkta uzun süre kaldığında kaybetmektedir. 185-205 °C arasında bozunmaya başlar (Cook, 2001b). Kumaşlar pamuk kumaşlardan daha düşük sıcaklıklarda ütülenmektedir. Yüksek sıcaklıklarda ütü yanık izi bırakır (Collier, Bide, Tortora, 2009).

Güneş ışığı etkisi: Viskoz lifi güneş ışığına solmadan dayanmaktadır. Güneş ışığı altında çok uzun süre kaldığında mukavemeti düşmektedir (Cook, 2001).

Kimyasalların etkisi: Pamukla benzer olarak, viskoz sıcak seyreltik veya soğuk konsantre mineral asitlerden zarar görmektedir. Pamukta olduğu gibi, seyreltik bazlara karşı yüksek derecede dayanımı bulunmaktadır. Güçlü alkali solüsyonları şişmeye ve mukavemet kaybına neden olur (Cook, 2001b). Alkali ile işlem gördüğünde viskoz lifine göre daha az şişer. Merserize işlemlerine dayanıklıdır (Cook, 2001b).

Mikro organizmaların etkisi: Küf ve çürüten bakterilerden zarar görmektedir (Cook, 2001b).

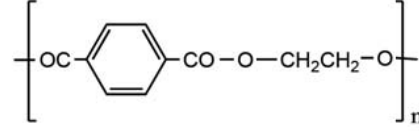
Diğer özellikleri: Modal pamuk ve viskoz liflerinden farklı olarak yumuşak ipeksi tutuma sahiptir (Cook, 2001b).

2.12.5. Poliester (PET) Lifi

2.12.5.1. Poliester (PET) Lifinin Yapısı ve Üretimi

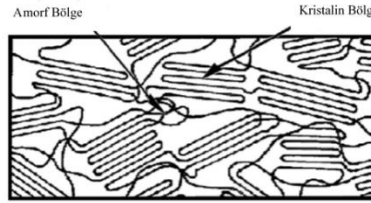
Poliester genel olarak monomer ünitelerinin ester zinciri ($-O-CO-$) ile bağlandığı polimerdir. Poliester polietilen tereftalat (PET)'dir (Mather and Wardman, 2015). Polietilen tereftalat (pet poliester) lifi etilen glikolün tereftalik asit dimetil esteri

ile kondenzasyonundan elde edilmektedir (Cook, 2001b). PET poliesterin kimyasal yapısı Şekil 2.16’da verilmiştir.



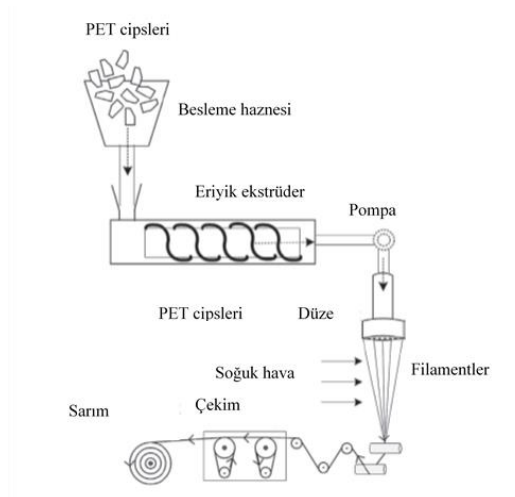
Şekil 2.16. Polietilen teraftalat poliesterin kimyasal yapısı (Deopura ve Padaki, 2015).

PET ünitesinin moleküler ağırlığı 192’dir. Poliester lifleri kısmi olarak yönlendirilmiş kristalin yapıdan oluşmaktadır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Poliester lifinin yapısı (Deopura ve Padaki, 2015)

Çekilmiş poliester lifinin kristalin derecesi %55’dir. Polyester lifinin cam geçiş sıcaklığı 70 °C ve erime noktası 255-270 °C aralığındadır (Deopura ve Padaki, 2015).



Şekil 2.18. Eriyikten çekim yöntemine göre polyester filament ipliğinin üretimi (Deopura ve Padaki, 2015)

Lif şeklindeki polyester polimerleri cips şeklinde üretilmekte ve Şekil 2.18’de gösterildiği gibi eriyikten çekim işlemine beslenmektedir. Besleme haznesi polimeri eritir ve daha sonra ekstrüdere besler. Ekstrüder sıcaklığı 280-290 °C civarında tutulur. Çekme mukavemeti ve rijitlik gibi lif özelliklerini iyileştirmek için filamentler çekim işlemine tabi tutulurlar. Son kullanım alanına bağlı olarak polyester lifleri ya filament formunda tutulur veya kısa lif formuna getirilir (Deopura ve Padaki, 2015).

2.12.5.2. Poliester Lifinin Fiziksel Özellikleri

Uzunluk: Poliester lifleri kullanım amacına göre filament ve kesikli (stapel) olarak üretilmektedir.

İncelik: Poliester istenilen incelik değerlerinde üretilir.

Renk ve parlaklık: Poliester lifleri ekseriye beyaz olarak üretilmektedir. Polyester lifi parlak bir liftir, fakat yarı mat veya mat olarak da elde edilebilmektedir (Cook, 2001b).

Mukavemet: Poliester lifinin mekanik özellikleri naylon lifine benzemektedir. Kopma sırasında yüksek uzama gösteren yüksek mukavemetli bir liftir. Poliester lifinin mukavemeti 35,3-44,1 cN/tex arasında değişmektedir (Cook, 2001b).

Uzama: Poliester lifinin kopma uzaması yüksektir ve %15-30 arasında değişmektedir (Cook, 2001b).

Elastikiyet: Poliester liflerinin esnekliği oldukça iyidir. Uzatıldığında tekrar eski haline gelmektedir (Cook, 2001b).

Rezilyans (yaylanma): Yaylanma özellikleri çok yüksektir. Bükülme ve kıvrılmaya karşı dirençlidir. Bu bakımdan buruşmaya karşı dayanımı yüksektir.

Yoğunluk: Poliester lifinin yoğunluğu $1,38 \text{ g/cm}^3$ ’dur (Cook, 2001b).

Isı ve elektrik iletkenliği: Poliester lifinin ısı iletkenlik katsayısı diğer sentetik liflerde olduğu gibi düşük nem içeriğine sahip olduğu için polyester lifinin elektrik iletkenliği düşük olup, iyi bir yalıtkandır. Yine düşük nem içeriğinden dolayı, statik elektriklenme göstermektedir. Isıl iletkenliği düşüktür (Cook, 2001b).

Nemin etkisi: Poliester hidrofob özellikte bir liftir. Kristalin bölgelerinin fazla olması ve polar yapıdan dolayı polyester yapısına çok az miktarda su çekmektedir. Nem içeriği %0,4 dir. Poliesterin nem çekmesi düşük olmasına rağmen kılcallık özelliği

yüksektir. Nem kumaş tarafından hızlı bir şekilde iletilebilmektedir. Yani poliester kumaşların nem iletme özelliği yüksektir. Yüksek sıcaklıklarda veya buharda uzun süre kaldığında poliester polimerinin hidroliz olması nedeni ile hafif bozulma meydana gelmektedir (Cook, 2001b). Mukavemet ve uzama gibi mekanik özellikleri nemden etkilenmez. Poliester kumaşların yaş işlemler ve yıkama sırasında yüksek derecede boyutsal stabilite göstermektedir. Düşük nem çekme özelliğinden dolayı hızlı bir şekilde kurumaktadır.

Isının etkisi: Yumuşama sıcaklığı yaklaşık 260 °C dir. Yapışkanlık gösterdiği sıcaklık ise 230-240 °C dir (Cook, 2001b).

Güneş ışığının etkisi: Güneş ışığına karşı dayanıklıdır. Uzun süre güneş ışığında kaldığında mukavemetinde biraz düşüş olmaktadır. Buna karşın renginde solma meydana gelmez (Cook, 2001b).

Kimyasalların etkisi: Asitlere karşı dayanıklı, bazlara karşı dayanıksızdır (Cook, 2001b).

Mikro organizmaların ve böceklerin etkisi: PET polyester canlılar için bir besin kaynağı değildir. Lifler güve ve diğer zararlı böceklerden zarar görmemektedir (Cook, 2001b). Aynı şekilde küf ve mantar gibi mikroorganizmalardan da etkilenmemektedir.

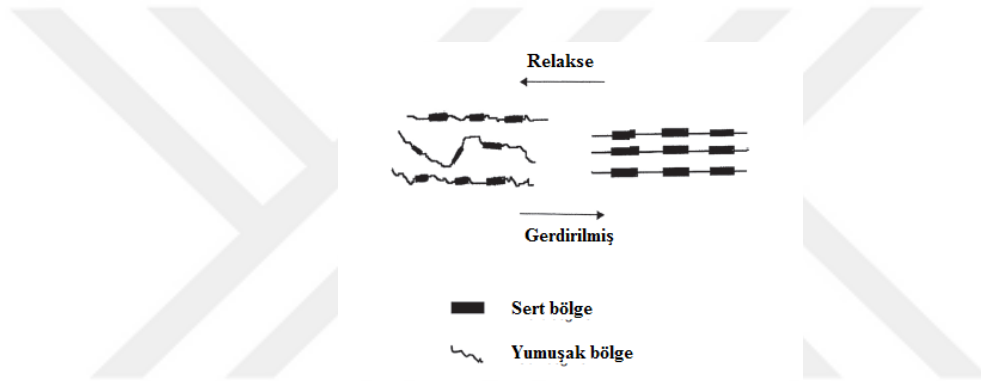
Diğer özellikleri: Çok iyi bakım özelliğine sahiptir. Boncuklanma göstermektedir. Tutumu serttir.

2.12.6. Elastan Lifi

2.12.6.1. Elastan Liflerinin Yapısı ve Üretimi

Bir zamanlar kauçuktan yapılan lifler elastomerik lifin en baskın tipiyken, farklı polimer tiplerinden üretilen elastomerler bu kauçuktan yapılan liflerin yerini büyük ölçüde almıştır. Ticari açıdan en önemlileri kütlece en az %85 oranında bölgelere ayrılmış poliüretan içeren elastanlardır. Poliüretan her ana zincirleri boyunca üretan grupları ($-NH-CO-O-$) içeren polimerlerdir. %99'a kadar elastik geri dönüş özelliğine sahip olması elastan liflerinin en önemli özelliğidir. Aynı zamanda bu lifler yüksek uzama (%500'e kadar) gösterirler (Mather, 2015).

Elastan liflerini meydana getiren polimer zincirleri Şekil 2.19’da verildiği gibi birbirini izleyen sert ve yumuşak bölümlerden oluşmaktadır. Yumuşak bölümler ya alifatic polieter ya da poliester içerir (Mather, 2015; Mather ve Wardman, 2015). Polieter elastan lifleri deterjanlara ve küflenmeye karşı daha dirençliyken, poliester elastan lifleri oksidasyona (örneğin ultra viole) ve yağ çekmeye (örneğin güneş yağı) karşı dayanıklıdır (Mather, 2015). Yumuşak bileşenin polimer zinciri yüksek derecede amorf yapıya sahiptir. Lif relakse haldeyken yumuşak bölüm sarmal yapı şeklindedir. Lifler belirli gerilim uygulayarak uzatıldığı zaman sarmal yapı çözülür ve polimer molekülleri lif eksenine doğru yönlendirilir. Gerilim serbest kaldığında, bölümler tekrar ilk haline döner (Mather ve Wardman, 2015).



Şekil 2.19. Elastan polimer zincirindeki sert ve yumuşak bölgeler (Mather, 2015)

Sert bölümler sert aromatik yapılar içerir. Her sert bölüm, bitişik polimerik zincirlerdeki diğer sert bölümlerle esas olarak hidrojen bağı yoluyla etkileşime girebilir. Bu nedenle, elastomerik lif boyunca güçlü bir ağ sağlanır ve bitişik zincirler arasındaki kayma engellenir. Her zincirdeki sert ve yumuşak bölümler üretan bağlantıları ile birbirine bağlanır (Mather ve Wardman, 2015).

Yumuşak ve sert bölümlerin oranı arasındaki denge, lifin özelliklerini belirlemek için önemlidir. Polimerik zincirler arasındaki etkileşim çok büyükse, lif yeterli derecede esneme elde edemez. Etkileşim çok küçükse zincirler birbirine göre kayar ve lif gerildikten sonra düzgün bir şekilde toparlanamaz. Bununla birlikte, her bir bölümün yapısının ve uzunluğunun ve sert-yumuşak bölümlerin oranının makul bir şekilde kontrol edilmesi, elde edilen mekanik özelliklerin iyi bir şekilde kontrol edilmesini sağlayabilir (Mather ve Wardman, 2015).

Polimerden lif çekimi yaş çekim, kuru çekim ve eriyikten lif çekimi olmak üzere üç farklı yöntem ile yapılabilir. Kuru lif çekim yöntemi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Dimetilformamid veya dimetilasetamid çözücü olarak kullanılmaktadır. Çözücünün sıcak hava ile uzaklaştırılması ile katılaşmış polimer elde edilmektedir (Mather ve Wardman, 2015; Mather, 2015).

2.12.6.2. Elastan Lifinin Fiziksel Özellikleri

Lif uzunluğu: Lifler filament şeklinde üretilmektedir.

Lif inceliği: Lif incelikleri 2 ile 600 dtex değerleri arasında değişmektedir. (Mather ve Wardman, 2015).

Özgül ağırlık: 1,2 ile 1,25 g/cm³ arasında değişmektedir (Cook, 2001b). Özgül ağırlığının düşük olması, elde edilen kumaşların hafif ağırlıkta olmasını sağlamaktadır.

Mukavemet: Mukavemeti 5-14 cNtex⁻¹ değerleri arasında değişmektedir (Mather ve Wardman, 2015). Mukavemeti düşük bir liftir. Bölümlü bir yapıya sahip olduğundan, mukavemeti elastik kauçuk filamentlerinden daha yüksektir (Mather ve Wardman, 2015). Su lif mukavemetini çok az etkiler (Cook, 2001b).

Uzama: Orijinal uzunluklarının birkaç katına kadar uzayabilir olmaları elastan liflerinin en önemli özelliğidir. Kopma uzama değerleri %400-600 arasında değişmektedir (Mather ve Wardman, 2015).

Elastikiyet: Lifler %500'e kadar uzamada dahi eski haline geri dönebilmektedir. Elastikiyet özellikleri giysilere şekil alma ve uyum, rahatlık, hareket özgürlüğü, destek, basınç ve konfor özellikleri sağlamaktadır (Mather ve Wardman, 2015).

Nem içeriği: Elastan lifinin nem içeriği %1 ile %1,3 arasında değişmekte olup, çok düşüktür (Cook, 2001b). Poliüretandaki esnek bölgelerin hidrofobik özelliğe sahip olması ve sert bölgelerin kristalin bir yapıda olması liflerin nem çekme özelliğini düşürmektedir (Macarthur and Hemmings, 2018).

Statik elektriklenme: Düşük nem içeriğinden dolayı statik elektriklenme yüksektir (Macarthur and Hemmings, 2018).

Boyanabilme: Elastan liflerini boyamak zordur (Macarthur and Hemmings, 2018).

Isının etkisi: Elastanların düşük sıcaklıklardaki ısı davranışı yumuşak bölgeler ile yönetilir. Yüksek sıcaklıklardaki ısı davranış, sert bölge matrisine, moleküler ağırlığa, zincir uzantısı tipine ve sert bölgenin yönüne bağlıdır. Termoplastik olan elastan liflerinin erime sıcaklığı 250 °C olup, 150 °C de yapışkan hale gelmektedir (Mather, 2015). Sıcaklık 170 °C üzerine çıktığında lifin rengi sarıya döner ve lifin elastik özellikleri bozulur (Hu ve ark., 2008).

Güneş ışığına karşı dayanım: Güneş ışınlarına karşı dayanımı iyidir. Özellikle UV radyasyonuna uzun süre maruz kalmak, lifin renginde bir değişikliğe ve fotokimyasal bozulmaya neden olur (Hu ve ark., 2008).

Kimyasallara karşı dayanım: Hafif şartlar altında elastan liflerinin asitlere, alkalilere, yükseltgen maddelere ve indirgen maddelere karşı dayanıklılığı iyidir. Ancak, Yüksek konsantrasyonlu asitler ve kostiklerle uzun süre işleme tabi tutulması elastik özelliklerinde kayıplara neden olmakta ve sıcaklık arttıkça elastik özelliklerindeki kayıplar artmaktadır. Elastan liflerinin çözücülere olan dayanıklılığı da iyidir. (Hu ve ark., 2008). Kloro karşı dayanıklı olma özelliği, elastan liflerinin mayolarda kullanılmasını sağlamaktadır (Mather, 2015).

Mikroorganizmalara karşı dayanım: Mikroorganizmalara ve böceklerle karşı yüksek derecede dayanıma sahiptir (Mather, 2015; Cook, 2001b)

Diğer özellikleri: Aşınma dayanımları orta derecededir. (Mather, 2015).

2.13. Çift Yüzlü Örm Kumaşların Termofizyolojik Özellikleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Çift yüzlü örm kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri ile birlikte diğer termofizyolojik özellikleri ile ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde kumaşların iç ve dış yüzlerinde en çok pamuk ve poliester liflerinin kullanıldığı görülmektedir.

Gunesoglu ve ark. (2005) ve Gunesoglu ve Meric (2006) kumaşın iç ve dış yüzlerinde pamuk ve poliester iplikler kullanarak çift yüzlü kumaş yapısı kazanan iki iplik futter örm kumaşların konfor özellikleri ile ilgili iki çalışma yapmıştır. Bu çalışmalarda pamuk ve poliester iplikleri ile iki yüzü pamuk, iç yüzü pamuk ve dış yüzü poliester, iç yüzü poliester ve dış yüzü pamuk ve iki yüzü poliester olan kumaşlar üretmişlerdir. Şardonlama işleminin etkisinin incelenmesi için kumaşlara ayrıca şardonlama işlemi

uygulanmıştır. Şardonlama işlemi kumaşların hava geçirgenlik, ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerlerini azaltırken, su buharı geçirgenlik değerlerini etkilememiştir. Şardonlama işlemi öncesi ve sonrasında, en yüksek su buharı ve hava geçirgenlik değerleri her iki yüzü poliestere olan kumaş için, en düşük su buharı ve hava geçirgenlik değerleri ise her iki yüzü pamuk olan kumaş için elde edilmiştir. İki yüzü pamuk ile iç yüzü pamuk dış yüzü poliestere liflerinden üretilen kumaşlar en iyi kılcallık değerlerini göstermiştir.

Jhanji ve ark. (2015a) kumaşın dış yüzünde pamuk ipliği ve kumaşın iç yüzünde farklı filament sayılarında olan poliestere iplikler kullanarak vanize tekniği ile çift yüzü kumaş yapıları üretmiş ve bu kumaşların termofizyolojik özelliklerini incelemiştir. İnce filamentli ipliklerden üretilen kumaşlar daha yüksek ısı dayanım, daha düşük ısı soğurganlık, su buharı ve hava geçirgenliği göstermiştir. Filamentler incelidikçe, kumaşların su emicilik ve yanıl kılcallık değerleri artmıştır. Daha ince filamentlerden örülen kumaşların düşük buharlaşma yüzdesi değerleri ile daha yavaş kuruma davranışına sahip olduğu belirtilmiştir.

Pamuk ve poliestere iplikler içeren ve sandviç örgü tekniği ile oluşturdukları çift yüzü örme kumaşların konfor özellikleri ile ilgili yapılan diğer çalışma Zhou ve ark. (2010) tarafından yapılmıştır. Zhou ve ark (2010) kumaşların her iki yüzünde pamuk, bağlantı kısımlarında ise pamuk, pamuk-poliester karışımı, modifiye poliestere ve poliestere iplikler kullanarak kumaşlar üretmişler ve bağlantı ipliklerinde kullanılan lif cinsinin MMT cihazı ile ölçtükleri kumaşların nem yönetim özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Pamuk lifinden oluşan bağlantı ipliği ile karşılaştırıldığında, pamuk ve poliestere lif karışımından oluşan bağlantı ipliği kumaşların nem yönetim özelliklerini artırmıştır. Benzer şekilde, poliestere bağlantı ipliği ile karşılaştırıldığında, yüksek derecede higroskopik özelliğe sahip modifiye poliestere lifinden oluşan bağlantı ipliğinin kumaşların nem iletim özelliklerinde iyileşmeye neden olduğu belirtilmiştir.

Ertekin ve Marmaralı (2011) iç ve dış yüzlerinde multifilament poliestere ve bağlantı kısımlarında monofilament ve multifilament poliestere iplikler kullanarak üç farklı kapak yüksekliğinde sandviç örme kumaşlar üretmişler ve kapak yüksekliği ile bağlantı ipliğinde kullanılan lif cinsinin kumaşların ısı iletkenlik, ısı direnç, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği üzerlerindeki etkilerini incelemiştir. Bağlantı ipliği monofilament olan kumaşlar, bağlantı ipliği multi filament olan kumaşlardan daha

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

Gun ve Bodur (2017) çift yüzöl kumaş üretimi için pamuk ipliğı ile beş farklı tipte poliester iplikleri seçmişlerdir. Bu iplikleri kumaşların iç ve dış yüzlerinde farklı şekillerde kombine ederek ürettikleri sandviç örme kumaşların termofizyolojik konfor özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada standart poliester, mikro poliester, içi boş (hollow) poliester, tekstüre poliester ve tekstüre mikro poliester olmak üzere beş farklı tipte poliester iplikler kullanmışlardır. Seçilen poliester iplikler filament sayısına (lif inceliğı), liflerin içi dolu veya içi boş olmasına, ipliğın tekstüre olup olmamasına göre çeşitlilik göstermektedir. Poliester liflerinin kumaşlarda kullanımı genel olarak hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerlerini artırmıştır. İç tarafı poliester, dış tarafı pamuk ipliğinden yapılan kumaşlar en iyi nem yönetim özelliğı göstermiştir. Mikro poliester lifinden üretilen kumaşlar daha düşük hava geçirgenliği ve daha yüksek su buharı geçirgenliği ve ısı iletkenlik göstermiştir. Pamuk ve tekstüre poliester kumaşlar için daha yüksek ısı direnç değerleri elde edilmiştir.

Chen ve ark. (2010) ve Chen ve ark. (2011) gerçekleştirdikleri iki çalışma ile pamuk ve poliester ipliklerden doğada hali hazırda bulunan fonksiyonların taklit edilerek üretilmesi anlamına gelen biyomimetik yaklaşım kullanarak farklı örgülerde ürettikleri çift yüzöl örme kumaşların konfor ile ilgili özelliklerini incelemişlerdir. İlk çalışmada Chen ve ark. (2010) örme kumaşların nem yönetim özelliklerini iyileştirmek için farklı numaralarda poliester ve pamuk ipliklerinden biyomimetik yaklaşım ile ağaç yapısındaki dallanmadan esinlenerek kısmen çift yüzöl kumaş yapısı özelliğı taşıyan yeni çift katlı örme kumaş yapısı geliştirmişlerdir. Yeni geliştirilen örgüde kumaşın iç (arka) yüzünde daha az sayıda büyük ilmekler, kumaşın dış (ön) yüzünde ise daha fazla sayıda küçük ilmekler kullanılmıştır. Bu şekilde ağaçlardaki su iletimini taklit eden iç yüzünde iplikler arası daha büyük boşlukları olan, dış yüzünde ise iplikler arası daha küçük boşlukları olan bir yapı elde edilmiştir. Ayrıca, kumaşın iç kısmındaki ilmekler iki katlı ipliklerden, dış yüzdeki ilmekler tek katlı iplikten oluşmuştur. Bu şekilde ön yüzde arka yüzden daha büyük yüzey alanı oluşturulmuştur. Ön yüzdeki daha büyük iplik yüzey alanı yüzey buharlaşmasının artmasını sağlarken, arka yüzdeki iki katlı iplikler iç yüzden dış yüze sıvı iletiminin artırmasını sağlamıştır. Bu yeni kumaş yapısını çift yüzöl örgü ve rib temel örgüdeki kumaş yapıları ile karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, yeni

geliştirilen askılı kumaş yapısının daha iyi hava geçirgenliği, nem emilim oranı ve nem iletme özelliği göstermişlerdir.

Chen ve ark. (2011) bir sonraki çalışmalarında kumaşların nem yönetim özelliklerini iyileştirmek için yine biyomimetik yaklaşım olarak bitki yapısındaki ağaç dallarından esinlenerek farklı numaralarda pamuk ve poliester ipliklerden farklı örgülerde çift yüzlü kumaşlar oluşturmuşlardır. Kumaş yapılarını askı ilmekler ile kumaşın iç yüzünden dış yüzüne doğru ter iletim kanalları oluşturacak şekilde oluşturmuşlardır. Elde edilen sonuçlara göre, yeni geliştirilen kumaş yapıları daha iyi su absorblama (çekme) ve nem yönetim özelliği göstermişlerdir.

Çift yüzlü kumaşların iç yüzünde poliester lifleri dışında yine hidrofob yapıda olan ve yüksek derecede nem iletim özelliğine sahip polipropilen, poliamid, akrilik vs. gibi diğer farklı cinslerde lifler kullanılarak üretilen birçok çalışma bulunmaktadır.

Supuren ve ark. (2011) pamuk ve polipropilen ipliklerini kumaşların iç ve dış yüzlerinde farklı şekillerde kombine ederek iki yüzü pamuk, iç yüzü polipropilen-dış yüzü pamuk, iç yüzü polipropilen-dış yüzü pamuk ve iki yüzü de polipropilen olan çift yüzlü örme kumaşlar üretmişler ve bu kumaşların sıvı nem yönetim ve ısıl soğurganlık özelliklerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre iç yüzü polipropilen ve dış yüzü pamuk olan kumaşın daha iyi sıvı nem yönetim özelliğine sahip olduğunu ve bu kumaşın yaz, aktif ve spor giyim için tercih edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Halgas ve ark. (2006) hidrofıl özellikteki pamuk ipliğinin kumaşların dış yüzlerinde ve nem iletim özelliğine sahip poliester, polipropilen, poliamid, Coolmax, Trevira ve Thermastat ipliklerinin kumaşların iç yüzlerinde kullanılması ile elde ettikleri çift yüzlü örme kumaşların hava ve su buharı geçirgenlik özelliklerini incelemişlerdir. Ayrıca karşılaştırma için iç ve dış yüzleri poliester ve pamuk ipliklerinden oluşan kumaşlarda üretmişlerdir. Her iki yüzü pamuk olan kumaş en yüksek su buharı geçirgenliği ve her iki yüzü poliester ve iç yüzü poliester dış yüzü pamuk olan kumaşlar en yüksek hava geçirgenliği değerleri göstermiştir.

Jihanji ve ark. (2015b) hidrofıl özellikteki pamuk ipliği ile hidrofob özelliklerdeki poliester, polipropilen ve naylon iplikleri kumaş yüzlerinde kombine ederek vanize tekniği ile çift yüzlü kumaşlar elde etmiş ve daha sonra bu kumaşların MMT cihazında ölçtükleri sıvı nem iletim özelliklerini araştırmışlardır. İç yüzeyleri polipropilen ve poliester ipliklerden oluşan kumaşlar daha iyi nem yönetim özellikleri göstermiştir. İç

yüzde yüksek derecede nem iletim özelliğine sahip polipropilen iplikler kullanıldığında kumaşların kuruluk hissi vereceği belirtilmiştir. Dış yüzde hangi sentetik lif kullanılırsa kullanılsın iç yüzü pamuk olan kumaşlar daha düşük nem yönetim özellikleri göstermiştir. Bir sonraki çalışmasında Jihanji ve ark. (2015c) kumaşların dış yüzlerinde farklı iplik numaralarında pamuk ve iç yüzlerinde yine poliester, naylon ve polipropilen ipliklerden oluşan vanize tekniği ile çift yüzlü kumaşlar üretmişler ve kumaşların ısı konfor özelliklerini incelemişlerdir. İç yüzü naylon iplikten yapılan kumaşların göstermiş olduğu yüksek ısı soğurganlık, hava geçirgenlik ve su buharı geçirgenlik değerlerinden dolayı bu kumaşların sıcak hava şartları için daha uygun olduğu ifade edilmiştir. Dış yüzü daha kalın iplikten örülen kumaşlar yüksek ısı direnç, düşük hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenlik değerleri gösterdiğinden bu kumaşların yine sıcak hava koşulları için uygun olduğu belirtilmiştir.

Vasconcelos ve ark. (2017) pamuk ipliği ile poliester, mikro poliester, poliamid ve mikro poliamid ipliklerden isviçre pike ve çift yüzlü pike olmak üzere iki farklı örgüde örülen kumaşların MMT sıvı nem yönetim özelliklerini incelenmiştir. Çift yüzlü pike örgüsündeilmek ve askılar kumaşın iç yüzünde 1x1 çapraz düzende olacak şekilde yerleştirmiş ve kumaşın iç yüzünde kovan benzeri gözenekli bir yapı elde edilmiştir. Bu şekilde yüzey geriliminin azaltılması ve ter iletiminin iç yüzden dış yüze daha kolay iletilmesi amaçlanmıştır. İç yüzü poliester dış yüzü pamuk ve iç yüzü poliester dış yüzü mikro poliester olan kumaşlar daha iyi sıvı nem yönetim özelliği sağlamıştır. İki farklı örgü tipi karşılaştırıldığında, çift yüzlü pike örgüdeki kumaşların isviçre pike örgüdeki kumaşlardan daha iyi nem yönetim özelliği gösterdiği belirtilmiştir.

Yukarıda bahsedilen literatür çalışmalarına bakıldığında kumaşların dış yüzlerinde lif cinsi olarak pamuk lifinin kullanıldığı iç yüzlerinde ise poliester, polipropilen, poliamid, akrilik, naylon vs gibi farklı cinslerde sentetik liflerin kullanıldığı görülmektedir. İç yüzde kullanılan lif cinsi özellikle teri çabuk bir şekilde kolaylıkla kuruyabileceği üst tabakaya ilemesi bakımından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, çift yüzlü kumaşlarda iç yüzde kullanılan lif cinsi kadar üst yüzde kullanılan lif cinsi de önem taşımaktadır. Üst yüzde kullanılan lif cinsi hem iletilen teri üst tabakada dağıtarak kuruma sağlaması bakımından hem de kumaşlara belli estetik görünüm kazandırması bakımından özellikle önem taşımaktadır.

Dış yüzünde pamuk lifi dışında nemi içine çeken diğer hidrofil özelliklerde farklı cinslerdeki liflerin kullanıldığı çift yüzlü örme kumaşların termofizyolojik özellikleri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır.

Suganthi ve Senthilkumar (2017) iç yüzü poliester ve dış yüzü modal ve bambu ipliklerden iki farklı örgüde üretilen çift yüzlü örme kumaşların termofizyolojik özellikleri ile ilgili çalışma yapmıştır. Farklı örgüler kumaşın iç yüzlerine farklı sıklıklarda askı ilmekleri yerleştirilerek oluşturulmuştur. Örgülerin birinde askılar daha sık diğerinde aralıklı olarak yerleştirilmiştir. Askıların oluşturulma sıklığı kumaşların kalınlık ve sıklık değerlerini etkilediği için konfor özelliklerini etkilediği belirtilmiştir. Askıların daha az sıklıkta yerleştirildiği bambu iplikten yapılan kumaş yapısı için en yüksek ısı iletkenlik, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve kılcallık değerleri elde edilmiştir. Yine bu kumaşların daha az su emdiği ve daha çabuk kurduğu gösterilmiştir. Elde ettikleri deneysel sonuçlara göre, askıların daha az sıklıkta yerleştirildiği iç yüzü poliester dış yüzü bambu iplikten yapılan kumaşın aktif spor için en uygun kumaş yapısı olduğu belirtilmiştir.

Long (1999) kumaşların nem iletim özelliklerini incelemek amacı ile ürettikleri çift yüzlü örme kumaşların üst yüzlerinin oluşumu için pamuk ipliği ile yün, akrilik ve poliamid lif karışıklı ipliğini, kumaşların iç yüzlerinin oluşumu için ise pamuk, polipropilen, poliester ve akrilik ipliklerini seçmişlerdir. Bu hammaddeler ile farklı iplik numara ve ilmek iplik uzunluğunda pamuk/pamuk, pamuk/polipropilen, pamuk/poliester, pamuk/akrilik, yün-akrilik-poliamid/polipropilen ve yün-akrilik-poliamid/poliester kombinasyonlarında ürettikleri çift yüzlü örme kumaşların su buharı geçirgenliğini ve damlatma metoduna göre ölçtükleri nem iletim özelliklerini incelemişlerdir. Kumaşların su buharı ve hava geçirgenlik özelliklerinin kumaşların gözeneklilik özelliklerine bağılı olduğu, kumaşların nem iletim özelliklerinin ise iç ve dış yüzlerde kullanılan liflerin su emme özelliklerine bağılı olduğu belirtilmiştir. Pamuk/poliester kumaşların benzer özelliklerdeki pamuk/polipropilen kumaşlardan kumaşın iç tarafında daha küçük ıslak alan ve kumaşın dış tarafında daha büyük ıslak alan oluşturdukları için daha iyi nem iletim özelliklerine sahip olduğu ve bu nedenle daha iyi kuruluk hissi verdikleri ifade edilmiştir.

Lokhande ve ark. (2014) kumaşın iç tarafının poliester ve polipropilen ipliklerden, dış tarafının pamuk ve viskoz ipliklerden oluştuğu poliester/pamuk, poliester/viskoz, polipropilen/pamuk ve polipropilen/viskoz iplik kombinasyonlarında çift yüzlü örme

kumaşlar üretmişler ve bu kumaşların kılcallık, su buharı geçirgenliği, ısı yalıtım ve su emicilik özelliklerini içeren termofizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Kumaşların su emicilik özellikleri bir damla suyun kumaş tarafından tamamen emildiği zamanın ölçülmesi ile elde edilmiştir. Polipropilen/viskoz örme kumaş en yüksek kılcallık ve su emicilik özelliği gösterirken, poliester/viskoz kumaşlar en yüksek hava geçirgenliği ve polipropilen/pamuk kumaşlar en yüksek ısı yalıtım özelliği göstermiştir. Tüm kumaşlar içerisinde polipropilen/viskoz kumaşın spor giyim için en uygun olduğu ifade edilmiştir.

Bivainyte ve Mikucioniene (2011) ile Bivainyte ve ark. (2012) yaptıkları iki çalışmada vanize örgü tekniği ile iki farklı örgü yapısında çift yüzlü örgü tekniği kullanarak ürettikleri çift yüzlü örme kumaşların termofizyolojik konfor özelliklerini araştırmışlardır. Kumaşların dış yüzlerinin oluşumu için pamuk ve bambu iplikleri kullanılırken, iç yüzlerinin oluşumu için ise polipropilen, polyester, poliamid, Coolmax lifleri içeren sentetik iplikler kullanılmıştır.

Bivainyte ve Mikucioniene (2011) ilk çalışmasında farklı örgü yapısındaki çift yüzlü örme kumaşların hava ve su buharı geçirgenlik özelliklerini incelemişlerdir. Hava geçirgenlik değerlerini daha çok örgü yapısı ve ilmek iplik uzunluğunun etkilediği, su buharı geçirgenlik değerlerini ise liflerin ıslanma ve kılcallık özelliklerinin etkilediği belirtilmiştir. Dış yüzü pamuk veya bambu ipliklerinden ve iç yüzü Coolmax iplikten örülen kumaşlar en yüksek su buharı geçirgenliği gösterirken, dış yüzü pamuk veya bambu ipliklerinden ve iç yüzü polipropilen ipliğinden örülen kumaşlar en düşük su buharı geçirgenliği göstermiştir. Bambu ve sentetik iplik kombinasyonundan oluşan kumaşlar pamuk ve sentetik iplik kombinasyonundan oluşan kumaşlardan daha yüksek su buharı geçirgenlik değerleri göstermiştir.

Bivainyte ve ark. (2012) diğer çalışmasında bir önceki çalışmada ele aldıkları üç farklı örgü yapısındaki çift yüzlü örme kumaşların ısı özelliklerini incelemişlerdir. Kumaşların ısı özelliklerini lif cinsinin, kumaş yapısal parametrelerinin ve örgü yapısının etkilediği belirtilmiştir. Çift yüzlü örgü tekniği ile üretilen kumaşlar vanize kumaşlardan daha yüksek ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri göstermiştir. Sentetik iplik tipinin ısı direnç üzerindeki etkisinin pamuk ve bambu ipliklerden daha fazla olduğu, buna karşın sentetik iplik tipinin ısı iletkenlik üzerindeki etkisinin düşük olduğu ifade edilmiştir. Bambu ve sentetik iplik kombinasyonu ile örülen kumaşların ısı iletkenlik değerleri pamuk ve sentetik iplik kombinasyonunda örülen kumaşlardan daha düşük olarak

bulunmuştur. En yüksek ısı direnç değerleri Coolmax ile pamuk veya bambu iplik kombinasyonunda örülen kumaşlar için elde edilmiştir.

Crina ve ark. (2013) ön yüzde soya ipliği, bağlantı kısmı ile arka yüzde poliester, poliamid ve polipropilen iplikler kullanarak sandviç örgü tekniği ile farklı örgülerde çift yüzlü örme kumaşlar üretmişler ve örgü yapısının kumaşların termofizyolojik konfor özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sandviç örgü tipinin etkisini incelemek için dört farklı örgüde sandviç örme kumaş üretmişlerdir. Örgüler bağlantı kısımlarında ve kumaş yüzlerinde kullanılan ilmek hareketlerine (ilmek, askı, atlama) göre çeşitlilik göstermiştir. Bu amaçla, bağlantı kısımlarında kullanılan ilmek hareketi etkisi için bağlantı kısımları sadece askı ve sadece ilmek hareketlerinden oluşan örgüler ile bağlantı kısımları askı hareketi ile oluşturulan örgülerde askı hareketinin daha kısa veya daha uzun mesafede bağlantı yaptığı örgüler üretmişlerdir. Yüzlerde kullanılan ilmek hareketi etkisinin incelenmesi için ise yüzlerinde sadece ilmeklerin, ilmek-atlama kombinasyonlarının ve ilmek-askı kombinasyonlarının bulunduğu örgüler üretmişlerdir. Ön ve arka kumaş yüzlerini birleştiren bağlantı ipliğinin askı veya ilmek hareketinden oluşması kumaş kalınlığı ve gözenekliliği üzerinde etkili olduğu için kumaşların ısı konfor özelliklerini de etkilediği belirtilmiştir. Bağlantı ipliği ilmek hareketinden oluşan ve yüzlerinde atlamalar kullanılarak açık hale getirilen örgü en düşük ısı iletkenlik değeri göstermiştir. Bağlantı kısımları daha kısa mesafede bağlantı yapan askı ilmeklerinden ve kumaş yüzleri ilmeklerden oluşan örgüler daha yüksek ısı iletkenlik değerleri göstermiştir. Kumaş yüzü atlama ilmekler ile daha açık hale getirilen kumaşlar için en yüksek su buharı ve hava geçirgenlik sonuçları elde edilmiştir.

Onal ve Yildirim (2012) ev tekstilinde kullanılmak üzere yüzlerinde farklı lif kombinasyonları kullanarak farklı sıklıklarda ve örgü tiplerinde sandviç örgü tekniği ile ürettikleri çift yüzlü örme kumaşların termofizyolojik konfor özelliklerini incelemişlerdir. Örgü yapısının etkisinin incelenmesi için kumaş yüzlerinde askı ve ilmek kombinasyonları kullanarak veya sadece ilmekler kullanarak yüzleri açık ve kapalı iki farklı tipte örgü üretmişlerdir. Kumaşların ön yüzünde pamuk/gümüş, Outlast/poliester, Outlast/pamuk karışımı iplikler ve Coolmax iplik, bağlantı kısımlarında monofilament veya multifilament poliester iplikler ve arka yüzde multifilament poliester iplik kullanılmıştır. Lif cinsi kombinasyonlarının daha çok ısı soğurganlık üzerinde, örgü yapısının ise ısı direnç ile su buharı geçirgenliğinde etkili olduğu belirtilmiştir. Selülozik

özellikteki lif miktarı arttıkça ısı iletkenlik artış göstermiştir. Outlast lif miktarındaki artış ısı ısoğurganlık değerklerinde artışa neden olmuş ve bu kumaşların soğukluk hissi verdiği belirtilmiştir. Yüzü açık örgüye sahip kumaşlar daha yüksek ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı difüzyon, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği göstermiştir.

Suganthi, Sentilkumar ve Dipika (2017) voleybol spor giysi amaçlı kullanılmak üzere modal, polipropilen ve mikro poliester iplikler kullanarak hem tek katlı single jersey kumaşlar hem de vanize ve sandviç örgü tekniklerinde çift yüzölü örme kumaşlar üretmişlerdir. Çift yüzölü örme kumaşlar sandviç örgü prensibi kullanılarak üretilmiş olup, kumaşların yüzlerine ayrıca farklı sıklıklarda askı ilmekleri yerleştirilmiştir. Diğer çift yüzölü sandviç örgü, vanize ve single jersey kumaşların özellikleri ile karşılaştırıldığında, polipropilen-modal lif kombinasyonu ile üretilen ve yüzünde tek askı bağlantısı bulunan çift yüzölü kumaşın hava geçirgenlik, su buharı geçirgenlik, ısı iletkenlik, kılcallık ve kuruma özellikleri yüksek olarak elde edilmiş olup, bu kumaş yapısının spor giyim için en uygun olduğu belirtilmiştir.

Suganthi ve Senthilkumar (2018a) kumaşların iç yüzünde polipropilen ve poliester iplikler, kumaşların dış yüzünde viskoz, modal ve bambu iplikler kullanarak viskoz-polipropilen, modal-polipropilen, viskoz-mikro poliester, modal-mikro poliester, viskoz-poliester, modal-poliester, bambu-poliester kombinasyonlarında çift yüzölü örme kumaşlar üretmişler ve bu kumaşların MMT cihazı ile ölçtükleri sıvı nem yönetim özelliklerini incelemişlerdir. İç tarafı mikro poliester ve dış tarafı modal ipliklerden üretilen kumaşlar daha iyi nem iletim özellikleri gösterdiği ve yüksek seviyede konfor sağladığı belirtilmiştir.

Suganthi ve Senthilkumar (2018b) bir sonraki çalışmasında tenis spor giysi amaçlı dış tarafı tencel iplikten iç tarafı akrilik veya mikro poliester ipliklerden yapılan çift yüzölü örme kumaşların konfor özelliklerini ele almışlardır. Bu iplikler ile tencel-akrilik, tencel-mikro poliester, tencel-akrilik, tencel-mikro poliester, tencel-akrilik, tencel-mikro poliester kombinasyonlarında yüzlerinde farklı sıklıklarda askı ilmekleri bulunan örme kumaşlar üretmişlerdir. Diğer kumaşlar ile karşılaştırıldığında, yüzünde daha az sayıda askılar bulunan iç tarafı mikro poliester iplikten yapılan kumaş daha yüksek hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, kılcallık ve kuruma hızı ve daha düşük ısı direnç göstermiştir.

Tüm bu literatür çalışmaları incelendiğinde görülebileceği üzere giysilerden beklenen konfor özelliklerini karşılayabilmek için, kumaşların ön (dış), arka (iç) yüzlerinde ve bağlantı tabakasında kullanılan ipliklerin çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda çift yüzöl kumaşların vücutla temas eden kumaşın iç yüzünde veya bağlantı noktalarında yaygın olarak üretilen poliester, polipropilen, naylon, poliamid, akrilikten oluşan birçok sentetik lif cinslerinin kullanıldığı ve lif cinsinin elde edilen kumaşların konfor özellikleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği görülmektedir. Yine bu yapılan çalışmalarda lif cinsi olarak sadece lifin kimyasal yapısı değil özellikle poliester lifler için lifin diğer önemli özelliklerinden konfor özelliklerine etkisi bulunan lifin enine kesit şekli, mono veya multi filament olma durumu, filament sayısı, lif inceliği, mikro lif olma durumu, içi boş lif olma durumu, tekstüre olma durumu, iplik numara etkilerinin de konfor özellikleri üzerindeki etkileri yine araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalarda kumaşların iç tarafında sentetik lif olarak genel olarak poliester liflerinin nem iletim özelliği sağlamak için daha avantajlı olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada bu nedenle kumaşların iç tarafında poliester iplikler kullanılacaktır.

Günümüzde avantajlı estetik, konfor ve birçok fiziksel özelliklerinden dolayı selülozik esaslı rejenere liflerinin kullanımları gittikçe artmaktadır. Özellikle son yıllarda geliştirilen yeni üretim teknikleri ile her tür ihtiyaca cevap verebilecek farklı özellikte selülozik esaslı rejenere lifler üretilmiştir. Modal viskoz lifleri yüksek mukavemet ve yüksek yaş elastisite modülü veren işlem ile üretilmektedir. Viskoz lifi ile karşılaştırıldığında, modal lifi yüksek kuru ve yaş mukavemet, yüksek yaş modül, düşük su tutma kapasitesi ve daha düşük şişme gibi avantajlı özelliklere sahiptirler. Modal lifinden üretilen kumaşlar parlak renklere, yumuşak ve ipek benzeri tutuma sahip olmaktadır. Birçok durumda modal lifleri viskoz lifleri yerine kullanılabilmektedir. Bu çalışmada kumaşların üst tarafında avantajlı özelliklerinden dolayı pamuk ve viskoz lifine alternatif olarak modal lifleri de birlikte kullanılmıştır. Lif karışımları giysi performansı ile ilgili beklentileri en iyi bir şekilde karşılamak için yapılmaktadır. Bu çalışmada özellikle kendine has özellikleri olan ipek, yün ve poliester gibi liflerle karıştırılarak kumaşların hem konfor hem de estetik görünümü iyileştirilmiştir. Çift yüzöl kumaşların üst yüzünde bahsedilen liflerin kullanıldığı çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışmanın bu bakımdan literatüre katkı sağlaması düşünülmektedir.

3. MATERYAL VE METOD

Materyal ve metod bölümünde kumaşların üretiminde kullanılan iplik tipleri ile özellikleri, kumaşların üretilmesinde kullanılan makineler ile özellikleri, üretilen kumaş tipleri ile kodları, üretilen kumaşların yapısal özelliklerinin ölçülmesinde kullanılan metotlar, kumaşların sıvı nem yönetim özelliklerinin ölçülmesinde kullanılan test cihazı ve test standardı ve son olarak kullanılan deney sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntemler sunulmuştur.

3.1. Kumaşların Üretiminde Kullanılan İplik Tipleri ve Özellikleri

Lif cinsinin kumaşların nem yönetim özellikleri üzerindeki etkisini inceleyebilmek için, çift yüzlü örme kumaşların dış yüzünde Ne 30 iplik numarasında farklı lif cinsleri içeren %100 pamuk, %100 viskoz, %100 modal, %90/%10 viskoz/ipek, %85/%15 viskoz/yün ve %80/%20 viskoz/poliester iplikler kullanılmıştır. Kumaşların dış yüzü ile aynı iplik numarası elde etmek için, kumaşların iç yüzünde 100 denye ve 70 denye poliester iplikler birlikte kullanılmış ve bu şekilde toplam 170 denye (Ne 31,26) iplik elde edilmiştir. Elastan iplik kullanımının etkisini inceleyebilmek için yine desensiz temel sandviç örgü yapısındaki çift yüzlü kumaşların üretiminde 70/40 denye poliester/elastan gipe iplik kullanılmıştır. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan farklı lif cinsleri içeren tüm iplikler ve kodları aşağıda Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kumaşların üretiminde kullanılan iplikler, kodları ve numaraları

No	Lif cinsi ve karışım oranı	Kod	İplik No
1	%100 pamuk	Co	Ne 30
2	%100 viskoz	V	Ne 30
3	%100 modal	M	Ne 30
4	%90 viskoz %10 ipek	VS	Ne 30
5	%85 viskoz %15 yün	VW	Ne 30
6	%80 viskoz %20 poliester	VP	Ne 30
7	%100 poliester	P	(100+70) denye (Ne 31,3)
8	poliester/elastan gipe	PEl	70/40 denye

Çizelge 3.1’de verilen iplik kodları üretilen iplik ve kumaşların test sonuçlarının verildiği çizelgeler ve şekillerde kullanılmıştır. Çizelge 3.1’de verilen kodlarda ipliğin üretildiği lif cinsinin İngilizce isminin baş harfi veya ilk iki harfi kullanılmıştır. İki lifin karışımından oluşan ipliklerde karışımı oluşturan liflerin İngilizce isimlerinin baş harfleri kullanılmıştır. İpliklerin fiziksel özellikleri kumaşların yapısal özelliklerini etkileyerek kumaşların sıvı nem yönetim özelliklerini etkileyebileceği için, kumaşların üretilmesinde kullanılan ipliklerin fiziksel özellikleri ölçülmüştür. Örme kumaşların üretilmesinde kullanılan ince ve kalın poliester ipliklerin fiziksel özellikleri Çizelge 3.2’de ve pamuk, viskoz, modal lif içeren ipliklerin ve viskoz lif karışumlu ipliklerin fiziksel özellikleri Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri

Fiziksel özellik	P	
	ince	kalın
Mukavemet (Rkm)	38,48 (2,23)	41,02 (1,55)
Kopma uzaması (%)	17,64 (1,34)	18,48 (1,45)

*Standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir.

Çizelge 3.3. Pamuk, viskoz ve modal lif içeren ipliklerin ve viskoz lif karışumlu ipliklerin fiziksel özellikleri

İplik cinsleri	Co		V	M	VS	VW	VP
	Kalın	İnce					
U (%)	8,90 (1,9)	10,19 (0,03)	10,51 (0,12)	8,32 (0,17)	8,98 (0,17)	9,80 (0,08)	10,51 (0,38)
CVm (%)	11,22 (1,8)	12,87 (0,07)	13,25 (0,16)	10,49 (0,24)	11,33 (0,23)	12,41 (0,08)	13,34 (0,56)
İnce yer (-%50)	0 (0)	2,0 (2,1)	5,5 (5,4)	0 (0)	0 (0)	1,0 (2,2)	3,5 (3,8)
Kalın yer (+%50)	7,5 (4,3)	25,0 (7,5)	19,0 (12,1)	5,5 (2,1)	15,5 (6,9)	26,0 (2,9)	61,5 (32,2)
Neps (+%280)	5,5 (2,7)	5,0 (6,1)	3,0 (2,7)	3,5 (2,9)	12,0 (2,7)	13,5 (4,5)	25,0 (12,7)
Tüylülük (H)	5,08 (0,42)	4,51 (0,20)	4,17 (0,04)	5,97 (0,26)	5,35 (0,18)	5,78 (0,24)	6,43 (0,18)
Mukavemet (Rkm)	18,21 (1,34)	15,85 (1,23)	13,33 (1,06)	24,06 (1,51)	17,51 (1,25)	14,98 (0,99)	12,46 (1,02)
Kopma Uzaması (%)	5,20 (0,25)	5,02 (0,28)	12,01 (1,09)	11,40 (0,60)	14,32 (1,17)	11,17 (1,11)	12,01 (0,81)

*Standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir.

3.2. Kullanılan Yuvarlak Örme Makinesinin Özellikleri

Çift yüzlü örme kumaşlar makine inceliği E24, çapı 34 inç ve sistem sayısı 108 olan çift plakalı Mayer & Cie marka yuvarlak örme makinesinde aynı makine ayarlarında örülmüştür. Kullanılan yuvarlak örme makinesinin fotoğrafı Resim 3.1’de gösterilmiştir.

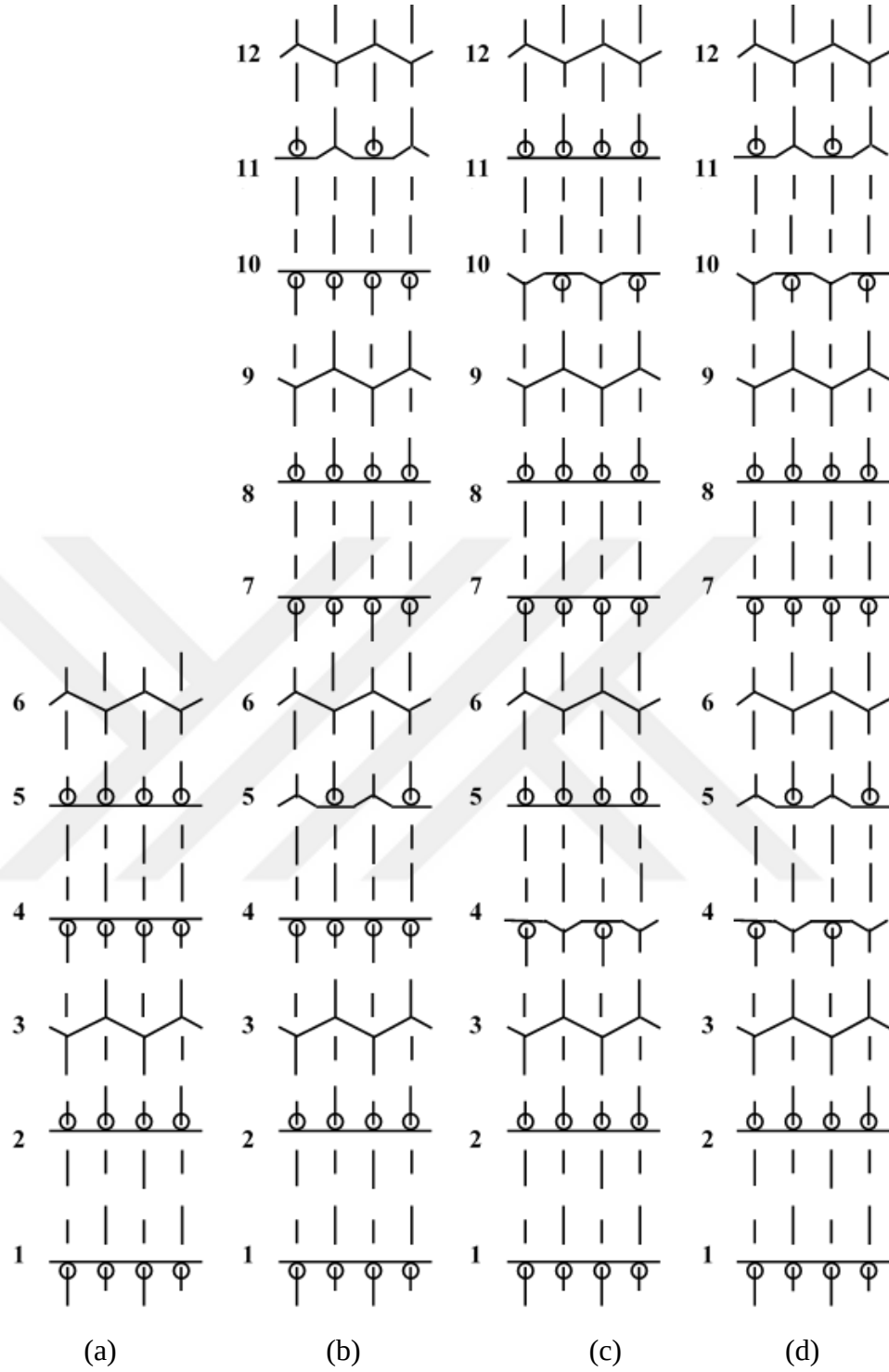


Resim 3.1. Mayer & Cie marka yuvarlak örme makinesi görünümü

3.3. Kumaşların Örülmesinde Kullanılan Örgü Raporları

Bu çalışmadaki tüm çift yüzlü örme kumaşlar interlok örgü yapısında sandviç örgü tekniği kullanılarak üretilmiştir. Sandviç örgü tekniğinde iğne yatakları üzerinde iki ayrı örme kumaş yüzeyi oluşturulmakta ve daha sonra bu kumaş yüzeyleri bağlantı ipliği ile birbirlerine bağlanmaktadır. Kumaş yüzeyleri arasındaki bağlantı her iki iğne yatağı üzerinde çalışan askılar ile sağlanmaktadır. Sandviç örgü tekniğinin en büyük avantajı kumaş yüzeylerinde farklı lif cinslerinin ve örgü yapılarının kullanımına izin vermesidir.

Sandviç örgü kumaş yüzlerinde sadece ilmek yapıları kullanılarak desensiz olarak üretilebildiği gibi, askı ve atlamadan oluşan farklı ilmek yapılarının farklı sayı ve kombinasyonlarda ilmekler ile birlikte kullanılması ile de üretilebilmektedir. Askılar kumaş yüzeylerinde gözenekler ve kabartılar oluşturmaktadır. Gözenek ve kabartılar kumaşların estetik görünümünü, kumaşların fiziksel ve konfor özelliklerini değiştirmektedir. Özellikle kumaş yüzeylerinde oluşan gözenekler kumaşların nefes alabilirliğini iyileştirmektedir. Sandviç örgü tekniğinde askılar kumaşların iç veya dış yüzlerine veya her iki yüzüne yerleştirilebilmektedir. Bu çalışmada üretilen çift yüzlü örme kumaşların örgü raporları Şekil 3.1 (a-d) arasında verilmiştir.



Şekil 3.1. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan örgü raporu a) Temel sandviç örgü b) İç yüzü askılı c) Dış yüzü askılı d) İç ve dış yüzü askılı

Örgü yapısının kumaşların sıvı nem yönetim özelliği üzerindeki etkisini incelemek için tamamen ilmeklerden oluşan süprem örgü yapısı ve ilmek ile askılardan oluşan tek toplama lakost örgü yapısı sandviç kumaş üretim tekniği ile kumaş yüzlerinde

farklı şekillerde kombine edilmiştir. Aşağıda verildiği gibi dört farklı örgü yapısında sandviç örgü tekniği ile kumaşlar üretilmiştir.

1. Temel sandviç örgü
2. İç yüzü askılı
3. Dış yüzü askılı
4. İç ve dış yüzü askılı

Şekil 3.1 (a)'da gösterilen kumaş tipi, her iki yüzünde süprem görünümüyle temel sandviç örgü yapısını temsil etmektedir. Makine üzerinde üretilirken ön ve arka iğne yataklarındaki iğneler ile kumaşların sırası ile iç ve dış yüzleri oluşturulmakta ve daha sonra askı bağlantıları ile iki kumaş yüzü birleştirilmektedir. Temel sandviç örgüsünde kumaş yüzlerinde askı ilmekleri kullanılmamıştır.

Şekil 3.1 (a)'dan görüleceği üzere temel sandviç örgü altı sıradan oluşmaktadır. 1. ve 4. sıralarda ön iğne yatağında (silindir) bulunan uzun ve kısa iğneler ile ilmek oluşturularak çift yüzlü örme kumaşın dış yüzü ve 3. ve 6. sıralarda ise arka iğne yatağında (kapak) bulunan uzun ve kısa iğneler ile ilmek oluşturularak çift yüzlü örme kumaşın iç yüzü oluşturulmuştur. 2. ve 5. sıralar iç ve dış yüzleri birleştiren askı ilmekleri içeren bağlantı sırasıdır. Bağlantı sıralarında interlok örgü oluşumuna uygun olarak önce her iki yatakta bulunan uzun iğneler, daha sonra ise kısa iğneler askı hareketi yaparak iki kumaş yüzünü bağlamaktadır.

Şekil 3.1 (b-d)'de gösterilen kumaş türlerinde ilmek ve askı kombinasyonları kumaş yüzlerine tek toplama lakost örgü yapısı şeklinde yerleştirilmiştir. Şekil 3.1(b)'deki kumaş tipi iç yüzünde tek toplama lakost ve dış yüzünde süprem örgü görünümüne sahip sandviç yapıyı temsil etmektedir. Şekil 3.1 (b)'de verilen 12 sıradan oluşan örgü raporunda askılar kumaşın iç yüze yerleştirilmiştir. Kumaşın iç yüzünü oluşturan 2., 5., 8. ve 11. sıralarda ilmekler ve askılar iç yüzde tek toplama lakost örgü görünümü oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Tek toplama lakost örgüsüne uygun olarak 5. ve 11. sıralardaki askılar birbirlerine çapraz olarak yerleştirilmiştir. Kumaşların dış yüzünü 1., 4., 7. ve 10. sıralar oluşturmaktadır. Kumaşın dış yüzü süprem görünümünde olduğu için rapordaki bu sıralar sadece ilmeklerden oluşmaktadır. 3., 6., 9. ve 12. sıralar askıları içeren bağlantı sıralarını oluşturmaktadır.

Şekil 3.1 (c)'deki kumaş tipi iç yüzünde süprem ve dış yüzünde tek toplama lakost örgü görünümüne sahip sandviç yapıyı temsil etmektedir. Şekil 3.1 (c)'de verilen 12 sıradan oluşan örgü raporunda askılar kumaşın dış yüzüne yerleştirilmiştir. Kumaşın dış yüzünü oluşturan 1., 4., 7. ve 10. sıralarda ilmekler ve askılar dış yüzde tek toplama lakost örgü görünümünü oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Tek toplama lakost örgüsüne uygun olarak 4. ve 10. sıralardaki askılar birbirlerine çapraz olarak yerleştirilmiştir. Kumaşların iç yüzünü 2., 5., 8. ve 11. sıralar oluşturmaktadır. Kumaşın iç yüzü süprem görünümünde olduğu için rapordaki bu sıralar sadece ilmeklerden oluşmaktadır. 3., 6., 9. ve 12. sıralar askıları içeren bağlantı sıralarını oluşturmaktadır.

Şekil 3.1 (d)'deki kumaş tipi hem iç hem de dış yüzlerinde tek toplama lakost örgü görünümüne sahip sandviç yapıyı temsil etmektedir. Şekil 3.1 (d)'de verilen 12 sıradan oluşan örgü raporunda bu kez askılar kumaşın her iki yüzüne çapraz olarak şekilde yerleştirilmiştir. Kumaşın iç yüzünü oluşturan 2., 5., 8. ve 11. sıralarda ve dış yüzünü oluşturan 1., 4., 7. ve 10. sıralarda ilmekler ve askılar tek toplama lakost örgü görünümünü oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. 3., 6., 9. ve 12. sıralar askıları içeren bağlantı sıralarını oluşturmaktadır.

Şekil 3.1 (b-d)'deki askı desenli kumaş yapılarını Şekil 3.1 (a)'daki temel sandviç kumaş yapısından ayırt etmek için notasyon kullanılmıştır. Askı terimi için İngilizce 'Tuck' kelimesinin ilk harfi kullanılmıştır. Şekil 3.1 (b)'deki iç yüzü askılı kumaş için 'IT' (Inner Tuck), Şekil 3.1 (c)'deki dış yüzü askılı kumaş için 'OT' (Outer Tuck) ve Şekil 3.1 (d)'deki iç ve dış yüzü askılı kumaş için 'IOT' (Inner Outer Tuck) gösterimleri kullanılmıştır.

3.4. Üretilen Kumaş Çeşitleri ve Deney Planı

Bu çalışmada dış yüzde kullanılan lif cinsinin, elastan kullanımının ve örgü yapısının sandviç tipi çift yüzlü örme kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkileri incelendiği için üretilecek kumaş çeşitleri ve deney planı bu parametreler çeşitlilik gösterecek şekilde hazırlanmıştır.

Farklı lif cinsleri ve karışımları içeren ipliklerin, elastan ipliğin ve örgü yapılarının kumaş yüzlerinde ve bağlantı kısımlarında farklı şekillerde birbirleri ile kombine edilmesi

ile toplam 20 farklı çeşit çift yüzlü örme kumaşlar üretilmiştir. Bu çalışma için üretilen tüm kumaş tipleri Çizelge 3.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Çift yüzlü örme kumaşların üretilmesinde kullanılan iplikler ve kodlar

No	Grup	Kumaş gruplarındaki lif cinsleri	Örgü yapısı	İplik tipi			Kumaş Kodları
				İç	Dış	Bağlantı	
1	A	Tüm tabakalar aynı lif cinsi	Temel sandviç	Co	Co	Co	Co-Co
2				P	P	P	P-P
3	B	İç: P Dış: Co, V ve M Bağlantı: P	Temel sandviç	P	Co	P	P-Co
4				P	V	P	P-V
5				P	M	P	P-M
6	C	İç: P Dış: V karışıklı Bağlantı: P	Temel sandviç	P	VS	P	P-VS
7				P	VW	P	P-VW
8				P	VP	P	P-VP
9	D	İç: P Dış: Co, V ve M Bağlantı: PEI	Temel sandviç	P	Co	P	P-Co-PEI
10				P	V	P	P-V-PEI
11				P	M	P	P-M-PEI
12	E	İç: P Dış: Co, V ve M Bağlantı: P	İç askılı	P	Co	P	P-Co-IT
13				P	V	P	P-V-IT
14				P	M	P	P-M-IT
15	F	İç: P Dış: Co, V ve M Bağlantı: P	Dış askılı	P	Co	P	P-Co-OT
16				P	V	P	P-V-OT
17				P	M	P	P-M-OT
18	G	İç: P Dış: Co, V ve M Bağlantı: P	İç dış askılı	P	Co	E	P-Co-IOT
19				P	V	E	P-V-IOT
20				P	M	E	P-M-IOT

Lif cinsi, elastan kullanımı ve örgü cinsinin kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılması ve incelenen parametre karşılaştırmaların yapılabilmesi için Çizelge 3.4’deki tüm 20 çeşit kumaş lif cinsleri, örgü yapısı ve elastan kullanımı dikkate alınarak A-G olmak üzere yedi farklı gruba ayrılmıştır.

Çizelgede kumaşların üretiminde kullanılan örgü çeşitleri, iç ve dış yüzlerinde ve bağlantı kısımlarında hangi lif cinslerinin kullanıldığı ve üretilen kumaşlara verilen kısaltılmış kod şeklindeki isimler belirtilmiştir. Son sütunda gösterilen kumaşların kısaltılmış kod isimleri Çizelge 3.1’de açıklandığı gibi, kumaşların iç ve dış yüzlerinde kullanılan lif cinslerinin İngilizce isimlerinin baş harflerine göre verilmiştir. İç ve dış yüzlerde kullanılan lif cinsleri birbirlerinden tire işareti ile ayrılmıştır. Tireden önceki harf iç yüzde kullanılan lif cinsini, tireden sonraki harf veya harfler dış yüzde kullanılan lif cinsini göstermektedir. İkinci tireden sonraki kodlar elastan iplik kullanımı ve örgü cinsini göstermektedir. Tüm kumaş grupları ve grupları oluşturan kumaşların özellikleri aşağıda verildiği gibi açıklanmıştır.

A grubu kumaşlar: A grubunda bulunan Co-Co ve P-P olarak adlandırılan iki kumaş referans kumaşlar olarak belirlenmiştir. Bu grup kumaşların her iki yüzlerinde ve bağlantı kısımlarında aynı lif cinsi kullanılmıştır. Co-Co kumaşın her iki yüzünde Ne 30 iplik numarasında pamuk ipliği ve bağlantı kısmında Ne 36 iplik numarasında pamuk ipliği, P-P kumaşın ise her iki yüzünde 170 denye (Ne 31) poliester ipliği ve bağlantı kısmında 70 denye poliester ipliği kullanılmıştır. Her iki kumaşın örülmesi için Şekil 3.1 (a)’da verilen her iki yüzleri ilmeklerden oluşan temel sandviç örgü kullanılmıştır.

B ve C grubu kumaşlar: Literatür araştırmasına göre ve daha öncede belirtildiği gibi, terin vücuttan hızlı bir şekilde uzaklaştırılması için kumaşların iç yüzünde hidrofob özellikte ve nem iletim özelliğine sahip iplikler, kumaşların dış yüzlerinde ise nem absorbe etme yeteneği yüksek olan hidrofil özellikte iplikler kullanılmaktadır. B ve C grubu kumaşlar bu amaca uygun olarak üretilmiştir. Bu çalışmada dış yüzde kullanılan lif cinsinin kumaşların sıvı nem yönetim özelliğine olan etkisi incelendiği için, iç yüzde ve bağlantı kısımlarında kullanılan lif cinsi sabit tutularak dış yüzde kullanılan lif cinsi değiştirilmiştir. Bu nedenle, B ve C grubundaki tüm kumaşların iç yüzleri 170 denye poliester iplikler ve bağlantı kısımları 70 denye poliester iplikler ile örülmüştür. Kumaşların dış yüzlerinde ise Ne 30 iplik numarasında farklı lif cinsleri içeren pamuk, viskoz, modal, viskoz/ipek, viskoz/yün ve viskoz/poliester iplikler kullanılmıştır. Bu şekilde B grubunda P-Co, P-V ve P-M ve benzer şekilde C grubunda P-VS, P-VW ve P-VP kumaşlarından oluşan altı farklı çeşit kumaş elde edilmiştir. B ve C grubundaki kumaşlarda lif cinsinin etkileri incelendiği için örgü cinsi olarak yine Şekil 3.1 (a)’da verilen standart sandviç örgü tipi kullanılmıştır.

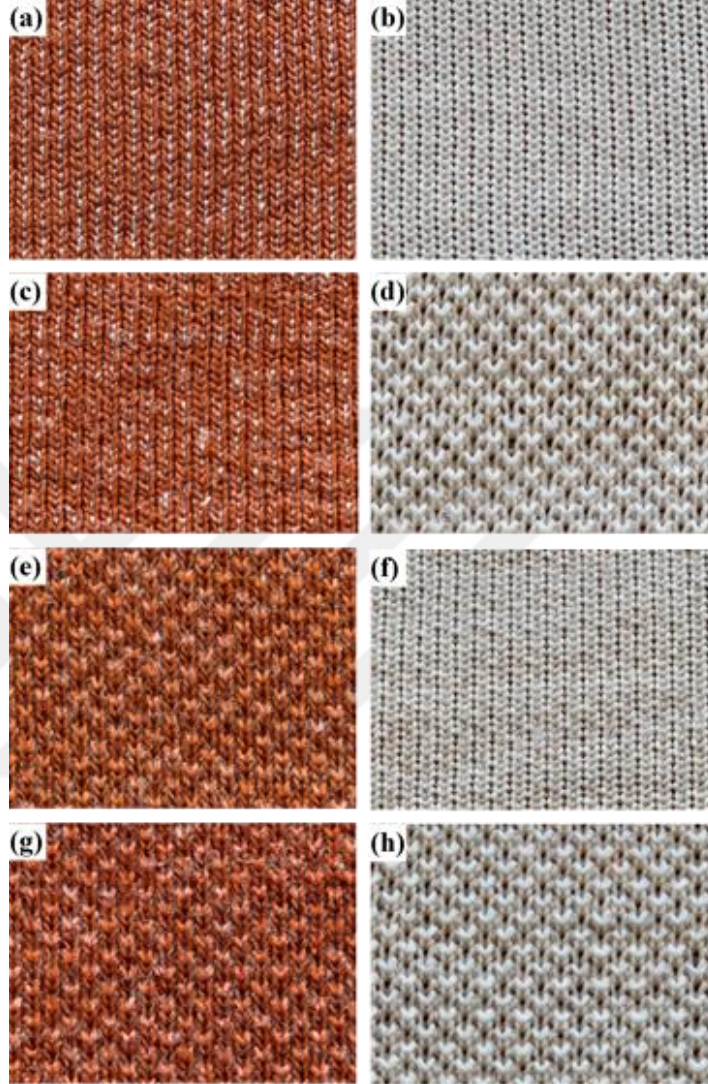
D grubu kumaşlar: Bu grupta bulunan kumaşlar elastan lif kullanımının kumaşların sıvı nem yönetim özelliklerine olan etkilerini incelemek için üretilmiştir. D grubu kumaşlar B grubu kumaşlar ile karşılaştırılmıştır. Bu nedenle D grubu kumaşları örmek için B grubu kumaşların iç ve dış yüzlerinde kullanılan lif cinsleri ve örgü yapısı kullanılmıştır. B grubunda bulunan iç yüzü poliester dış yüzü pamuk, viskoz ve modal iplikler ile temel sandviç örgü (Şekil 3.1 (a)) kullanılarak örülen kumaşların aynısı bu kez bağlantı kısmında 70 denye poliester iplik yerine bu kez elastan içeren 70/40 denye gipe elastan iplik kullanılarak üretilmiş ve D grubu kumaşlar elde edilmiştir. Kod isim verilirken poliester elastan ipliğin baş ve ilk iki harfleri (PEL) yine lif cinsinden sonra verilmiştir.

E, F ve G grubu kumaşlar: Bu grupta bulunan kumaşlar örgü tipinin kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için üretilmiştir. E, F ve G grubunda bulunan ve yüzlerinde askılar bulunan kumaşların özellikleri ile üzerlerinde askılar bulunmayan temel sandviç örgüdeki B grubu kumaşların özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla E, F ve G grubu kumaşlar B grubundaki kumaşları örmede kullanılan aynı iplikler ile örülmüş olup her grupta sadece örgü cinsi değiştirilmiştir. E, F ve G grubu kumaşların iç yüzü ve bağlantı kısımlarında B grubu kumaşlarda olduğu gibi aynı numarada 170 denye ve 70 denye P iplikler ve dış yüzeylerinde ise yaklaşık Ne 30 numara pamuk, viskoz ve modal lif içeren iplikler kullanılmıştır.

E grubu kumaşların örülmesi için Şekil 3.1(b)'de verilen iç yüzünde askılar bulunan örgü, F grubu kumaşların örülmesi için Şekil 3.1(c)'de verilen dış yüzünde askılar bulunan örgü ve G grubu kumaşların örülmesi için Şekil 3.1(d)'de verilen iki yüzünde de askılar bulunan örgü kullanılmıştır. Her üç grupta bulunan kumaşların örülmesinde kullanılan örgü tipleri askıların yerleştirildiği yüzler belirtilerek verilmiştir. B grubunda aynı pamuk, viskoz ve modal lifler içeren ipliklerle askısız her iki yüzü ilmeklerden oluşan temel sandviç örgü bulunduğu için, aynı iplikler ile iç ve dış yüzü ilmek (süprem), iç askılı (tek toplama lakost) dış ilmek (süprem), iç ilmek (süprem) dış askılı (tek toplama lakost) ve iç ve dış askılı (tek toplama lakost) olmak üzere dört farklı örgü tipinin kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi sağlanmış olmaktadır.

Şekil 3.1'deki dört tip sandviç tipi örme kumaşın iç ve dış yüz görüntüleri, Resim 3.2 (a-d)'de gösterilmiştir. Resim 3.2'deki kumaş görüntüleri iç yüzü poliester, dış yüzü

viskoz lifinden üretilen P-V kumaş türlerinden oluşan çift yüzlü örme kumaş için verilmiştir.



Resim 3.2. Sandviç tipi çift yüzlü örme kumaşların iç ve dış yüz görünümleri a) P-V kumaşın dış yüzü b) P-V kumaşın iç yüzü c) P-V-IT kumaşın dış yüzü d) P-V-IT kumaşın iç yüzü e) P-V-OT kumaşın dış yüzü f) P-V-OT kumaşın iç yüzü g) P-V-IOT kumaşın dış yüzü h) P-V-IOT kumaşın iç yüzü

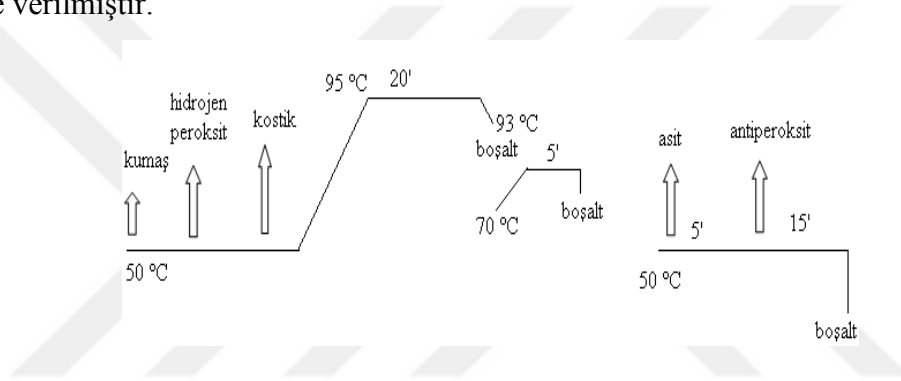
3.5. Kumaşlara Uygulanan Ön Terbiye, Boyama ve Relaksasyon İşlemleri

Terbiye işlemi görmemiş kumaşlar üzerinde özellikle pamuk lifinde yağ, vaks, kir vs. gibi yabancı maddeler bulunmaktadır. Bunlar kumaşlara hidrofob özellik kazandırdığı için kumaşların nem iletim özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebeple kumaş

üzerindeki bu yabancı maddelerin uzaklaştırılması için kumaşlara öncelikle ön terbiye işlemi uygulanmış daha sonra aynı makinede boyama işlemi yapılmıştır. Ön terbiye ve boyama işlemlerinde CANLAR marka HT boyama makinesi kullanılmıştır.

3.5.1. Ağartma İşlemi

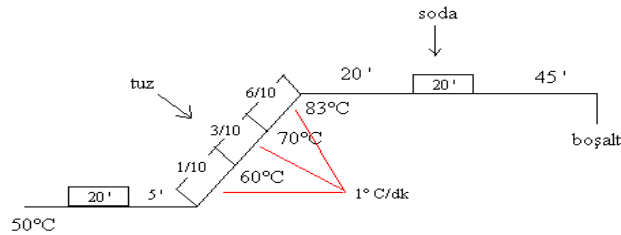
Kumaşların tümü 0,7 g/l kombin kasar malzemesi, 2,5 g/l kostik (NaOH), 3 g/l hidrojen peroksit (H_2O_2), 1,5 g/l asetik asit (CH_3COOH) ve 0,3 g/l antiperoksit enzimi (RUCOLASE SCT) ile ağartma işlemine tabi tutulmuştur. Ağartma işleminde kullanılan kombin kasar malzemesi E WET SH'dir. Ağartma işleminde kullanılan diyagramı Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Ağartma işlemi diyagramı

3.5.2. Boyama İşlemi

Örme kumaşların selüloz esaslı liflerinin boyama işlemi Şekil 3.3'de verildiği gibi, tek banyoda tek adımda gerçekleştirilmiştir. Selüloz esaslı karışım kumaşlara boyarmadde olarak %1,200 boyarmadde (Kimazol Extra Orange D), %0,240 boyarmadde (Kim Red HF-6BN %150) kullanılarak boyanmıştır.



Şekil 3.3. Selüloz esaslı liflerin boyama diyagramı

Boyama işleminde kullanılan flotte oranı 1/8'dir. Boyama işleminin ardından 0,17g/l reaktif yıkama sabunu (Exoline Magic 4M) kullanılarak kesintili yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.5.3. Relaksasyon İşlemleri

Gerek örme sırasında gerekse ön terbiye ve boyama işlemlerinde kumaşlara uygulanan mekanik kuvvetler ve gerilimler kumaşların boyutlarında değişime neden olabilmektedir. Kumaşların nem yönetim özelliklerinin boyutsal değişimlerden etkilenmemesi ve ölçümler için referans düzeyi elde edebilmek için örme kumaşlara relaksasyon işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Relaksasyon işlemleri ile kumaşlar üzerlerindeki gerilimlerden kurtularak minimum enerji seviyesine yani boyutlarının değişmeyeceği stabil relakse konumuna getirilmektedir. Bu çalışmada, ön terbiye ve boyama işlemlerinden sonra kumaşlara kuru ve tam relaksasyon işlemleri uygulanmış ve bu şekilde kumaşların tam relaksasyon konumuna gelmesi sağlanmıştır. Uygulanan kuru ve tam relaksasyon işlemleri aşağıda verilmiştir.

Kuru relaksasyon için, tüm kumaşlar standart atmosfer koşullarında (65 ± 2 nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık) bir hafta süre ile düz zemin üzerinde bekletilmişlerdir.

Tam relaksasyon için, tüm kumaşlar EN ISO 6330 standardına uygun olarak tam otomatik çamaşır makinesinde 0,05 gr/lt ıslatıcı kullanarak 40 °C sıcaklıkta 1 saat süre ile yıkanmıştır. Daha sonra kumaşlar tamburlu kurutucuda 70 °C sıcaklık altında ve 1 saat süre ile kurutulmuşlardır.

Test işlemleri uygulanmadan önce, tüm kumaşlar standart atmosfer koşullarında 24 saat bekletilmiş ve bu şekilde kumaşların kondisyonlanması sağlanmıştır.

3.6. Kumaşların Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi için Uygulanan Ölçüm Metotları

Sıklık, gramaj ve kalınlık değerlerinden oluşan yapısal kumaş parametreleri kumaşların özelliklerinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, çubuk sıklığı (çubuk/cm), sıra sıklığı (sıra/cm), ilmek yoğunluğu (ilmek/cm²), gramaj (g/m²) ve kumaş kalınlık (mm) değerlerinden oluşan kumaşların yapısal özellikleri ölçülmüştür.

3.6.1. Sıklık Ölçümü

Kumaş sıklık değerleri olarak çubuk ve sıra sıklık değerleri ölçülmüştür. Çubuk sıklığı (çubuk/cm) için bir cm uzunlukta bulunan çubuk sayısı ve sıra sıklığı (sıra/cm) için bir cm uzunlukta bulunan sıra sayısı sayılmıştır. Her iki sıklık değeri kumaşların 30 farklı yerinden sayılarak ve bu değerlerin ortalamaları alınarak elde edilmiştir. Birim alandaki (1 cm²) ilmek sayısı ile ifade edilen ilmek yoğunluk (ilmek/cm²) değerleri çubuk/cm ve sıra/cm değerlerinin birbirleri ile çarpılması ile elde edilmiştir.

A grubu kumaşlar haricinde diğer grupta bulunan kumaşların her iki yüzünde farklı lif cinsleri bulunduğu için sıklıklar kumaşların her iki yüzünden de ölçülmüştür. Kumaşların iç yüzünden yapılan sıklık ölçümleri iç, diğer dış yüzünden yapılan ölçümler dış olarak verilmiştir.

3.6.2. Gramaj Ölçümü

Gramaj ölçümleri TS 251 standardına göre gerçekleştirilmiştir. 100 cm² alanı olan dairesel gramaj kesme aparatı ile her kumaştan dairesel örnekler kesilmiş ve hassas terazide tartılmıştır. Kumaş gramajı (g/m²) için tartım sonuçları 100 ile çarpılmıştır. Her farklı kumaş tipi için beş farklı örnek alınmıştır.

3.6.3. Kalınlık Ölçümü



Resim 3.3. Prowhite kalınlık ölçüm test cihazı görünümü

Bu çalışmada kumaşların kalınlıklarının ölçümü için Resim 3.3’de gösterilen Prowhite kalınlık ölçüm test cihazı kullanılmıştır. Kalınlık ölçümü TS 7128 EN ISO 5084 standardına göre yapılmıştır. Her kumaş tipi için beş ölçüm yapılmıştır.

3.7. MMT Nem Yönetim Ölçümü

Kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri SDL Atlas firması tarafından geliştirilen MMT (Moisture Management Tester) Nem Yönetim Test cihazı ile ölçülmüştür. MMT test cihazı Resim 3.4’de verilmiştir. Kumaştaki sıvı nemin çoklu yönlerde dağılması nem yönetimi olarak tanımlanmaktadır. Bu test cihazı kumaşlardaki sıvı nem miktarının belirlenmesini ve bu nem miktarının transfer edilme kapasitesinin ölçülmesini sağlamaktadır (SDL atlas, 2005).



Resim 3.4. MMT nem yönetim test cihazı görünümü

Ölçümler AATCC TM 195-2012 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her kumaş tipi için beş örnek sayısı alınmıştır.

MMT test cihazında ölçüm yapılırken 0,02 ml test çözeltisi kumaşın üst yüzeyine damlatılmakta ve test çözeltisinin kumaşın üst yüzeyinde yayılması, üst yüzeyinden alt yüzeyine doğru yayılması ve alt yüzeyinde yayılması ölçülmektedir.

MMT Nem Yönetim testi sonunda kumaşın aşağıda açıklanan parametreleri ölçülmektedir (Hu ve ark., 2005, SDL atlas, 2005).

1) Islanma Süreleri (Wetting Time) ($WT_{üst}$: üst yüzey ve WT_{alt} : alt yüzey) (sn): Test başladıktan sonra kumaşın üst ve alt yüzeylerinin saniye olarak ıslanmasını ölçmektedir.

2) Maksimum Emilim Oranı (Maximum Absorption Rate) ($MAR_{üst}$: üst yüzey ve MAR_{alt} : alt yüzey) (%/sn): Kumaşın üst ve alt yüzeylerinin (%/sn) olarak 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 ifade etmektedir.

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 yayılma hızı olarak tanımlanmaktadır. $SS_{üst}$ ve SS_{alt} aşağıda verilen ifadeler ile hesaplanmaktadır.

$$SS_{üst} = \frac{MWR_{üst}}{t_{wrt}} \quad (3.1)$$

$$SS_{alt} = \frac{MWR_{alt}}{t_{wrb}} \quad (3.2)$$

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.

$$OWTC = \frac{\int U_{alt} - \int U_{üst}}{T} \quad (3.3)$$

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 (Hu ve ark., 2005, MMT kullanma kılavuzu).

$$OMMC = C_1 MAR_{alt} + C_2 OWTC + C_3 SS_{alt} \quad (3.4)$$

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 ağırlıklarını ifade etmektedir. Burada, $C_1 = 0,25$, $C_2 = 0,50$ ve $C_3 = 0,25$ 'tir.

3.8. İstatistiksel Değerlendirme

Dış yüzde kullanılan lif cinsinin, elastan kullanımının ve örgü yapısının MMT Sıvı Nem Yönetim özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek için istatistiksel yöntemlerden ANOVA (varyans) ve SNK çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır.

Tüm deneysel sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 19 istatistik programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde poliestер, pamuk, viskoz, modal, viskoz/ipek, viskoz/yün, viskoz/poliester ve elastan lifleri içeren ipliklerin kumaş yüzlerinde farklı şekillerde kombine edilmesi ile farklı örgü yapılarında üretilen toplam 20 farklı tipteki çift yüzölü örme kumaşların yapısal parametreleri ile MMT cihazı ile ölçülen sıvı nem yönetim test sonuçları sunulmuş ve lif cinsinin, elastan iplik kullanımının ve örgü yapısının kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkileri istatistiksel yöntemler yardımı ile tartışılmıştır.

Lif cinsinin kumaşların sıvı nem yönetimi sonuçları üzerindeki etkisinin incelenmesi için, iç ve dış yüzleri ve bağlantı kısımları tamamen pamuk veya poliestер ipliklerden A grubu Co-Co ve P-P kumaşlar ile iç yüzleri ve bağlantı kısımları poliestер iplikten ve dış yüzleri Co, V, M, VS, VW ve VP ipliklerden B grubu P-Co, P-V ve P-M kumaşlar ve C grubu P-VS, P-VW ve P-VP kumaşlar ele alınmıştır.

Elastan kullanımının etkisi olarak, pamuk, viskoz ve modal lif içeren iplikler ile elastan içermeyen B grubu P-Co, P-V ve P-M kumaşlar ve elastan içeren G grubu P-Co-PEl, P-V-PEl ve P-M-PEl kumaşlar göz önüne alınmıştır.

Örgü yapısının etkisinin incelenmesi için, iç yüzlerinde poliestер ve dış yüzlerinde pamuk, viskoz ve modal lif içeren iplikler kullanılarak iç ve dış yüzleri tamamen ilmeklerden oluşan B grubu P-Co, P-V, P-M kumaşları, iç yüzlerinde askılı tek toplama lakost örgüsünün kullanıldığı E grubu P-Co-IOT, P-V-IOT ve P-M-IOT kumaşları, dış yüzünde askılı tek toplama lakost örgüsünün kullanıldığı F grubu P-Co-OT, P-V-OT ve P-M-OT kumaşları ve hem iç hem de dış yüzlerinde askılı tek toplama lakost örgüsünün kullanıldığı G grubu P-Co-IOT, P-V-IOT ve P-M-IOT kumaşlar ele alınmıştır.

Tüm kumaşlara ait test sonuçları önce çizelgeler ve grafikler halinde sunulmuş, daha sonra elde edilen test sonuçları yorumlanmış ve en son olarak lif cinsinin, elastan iplik kullanımının ve örgü yapısının kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkisi varyans (ANOVA) ve SNK çoklu karşılaştırma (post-hoc) istatistiksel yöntemleri yardımı ile incelenmiştir.

4.1. Kumaşların Yapısal Özelliklerine Ait Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm kumaşların yapısal özelliklerini oluşturan çubuk sıklığı, sıra sıklığı, ilmek yoğunluğu, kalınlık ve gramaj ölçüm sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kumaşların yapısal özelliklerine ait ölçüm sonuçları

Grup	No	Kumaş tipleri	Çubuk sıklığı (Çubuk/cm)	Sıra sıklığı (Sıra/cm)	İlmek yoğunluğu (İlmek/cm ²)	Kalınlık (mm)	Gramaj (g/m ²)
A	1	Co-Co	13,1 (0,2) top:26,2	20,1 (0,4) top:40,2	263,3 top:526,6	1,208 (0,016)	391,49 (4,20)
	2	P-P	12,5 (0,3) top:25	23,1 (0,2) top:46,2	286,4 top:572,8	0,964 (0,023)	370,29 (2,81)
B	3	P-Co	iç:12,9 (0,2) dış:12,9 (0,2) top:25,8	iç:21,7 (0,5) dış:21,9 (0,3) top: 43,6	iç:279,9 dış:282,5 top:562,4	1,040 (0,019)	353,90 (2,58)
	4	P-V	iç:12,7 (0,3) dış:12,7 (0,3) top:25,4	iç:22,8 (0,4) dış:22,8 (0,4) top:45,6	iç:289,6 dış:289,6 top:579,2	1,050 (0,032)	377,47 (1,53)
	5	P-M	iç:12,5 (0,3) dış:12,7 (0,3) top:25,2	iç:22,8 (0,4) dış:22,8 (0,4) top:45,6	iç:285,0 dış:289,6 top:574,6	1,074 (0,017)	359,82 (3,61)
C	6	P-VS	iç:12,3 (0,3) dış:12,6 (0,2) top:24,9	iç:22,7 (0,5) dış:22,9 (0,3) top:45,6	iç:279,2 dış:288,5 top:567,7	1,048 (0,019)	356,96 (3,34)
	7	P-VW	iç:12,6 (0,3) dış:12,8 (0,3) top:25,4	iç:22,8 (0,3) dış:23,0 (0,2) top:45,8	iç:287,3 dış:294,4 top:581,7	1,044 (0,018)	341,95 (4,28)
	8	P-VP	iç:12,7 (0,3) dış:12,8 (0,3) top:25,5	iç:22,6 (0,5) dış:22,7 (0,5) top:45,3	iç:287,0 dış:290,6 top:577,6	1,086 (0,005)	372,16 (2,96)
D	9	P-Co-PEI	iç:13,0 (0,0) dış:13,0 (0,0) top:26	iç:22,0 (0,0) dış:22,1 (0,4) top:44,1	iç:286,0 dış:287,3 top:573,3	1,000 (0,007)	376,89 (2,00)
	10	P-V-PEI	iç:13,0 (0,2) dış:13,0 (0,1) top:26	iç:22,9 (0,3) dış:22,9 (0,3) top:45,8	iç:297,7 dış:297,7 top:595,4	0,972 (0,011)	392,26 (2,09)
	11	P-M-PEI	iç:12,8 (0,3) dış:13,0 (0,1) top:25,8	iç:22,7 (0,5) dış:22,6 (0,5) top:45,3	iç:290,6 dış:293,8 top:584,4	0,984 (0,009)	378,66 (3,78)
E	12	P-Co-IT	iç:12,6 (0,2) dış:12,6 (0,2) top:25,2	iç:18,1 (0,2) dış:24,0 (0,2) top:42,1	iç:228,1 dış:302,4 top:530,5	1,260 (0,029)	377,98 (5,00)
	13	P-V-IT	iç:12,2 (0,2) dış:12,3 (0,3) top:24,5	iç:18,5 (0,3) dış:24,5 (0,5) top:43	iç:225,7 dış:301,4 top:527,1	1,256 (0,021)	389,47 (5,90)
	14	P-M-IT	iç:12,1 (0,2) dış:12,0 (0,1) top:24,1	iç:18,2 (0,3) dış:24,5 (0,5) top:42,7	iç:218,4 dış:294,0 top:512,4	1,222 (0,025)	367,67 (3,18)
F	15	P-Co-OT	iç:12,4 (0,2) dış:12,5 (0,1)	iç:25,3 (0,4) dış:19,1 (0,3)	iç:313,7 dış:238,8	1,360 (0,012)	399,60 (5,57)

			top:24,9	top:44,4	top:552,5		
	16	P-V-OT	iç:12,2 (0,3) dış:12,4 (0,3) top:24,6	iç:25,3 (0,4) dış:19,5 (0,4) top:44,8	iç:308,7 dış:241,8 top:550,5	1,290 (0,020)	405,49 (3,39)
	17	P-M-OT	iç:12,4 (0,2) dış:12,5 (0,1) top:24,9	iç:24,4 (0,5) dış:18,9 (0,2) top:43,3	iç:302,6 dış:236,3 top:538,9	1,290 (0,019)	392,64 (2,34)
G	18	P-Co-IOT	iç:11,9 (0,2) dış:12,1 (0,3) top:24	iç:20,3 (0,5) dış:20,5 (0,5) top:40,8	iç:241,6 dış:248,1 top:489,7	1,526 (0,015)	398,94 (4,28)
	19	P-V-IOT	iç:12,0 (0,1) dış:12,0 (0,0) top:24	iç:20,0 (0,3) dış:20,3 (0,4) top:40,3	iç:240,0 dış:243,6 top:483,6	1,496 (0,023)	416,16 (4,40)
	20	P-M-IOT	iç:11,9 (0,3) dış:12,0 (0,2) top:23,9	iç:19,2 (0,4) dış:20,0 (0,4) top:39,2	iç:228,5 dış:240,0 top:468,5	1,440 (0,027)	381,58 (4,02)

*Parantez içindeki değerler standart sapmaları göstermektedir.

Materyal ve metot bölümünde belirtildiği gibi, tüm kumaşların üretilmesinde benzer iplik numarasına sahip iplikler ve aynı makine ayarları kullanılmıştır. Bununla birlikte, lif cinsine, elastan kullanımına ve örgü yapısı seçimine bağlı olarak gerek makineden alındıktan sonra gerekse ön terbiye-boya ve yıkama işlemlerinden sonra kumaşlar farklı miktarlarda çekme gösterdiğinden kumaşların sıklık, kalınlık ve gramaj değerlerinden oluşan yapısal özellikleri değişim göstermiştir.

Makinede örme işlemi sırasında, ilmekleri oluşturan iplik gerilme, eğilme ve burulma kuvvetleri etkisi altında kalmaktadır (Doyle, 1953; Munden, 1959). Kumaş makineden alınıp ve yıkandığında üzerindeki kumaşlar üzerinde bulunan kuvvetleri atmak için çekerek stabil denge konumuna gelmeye çalışmakta yani relakse olmaktadır. Kumaşlar relaksasyon sırasında stabil denge konumuna gelirken kumaşlarda enine ve boyuna yönde çekmeler meydana gelmektedir. Enine ve boyuna çekmeler kumaşların sıklık değerlerinde ve sıklık değerlerine bağlı olarak kalınlık ve gramaj değerlerinde artışa neden olmaktadır. Her lif ve örgü yapısı kumaşlarda farklı miktarlarda enine ve boyuna çekmeye neden olduğundan sıklık, kalınlık ve gramaj değerleri de çok az derecede farklılık gösterebilmektedir.

4.1.1. Kumaşların Sıklık Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.1’de verilen kumaş yapısal özelliklerine ait sonuçlara göre, lif cinsi, elastan iplik kullanımı ve örgü yapısı genel olarak kumaşların çubuk/cm sonuçlarından

daha çok sıra/cm sonuçları üzerinde etkili olmuştur. Kumaş yüzlerinde farklı örgülerin kullanıldığı E ve F grubundaki kumaşlar haricindeki diğer gruplardaki kumaşların iç ve dış yüzlerindeki sıra/cm ve çubuk/cm değerlerinin birbirleri ile daha benzer oldukları görülecektir.

Aynı temel sandviç örgü yapısına sahip A, B, C ve elastanlı D grubu kumaşların iç ve dış toplam sıklık sonuçlarına göre, Co-Co kumaş en düşük sıra/cm ve en düşük ilmek/cm² değerlerine sahiptir. Yine A grubu haricindeki diğer içi poliester dışı farklı lif cinslerinden oluşan temel sandviç örgüdeki B, C ve D grubu kumaşların sıklık değerleri ele alındığında, pamuk ipliğinin kullanıldığı P-Co kumaşın B ve C grubu kumaşlar içinde ve P-Co-PEI kumaşın ise elastanlı D grubu kumaşlar içinde en düşük sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerine sahip olduğu görülecektir. Bu sonuçlara göre pamuk ipliği içeren kumaşlar kendi grubu içinde en düşük sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri göstermiştir. Pamuk lifi içeren kumaşların bulunduğu kumaş grup içinde en düşük sıklık ve ilmek yoğunluk değerlerine sahip olması, pamuk ipliğinin elastikiyetinin diğer farklı lif içeren ipliklere göre daha yaklaşık %50 oranında daha düşük olması (Bkz. Çizelge 3.3: pamuk ipliği kopma uzaması %5,2 ve diğer viskoz lif karışımlı liflerden üretilen ipliklerin kopma uzama aralığı %11,17-%14,30) ve pamuklu kumaşların diğer farklı lif içeren kumaşlara göre daha zor relakse olmasından kaynaklanmış olabilmektedir. İplik elastikiyetinin düşük olması kumaşın daha az çekmesine neden olacağı için sıklık değerlerini düşürecektir. Dış yüzlerinde farklı lif çeşitlerinin kullanıldığı temel sandviç yapıdaki B ve C grubu kumaşlar içinde en yüksek sıra/cm ve ilmek/cm² değeri P-VW kumaş için elde edilmiştir. Elastan içeren D grubu kumaşlar içinde viskoz lifi içeren P-V-PEI kumaş en yüksek sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri göstermiştir. B ve C grubunda viskoz lifi ve karışımları içeren iplikler benzer kopma uzama değerlerine sahip olduğu için pamuk haricindeki diğer B ve C grubu kumaşların sıklık değerleri birbirlerine yakın sonuçlar göstermiştir.

Aynı temel sandviç örgüde elastan iplik kullanılarak örülen D grubu ile elastansız B grubunda aynı lif cinsleri kullanılarak örülen kumaşların sıklık değerleri karşılaştırıldığında sahip olduğu yüksek elastik özelliğinden dolayı elastan iplik kullanımının tüm P-Co, P-V ve P-M kumaşların çubuk/cm ve ilmek/cm² değerlerini artırdığı görülmektedir.

Çizelge 4.1’de verilen sıklık sonuçları örgü yapısının etkisi göz önüne alınarak incelendiğinde, kumaşların iç ve dış yüzlerinde farklı örgülerin kullanıldığı E ve F grubundaki kumaşlarda askı ilmeklerin kullanıldığı yüzlerde sıra/cm değerleri ve dolayısı ile ilmek yoğunluk değerleri hem askı ilmeklerinin kullanılmadığı diğer yüzlerin sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerinden hem de temel sandviç yapıdaki B grubunda bulunan kumaş tiplerinin sıra/cm ve ilmek/cm² değerlerinden düşüktür. Yine kumaşların her iki yüzlerinde askı ilmeklerinin kullanıldığı G grubu kumaşların iç ve dış yüzlerdeki sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri temel örgüdeki B grubu kumaşların bahsedilen değerlerinden daha düşüktür. Askı bilindiği gibi, iğnenin yarım olarak hareket etmesi ile oluşmaktadır. Askı oluşumunda, askı oluşturan iğne ilmek oluşumunda olduğu gibi makinede tam olarak yükselmemekte, yarım olarak yükselmektedir. Bu durumda, askı oluşturan iğnede bulunan önceki ilmek iğne yarım olarak hareket ettiği için iğnenin ağız kısmından çıkıp gövdeye inmemekte, iğne tarafından iğne ağzında tutulmaktadır. Bu nedenle askı oluşumu sırasında kumaş yapısında uzun ilmekler oluşmaktadır (Spencer, 2001). Bu uzun ilmekler kumaş yüzünde oluşan sıra sayılarının yanı sıra/cm değerlerinin ve dolayısı ile ilmek/cm² değerlerinin azalmasına neden olmaktadır.

B, E, F ve G grubu kumaşların iç ve dış yüzlerindeki toplam çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² sıklık değerleri örgü yapısı dikkate alınarak incelendiğinde, temel sandviç yapıdaki B grubu kumaşların en yüksek sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri gösterdiği, G grubu kumaşların ise en düşük çubuk/cm, sıra/cm ve ilmek/cm² değerleri gösterdiği görülecektir. E ve F grubu kumaşların sıklık değerleri ise B ve G grubu kumaşların sıklık değerleri arasında yer almaktadır.

4.1.2. Kumaşların Kalınlık Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.1’de verilen kumaş kalınlık sonuçları incelendiğinde, elastansız temel sandviç örgüdeki A, B ve C grubu kumaşlar içinde Co-Co kumaşın en yüksek kalınlık ve P-P kumaşın ise en düşük kalınlık değerlerine sahip olduğu görülecektir. Diğer B ve C grubundaki kumaşların kalınlık değerleri Co-Co ve P-P kumaşların kalınlık değerleri arasında yer almıştır. Poliester ipliği filament olduğu için ve bu dolayısı ile tüylü olmadığı için P-P kumaş en düşük kalınlık değeri göstermiştir. Co-Co kumaşın yüksek kalınlık değerinin nedeni olarak Co-Co kumaştaki bağlantı ipliğinin diğer kumaşların bağlantı

ipliğinden kalın olması gösterilebilir. Çizelge 3.3’de verildiği gibi, B ve C grubu kumaşlarda kullanılan ipliklerin tüylülük değerleri 4,17 ile 6,43 arasında değişmektedir. İpliklerin tüylülük değerleri arasındaki farklar çok yüksek olmadığından iplik tüylülük sonuçları B ve C grubu kumaşların kalınlık değerleri üzerinde çok etkili olmamıştır. İç yüzünün polyester ve dış yüzünün farklı lif içeren ipliklerden oluştuğu B ve C grubunda P-VP ile P-M kumaşlar haricinde diğer kumaşların kalınlık değerleri birbirlerine yakın olarak elde edilmiştir. P-VP ve P-M kumaşların kalınlık değerleri bu gruptaki kumaşların kalınlık değerlerinden çok az derece yüksektir.

Çizelgede 4.1’deki sonuçlardan, elastan kullanımının kalınlık üzerindeki etkisi incelenecek olursa, elastan içeren D grubu kumaşların elastan içermeyen B grubu kumaşlardan daha az kalınlıkta olduğu görülecektir. Beklendiği gibi elastan kullanımı kumaşlarda meydana getirdiği çekmeler nedeni ile kumaşların kalınlık değerlerinde artışa neden olmamıştır. Elastan ipliğin kumaş yüzleri yerine bağlantı kısımlarında kullanılması elastan ipliğin kalınlık üzerindeki etkisini azaltmış olabilecektir. Bu grup içerisindeki kumaşlar benzer kalınlık değerleri göstermiştir. En yüksek kalınlık değeri P-Co-PEI kumaş ve en düşük kalınlık P-V-PEI kumaş için elde edilmiştir.

Farklı örgü yapılarına sahip B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinslerine sahip kumaşların kalınlık değerleri örgü yapısının etkisine göre incelenecek olursa, askısız temel sandviç örgüdeki B grubu kumaşların kalınlık değerlerinin en düşük olduğu, B grubu kumaşları bir yüzü askılı olan E ve F grubu kumaşların izlediği ve iki yüzü askılı olan G grubu kumaşların ise en yüksek kalınlık değerlerinde olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, kumaşlardaki askı sayısı arttıkça kumaşların kalınlık değerleri artış göstermiştir. Askılı kumaşlarda askının oluşumu sırasında oluşan uzun ilmekler kumaşların boyuna yönde çekmesine neden olmaktadır. Boyuna yöndeki çekme kumaşların sıra yüksekliğinde azalmaya neden olduğu için, uzun ilmeklerin yan taraflarında bulunan normal ilmekler kumaşın yüzeyinden dışarı doğru çıkarak kumaş yüzeyinde küçük kabartılar oluşturmaktadır. Kumaş yüzeyindeki bu kabartılar kumaşları daha hacimli yaptığı için askılı kumaşların kalınlık değerleri artmış olabilecektir. Bir yüzü askılı olan E ve F grubu kumaşların kalınlık değerleri karşılaştırıldığında, askıların dış yüzde kullanıldığı F grubu kumaşların kalınlık değerleri askıların iç yüzde kullanıldığı E grubu kumaşlardan daha yüksek olarak elde edilmiştir. Dış yüzde kullanılan pamuk, viskoz ve modal lif içeren iplikler kesikli liflerden üretildiği için iç yüzde kullanılan

filament poliester iplikten daha tüylüdür. Bu nedenle, dış yüzdeki ipliklerin tüylü yapısı F grubu kumaşların E grubu kumaşlara göre daha kalın olmasını sağlamış olabilecektir.

4.1.3. Kumaşların Gramaj Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.1’de verilen kumaş gramaj sonuçları incelendiğinde, elastansız temel sandviç örgüdeki A, B ve C grubu kumaşlar içinde Co-Co kumaşın en yüksek gramaj değerine sahip olduğu görülecektir. Bu sonuç Co-Co kumaşın kalınlık değerinin en yüksek olmasından ve bağlantı kısmında kullanılan ipliğin çok az derece daha kalın olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yine A, B ve C grubu kumaşlar içinde en düşük gramaj değeri P-VW kumaş için elde edilmiştir. B ve C grubu kumaşlar içinde en yüksek gramaj değerini P-V kumaş göstermiştir.

Dış yüzü farklı lif cinslerinden oluşan B ve C grubundaki kumaşlarda P-V ve P-VP kumaşları haricindeki diğer kumaş tiplerinde gramaj değerleri birbirlerine yakın olarak elde edilmiştir. B ve C grubundaki P-V ve P-VP kumaşların gramaj değerleri bu gruptaki diğer kumaşların gramaj değerlerinden daha yüksek olarak elde edilmiştir. B ve C grubunda en düşük gramaj değerini P-VW kumaş göstermiştir.

Çizelgede 4.1’deki sonuçlardan, elastan kullanımının kumaşların gramaj değerleri üzerindeki etkisi incelenecek olursa, elastan ipliğin kumaşlarda meydana getirdiği çekmeler nedeni ile elastan içeren D grubu kumaşların elastan içermeyen B grubu kumaşlardan daha yüksek gramaj değerlerinde olduğu görülecektir. D grubu içerisinde en yüksek gramaj değeri P-V-PEI kumaş ve en düşük gramaj değeri P-Co-PEI kumaş için elde edilmiştir.

Farklı örgü yapılarına sahip B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinslerine sahip kumaşların gramaj değerleri örgü yapısının etkisine göre incelenecek olursa, askısız temel sandviç örgüdeki B grubu kumaşların gramaj değerlerinin en düşük, B grubu kumaşları iç yüzü askılı E grubu kumaşların izlediği ve dış yüzü askılı F grubu ve her iki yüzü askılı G grubu kumaşların ise en yüksek gramaj değerleri gösterdiği görülecektir. Bu sonuca göre, kumaşlardaki askılar kumaşların özellikle boyuna yönde çekmesine neden olduğu ve kumaş kalınlık değerlerinde artışa neden olduğu için kumaşların gramaj değerlerini artırmıştır.

4.2. Kumaşların Sıvı Nem Yönetim (MMT) Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Kumaşların Sıvı Nem Yönetim özellikleri MMT (Moisture Management Tester) Nem Yönetim Test Cihazı ile ölçülmüştür. MMT test cihazı ile kumaşların sıvı nem yönetim kapasitesi ölçülmektedir. Bu test cihazında alt ve üst nem sensörleri bulunmaktadır. Test edilecek kumaşlar bu iki sensörler arasına yerleştirilmektedir. MMT cihazı ile sıvı nem davranışları çok yönlü olarak ölçülmektedir.

MMT cihazı çalışma prensibine göre, kumaşın üst yüzü insan derisi ile temas edecek şekilde tasarlanmıştır. MMT cihazı otomatik olarak teri temsil eden sıvıyı kumaşın insan derisi ile temas eden üst yüzüne damlatmaktadır. Bu yöntemle göre, MMT cihazı ile ölçüm yaparken çift yüzü kumaşların iç yüz “üst yüz” ve dış yüz “alt yüz” olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada üretilen kumaşların MMT cihazı ölçümlerindeki üst yüz poliester iplik ile oluşturulan ve deri ile temas eden iç yüzü, alt yüz ise pamuk, viskoz ve modal lif içeren iplikler ve viskoz lif karışımı iplikler ile oluşturulan dış yüzü temsil etmektedir.

Sıvı nem yönetim test sonuçları ile sıvı nemin

- Kumaşın üst (iç) yüzden dışarı doğru yayılması,
- Kumaşın üst (iç) yüzden alt (dış) yüze aktarılması (transferi) ve
- Kumaşın alt (dış) yüzden dışarı doğru yayılması

olmak üzere sıvı nemin üç yöndeki transferi incelenmektedir (Hu ve ark., 2005; SDL Atlas, 2005).

MMT test cihazı ile ölçülen üst ve alt yüzlere ait $WT_{üst}$ and WT_{alt} ıslanma süreleri (s), $MAR_{üst}$ ve MAR_{alt} emilim oranları (%/s), $MWR_{üst}$ ve MVR_{alt} maksimum ıslanma yarıçapları (mm), $SS_{üst}$ ve SS_{alt} yayılma hızları (mm/s) ile, OWTC kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%) ve OMMC tüm nem tayin kapasitesi parametrelerini içeren tüm kumaşların sıvı nem yönetim (MMT) ölçüm sonuçları Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Kumaşların sıvı nem yönetim (MMT) test sonuçları

No	Kumaş Kodu	Islanma süresi (s)		Emilim oranı (%/s)		Islanma yarıçapı (mm)		Yayıma hızı (mm/s)		Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (OWTC) (%)	Tüm Nem Tayin Kapasitesi (OMMC)
		WT _{ist}	WT _{alt}	MAR _{ist}	MAR _{alt}	MWR _{ist}	MWR _{alt}	SS _{ist}	SS _{alt}		
1	Co-Co	9,12 (0,25)	9,46 (0,46)	46,94 (13,64)	33,16 (2,19)	10 (0)	10 (0)	1,15 (0,09)	1,06 (0,08)	121,20 (14,32)	0,293 (0,043)
2	P-P	9,11 (0,57)	8,92 (0,36)	33,29 (3,23)	48,79 (2,71)	24 (2,24)	22 (2,74)	2,69 (0,40)	3,30 (0,21)	202,68 (15,79)	0,580 (0,035)
3	P-Co	16,08 (3,30)	15,84 (0,54)	33,80 (4,73)	88,04 (3,84)	12 (2,74)	18 (2,74)	0,77 (0,25)	2,15 (0,31)	457,49 (17,34)	0,811 (0,030)
4	P-V	10,94 (4,44)	8,63 (2,10)	31,79 (16,40)	65,05 (22,95)	13 (2,74)	21 (2,24)	1,47 (0,70)	2,98 (0,13)	434,38 (73,44)	0,814 (0,072)
5	P-M	15,67 (1,64)	23,75 (4,71)	46,76 (6,80)	103,50 (40,70)	9 (2,24)	21 (2,24)	0,48 (0,11)	2,52 (0,41)	523,22 (199,26)	0,214 (0,091)
6	P-VS	12,34 (0,90)	32,14 (2,36)	28,60 (4,23)	105,47 (17,58)	10 (0)	17 (2,74)	0,54 (0,03)	0,85 (0,14)	241,80 (88,32)	0,558 (0,113)
7	P-VW	13,66 (1,49)	14,95 (2,08)	46,17 (10,61)	68,99 (12,13)	13 (2,74)	16 (2,24)	0,96 (0,18)	1,58 (0,31)	307,17 (23,00)	0,609 (0,072)
8	P-VP	13,20 (0,43)	24,24 (3,13)	51,10 (1,88)	201,08 (10,34)	10 (0)	18 (2,74)	0,62 (0,07)	1,54 (0,30)	422,95 (120,49)	0,747 (0,058)
9	P-Co-PEI	14,43 (1,19)	21,11 (3,10)	57,66 (29,15)	235,90 (41,80)	10 (0)	15 (0)	0,54 (0,04)	1,14 (0,09)	462,79 (58,54)	0,748 (0,025)
10	P-V-PEI	16,98 (2,34)	15,43 (1,71)	32,79 (10,44)	65,15 (19,43)	10 (0)	15 (0)	0,58 (0,05)	1,38 (0,37)	361,77 (26,34)	0,642 (0,083)
11	P-M-PEI	13,69 (2,07)	18,73 (1,69)	41,83 (21,06)	164,85 (24,85)	11 (2,24)	14 (2,24)	0,72 (0,14)	0,88 (0,12)	286,82 (46,19)	0,612 (0,061)
12	P-Co-IT	13,11 (0,42)	18,02 (0,86)	62,89 (5,23)	86,66 (16,73)	10 (0)	19 (2,24)	0,71 (0,12)	2,43 (0,21)	372,61 (17,71)	0,784 (0,043)
13	P-V-IT	14,20 (0,44)	14,32 (0,89)	18,12 (3,88)	78,24 (6,77)	11 (2,24)	19 (2,24)	0,75 (0,03)	2,31 (0,37)	320,22 (30,90)	0,712 (0,071)
14	P-M-IT	12,66 (1,83)	13,83 (2,28)	39,67 (3,06)	65,13 (5,92)	12 (2,74)	18 (2,74)	0,92 (0,13)	1,63 (0,20)	291,44 (30,05)	0,648 (0,056)
15	P-Co-OT	14,74 (1,74)	28,63 (4,38)	34,59 (8,32)	71,74 (17,49)	7 (2,74)	19 (2,24)	0,41 (0,10)	1,69 (0,34)	372,52 (46,55)	0,687 (0,093)
16	P-V-OT	12,57 (1,84)	16,60 (1,43)	36,06 (1,94)	118,64 (20,50)	11 (2,24)	16 (2,24)	0,90 (0,13)	1,46 (0,19)	267,92 (35,24)	0,639 (0,036)
17	P-M-OT	12,01 (1,23)	16,32 (0,81)	38,38 (1,25)	95,14 (2,95)	11 (2,24)	17 (2,74)	0,91 (0,11)	1,46 (0,04)	198,29 (55,67)	0,577 (0,047)
18	P-Co-IOT	10,50 (1,34)	12,71 (1,88)	37,97 (14,06)	64,12 (15,71)	13 (2,74)	16 (2,24)	1,22 (0,26)	1,94 (0,35)	259,06 (43,88)	0,572 (0,083)
19	P-V-IOT	8,60 (0,67)	10,31 (0,48)	37,23 (15,54)	57,52 (7,09)	13 (2,74)	16 (2,24)	1,60 (0,30)	1,61 (0,18)	263,22 (52,20)	0,566 (0,033)
20	P-M-IOT	16,02 (0,38)	34,91 (6,88)	47,77 (14,34)	101,24 (17,66)	12 (2,74)	15 (0)	0,59 (0,05)	0,90 (0,03)	223,64 (61,92)	0,540 (0,057)

*Standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir.

AATCC Test Metodu 195 standardına göre, sıvı nem yönetimini oluşturan her bir parametrenin ölçüm değerleri derecelendirilmiş ve 1-5 arasında değişen beş dereceden oluşan değerlendirme skalasına dönüştürülmüştür. Çizelge 4.3’de AATCC Test Metodu 195 standardı ve MMT Test cihazı kullanma kılavuzunda (SDL atlas, 2005) verildiği gibi, kumaşların sıvı nem yönetim parametrelerinin derecelendirmesini gösteren değerlendirme skalası verilmiştir.

Çizelge 4.3. MMT değerlendirme skalası (SDL Atlas, 2005)

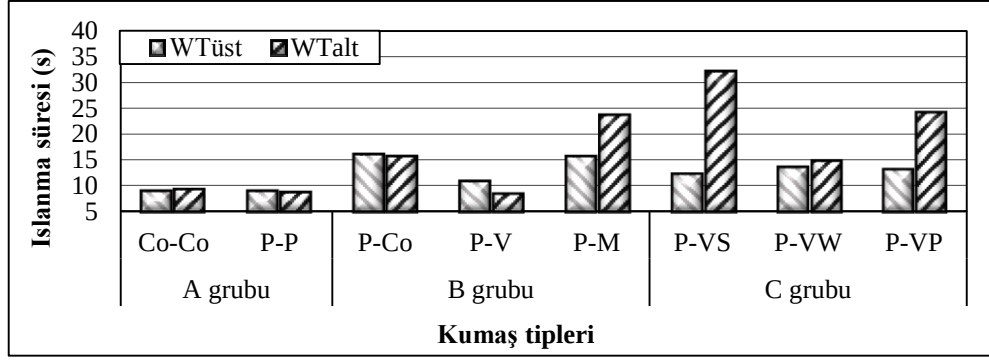
Sıvı nem yönetim parametreleri		Derece				
		1	2	3	4	5
Islanma süresi (s)	Üst	≥120	20-119	5-19	3-5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	Alt	≥120	20-119	5-19	3-5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Emilim oranı (%/s)	Üst	0-10	10-30	30-50	50-100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	Alt	0-10	10-30	30-50	50-100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Maksimum ıslanma yarıçapı (mm)	Üst	0-7	7-12	12-17	17-22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	geniş	çok geniş
	Alt	0-7	7-12	12-17	17-22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	geniş	çok geniş
Yayılma hızı (mm/s)	Üst	0-1	1-2	2-3	3-4	>4
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	Alt	0-1	1-2	2-3	3-4	>4
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Kümülatif tek yönlü taşıma kapasitesi (%)		<-50	-50-100	100-200	200-400	>400
		çok zayıf	zayıf	iyi	çok iyi	mükemmel
Tüm nem tayin kapasitesi (OMMC)		0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	>0,8
		çok zayıf	zayıf	iyi	çok iyi	mükemmel

4.2.1. Kumaşların Islanma Süresi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

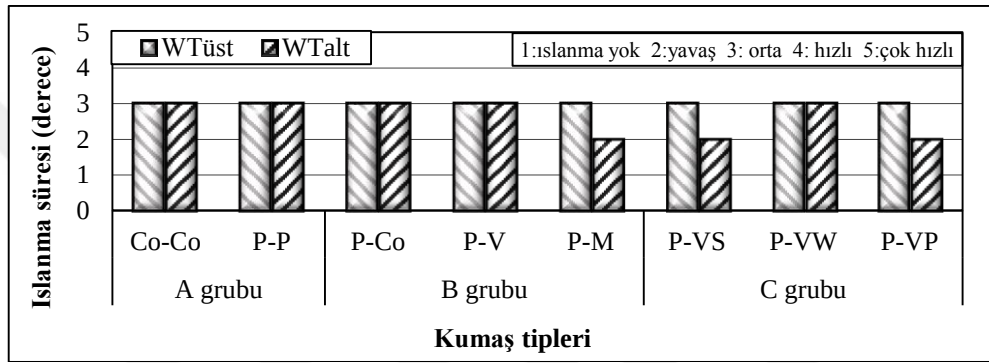
Islanma süresi test başladıktan sonra saniye olarak kumaşın üst ve alt yüzlerinin ıslanmaya başlama sürelerini ($WT_{üst}$ ve WT_{alt}) ifade etmektedir (SDL atlas, 2005; Hu ve ark., 2005). Bu parametre ile kumaşların sıvı ile ne kadar hızlı veya yavaş olarak ıslandığı belirlenmiş olmaktadır. Kısa ıslanma süresi sıvının kumaş tarafından kolay ve hızlı emildiğini, uzun ıslanma süresi sıvının kumaş tarafından zor ve yavaş emildiğini göstermektedir. Bu durumda, $WT_{üst}$ değerinin yüksek olması kumaşın üst (iç) yani deri ile temas eden yüzünün daha uzun sürede ıslanacağını ve dolayısı ile kuru kalacağını göstermektedir. $WT_{üst}$ değerinin yüksek, WT_{alt} değerinin düşük olması sıvının alt (dış) yüze daha çabuk transfer edildiğini göstermektedir (Jhanji ve ark., 2015b).

4.2.1.1. Lif Cinsinin Kumaşların Islanma Süresi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüzlerinin ıslanma süresi sonuçları ($WT_{üst}$ ve WT_{alt}) üzerindeki etkisi Şekil 4.1’de ve her iki ıslanma süresi sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Lif cinsinin kumaşların ıslanma süresi sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.2. Lif cinsinin kumaşların ıslanma süresi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.1’de verilen A, B ve C grubu kumaşlarına ait üst ve alt ıslanma süresi sonuçları incelendiğinde, kumaşların WT_{alt} değerlerinin $WT_{üst}$ değerlerinden daha fazla değişkenlik gösterdiği görülecektir. Co-Co kumaş haricinde diğer kumaşların üst (iç) yüzü ve bağlantı kısımları aynı poliester iplik kullanılarak üretildiği için kumaşların üst (iç) yüzünün ıslanma süresini gösteren $WT_{üst}$ değerleri birbirleri ile yakın sonuçlar vermiştir.

Şekil 4.2’de verilen ıslanma süresi skala sonuçlarına göre, tüm kumaşların $WT_{üst}$ skala değerleri 3 derecesinde olup kumaşların iç yüzleri orta derece sürelerde ıslanma göstermektedir. WT_{alt} skala değerleri ise 2 veya 3 derecelerinde olup, kumaşların dış yüzleri orta veya yavaş derece sürelerde ıslanmaktadır.

Şekil 4.1’de verilen A, B ve C grubu kumaşların WT_{alt} değerlerine göre, P-V kumaş en düşük WT_{alt} değeri, P-VS kumaş ise en yüksek WT_{alt} değeri göstermiştir. P-V kumaşın dış yüzü en çabuk ıslanırken, P-VS kumaşın dış yüzü ise en yavaş ıslanmaktadır. Terin kumaş aracılığı ile dış yüzü çabuk bir şekilde iletilebilmesi için alt (dış) yüzün

ıslanma süresinin daha düşük olması önem taşımaktadır. Bu bakımdan P-V kumaş incelenen diğer kumaşlar içinde ıslanma süresi bakımından en avantajlı olan kumaştır.

B grubu kumaşların WT_{alt} değerleri göz önüne alındığında, P-V kumaş en düşük WT_{alt} gösterirken, P-M kumaş en yüksek WT_{alt} göstermiştir.

C grubu kumaşların WT_{alt} değerleri göz önüne alındığında, P-VW kumaş en düşük WT_{alt} göstermiştir. Dış yüzde viskoz lifini yün lifi ile karışım halinde kullanmak, bu kumaşın dış yüzünün daha erken ıslanmasını sağlamıştır. Yün lifi higroskopik bir lif olduğundan diğer poliester ve ipek liflerine göre ıslanma süresi daha düşük olarak elde edilmiştir.

A, B ve C grubu kumaşlarda lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüz ıslanma süreleri üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

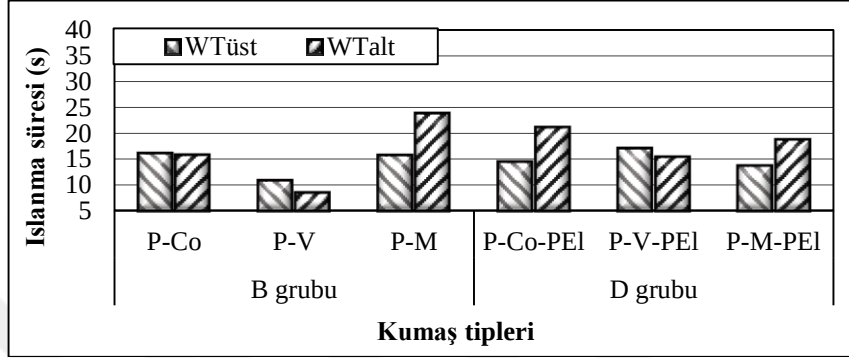
Çizelge 4.4. Lif cinsinin kumaşların ıslanma süresi üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Üst (iç) yüz ıslanma süresi (WT _{üst})				Alt (dış) yüz ıslanma süresi (WT _{alt})				
Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar			Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar			
	1	2	3		1	2	3	4
P-P	9,11			P-V	8,62			
Co-Co	9,12			P-P	9,92			
P-V	10,94	10,94		Co-Co	9,46			
P-VS	12,34	12,34	12,34	P-VW		14,95		
P-VP		13,20	13,20	P-Co		15,84		
P-VW		13,66	13,66	P-M			23,75	
P-M			15,67	P-VP			24,24	
P-Co			16,08	P-VS				32,14
Anlamlılık	0,10	0,21	0,68	Anlamlılık	0,85	0,57	0,75	1,00

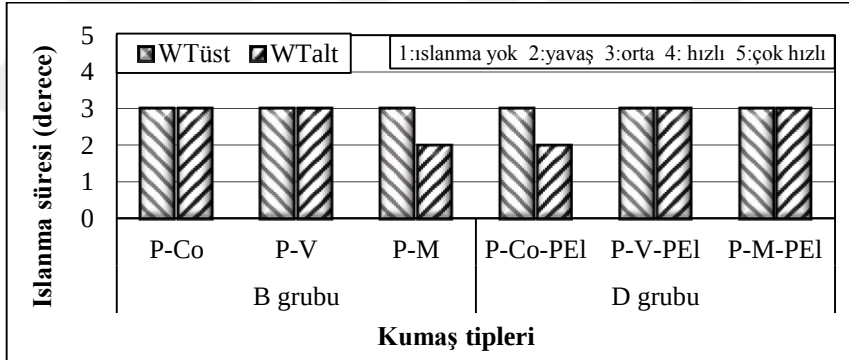
Çizelge 4.4’de verilen SNK test sonuçları, kumaşların $WT_{üst}$ değerlerinin üç farklı gruba, WT_{alt} değerlerinin ise dört farklı gruba ayrıldığını göstermektedir. Çizelgedeki WT_{alt} değerlerine göre, en düşük WT_{alt} değeri P-P ve Co-Co kumaşlar ile aynı grupta olan V-P kumaş için, en yüksek WT_{alt} değeri ise P-VS kumaş için elde edilmiştir.

4.2.1.2. Elastan Kullanımının Kumaşların ıslanma Süresi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Elastan kullanımının kumaşların üst ve alt ıslanma süresi ($WT_{üst}$ ve WT_{alt}) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.3’de, her iki ıslanma süresi sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma süresi sonuçları üzerindeki etkisi



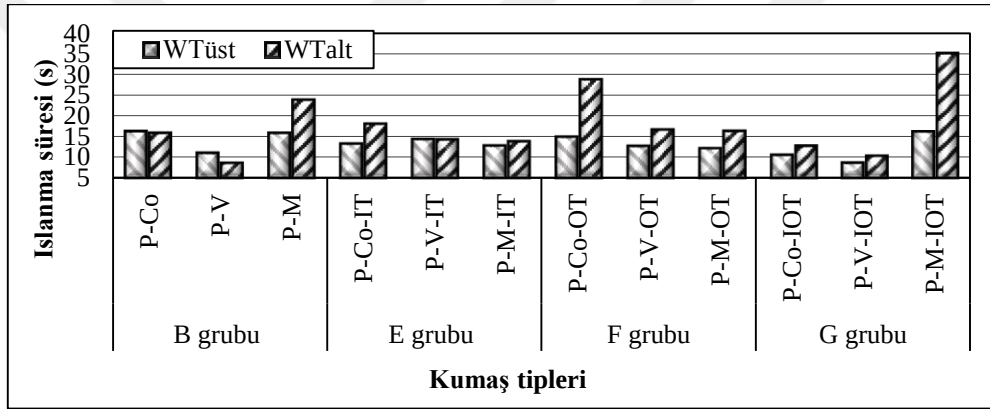
Şekil 4.4. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma süresi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.3’de verilen $WT_{üst}$ ve WT_{alt} değerleri elastan kullanımının etkisi göz önüne alınarak incelenecek olursa, B ve D grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların $WT_{üst}$ değerlerinin birbirlerine oldukça yakın olduğu, buna karşın P-M ve P-M-PEI kumaşlar hariç, D grubu P-Co-PEI ve P-V-PEI kumaşların elastansız B grubunda aynı lif cinsindeki P-Co ve P-V kumaşların WT_{alt} değerlerinden daha yüksek olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan kullanımı kumaşların sıklık değerlerinde ve gramaj değerlerinde artışa neden olduğu için kumaşların WT_{alt} değerlerinde artışa neden olmuş olabilecektir. Elastanlı kumaşlarda ilmek ve lif sayısı fazla olduğu için ıslanma bu kumaşlarda daha

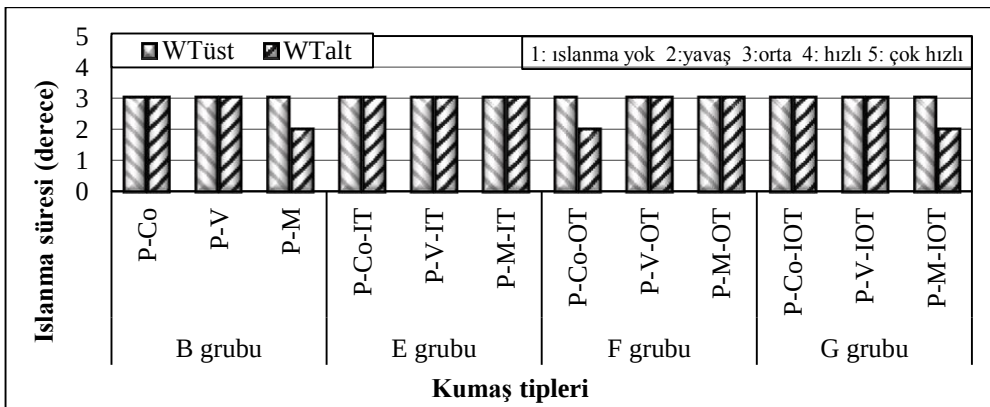
uzun sürede gerçekleşmiş olabilecektir. Yine elastanlı D grubu kumaşlar içinde pamuk iplik içeren P-Co-PEI kumaş en yüksek WT_{alt} değeri, P-V-PEI kumaş en düşük WT_{alt} değeri göstermiştir. Varyans analizi sonuçları elastan kullanımının WT_{alt} sonuçları üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).

4.2.1.3. Örgü Yapısının Kumaşların İslanma Süresi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüz ıslanma süresi sonuçları ($WT_{üst}$ ve WT_{alt}) üzerindeki etkisi Şekil 4.5’de, her iki ıslanma süresi sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.5. Örgü yapısının kumaşların ıslanma süresi sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.6. Örgü yapısının kumaşların ıslanma süresi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.5’de verilen farklı örgü yapılarına sahip B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinslerine sahip kumaşların $WT_{üst}$ ve WT_{alt} değerleri örgü yapısı dikkate alınarak

incelenecek olursa, kumaşların üst (iç) yüzleri ve bağlantı kısımları aynı poliester iplik ve alt (dış) yüzleri farklı lif cinsleri kullanılarak üretildiği için kumaşların WT_{alt} değerlerinin $WT_{üst}$ değerlerinden daha fazla değişkenlik gösterdiği ve böylece $WT_{üst}$ değerlerinin birbirleri ile yakın sonuçlar verdiği görülecektir.

WT_{alt} değerleri her lif cinsinde farklılık gösterdiği için örgü tipinin ve lif cinsinin WT_{alt} değerleri üzerindeki etkisi görülememiştir. $WT_{üst}$ ve WT_{alt} değerlerinin B, E, F ve G gruplarındaki dört farklı örgü yapısına göre kayda değer bir eğilimi takip etmediği görülecektir. Daha uzun yapıda olan tutulan ilmekler nedeniyle, askılar içeren örme kumaş doğası gereği gözenekli bir yapıya sahiptir ve bu özellik kılcal hareket ile sıvı nemin taşınmasını teşvik ederek ıslanma süresi sonuçlarını olumlu yönde etkileme eğilimindedir. Diğer taraftan askılı kumaşların daha kalın yapısı sıvı nemin deriden kumaşın alt (dış) yüzüne daha uzun sürede ulaşmasını sağladığı için, askılı kumaşlar ıslanma süresini olumsuz etkileyebilecektir. Çizelge 4.1’de verilen yapısal özelliklerden de görülebileceği gibi, yüzlerinde askılar bulunan E, F ve G grubu kumaşlar, aynı lif cinslerinden yapılan karşılaştırılabilir B grubu kumaşlara göre belirgin bir şekilde daha yüksek kalınlık değerlerine sahiptir. En yüksek kalınlık değerleri her iki yüzü de askılı olan G grubu kumaşlarda gözlenmektedir. $WT_{üst}$ ve WT_{alt} sonuçlarına göre, E, F ve G grubu askılı kumaşların gözenekli yapısından dolayı ıslanma süresindeki azalmanın, daha kalın yapısının etkisiyle bir miktar artması muhtemeldir. Sonuç olarak $WT_{üst}$ ve WT_{alt} sonuçlarında örgü yapısının belirgin etkisi gözlemlenememiştir.

B, E, F ve G grubu kumaşlarda örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüzlerinin ıslanma süreleri üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5’de verilen örgü yapısı etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK sonuçları, dört farklı örgü yapısındaki kumaşların $WT_{üst}$ ve WT_{alt} değerlerinin iki farklı gruba ayrıldığını göstermiştir. F ile G grubu kumaşların ve B ile E grubu kumaşların WT_{alt} değerleri aynı grupta yer almıştır. İstatistiki olarak da en düşük WT_{alt} değerlerini F ile E grubu, en yüksek WT_{alt} değerlerini D ile B grubu kumaşlar göstermiştir.

Çizelge 4.5. Örgü yapısının kumaşların ıslanma süresi üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

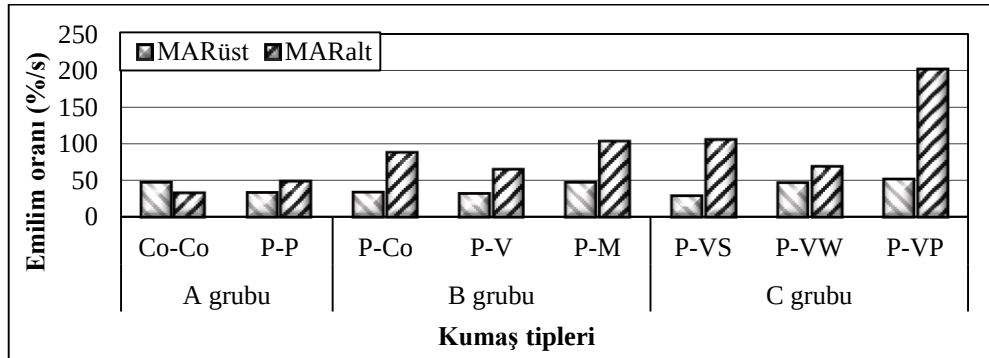
Üst yüz ıslanma süresi (WT _{üst})			Alt yüz ıslanma süresi (WT _{alt})		
Örgü yapısı	Farklı olan gruplar		Örgü yapısı	Farklı olan gruplar	
	1	2		1	2
iç ve dış askı (G grubu)	11,71		iç: askı dış: ilmek (E grubu)	15,39	
iç: ilmek dış: askı (F grubu)	13,11	13,11	iç ve dış ilmek (B grubu)	16,07	
iç: askı dış: ilmek (E grubu)	13,32	13,32	iç ve dış askı (G grubu)		19,31
iç ve dış ilmek (B grubu)		14,23	iç: ilmek dış: askı (F grubu)		20,52
Önem seviyesi	0,08	0,28	Önem seviyesi	0,53	0,27

4.2.2. Kumaşların Emilim Oranı Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

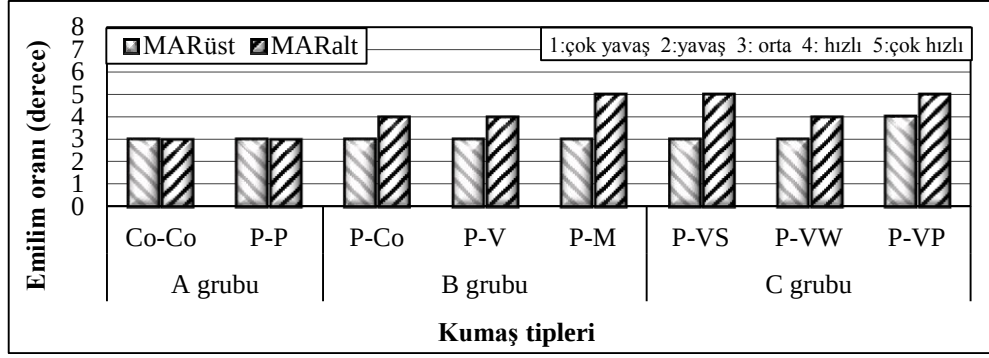
Emilim oranları (MAR_{üst} ve MAR_{alt}), kumaşın alt ve üst yüzlerinin sıvının pompalama süresi içindeki ortalama emiş oranlarını ifade etmektedir (SDL Atlas, 2005; Hu ve ark., 2005). Bu parametreler ile kumaşların üst ve alt yüzlerinin maksimum nem çekme oranları belirlenmiş olmaktadır.

4.2.2.1. Lif Cinsinin Kumaşların Emilim Oranı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüzlerinin emilim oranı sonuçları (MAR_{üst} ve MAR_{alt}) üzerindeki etkisini Şekil 4.7’de ve her iki emilim oranı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Lif cinsinin kumaşların emilim oranı sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.8. Lif cinsinin kumaşların emilim oranı skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.7’de verilen A, B ve C grubu kumaşlarına ait üst ve alt emilim oranları sonuçları incelendiğinde, Co-Co kumaş haricinde diğer kumaşların MAR_{üst} değerlerinin MAR_{alt} değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuç nemin çoğunun kumaşın alt (dış) yüzünde toplandığını yani üstteki (iç) nemin alt (dış) yüze daha iyi aktarıldığını göstermektedir. B ve C grup kumaşlarda nemin kumaşın dış yüzünde toplanması kumaşların iç ve dış yüzlerin farklı kılcal özelliğe sahip olması ile açıklanabilecektir. Nem iletme özelliği olan ve kumaşın üst (iç) yüzünde ve bağlantı kısmında kullanılan poliester ipliği amaçlandığı gibi kumaşlarda sıvı nemin alt (dış) tabakaya iletilmesini sağlamış olmaktadır.

Co-Co kumaş haricinde diğer kumaşların üst (iç) yüzü ve bağlantı kısımları aynı poliester iplik kullanılarak üretildiği için kumaşların üst (iç) yüzünün emilim oranını gösteren MAR_{üst} değerleri birbirleri ile yakın sonuçlar vermiştir.

Şekil 4.8’de verilen emilim oranı skala sonuçlarına göre, tüm kumaşların MAR_{üst} skala değerleri 3 derecesindedir. Bu sonuç kumaşların üst (iç) yüzünün orta derecede nem emdiğini göstermektedir. MAR_{alt} skala değerleri ise 3-5 dereceleri arasında değişmekte olup, kumaşların alt (dış) yüzleri orta, hızlı veya çok hızlı derecelerinde nem emmektedir.

Şekil 4.7’de verilen A, B ve C grubu kumaşların alt (dış) yüzlerinin emilim oranlarını gösteren MAR_{alt} değerlerine göre, üst ve alt yüzleri aynı lif cinsinden üretilen A grubundaki Co-Co ve P-P kumaşlar en düşük MAR_{alt} değerleri göstermiştir.

B ve C grubu kumaşların alt (dış) yüzlerinin MAR_{alt} değerleri incelendiğinde, en yüksek MAR_{alt} değerinin P-VP kumaş ve en düşük MAR_{alt} değerlerinin P-V kumaş için elde edildiği görülecektir. Bu durumda kumaşın alt (dış) yüzünde en fazla sıvı toplanması P-VP kumaşta meydana gelmiştir. Bu bakımdan P-VP kumaş incelenen A, B ve C grubu kumaşlar içinde MAR_{alt} değerleri bakımından en avantajlı olan kumaştır. P-VP kumaşın

yüksek MAR_{alt} değerleri göstermesi P-VP kumaşın kalınlık değerinin B ve C grubu kumaşlar içinde en yüksek olması ile açıklanabilir (Çizelge 4.1).

A, B ve C grubu kumaşlarda lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüzleri emilim oranları üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

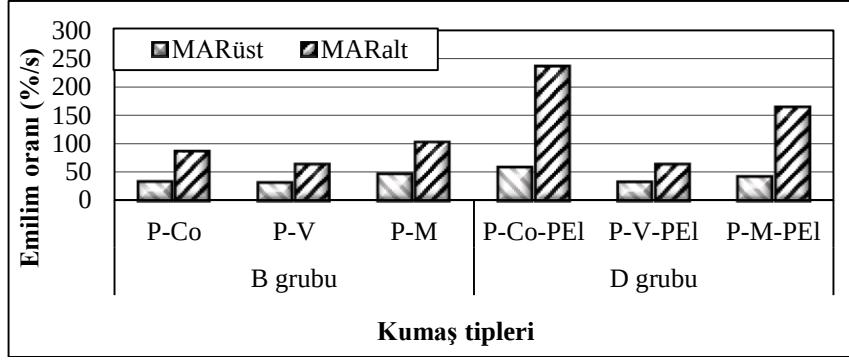
Çizelge 4.6. Lif cinsinin kumaşların emilim oranı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Üst (iç) yüz emilim oranı ($MAR_{üst}$)				Alt (dış) yüz emilim oranı (MAR_{alt})					
Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar			Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar				
	1	2	3		1	2	3	4	5
P-VS	28,60			Co-Co	33,16				
P-V	31,79	31,79		P-P	48,79	48,79			
P-P	33,29	33,29		P-V		65,05	65,05		
P-Co	33,80	33,80		P-VW		68,99	68,99		
P-VW		46,17	46,17	P-Co			88,04	88,04	
P-M		46,76	46,76	P-M				103,50	
Co-Co		46,94	46,94	P-VS				105,47	
P-VP			51,10	P-VP					201,08
Anlam.	0,80	0,12	0,83	Anlam.	0,19	0,22	0,14	0,31	1,00

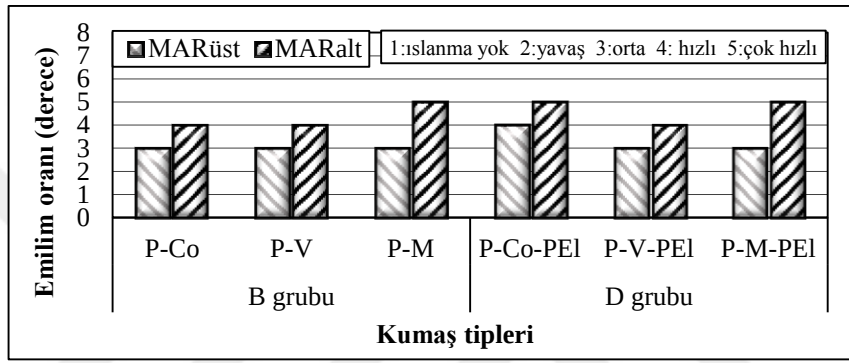
Çizelge 4.6’da verilen SNK test sonuçları, kumaşların $MAR_{üst}$ değerlerinin üç farklı gruba, MAR_{alt} değerlerinin ise beş farklı gruba ayrıldığını göstermektedir. MAR_{alt} değerleri genel olarak değerlendirilecek olursa, en düşük MAR_{alt} değeri P-P kumaş ile birlikte Co-Co kumaş için, en yüksek MAR_{alt} değeri ise daha önce de belirtildiği gibi P-VP kumaş için elde edilmiştir.

4.2.2.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Emilim Oranı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Elastan kullanımının kumaşların üst ve alt emilim oranı ($MAR_{üst}$ ve MAR_{alt}) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.9’da, her iki emilim oranı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.10’de verilmiştir.



Şekil 4.9. Elastan kullanımının kumaşların emilim oranı sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.10. Elastan kullanımının kumaşların emilim oranı skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.9’da verilen $MAR_{üst}$ ve MAR_{alt} değerleri elastan kullanımının etkisi göz önüne alınarak incelenecek olursa, hem elastansız B grubu ve hem de elastanlı D grubu kumaşlarda $MAR_{üst}$ değerleri MAR_{alt} değerlerinden düşüktür. $MAR_{üst}$ ve MAR_{alt} değerleri arasındaki fark elastanlı kumaşlarda özellikle de P-Co-PEl ve P-M-PEl kumaşlarda daha yüksektir. Bu sonuç, elastan ilavesinin sıvının kumaşın alt (dış) yüzünde toplanmasını negatif yönde etkilediğini göstermektedir.

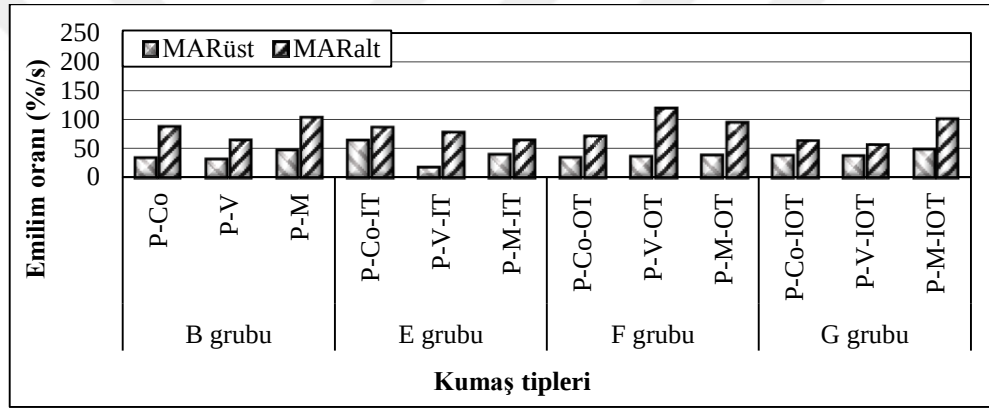
Şekil 4.10’da verilen $MAR_{üst}$ ve MAR_{alt} skala değerlerine göre, elastanlı kumaşlarda $MAR_{üst}$ skala değerleri 4-3 arasında değişirken, MAR_{alt} skala değerleri ise 5-4 arasında değişmektedir.

B ve D grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların $MAR_{üst}$ değerlerinin birbirlerine daha yakın olduğu, buna karşın D grubu kumaşların B grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların MAR_{alt} değerlerinden daha yüksek olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan kullanımı kumaşların sıklık değerlerinde ve gramaj değerlerinde artışa neden olduğu için kumaşların MAR_{alt} değerlerinde artışa neden olmuştur. Yine elastanlı D grubu

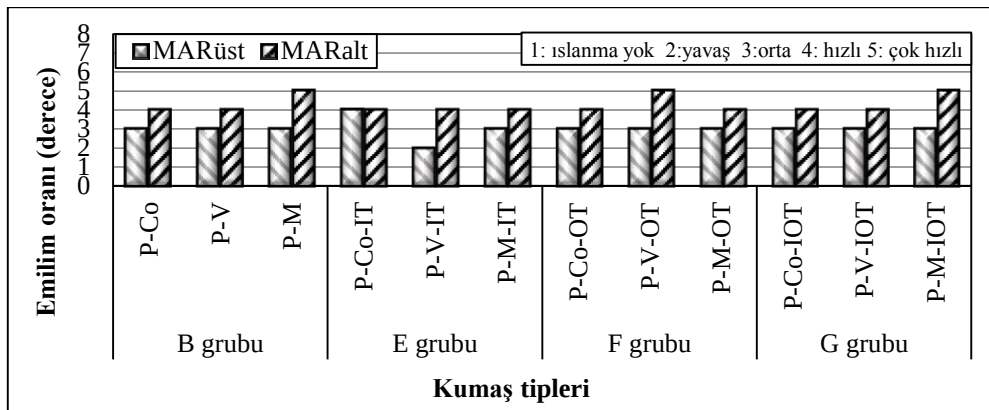
kumaşlar içinde pamuk iplik içeren P-Co-PEI kumaş en yüksek MAR_{alt} değeri, P-V-PEI kumaş en düşük MAR_{alt} değeri göstermiştir. Varyans analizi sonuçları elastan kullanımının MAR_{alt} sonuçları üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).

4.2.2.3. Örgü Yapısının Kumaşların Emilim Oranı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüzlerinin emilim oranı sonuçları ($MAR_{üst}$ ve MAR_{alt}) üzerindeki etkisi Şekil 4.11’de, her iki emilim oranı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Örgü yapısının kumaşların emilim oranı sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.12. Örgü yapısının kumaşların emilim oranı skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.11’de verilen farklı örgü yapılarına sahip B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinslerine sahip kumaşların $MAR_{üst}$ ve MAR_{alt} değerleri örgü yapısı dikkate alınarak incelenecek olursa, $MAR_{üst}$ değerlerinin birbirleri ile yakın sonuçlar verdiği görülecektir.

Şekil 4.12’de verilen $MAR_{üst}$ skala sonuçlarına göre, P-Co-IT ve P-V-IT kumaşlar haricindeki diğer tüm kumaşların $MAR_{üst}$ skala değerleri 3 derecesindedir. P-Co-IT kumaşta $MAR_{üst}$ skala değeri 4 ve P-V-IT kumaşta skala değeri 2 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç kumaşların üst (iç) yüzünün orta derecede nem emdiğini göstermektedir. MAR_{alt} değerleri ise 4-5 dereceleri arasında değişmekte olup, kumaşların alt (dış) yüzleri orta, hızlı veya çok hızlı derecelerinde nem emmektedir.

Şekil 4.11’de verilen MAR_{alt} değerlerine göre, MAR_{alt} değerleri her lif cinsinde farklı davranış sergilemiştir. Bu nedenle, örgü tipinin ve lif cinsinin MAR_{alt} değerleri üzerinde belirli bir yönde etkisi görülememiştir. Şekil 4.12’de verilen MAR_{alt} skala değerlerine göre, iç askılı E grubu kumaşlarda MAR_{alt} skala değerleri 4 derecesinde iken, diğer B, F ve G grubu kumaşlarda MAR_{alt} skala değerleri 4-5 dereceleri arasında değişme göstermiştir.

B, E, F ve G grubu kumaşlarda örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüzlerinin emilim oranları üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Örgü yapısının kumaşların emilim oranı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Üst yüz emilim oranı ($MAR_{üst}$)		Alt yüz emilim oranı (MAR_{alt})		
Örgü yapısı	Farklı olan gruplar	Örgü yapısı	Farklı olan gruplar	
	1		1	2
iç: ilmek dış: askı (F grubu)	36,34	iç ve dış askı (G grubu)	74,29	
iç ve dış ilmek (B grubu)	37,45	iç: askı dış: ilmek (E grubu)	76,68	
iç: askı dış: ilmek (E grubu)	40,23	iç ve dış ilmek (B grubu)	85,53	85,53
iç ve dış askı (G grubu)	40,99	iç: ilmek dış: askı (F grubu)		95,17
Önem seviyesi	0,55		0,21	0,15

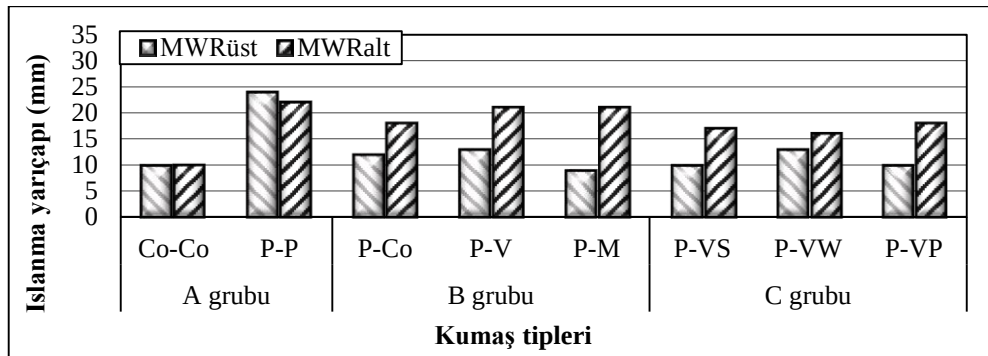
Çizelge 4.7’de verilen örgü yapısının emilim oranları üzerindeki etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK sonuçları, dört farklı örgü yapısındaki kumaşların $MAR_{üst}$ değerlerinin aynı grupta toplandığını ve MAR_{alt} değerlerinin ise iki farklı gruba ayrıldığını göstermektedir. Bu sonuç kumaş gruplarının $MAR_{üst}$ değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir. Kumaş grupları arasında ise MAR_{alt} değerleri bakımından istatistiksel olarak fark bulunmaktadır. E ve B grubu kumaşlar ile birlikte G grubu kumaşların en düşük MAR_{alt} değeri, B grubu kumaşlar ile F grubu kumaşların en yüksek MAR_{alt} değeri gösterdiği görülmüştür. Uzun ilmeklerden dolayı askılar kumaşa dolgunluk ve hacim kazandırdığı için F grubu kumaşlarda kumaşın alt (dış) yüzünde daha fazla sıvı toplanması olmuştur.

4.2.3. Kumaşların Islanma Yarıçapı Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

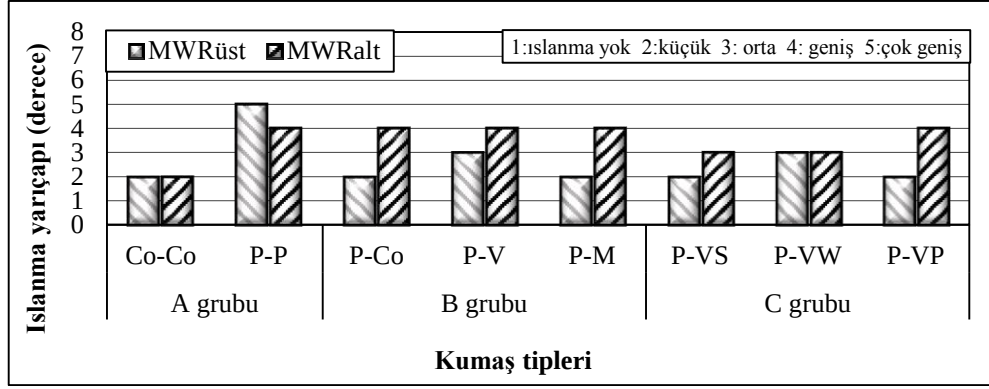
Islanma yarıçapları ($MWR_{üst}$ ve MWR_{alt}) kumaşın alt ve üst yüz maksimum ıslak halka yarıçaplarını ifade etmektedir (SDL atlas, 2005; Hu ve ark., 2005).

4.2.3.1. Lif Cinsinin Kumaşların Islanma Yarıçapı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüz ıslanma yarıçapı sonuçları ($MWR_{üst}$ ve MWR_{alt}) üzerindeki etkisi Şekil 4.13’de ve her iki ıslanma yarıçapı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Lif cinsinin kumaşların ıslanma yarıçapı sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.14. Lif cinsinin kumaşların ıslanma yarıçapı skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.13’de verilen A, B ve C grubu kumaşlarına ait üst ve alt ıslanma yarıçapı sonuçları incelendiğinde, A grubundaki Co-Co ve P-P kumaşlar haricinde diğer B ve C grup kumaşların MWR_{üst} değerlerinin MWR_{alt} değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuç sıvı nemin çoğunun kılcal kuvvetler ile kumaşın alt (dış) yüzünde büyük ıslanma bölgesi oluşturduğunu, yani üstteki (iç) sıvı nemin alt (dış) yüze daha iyi aktarıldığını göstermektedir. A grubu kumaşlarda kumaşların üst ve alt yüzleri ve bağlantı kısımları aynı lifi içeren iplikler kullanılarak üretildiği için B ve C grubu kumaşlarda görülen eğilim A grubu kumaşlarda gözlenememiştir.

Şekil 4.14’de verilen üst ıslanma yarıçapı (MWR_{üst}) skala sonuçlarına göre, P-P kumaşın MWR_{üst} skala değeri 5 derecesinde diğer A, B ve C grubu kumaşların MWR_{üst} skala değerleri ise 2-3 derece arasında değişme göstermiştir. Aynı şekilden alt ıslanma yarıçapı (MWR_{alt}) skala değerleri incelendiğinde, Co-Co kumaşın MWR_{alt} skala değeri 2 derece olarak, diğer A, B ve C grubu kumaşların MWR_{alt} skala değerleri ise 3-4 derece olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, P-P kumaşın üst (iç) yüzü çok geniş, diğer kumaşların üst (iç) yüzleri küçük ve orta derecelerde ıslanma göstermiştir. Aynı şekilde kumaşların alt (dış) yüzleri ise orta ve geniş derecelerde ıslanma göstermiştir.

Şekil 4.13’de verilen A, B ve C grubu kumaşların MWR_{alt} değerlerine göre, en yüksek MWR_{alt} değeri P-P kumaş için, en düşük MWR_{alt} değeri Co-Co kumaş için elde edilmiştir.

B grubu kumaşlarda P-V ve P-M kumaşlar en yüksek MWR_{alt} değerleri göstermiştir. C grubu kumaşlarda ise en yüksek MWR_{alt} değeri P-VP kumaş için en düşük MWR_{alt} değeri P-VW kumaş için elde edilmiştir. Dış yüzde hidrofob ve nemi ileten polyester lifini viskoz lifi ile karışım halinde kullanmak, nemin bu kumaşın dış yüzünde

daha fazla miktarda yayılmasını sağlamıştır. Yün lifi, kumaşları oluşturan lif cinsleri arasında en yüksek nem geri kazanım değerine sahip olmasına rağmen, yün lifini içeren P-VW kumaş, B ve C grubu kumaşlar içinde kumaşın dış kısmında en fazla ilmek sayısına (Çizelge 4.1) sahip olması nedeniyle P-V ve P-M kumaşlara göre daha düşük MWR_{alt} değeri göstermiştir.

A, B ve C grubu kumaşlarda lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüz ıslanma yarıçapları üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

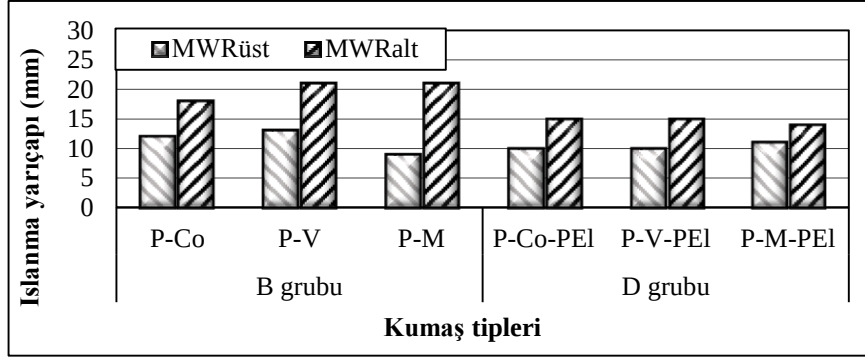
Çizelge 4.8. Lif cinsinin kumaşların ıslanma yarıçapı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Üst (iç) yüz ıslanma yarıçapı ($MWR_{üst}$)			Alt (dış) yüz ıslanma yarıçapı (MWR_{alt})				
Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar		Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar			
	1	2		1	2	3	4
P-M	9		Co-Co	10			
Co-Co	10		P-VW		16		
P-VS	10		P-VS		17	17	
P-VP	10		P-Co		18	18	
P-Co	12		P-VP		18	18	
P-VW	13		P-M			21	
P-V	13		P-V			21	
P-P		24	P-P				22
Anlamlılık	0,05	1,00	Anlamlılık	1,00	0,55	0,08	0,08

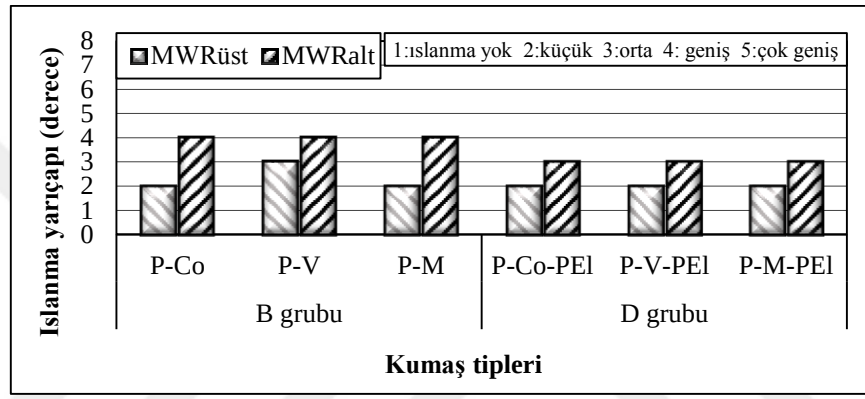
Çizelge 4.8’de verilen SNK test sonuçlarına göre, kumaşların $MWR_{üst}$ değerleri iki farklı gruba, MWR_{alt} değerleri ise dört farklı gruba ayrılmıştır. MWR_{alt} değerlerine göre, daha öncede belirtildiği gibi Co-Co kumaş en düşük MWR_{alt} değeri, P-P kumaş ise en yüksek MWR_{alt} değeri göstermiştir.

4.2.3.2. Elastan Kullanımının Kumaşların ıslanma Yarıçapı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Elastan kullanımının kumaşların üst ve alt ıslanma yarıçapı ($MWR_{üst}$ ve MWR_{alt}) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.15’de, her iki ıslanma yarıçapı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.15. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma yarıçapı sonuçları üzerindeki etkisi

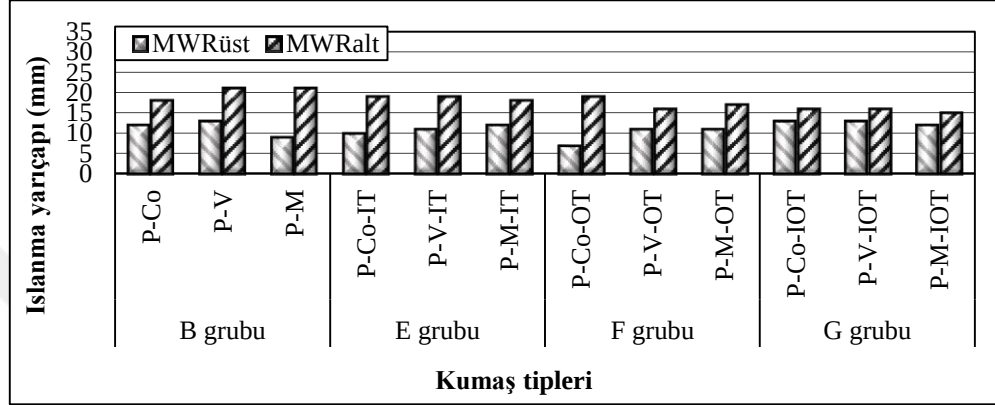


Şekil 4.16. Elastan kullanımının kumaşların ıslanma yarıçapı skala sonuçları üzerindeki etkisi

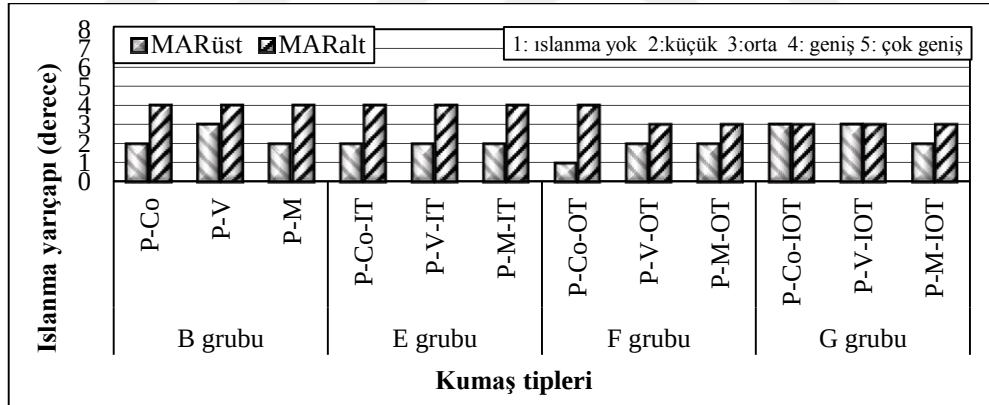
Şekil 4.15’de verilen $MWR_{üst}$ ve MWR_{alt} değerleri elastan kullanımının etkisi göz önüne alınarak incelenecek olursa, B ve D gruplarında aynı lif cinsindeki kumaşların $MWR_{üst}$ değerlerinin birbirlerine oldukça yakın olduğu, buna karşın D grubu kumaşların elastansız B grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların MWR_{alt} değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan kullanımı kumaşların sıklık değerlerinde ve gramaj değerlerinde artışa neden olduğu için kumaşların MWR_{alt} değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Elastanlı kumaşlardailmek ve lif sayısı fazla olduğu için sıvı nemin yayılması azalmış olabilecektir. Yine elastanlı D grubu kumaşların MWR_{alt} değerleri birbirine yakın olup, P-Co-PEI ve P-V-PEI kumaşların MWR_{alt} değerleri çok az P-M-PEI kumaşın MWR_{alt} değerinden yüksek olarak elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçları elastan kullanımının MWR_{alt} sonuçları üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$).

4.2.3.3. Örgü Yapısının Kumaşların İslanma Yarıçapı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüz ıslanma yarıçapı sonuçları ($MWR_{üst}$ ve MWR_{alt}) üzerindeki etkisi Şekil 4.17’de, her iki ıslanma yarıçapı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Örgü yapısının kumaşların ıslanma yarıçapı sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.18. Örgü yapısının kumaşların ıslanma yarıçapı skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.17’de verilen farklı örgü yapılarına sahip B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinslerine sahip kumaşların $MWR_{üst}$ ve MWR_{alt} değerleri örgü yapısı dikkate alınarak incelenecek olursa, kumaşların üst (iç) yüzleri ve bağlantı kısımları aynı poliester iplik ve alt (dış) yüzleri farklı lif cinsleri kullanılarak üretildiği için kumaşların MWR_{alt} değerlerinin $MWR_{üst}$ değerlerinden daha fazla değişkenlik gösterdiği ve böylece $MWR_{üst}$ değerlerinin birbirleri ile yakın sonuçlar verdiği görülecektir.

B grubu kumaşların MWR_{alt} değerleri ile diğer askılı E, F ve G grubu kumaşların aynı değerleri aynı lif cinsleri dikkate alınarak karşılaştırıldığında, E, F ve G grubu kumaşların MWR_{alt} değerlerinin B grubu kumaşların MWR_{alt} değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Özellikle her iki tarafı askılı G grubu kumaşlar en düşük MWR_{alt} değerleri göstermiştir. Bu sonuca göre, askı ilmekleri sıvı nemin kumaşın alt (dış) yüzünde yayılma kapasitesini azaltmıştır. Askı ilmekli kumaşlarda oluşan uzun ilmekler kumaşlarda gözeneklere neden olduğu için sıvı nemin yayılmasını zorlaştırmış olabilecektir.

B, E, F ve G grubu kumaşlarda örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüz ıslanma yarıçapı üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Örgü yapısının kumaşların ıslanma yarıçapı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Üst yüz ıslanma yarıçapı ($MWR_{üst}$)			Alt yüz ıslanma yarıçapı (MWR_{alt})			
Örgü yapısı	Farklı olan gruplar		Örgü yapısı	Farklı olan gruplar		
	1	2		1	2	3
iç: ilmek dış: askı (F grubu)	9,67		iç ve dış askı (G grubu)	15,67		
iç: askı dış: ilmek (E grubu)	11,00	11,00	iç: ilmek dış: askı (F grubu)	17,33	17,33	
iç ve dış ilmek (B grubu)	11,33	11,33	iç: askı dış: ilmek (E grubu)		18,67	18,67
iç ve dış askı (G grubu)		12,67	iç ve dış ilmek (B grubu)			20,00
Önem seviyesi	0,26	0,26	Önem seviyesi	0,05	0,12	0,12

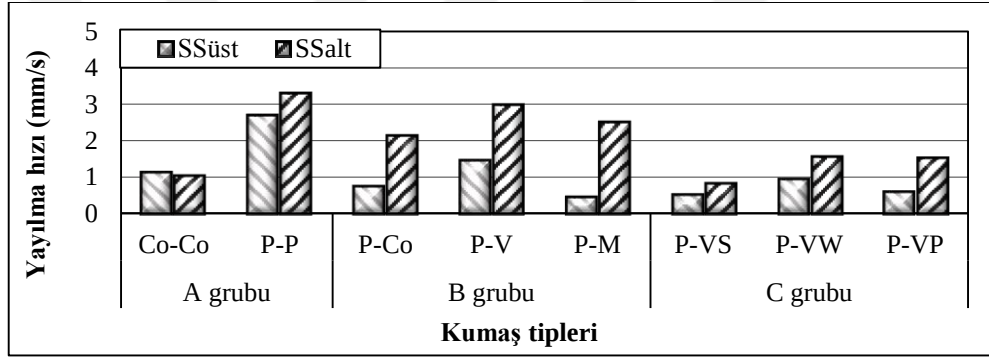
Çizelge 4.9’da verilen örgü yapısı etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK sonuçlarına göre, dört farklı örgü yapısındaki kumaşların $MWR_{üst}$ değerleri iki farklı gruba, MWR_{alt} değerleri ise üç farklı gruba ayrılmıştır. G grubu kumaşlar F grubu kumaşlar ile birlikte en düşük MWR_{alt} değerleri gösterirken, B grubu kumaşlar E grubu kumaşlar ile birlikte en yüksek MWR_{alt} değerleri göstermiştir.

4.2.4. Kumaşların Yayılma Hızı Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

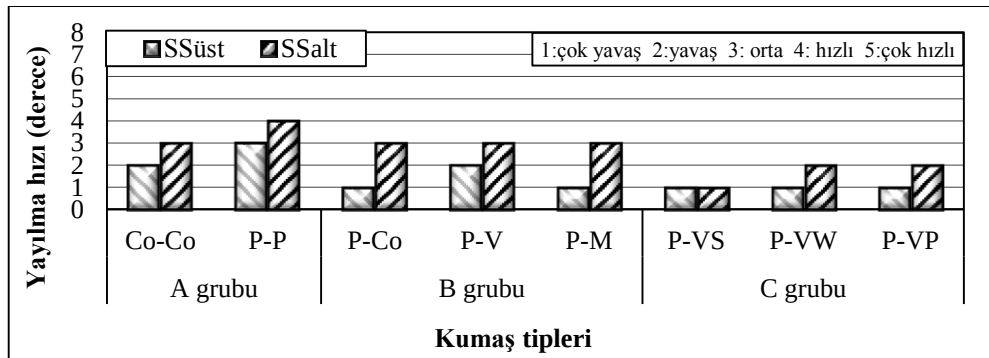
Yayılma hızları $SS_{üst}$ ve SS_{alt} maksimum ıslanma yarıçaplarına ulaşmak için kumaşın üst ve alt yüzlerinde nemin yayılma hızını ifade etmektedir (SDL atlas, 2005; Hu ve ark., 2005).

4.2.4.1. Lif Cinsinin Kumaşların Yayılma Hızı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüz yayılma hızı sonuçları ($SS_{üst}$ ve SS_{alt}) üzerindeki etkisi Şekil 4.19’da ve her iki yayılma hızı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.19. Lif cinsinin kumaşların yayılma hızı sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.20. Lif cinsinin kumaşların yayılma hızı skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.19’da verilen A, B ve C grubu kumaşlarına ait üst ve alt yayılma hızı sonuçları incelendiğinde, kumaşların SS_{alt} değerlerinin $SS_{üst}$ değerlerinden daha fazla değişkenlik gösterdiği görülecektir.

Şekil 4.19’da verilen A, B ve C grubu kumaşlarına ait üst ve alt yayılma hızı sonuçları incelendiğinde, Co-Co kumaş haricinde diğer kumaşların $SS_{üst}$ değerlerinin SS_{alt} değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuç sıvı nemin kılcal kuvvetler ile kumaşın alt (dış) yüzünde daha hızlı yayıldığını, yani üstteki (iç) nemin alt (dış) yüze daha iyi aktarıldığını göstermektedir. P-P kumaş ve B ve C grubu kumaşlarda poliester iplikten yapılan kumaşın üst (iç) yüzü poliesterin nem iletme özelliği sayesinde sıvı nemi hızlı bir şekilde alt (dış) tabakaya iletmektedir ve alt (dış) yüzde hızlı bir şekilde sıvı nemi yayarak ıslak alan oluşturmakta ve nem bu şekilde alt yüzde hızlı bir şekilde kurumuş olmaktadır.

Şekil 4.20’de verilen üst yayılma hızı ($SS_{üst}$) skala sonuçlarına göre, A, B ve C grubu kumaşların $SS_{üst}$ skala değerleri ise 1-3 derece arasında değişme göstermiştir. Aynı şekilden alt yayılma hızı (SS_{alt}) skala değerleri incelendiğinde, P-VS kumaşın SS_{alt} skala değeri 1 derece olarak, diğer A, B ve C grubu kumaşların SS_{alt} skala değerleri ise 2-4 derece olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, P-P kumaşın üst (iç) ve alt (dış) yüzleri çok hızlı ıslanma göstermiştir.

Şekil 4.19’da verilen A, B ve C grubu kumaşların SS_{alt} değerlerine göre, en yüksek SS_{alt} değeri P-P kumaş için, en düşük SS_{alt} değeri P-VS kumaş için elde edilmiştir.

B grubu kumaşlarda P-V kumaş en yüksek SS_{alt} değeri göstermiştir. C grubu kumaşlarda ise en yüksek SS_{alt} değeri P-VW kumaş için, en düşük SS_{alt} değeri P-VS kumaş için elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Lif cinsinin kumaşların yayılma hızı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

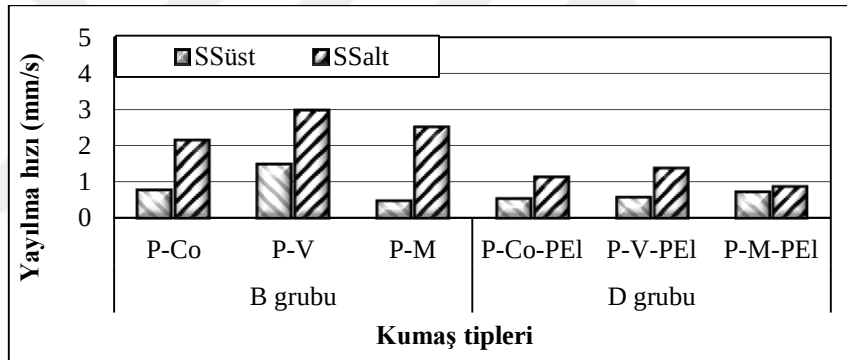
Üst (iç) yüz yayılma hızı ($SS_{üst}$)					Alt (dış) yüz ıslanma yayılma hızı (SS_{alt})					
Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar				Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar				
	1	2	3	4		1	2	3	4	5
P-M	0,48				P-VS	0,85				
P-VS	0,54				Co-Co	1,06				
P-VP	0,62	0,62			P-VP		1,54			
P-Co	0,77	0,77			P-VW		1,58			
P-VW	0,96	0,96			P-Co			2,14		
Co-Co		1,15	1,15		P-M				2,52	
P-V			1,47		P-V					2,98
P-P				2,69	P-P					3,30
Anlam.	0,12	0,05	0,11	1,00	Anlam.	0,23	0,84	1,00	1,00	0,06

A, B ve C grubu kumaşlarda lif cinsinin kumaşların üst ve alt yüz yayılma hızı üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

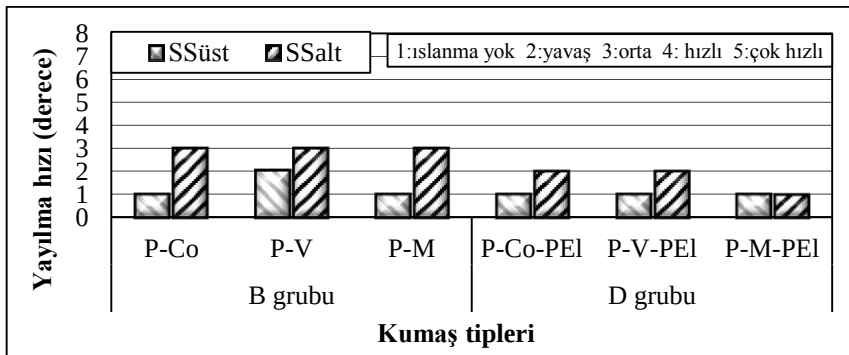
Çizelge 4.10’da verilen SNK test sonuçlarına göre, kumaşların $SS_{üst}$ değerleri dört farklı gruba, SS_{alt} değerleri ise beş farklı gruba ayrılmıştır. SS_{alt} değerlerine göre, daha öncede belirtildiği gibi P-VS kumaş Co-Co kumaş ile birlikte en düşük SS_{alt} değeri, P-P kumaş ise P-V kumaş ile birlikte en yüksek SS_{alt} değeri göstermiştir.

4.2.4.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Yayılma Hızı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Elastan kullanımının kumaşların üst ve alt yayılma hızı ($SS_{üst}$ ve SS_{alt}) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.21’de, her iki yayılma hızı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.21. Elastan kullanımının kumaşların yayılma hızı sonuçları üzerindeki etkisi

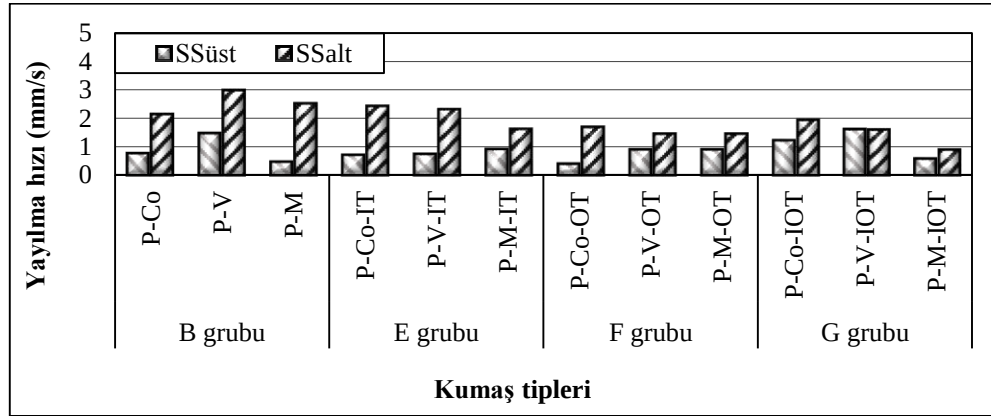


Şekil 4.22. Elastan kullanımının kumaşların yayılma hızı skala sonuçları üzerindeki etkisi

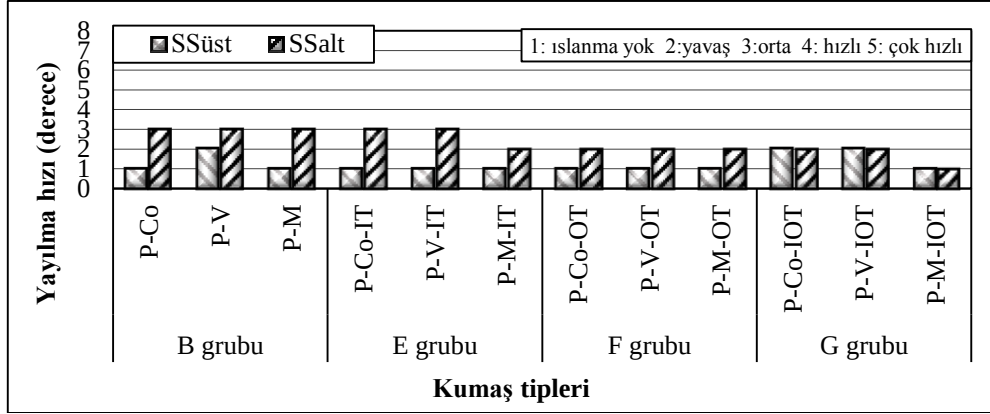
Şekil 4.22’de verilen $SS_{üst}$ ve SS_{alt} değerleri elastan kullanımının etkisi göz önüne alınarak incelenecek olursa, B ve D grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların $SS_{üst}$ değerlerinin birbirlerine oldukça yakın olduğu, buna karşın D grubu kumaşların elastansız B grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların SS_{alt} değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, daha öncede diğer sonuçlarda belirtildiği gibi, elastan kullanımı kumaşların sıklık değerlerinde ve gramaj değerlerinde artışa neden olduğu için kumaşların SS_{alt} değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Elastanlı kumaşlarda ilmek ve lif sayısı fazla olduğu için sıvı nemin yayılma hızı azalmış olabilecektir. Elastanlı D grubu kumaşlarda en yüksek SS_{alt} değeri P-V-PEI kumaş, en düşük SS_{alt} değeri P-M-PEI kumaş için elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçları elastan kullanımının SS_{alt} sonuçları üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).

4.2.4.3. Örgü Yapısının Kumaşların Yayılma Hızı Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüz yayılma hızı sonuçları ($SS_{üst}$ ve SS_{alt}) üzerindeki etkisi Şekil 4.23’de, her iki yayılma hızı sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.23. Örgü yapısının kumaşların yayılma hızı sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.24. Örgü yapısının kumaşların yayılma hızı skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.23’de verilen farklı örgü yapılarına sahip B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinslerine sahip kumaşların $SS_{üst}$ ve SS_{alt} değerleri örgü yapısı dikkate alınarak incelenecek olursa, $SS_{üst}$ değerlerinin birbirleri ile daha yakın sonuçlar verdiği görülecektir.

B grubu kumaşların SS_{alt} değerleri ile diğer askılı E, F ve G grubu kumaşların aynı değerleri aynı lif cinsleri dikkate alınarak karşılaştırıldığında, E grubu P-Co-IT kumaş hariç, E, F ve G grubu kumaşların SS_{alt} değerlerinin B grubu kumaşların SS_{alt} değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Özellikle dış yüzü askılı F grubu kumaşlar en düşük SS_{alt} değerleri göstermiştir. Bu sonuca göre, askı ilmekleri sıvı nemin kumaşın alt (dış) yüzünde yayılma hızını azaltmıştır. Askı ilmekli kumaşlarda oluşan uzun ilmekler kumaşlarda gözeneklere neden olduğu için sıvı nemin yayılmasını zorlaştırmış olabilecektir.

B, E, F ve G grubu kumaşlarda örgü yapısının kumaşların üst ve alt yüz yayılma hızı üzerindeki etkisini gösteren SNK çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11’de verilen örgü yapısı etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK sonuçlarına göre, dört farklı örgü yapısındaki kumaşların $SS_{üst}$ değerleri iki farklı gruba, SS_{alt} değerleri ise üç farklı gruba ayrılmıştır. G grubu kumaşlar F grubu kumaşlar ile birlikte en düşük SS_{alt} değerleri gösterirken, B grubu kumaşlar en yüksek SS_{alt} değerleri göstermiştir.

Çizelge 4.11. Örgü yapısının kumaşların yayılma hızı üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

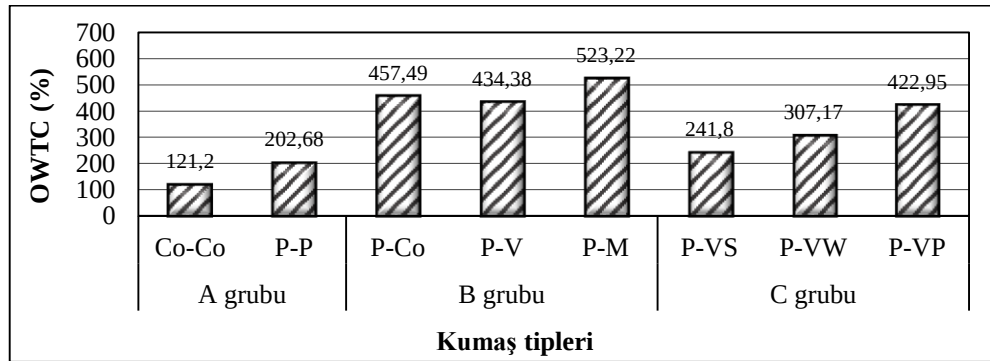
Üst yüz ıslanma yarıçapı (SS _{üst})			Alt yüz ıslanma yarıçapı (SS _{alt})			
Örgü yapısı	Farklı olan gruplar		Örgü yapısı	Farklı olan gruplar		
	1	2		1	2	3
iç: ilmek dış: askı (F grubu)	0,74		iç ve dış askı (G grubu)	1,48		
iç: askı dış: ilmek (E grubu)	0,79		iç: ilmek dış: askı (F grubu)	1,53		
iç ve dış ilmek (B grubu)	0,90		iç: askı dış: ilmek (E grubu)		2,12	
iç ve dış askı (G grubu)		1,14	iç ve dış ilmek (B grubu)			2,55
Önem seviyesi	0,20	1,00	Önem seviyesi	0,57	1,00	1,00

4.2.5. Kumaşların Kümülatif Tek Yönlü Taşıma Endeksi (OWTC) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

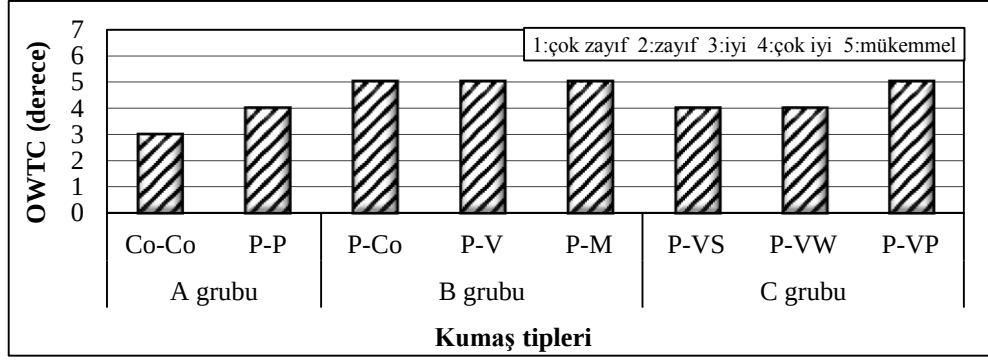
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (OWTC) kumaşın iki yüzleri arasındaki kümülatif nem miktarı farkını ifade etmektedir (SDL atlas, 2005). OWTC değerinin yüksek olması kumaşın nem yönetim kapasitesinin çok iyi olduğunu göstermektedir.

4.2.5.1. Lif Cinsinin Kumaşların Tek Yönlü Taşıma Endeksi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Lif cinsinin kumaşların Tek Yönlü Taşıma Endeksi Sonuçları (OWTC) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.25’de ve OWTC sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.26’da verilmiştir.



Şekil 4.25. Lif cinsinin kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.26. Lif cinsinin kumaşların tek yönlü taşıma endeksi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.25’de verilen OWTC değerleri lif cinsi etkisi göz önüne alınarak incelendiğinde, B ve C grubu kumaşların referans olarak alınan A grubu kumaşlardan daha yüksek OWTC değerlerine sahip olduğu ve B grubu kumaşların tüm incelenen üç kumaş grubu içinde en yüksek OWTC değerleri gösterdiği görülecektir. Bu sonuç kumaşın her iki yüzünde aynı lif cinsi içeren iplik kullanmak yerine, poliester ipliğini iç yüzde ve pamuk, viskoz ve modal gibi hidrofil veya higroskopik lif içeren ipliği dış yüzde kullanmanın kumaşların tek yönlü nem taşıma özelliğini iyileştirdiğini göstermektedir.

Şekil 4.26’da verilen skala değerlerine göre, A grubu referans kumaşlardan Co-Co kumaşın OWTC değeri 3 derecesine yani iyi seviyesine, P-P kumaşın OWTC değeri ise 4 derecesine yani çok iyi seviyesine karşılık gelmektedir. En yüksek OWTC değerlerinin elde edildiği B grubundaki P-Co, P-V ve P-M kumaşların tümü 5 mükemmel seviyesinde OWTC değerleri göstermiştir.

B grubu kumaşların OWTC değerleri en yüksek değerden en düşük değere doğru sırası ile P-M, P-Co ve P-V şeklinde sıralanmaktadır. P-Co kumaşın OWTC değeri Co-Co ve P-P kumaşlar referans alınarak karşılaştırıldığında, P-Co kumaş Co-Co kumaşa göre %278 ve P-P kumaşa göre %126 oranlarında daha yüksek OWTC değeri göstermiştir. Yine Co-Co kumaş referans alındığında, P-V kumaş için %258 ve P-M kumaş için ise %332 oranlarında daha yüksek OWTC değerleri elde edilmiştir. İç yüzü poliester olan kumaşlarda kumaşın dış yüzünde pamuk yerine viskoz veya modal lifleri içeren iplikler kullanmak da pamuk ipliği kadar kumaşların yüksek nem yönetim özelliği göstermesini sağlamaktadır.

Dış yüzünün viskoz lif karışımli ipliklerden örüldüğü C grubu kumaşlar B grubu kumaşlardan biraz daha düşük OWTC değerleri göstermiştir. Viskoz lifini az oranlarda

dahi olsa ipek, yün ve poliester lifleri ile karıştırmak kumaşların nem yönetim özelliğini düşürmüştür. C grubu kumaşlarda OWTC değerlerinin en yüksek düşüğe doğru P-VP, P-VW ve P-VS şeklinde sıralandığı görülmektedir. P-VP kumaş 5 mükemmel, P-VS ve P-VW kumaşlar 4 çok iyi seviyesinde yine oldukça yüksek OWTC değerleri göstermiştir. C grubu OWTC değerlerine göre, viskoz lifini az oranlarda nem iletim özelliğine sahip poliester, yün ve ipek lifleri ile karıştırmak her ne kadar P-V kumaş kadar olmasa da yine kumaşların yüksek nem yönetim özelliği göstermesini sağlamıştır.

A, B ve C grubu kumaşlarda lif cinsinin kumaşların tek yönlü taşıma endeksi (OWTC) değerleri üzerindeki etkisini gösteren SNK test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

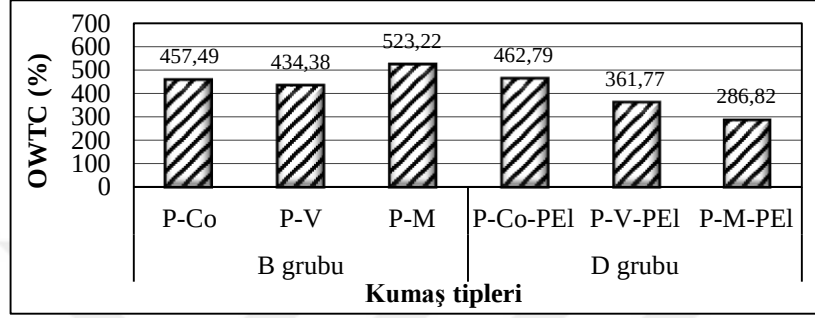
Çizelge 4.12. Lif cinsinin kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar			
	1	2	3	4
Co-Co	121,20			
P-P	202,68	202,68		
P-VS	241,80	241,80		
P-VW		307,17	307,17	
P-VP			422,95	422,95
P-V			434,38	434,38
P-Co			457,49	457,49
P-M				523,22
Anlamlılık	0,12	0,19	0,07	0,34

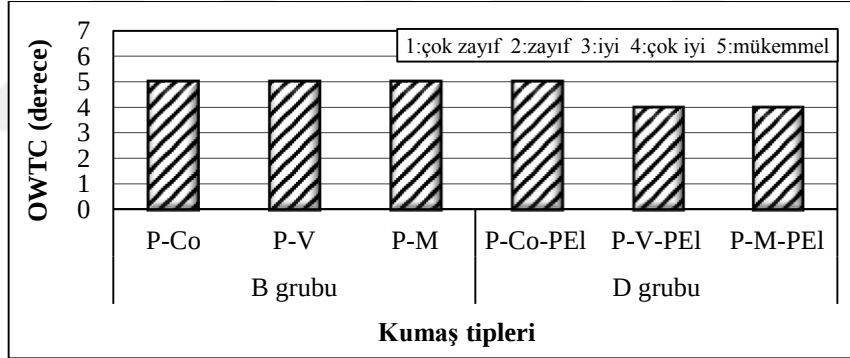
Lif cinsi etkisi için yapılan SNK sonuçları farklı lif cinsleri içeren A, B ve C grubu kumaşların OWTC değerlerinin dört farklı gruba ayrıldığını göstermektedir. P-M, P-Co, P-V ve P-VP kumaşların OWTC değerleri arasında istatistiki olarak fark bulunmayıp, bu kumaşlar en yüksek OWTC değerleri göstermiştir. Her ne kadar aralarında istatistiki olarak fark bulunmasa da en yüksek OWTC değeri P-M kumaş için elde edilmiştir. Beklenildiği gibi her iki yüzleri aynı liften üretilen Co-Co kumaş P-P kumaş ile birlikte en düşük OWTC değerleri göstermiştir.

4.2.5.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Tek Yönlü Taşıma Endeksi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Elastan kullanımının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.27’de, bu sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.27. Elastan kullanımının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi



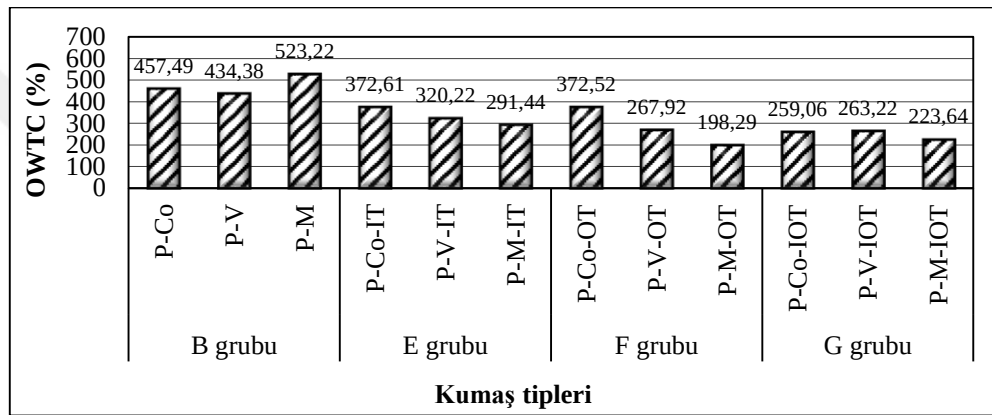
Şekil 4.28. Elastan kullanımının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.27’de verilen OWTC değerleri elastan kullanımının etkisi göz önüne alınarak incelenecek olursa, D grubundaki P-V-PEI ve P-M-PEI kumaşların OWTC değerlerinin B grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların OWTC değerlerinden daha düşük olduğu görülecektir. Bu sonuca göre, elastan kullanımı kumaşların sıklık değerlerinde ve gramaj değerlerinde artışa neden olduğu için kumaşların OWTC değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Elastanlı D grubu kumaşlarda en yüksek OWTC değeri P-Co-PEI kumaş için, en düşük OWTC değeri P-M-PEI kumaş için elde edilmiştir. Varyans analizi

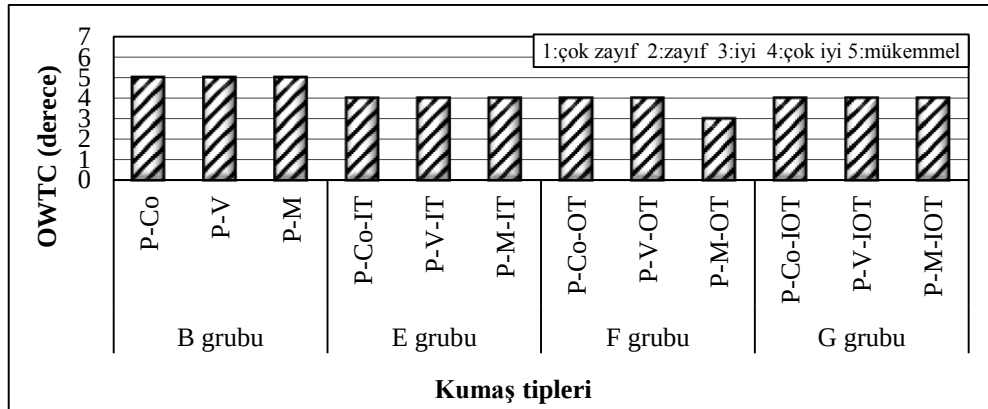
sonuçları elastan kullanımının OWTC sonuçları üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).

4.2.5.3. Örgü Yapısının Kumaşların Tek Yönlü Taşıma Endeksi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi (OWTC) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.29’de, bu sonuçlara karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.30’de verilmiştir.



Şekil 4.29. Örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.30. Örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.29’da verilen OWTC sonuçları genel olarak örgü yapısı etkisine göre incelendiğinde tüm B, E, F ve G grubu kumaşların OWTC değerlerinin 121,2 değerine sahip referans kumaş Co-Co kumaşın OWTC değerinden oldukça yüksek olduğu görülecektir. Askılı yüzlere sahip E, F ve G gruplarındaki kumaşlar her iki yüzleri ilmekli B grubunda aynı lif cinsine sahip kumaşlardan biraz daha düşük OWTC değerleri göstermiştir. Her ne kadar askılı kumaşlar ilmekli kumaşlara göre daha düşük OWTC değerleri gösterse de, Şekil 4.30’da verilen skala sonuçlarından askılı E, F ve G grubu kumaşların P-M-OT kumaş hariç 4 derecesinde yani çok iyi seviyelerinde OWTC değerlerine sahip olduğu görülecektir. Askılı kumaşların ilmekli kumaşlardan daha düşük OWTC değerleri göstermesi, askılı kumaşların ilmekli kumaşlardan daha ağır ve kalın bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmış olabilecektir.

Aynı lif cinsine sahip askılı E, F ve G grubu kumaşların OWTC değerleri askıların kumaş yüzlerinde kullanılma yönüne göre karşılaştırılacak olursa, en yüksek OWTC değerinden en düşük OWTC değerlerine doğru iç yüzü askılı E grubu kumaşların en yüksek OWTC değerleri gösterdiği, E grubunu dış yüzü askılı F grubu kumaşların OWTC değerlerinin izlediği ve her iki yüzleri askılı G grubu kumaşların ise en düşük OWTC değerleri gösterdiği görülecektir. İlmekli B grubu OWTC değerlerine göre, askıların kumaşın iç yüzünde kullanılmasının sıvı nem yönetimi bakımından avantaj sağlamadığı görülmektedir. Desen amaçlı olarak askı ilmekleri F grubunda olduğu gibi kumaşın dış yüzünde kullanıldığında da 4 skala değerinde yani yine çok iyi seviyesinde OWTC değerleri elde edilebilmektedir.

Daha öncede belirtildiği gibi, her iki yüzleri ilmekli standart sandviç örgüdeki B grubu kumaşlarda farklı lif cinslerine sahip P-Co, P-V ve P-M kumaşların OWTC değerleri birbirine yakın sonuçlar göstermişti.

Şekil 4.29’da verilen E, F ve G grubu kumaşların OWTC değerleri içerdikleri lif cinsine göre incelenecek olursa, bu grupta bulunan kumaşlarda OWTC değerleri en yüksek değerden en düşük değere doğru P-M, P-Co ve P-V şeklinde sıralandıkları görülecektir.

B, E, F ve G grubu kumaşlarda örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi değerleri üzerindeki etkisini gösteren SNK test sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

SNK sonuçları dört farklı örgü yapısındaki kumaşların OWTC değerlerinin üç farklı grupta yer aldığını göstermektedir. Bu sonuca göre de, B, F ve G grubu kumaşların OWTC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu ($p<0,05$) ve bu kumaşların OWTC değerlerinin en yüksek değerden en düşük değere doğru B, E, F ve G grupları şeklinde sıralandıkları görülecektir.

Çizelge 4.13. Örgü yapısının kumaşların tek yönlü taşıma endeksi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

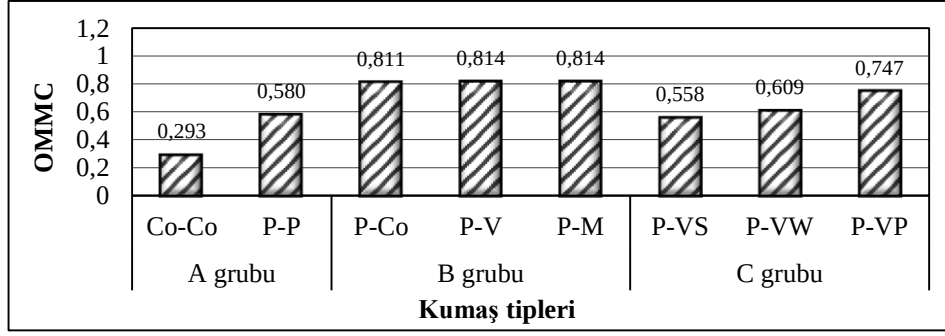
Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar		
	1	2	3
İç ve dış yüzleri askılı G grubu	248,64		
Dış yüzü askılı F grubu	279,57	279,57	
İç yüzü askılı E grubu		328,09	
Askısız temel sandviç örgü B grubu			471,69
Anlamlılık	0,25	0,07	1,00

4.2.6. Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi (OMMC) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

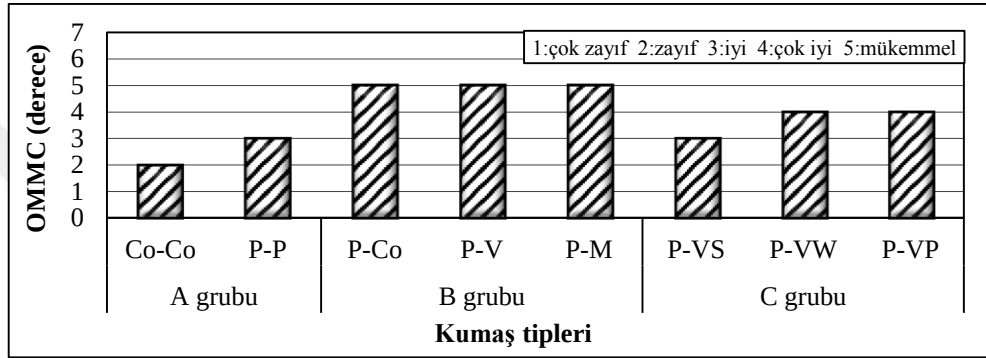
Tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) sıvı nemin kumaştaki toplam aktarım kapasitesini belirlemektedir (SDL atlas, 2005). OMMC değerinin yüksek olması kumaşın nem yönetim kapasitesinin çok iyi olduğunu göstermektedir.

4.2.6.1. Lif Cinsinin Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.31’de ve OMMC sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.32’de verilmiştir.



Şekil 4.31. Lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.32. Lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.31’de verilen OMMC değerleri lif cinsi etkisi ele alınarak incelendiğinde, referans olarak alınan Co-Co kumaşın en düşük OMMC değeri gösterdiği görülecektir. Co-Co kumaşın OMMC değeri Şekil 4.32’de verilen skala değerlerine göre 2 derecesinde yani zayıf seviyesindedir. Kumaşın her iki yüzlerinde pamuk lifi kullanmak kumaşın zayıf nem yönetim özelliği göstermesine neden olmuştur. Kumaşın her iki yüzlerinde aynı lif cinsinin kullanıldığı bir diğer P-P kumaş Co-Co kumaşa göre daha yüksek OMMC değeri göstermiş olup, bu değer 3 derecesinde yani iyi seviyededir.

B ve C grubu kumaşlar referans olarak alınan A grubu kumaşlardan daha yüksek OMMC değerleri göstermiş olup, B grubu kumaşların tüm incelenen üç kumaş grubu içinde en yüksek OMMC değerleri gösterdiği görülecektir.

En yüksek OMMC değerlerinin B grubundaki P-V ve P-M kumaşlar için elde edildiği, hemen ardından çok az farkla P-Co kumaşın OMMC değerinin izlediği görülmektedir.

Şekil 4.32’de verilen skala değerlerine göre, B grubundaki her üç kumaşta 5 mükemmel seviyesinde OMMC değerleri göstermektedir. P-Co kumaşın OMMC değeri

Co-Co ve P-P kumaşlar referans alınarak karşılaştırıldığında, P-Co kumaş Co-Co kumaşa göre %176 ve P-P kumaşa göre %39,8 oranlarında daha yüksek OMMC değeri göstermiştir. Pamuk veya poliester ipliklerini kumaşın her iki yüzlerinde kullanmak yerine, poliester ipliğini iç yüzde pamuk ipliğini dış yüzde kullanmak kumaşların nem yönetim özelliğini oldukça fazla miktarda artırmaktadır. Bu sonuç literatürde pamuk ve poliester iplik kombinasyonları içeren Gun ve Bodur (2017), Jihanji ve ark. (2015b) ve Chen ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonuçları ile uyumludur. İç yüzü poliester olan kumaşlarda kumaşın dış yüzünde pamuk yerine viskoz veya modal lif içeren iplikler kullanmak da pamuk lifi kadar kumaşların nem yönetim özelliğini arttırmıştır.

Dış yüzlerinin viskoz lif karışımı ipliklerden örüldüğü C grubu kumaşlar yukarıda belirtildiği gibi B grubu kumaşlardan daha düşük OMMC değerleri göstermiştir. Viskoz lifini az oranlarda dahi olsa ipek, yün ve poliester lifleri ile karıştırmak kumaşların nem yönetim özelliğini düşürmüştür. C grubu kumaşlarda OMMC değerlerinin OWTC değerlerinde elde edildiği gibi, en yüksek değerden en düşük değere doğru P-VP, P-VW ve P-VS şeklinde sıralandığı görülmektedir. P-VP ve P-VW kumaşlar 4 çok iyi seviyesinde yine oldukça yüksek OMMC değerleri göstermiştir. C grubu OMMC değerlerine göre, viskoz lifini az oranlarda nem iletim özelliğine sahip poliester lifleri ile karıştırmak her ne kadar P-V kumaş kadar olmasa da yine kumaşların yüksek nem yönetim özelliği göstermesini sağlamıştır.

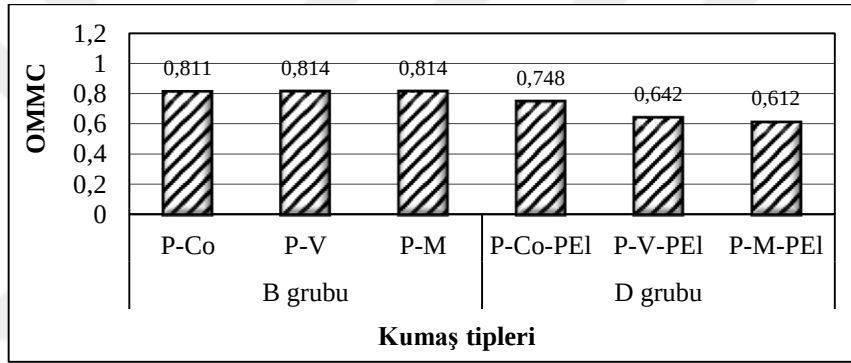
Çizelge 4.14. Lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar		
	1	2	3
Co-Co	0,293		
P-VS		0,558	
P-P		0,580	
P-VW		0,609	
P-VP			0,747
P-Co			0,811
P-V			0,814
P-M			0,814
Anlamlılık	1,000	0,489	0,433

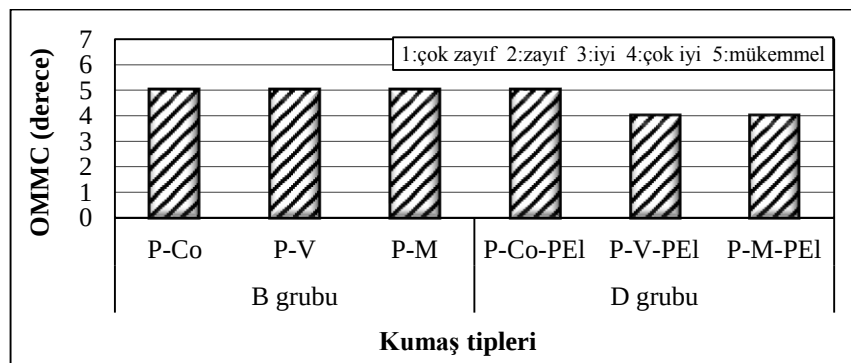
A, B ve C grubu kumaşlarda lif cinsinin kumaşların tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) değerleri üzerindeki etkisini gösteren SNK test sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Lif cinsi etkisi için yapılan SNK sonuçları farklı lif cinsleri içeren A, B ve C grubu kumaşların OMMC değerlerinin üç farklı gruba ayrıldığını göstermektedir. Yüksek OMMC değerleri ile aynı grupta yer alan P-M, P-V, P-Co ve P-V-P kumaşların OMMC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunamamıştır ($p < 0,05$). Co-Co kumaş ise en düşük OMMC değeri ile ayrı bir grup oluşturmuştur.

4.2.6.2. Elastan Kullanımının Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi Sonuçları Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.33. Elastan kullanımının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.34. Elastan kullanımının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Elastan kullanımının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.33’de, OMMC sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri Şekil 4.34’de verilmiştir.

Şekil 4.33’de verilen elastansız B grubu ile elastanlı D grubu kumaşların OMMC sonuçları içerdiği lif cinsine göre karşılaştırılacak olursa, elastan kullanımının her üç farklı lif cinsi içeren kumaşların tümünde OMMC değerlerini azalttığı görülecektir. Elastan kullanımı her ne kadar OMMC değerlerinde azalmaya neden olsa da, elastanlı kumaşların OMMC değerleri lif cinsine bağlı olarak 4-5 derecesinde yani çok iyi ile mükemmel seviyesindedir. Elastan içeren kumaşlarda da lif cinsi etkisi göz önüne alındığında, OMMC değerlerinin yüksek değerden düşük değere doğru P-Co-PEI, P-V-PEI ve P-M-PEI şeklinde sıralandığı görülecektir.

B ve D grubu kumaşlarda elastan kullanımının kumaşların OMMC değerleri üzerindeki etkisini gösteren SNK test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

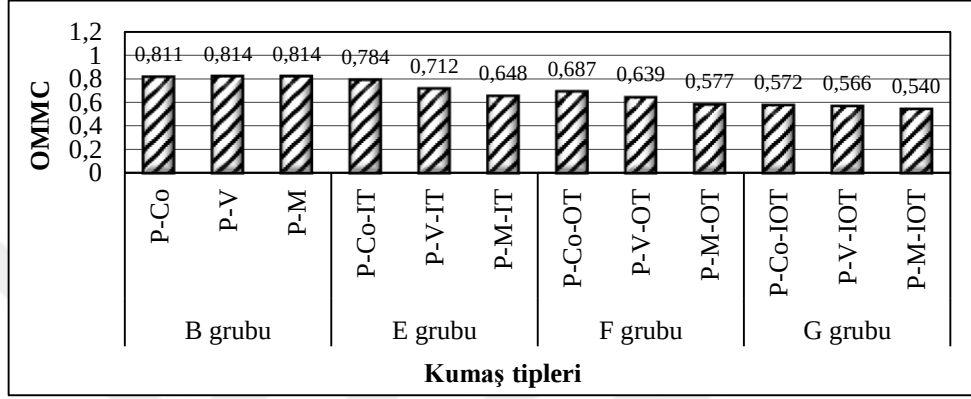
Çizelge 4.15. Elastan kullanımının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar	
	1	2
P-M-PEI	0,612	
P-V-PEI	0,642	
P-Co-PEI		0,748
P-Co		0,811
P-V		0,814
P-M		0,814
Anlamlılık	1,000	1,000

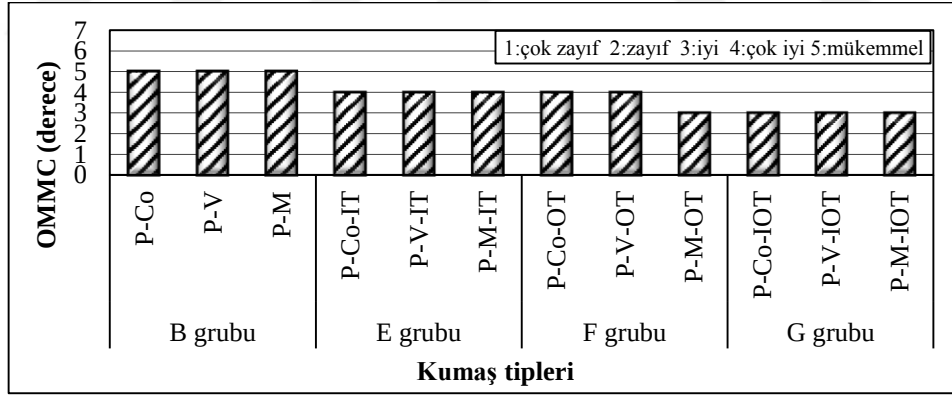
SNK sonuçlarına göre, elastanlı kumaşların OMMC değerleri iki alt gruba ayrılmıştır. Aynı grupta yer alan rejenere selüloz modal ve viskoz liflerini içeren P-M-PEI ve P-V-PEI kumaşlar aynı grupta yer almıştır. Diğer elastanlı ve pamuk ipliğinden üretilen P-Co-PEI kumaş ise elastansız P-Co, P-V ve P-M kumaşlar ile diğer grupta yer almıştır.

4.2.6.3. Örgü Yapısının Kumaşların Tüm Nem Tayin Kapasitesi Sonuçları Üzerindeki Etkisi

Örgü yapısının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) sonuçları üzerindeki etkisi Şekil 4.35’de, OMMC sonuçlarına karşılık gelen skala değerleri ise Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4.35. Örgü yapısının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi



Şekil 4.36. Örgü yapısının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi skala sonuçları üzerindeki etkisi

Şekil 4.35’de verilen OMMC sonuçları tüm B, E, F ve G grubu kumaşların OMMC değerlerinin 0,293 değerine sahip Co-Co kumaşın OMMC değerinden oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinsine sahip kumaşların OMMC değerleri birbirleri ile örgü yapısı etkisine göre karşılaştırıldığında, tüm askılı yüzlere sahip E, F ve G grubu kumaşların her iki yüzü ilmekli B grubu kumaşlardan biraz daha düşük OMMC değerleri gösterdiği görülecektir. Her ne kadar

askılı kumaşlar ilmekli kumaşlara göre daha düşük OMMC değerleri gösterse de, Şekil 4.36'da verilen skala sonuçlarına göre askılı E, F ve G grubu kumaşlar 3-4 derecesinde yani orta ile çok iyi seviyelerinde OMMC değerleri göstermiştir. Askılı kumaşların ilmekli kumaşlardan daha düşük OMMC değerleri göstermesi, askılı kumaşların ilmekli kumaşlardan daha ağır ve kalın bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Aynı lif cinsine sahip askılı E, F ve G grubu kumaşların OMMC değerleri askıların kumaş yüzlerinde kullanılma yönüne göre karşılaştırılacak olursa, iç yüzü askılı E grubu kumaşların en yüksek OMMC değerleri gösterdiği, E grubunu dış yüzü askılı F grubu kumaşların OMMC değerlerinin izlediği ve her iki yüzü askılı G grubu kumaşların ise en düşük OMMC değerleri gösterdiği görülecektir. Ilemkli B grubu OMMC değerlerine göre, askıların kumaşın iç yüzünde kullanılmasının sıvı nem yönetimi bakımından avantaj sağlamadığı görülmektedir. Desen amaçlı olarak askı ilmekleri F grubunda olduğu gibi kumaşın dış yüzünde kullanıldığında da 4 skala değerinde yani yine çok iyi seviyesinde OMMC değerleri elde edilebilmektedir.

Daha öncede belirtildiği gibi, her iki yüzü ilmekli standart sandviç örgüdeki B grubu kumaşlarda farklı lif cinslerine sahip P-Co, P-V ve P-M kumaşların OMMC değerleri birbirine yakın sonuçlar göstermişti. Şekil 4.35'de verilen E, F ve G grubu kumaşların OMMC değerleri içerdikleri lif cinsine göre incelenecek olursa, bu grupta bulunan kumaşlarda OMMC değerleri en yüksek değerden en düşük değere doğru P-Co, P-V ve P-M şeklinde sıralandıkları görülecektir.

Çizelge 4.16. Örgü yapısının kumaşların tüm nem tayin kapasitesi sonuçları üzerindeki etkisi için SNK test sonuçları

Kumaş tipleri	Farklı olan gruplar			
	1	2	3	4
İç ve dış yüzleri askılı G grubu	0,559			
Dış yüzü askılı F grubu		0,635		
İç yüzü askılı E grubu			0,715	
Askısız temel sandviç örgü B grubu				0,813
Anlamlılık	1,000	1,000	1,000	1,000

B, E, F ve G grubu kumaşlarda örgü yapısının kumaşların OMMC değerleri üzerindeki etkisini gösteren SNK test sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

SNK sonuçlarına göre, B, E, F ve G grubu kumaşların OMMC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu ($p<0,05$) ve bu kumaşların OMMC değerlerinin en yüksek değerden en düşük değere doğru B, E, F ve G grubu şeklinde sıralandıkları görülecektir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada poliester (P), pamuk (Co), viskoz (V), modal (M), viskoz/ipek (VS), viskoz/yün (VW), viskoz/poliester (VP) ve elastan (El) iplikleri kumaş tabakalarında (kumaş yüzü ve bağlantı bölgesi) farklı şekillerde kombine edilerek yuvarlak örme makinesinde temel sandviç örgü yapısında ve iç yüzünde, dış yüzünde ve her iki yüzünde askılı tek toplama lakost örgü bulunan dört farklı sandviç örgü yapısında yedi grup (A-G) toplam 20 farklı sandviç tipi örme kumaşlar üretilmiş, daha sonra lif cinsinin, elastan iplik kullanımının ve örgü yapısının kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri üzerindeki etkileri istatistiksel yöntemler yardımı ile tartışılmıştır.

İç yüzü ve bağlantı ipliği poliester (P) iplikten oluşan ve kumaşların dış yüzünde kullanılan lif cinsinin etkisi için pamuk (Co), viskoz (V), modal (M), viskoz/ipek (VS), viskoz/yün (VW), viskoz/poliester (VP) olmak üzere altı farklı iplik tipi ele alınmıştır. Bu iplikler ile temel sandviç örgüde çift yüzü B grubu P-Co, P-V ve P-M kumaşlar ve C grubu P-VS, P-VW ve P-VP kumaşlar üretilmiştir.

Elastan iplik kullanımının etkisi için iç yüzü poliester iplik, dış yüzü pamuk (Co), viskoz (V), modal (M) liflerini içeren iplikler ve ara bağlantı iplik kısmı elastan (PEL) iplik ile temel sandviç örgüde çift yüzü D grubu P-Co-PEL, P-V-PEL ve P-M-PEL kumaşlar oluşturulmuştur.

Kumaş yapısı etkisi için iç yüzü ve bağlantı ipliği poliester iplik ve dış yüzü pamuk (Co), viskoz (V), modal (M) iplikleri ile temel sandviç örgüde B grubu P-Co, P-V ve P-M kumaşlar, iç yüzü askılı (-IT) E grubu P-Co-IT, P-V-IT ve P-M-IT kumaşlar, dış yüzü askılı (-OT) F grubu P-Co-OT, P-V-OT ve P-M-OT kumaşlar ve her iki yüzleri askılı (-IOT) G grubu P-Co-IOT, P-V-IOT ve P-M-IOT kumaşlar olmak üzere dört farklı grupta çift yüzü kumaş yapıları oluşturulmuştur.

Ayrıca referans amaçlı olarak her iki yüzleri pamuk ipliğinden Co-Co kumaş ve her iki yüzleri poliester iplikten P-P kumaş olmak üzere A grubu iki kumaş tipleri de çalışmaya dahil edilmiştir.

Kumaşların sıvı nem yönetim özellikleri SDL Atlas firması tarafından geliştirilen MMT (Moisture Management Tester) Nem Yönetim Test cihazı ile ölçülmüştür. MMT test cihazı ile üst ve alt yüzlere ait $WT_{üst}$ and WT_{alt} ıslanma süreleri (s), $MAR_{üst}$ ve MAR_{alt} emilim oranları (%/s), $MWR_{üst}$ ve MVR_{alt} maksimum ıslanma yarıçapları (mm), $SS_{üst}$ ve

SS_{alt} yayılma hızları (mm/s) ile, OWTC kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%) ve OMMC tüm nem tayin kapasitesi parametreleri ölçülmüştür.

Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (OWTC) kumaşın iki yüzü arasındaki kümülatif nem miktarı farkı olarak tanımlanmakta olup, OWTC değerinin yüksek olması kumaşın nem yönetim kapasitesinin çok iyi olduğunu göstermektedir.

Lif cinsinin OWTC değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde, B ve C grubu kumaşların referans olarak alınan A grubu kumaşlardan daha yüksek OWTC değerlerine sahip olduğu ve B grubu kumaşların tüm incelenen üç kumaş grubu içinde en yüksek OWTC değerleri gösterdiği görülmüştür. Bu sonuç kumaşın her iki yüzlerinde A grubunda olduğu gibi aynı lif cinsi içeren iplik kullanmak yerine, poliester ipliğini iç yüzde ve pamuk, viskoz, modal ve viskoz lif karışımlarından oluşan hidrofil veya higroskopik lif içeren ipliği dış yüzde kullanmanın kumaşların nem yönetim özelliğini iyileştirdiğini göstermektedir.

A grubu referans kumaşlardan Co-Co kumaş 3 derecesinde yani iyi seviyesinde OWTC değeri, P-P kumaş 4 çok iyi seviyesinde ve B grubundaki P-Co, P-V ve P-M kumaşların tümü 5 mükemmel seviyesinde OWTC değerleri göstermiştir. B grubu kumaşların OWTC değerleri en yüksek değerden en düşük değere doğru sırası ile P-M, P-Co ve P-V şeklinde sıralanmıştır. P-Co kumaş referans olarak alınan Co-Co ve P-P kumaşlara göre çok daha yüksek OWTC değeri göstermiştir. Yine P-V ve P-M kumaşlar için Co-Co referans kumaşından çok daha yüksek OWTC değerleri elde edilmiştir. İç yüzü poliester olan kumaşlarda kumaşın dış yüzünde pamuk yerine viskoz veya modal lif içerikli iplikler kullanmak da pamuk ipliği kadar kumaşların yüksek nem yönetim özelliği göstermesini sağlamıştır.

Dış yüzünün viskoz lif karışımı ipliklerden örüldüğü C grubu kumaşlar B grubu kumaşlardan biraz daha düşük OWTC değerleri göstermiştir. Viskoz lifini az oranlarda dahi olsa ipek, yün ve poliester lifleri ile karıştırmak kumaşların nem yönetim özelliğini düşürmüştür. C grubu kumaşlarda OWTC değerleri en yüksek düşüğe doğru P-VP, P-VW ve P-VS şeklinde sıralanmıştır. P-VP kumaş 5 mükemmel, P-VS ve P-VW kumaşlar 4 çok iyi seviyesinde yine oldukça yüksek OWTC değerleri göstermiştir. C grubu OWTC değerlerine göre, viskoz lifini az oranlarda nem iletim özelliğine sahip poliester, yün ve ipek lifleri ile karıştırmak her ne kadar P-V kumaş kadar olmasa da yine kumaşların yüksek nem yönetim özelliği göstermesini sağlamıştır.

OWTC değerleri elastan kullanımının etkisi göz önüne alınarak incelendiğinde, D grubundaki P-V-PEI ve P-M-PEI kumaşların OWTC değerlerinin B grubunda aynı lif cinsindeki kumaşların OWTC değerlerinden daha düşük olduğu görölmüştür. Bu sonuca göre, elastan kullanımı kumaşların sıklık değerlerinde ve gramaj değerlerinde artışa neden olduğu için kumaşların OWTC değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Elastanlı D grubu kumaşlarda en yüksek OWTC değeri P-Co-PEI kumaş için, en düşük OWTC değeri P-M-PEI kumaş için elde edilmiştir.

OWTC sonuçları genel olarak örgü yapısı etkisine göre incelendiğinde, farklı örgülerdeki tüm B, E, F ve G grubu kumaşların OWTC değerlerinin referans kumaş Co-Co kumaşın OWTC değerinden oldukça yüksek olduğu görölmüştür. Askılı yüzeylere sahip E, F ve G gruplarındaki kumaşlar her iki yüzüilmekli B grubunda aynı lif cinsine sahip kumaşlardan biraz daha düşük OWTC değerleri göstermiştir. Her ne kadar askılı kumaşlarilmekli kumaşlara göre daha düşük OWTC değerleri gösterse de, skala sonuçlarından askılı E, F ve G grubu kumaşların P-M-OT kumaş hariç 4 derecesinde yani çok iyi seviyelerinde OWTC değerlerine sahip olduğu görölecektir.

Aynı lif cinsine sahip askılı E, F ve G grubu kumaşların OWTC değerleri askıların kumaş yüzlerinde kullanılma yönüne göre karşılaştırılacak olursa, en yüksek OWTC değerinden en düşük OWTC değerlerine doğru iç yüzü askılı E grubu kumaşların en yüksek OWTC değerleri gösterdiği, E grubunu dış yüzü askılı F grubu kumaşların OWTC değerlerinin izlediği ve her iki yüzleri askılı G grubu kumaşların ise en düşük OMMC değerleri gösterdiği görölecektir. İlmekli B grubu OWTC değerlerine göre askıların kumaşın iç yüzünde kullanılmasının sıvı nem yönetimi bakımından avantaj sağlamadığı görölmektedir. Desen amaçlı olarak askı ilmekleri F grubunda olduğu gibi kumaşın dış yüzünde kullanıldığında da 4 skala değerinde yani yine çok iyi seviyesinde OWTC değerleri elde edilebilmektedir.

E, F ve G grubu kumaşların OWTC değerleri içerdikleri lif cinsine göre incelenecek olursa, bu grupta bulunan kumaşlarda OWTC değerleri en yüksek değerden en düşük değere doğru P-M, P-Co ve P-V şeklinde sıralanmışlardır.

Tüm nem tayin kapasitesi (OMMC) sıvı nemin kumaştaki toplam aktarım kapasitesi olarak tanımlanmakta olup, OMMC değerinin yüksek olması kumaşın nem yönetim kapasitesinin çok iyi olduğunu göstermektedir.

Lif cinsinin OMMC değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde, referans olarak alınan Co-Co kumaş için en düşük OMMC değeri elde edilmiş olup, Co-Co kumaş 2 derecesinde yani zayıf seviyesinde OMMC skala değeri göstermiştir. Kumaşın her iki yüzlerinde pamuk lifi kullanmak beklenildiği gibi kumaşın zayıf nem yönetim özelliği göstermesine neden olmuştur. Kumaşın her iki yüzlerinde aynı lif cinsinin kullanıldığı bir diğer P-P kumaş Co-Co kumaşa göre daha yüksek OMMC değeri göstermiş olup, bu değer 3 derecesinde yani iyi seviyededir. En yüksek OMMC değerlerinin B grubundaki P-V ve P-M kumaşlar için elde edildiği, hemen ardından çok az farkla P-Co kumaşın OMMC değerinin izlediği görülmüştür.

B grubunda bulunan P-Co, P-V ve P-M kumaşlar 5 mükemmel seviyesinde OMMC değerleri göstermiştir. P-Co kumaşın OMMC değeri Co-Co ve P-P kumaşlar referans alınarak karşılaştırıldığında, P-Co kumaş Co-Co ve P-P kumaşlara göre oldukça daha yüksek OMMC değeri göstermiştir. Pamuk veya poliester ipliklerini kumaşın her iki yüzlerinde kullanmak yerine, poliester ipliğini iç pamuk ipliğini dış yüzde kullanmak kumaşların nem yönetim özelliğini oldukça fazla miktarda artırmaktadır. İç yüzü poliester olan kumaşlarda kumaşın dış yüzünde pamuk yerine viskoz veya modal lif içeren iplikler kullanmak OWTC değerlerinde de belirtildiği gibi pamuk lifi kadar kumaşların nem yönetim özelliğini arttırmıştır.

Dış yüzlerinin viskoz lif karışımı ipliklerden örüldüğü C grubu kumaşlar B grubu kumaşlardan daha düşük OMMC değerleri göstermiştir. Viskoz lifini az oranlarda dahi olsa ipek, yün ve poliester lifleri ile karıştırmak kumaşların nem yönetim özelliğini düşürmüştür. C grubu kumaşlarda OMMC değerlerinin OWTC değerlerinde elde edildiği gibi, en yüksek değerden en düşük değere doğru P-VP, P-VW ve P-VS şeklinde sıralandığı görülmektedir. P-VP ve P-VW kumaşlar 4 çok iyi seviyesinde yine oldukça yüksek OMMC değerleri göstermiştir. C grubu OMMC değerlerine göre, viskoz lifini az oranlarda nem iletim özelliğine sahip poliester lifleri ile karıştırmak her ne kadar P-V kumaş kadar olmasa da yine kumaşların yüksek nem yönetim özelliği göstermesini sağlamıştır.

Elastansız B grubu ile elastanlı D grubu kumaşların OMMC sonuçları içerdigi lif cinsine göre karşılaştırıldığında, elastan kullanımının her üç farklı lif cinsi içeren kumaşların tümünde OMMC değerlerini azalttığı görülmüştür. Elastan kullanımı her ne kadar OMMC değerlerinde azalmaya neden olsa da, elastanlı kumaşların OMMC

değerleri lif cinsine bağlı olarak 4-5 derecesinde yani çok iyi ile mükemmel seviyesindedir. Elastan içeren kumaşlarda da lif cinsi etkisi göz önüne alındığında, OMMC değerlerinin yüksek değerden düşük değere doğru P-Co-PEI, P-V-PEI ve P-M-PEI şeklinde sıralandığı görülmüştür.

B, E, F ve G gruplarında aynı lif cinsine sahip kumaşların OMMC değerleri birbirleri ile örgü yapısı etkisine göre karşılaştırıldığında, tüm askılı yüzlere sahip E, F ve G grubu kumaşların her iki yüzleri ilmekli B grubu kumaşlardan biraz daha düşük OMMC değerleri gösterdiği görülecektir. Her ne kadar askılı kumaşlar ilmekli kumaşlara göre daha düşük OMMC değerleri gösterse de, skala sonuçlarına göre askılı E, F ve G grubu kumaşlar 3-4 derecesinde yani orta ile çok iyi seviyelerinde OMMC değerleri göstermiştir. Askılı kumaşların ilmekli kumaşlardan daha düşük OMMC değerleri göstermesi, askılı kumaşların ilmekli kumaşlardan daha ağır ve kalın bir yapıya sahip olmasına bağlanmıştır.

Aynı lif cinsine sahip askılı E, F ve G grubu kumaşların OMMC değerleri askıların kumaş yüzlerinde kullanılma yönüne göre karşılaştırılacak olursa, iç yüzü askılı E grubu kumaşların en yüksek OMMC değerleri gösterdiği, E grubunu dış yüzü askılı F grubu kumaşların OMMC değerlerinin izlediği ve her iki yüzleri askılı G grubu kumaşların ise en düşük OMMC değerleri gösterdiği görülecektir. İlmekli B grubu OMMC değerlerine göre askıların kumaşın iç yüzünde kullanılmasının sıvı nem yönetimi bakımından avantaj sağlamadığı görülmektedir. Desen amaçlı olarak askı ilmekleri E grubunda olduğu gibi kumaşın dış yüzünde kullanıldığında da 4 skala değerinde yani yine çok iyi seviyesinde OMMC değerleri elde edilebilmektedir.

E, F ve G grubu kumaşların OMMC değerleri içerdikleri lif cinsine göre ele alındığında, bu grupta bulunan kumaşlarda OMMC değerleri en yüksek değerden en düşük değere doğru P-Co, P-V ve P-M şeklinde sıralanmışlardır.

İyi ve mükemmel derecesindeki nem yönetim özelliklerinden, üst yüzü pamuk, viskoz, modal, viskoz/ipek, viskoz/yün ve viskoz/poliester lif karışımı ipliklerden, iç yüzü poliestere iplikten ve bağlantı kısmı poliestere ve elastan ipliklerden üretilmiş yüzlerinde düz örgü ve tek toplama lakost örgülerin kombinasyonlarını içeren sandviç tipi çift yüzü örme kumaşların fonksiyonel ve estetik açıdan hoş spor giyim ve gündelik giyim uygulama olanakları sunduğu sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

- Babu, K. M. (2015). Natural textile fibres: animal and silk fibres, in: Sinclair, R. (Ed.), *Textiles and Fashion Materials, Design and Technology*, Woodhead Publishing, Cambridge, 3, 57-78.
- Bartels, V. T. (2011). Improving comfort in sports and leisure wear, in: Song, G. (Ed.) *Improving Comfort in Clothing*, Woodhead Publishing, Cambridge, 15, 385-411.
- 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.
- Bivainyte, A., Mikucioniene, D., Kerpauskas, P. (2012). Investigation on thermal properties of double-layered weft knitted fabrics, *Materials Science*, 18(2), 167-171.
- Bougourd, J., Mccann, J. (2009). Factors affecting the design of cold weather performance clothing, in: Williams, J. T. (Ed.), *Textiles for Cold Weather Apparel*, Textile Institute and Woodhead Publishing, Cambridge, 8, 152-195.
- Bruer S. M, Powell N., Smith G. (2005). Three-dimensionally knit spacer fabric: a review of production techniques and applications. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 4(4), 1-31.
- Bunsell, A. R. (2018). Introduction to the science of fibers, in: Bunsell, A. R. (Ed.), *Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres*, Woodhead Publishing, Cambridge, 1, 1-19.
- Chen, J. (2015). Synthetic textile fibers: regenerated cellulose fibers, in: Sinclair, R. (Ed.), *Textiles and Fashion Materials, Design and Technology*, Woodhead Publishing, Cambridge, 4, 79-95.
- Chen, Q., Fan, J., Au, Y., Tang M. K. (2015). Development and characterization of plant structured warp knitted fabric and garment, *Fibers and Polymers*, 16(6), 1430-1440.
- Chen, Q., Fan, J. T., Sarkar, M., Jiang, G. (2010). Biomimetics of plant structure in knitted fabrics to improve the liquid water transport properties, *Textile Research Journal*, 80(6), 568-576.
- Chen, Q., Fan, J., Sarkar, M. K., Bal, K. (2011). Plant-based biomimetic branching structures in knitted fabrics for improved comfort-related properties, *Textile Research Journal*, 81(10), 1039-1048.
- Choudhury, A. K. R, Majumdar, P. K. (2011). Factors affecting comfort: human physiology and the role of clothing, in: Song, G. (Ed.), *Improving Comfort in Clothing*, Woodhead Publishing, Cambridge, 1, 3-60.

Collier, B. J., Bide, M. J., Tortora, P. G. (2009). Understanding Textiles, Pearson Prentice Hall, 564s, New Jersey.

Cook, J. G. (2001a). Handbook of Textile Fibres, Part I Natural Fibres, Woodhead Publishing, 205s, Cambridge.

Cook, J. G. (2001b). Handbook of Textile Fibres, Part II Manmade Fibres, Woodhead Publishing, 723s, Cambridge.

Crina, B., Blaga, M., Luminita, V., Mishra, R. (2013). Comfort properties of functional weft knitted spacer fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(2), 220-227.

Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fanguiero, R., Araujo, 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.

Das, A., Shabaridharan, R., Biswas, B. (2011). Study on heat and moisture vapor transmission characteristics through multilayered fabric ensembles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 36(4), 410-414.

Deopura, B. L., Padaki, N. V. (2015). Synthetic textile fibres: polyamide, polyester and aramid fibres, in: Sinclair, R. (Ed.), Textiles and Fashion Materials, Design and Technology, Woodhead Publishing, Cambridge, 5, 97-114.

Doyle, P. J. (1953). Fundamental aspects of the design of knitted fabrics, *Journal of the Textile Institute*, 44(8), 561-578.

Duran, K., Özdemir, D., Namlıgöz, E. S. (2007). İpek liflerindeki serisinin enzimatik olarak uzaklaştırılması, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 17(3), 182-186.

Elmogahzy, Y., Farag, R. (2018). Tensile properties of cotton fibers: importance, research, and limitations, in: Bunsell, A. R. (Ed.) Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres, Woodhead Publishing, 7, 223-273.

Ertekin, G., Marmarali, A. (2011). Heat, air and water vapor transfer properties of circular knitted spacer fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21(4), 369-373.

Fangueiro, R., Filgueiras, A., Soutinho, F., Meidi, X. (2010). Wicking behavior and drying capability of functional knitted fabrics, *Textile Research Journal*, 80(15), 1522-1530.

Gun, A. D., Bodur, A. (2014). Kumaşların su buharı geçirgenliği, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(3), 20-34.

Gun, A. D., Bodur, A. (2017). Thermo-physiological comfort properties of double-face knitted fabrics made from different types of polyester yarns and cotton yarn, *Journal of the Textile Institute*, 108(9), 1518-1527.

- 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.
- 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.
- 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.
- Ho, C. P., Fan, J., Newton, E., Au, R. (2011). Improving thermal comfort in apparel, in: Song G. (Ed.), *Improving Comfort in Clothing*, Woodhead Publishing, Cambridge, 7, 165-181.
- Hsieh, Y. L. (1995). Liquid transport in fabric structures, *Textile Research Journal*, 65(5), 299-307.
- Hu, J., Lu, J., Zhu, Y. (2008). New developments in elastic fibers, *Polymer Reviews*, 48(2), 275-301.
- 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.
- Hunter, L., Fan, J. (2015). Improving the comfort of garments, in: Sinclair, R. (Ed.) *Textiles and Fashion Materials, Design and Technology*, Textile Institute and Woodhead Publishing, Cambridge, 29, 739-761.
- Huson, M. G. (2009). Tensile failure of wool, in: Bunsell, A. R. (Ed.) *Handbook of Tensile Properties of Textile and Technical Fibres*, Woodhead Publishing, Cambridge, 5, 100-143.
- Jhanji, Y., Gupta, D. and Kothari, V. K. (2015a). Effect of loop length and filament fineness on thermo-physiological properties of polyester-cotton plated knit structures, *Journal of the Textile Institute*, 106(4), 383-395.
- Jhanji, Y., Gupta, D. and Kothari, V. K. (2015b). Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types, *Journal of the Textile Institute*, 106(6), 663-673.
- Jhanji, Y., Gupta, D., Kothari, V. K. (2015c). Comfort properties of plated knitted fabrics with varying fibre type, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 40(1), 11-18.
- Kissa, E. (1996). Wetting and wicking, *Textile Research Journal*, 66(10), 660-668.
- Li, Y. (2001). The science of clothing comfort, *Textile Progress*, 31(1), 1-135.

- Lokhande, N. B., Patil, L.G., Awasare, A. U. (2014). Suitability of bi-knitted fabric for sportswear Application, *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(7), 429-436.
- Long, H. R. (1999). Water transfer properties of two-layer weft knitted fabric, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 11(4), 198-205.
- Macarthur, S., Hemmings, F. J. (2018). Fibres, yarns and fabrics: an introduction to production, structure and properties in: Robertson, J., Roux, C., Wiggings, K. G. (Eds), *Forensic Examination of Fibres*, CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, 1, 1-59.
- Mangut, M., Karahan N. (2005). *Tekstil Lifleri*, Ekin Kitabevi, 309s, Ankara.
- Manshahia, M., Das, A. (2014). High active sportswear-a critical review, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 39 (4), 441-449.
- Mather, R. R. (2015). Synthetic textile fibres: polyolefin, elastomeric and acrylic fibres in: Sinclair, R. (Ed.), *Textiles and Fashion Materials, Design and Technology*, Woodhead Publishing, Cambridge, 6, 115-138.
- Mather, R. R., Wardman, R. H. (2015). *The Chemistry of Textile Fibres*, The Royal Society of Chemistry, 411s, Cambridge.
- Morton, W. E. and Hearle, J. W. S. (2008). *Physical Properties of Textile Fibres*, Woodhead Publishing, 743s, Cambridge.
- Munden, D. L. (1959). The geometry and dimensional properties of plain-knit fabrics, *Journal of the Textile Institute*, 50(7), 448-471.
- Murthy, H. V. S. (2016). *Introduction to Textile Fibres*, Woodhead Publishing, 237s, New Delhi.
- 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.
- Onal, L., Yildirim, M. (2012). Comfort properties of functional three-dimensional knitted spacer fabrics for home-textile applications, *Textile Research Journal*, 82(17), 1751-1764.
- Pan N., Zhong, W. (2006). Fluid transport phenomena in fibrous materials, *Textile Progress*, 38(2), 1-93.
- Patnaik, A., Rengasamy, R. S., Kothari, V. K., Ghosh, A. (2006). Wetting and wicking in fibrous materials, *Textile Progress*, 38(1), 1-105.

- Prahsarn, C., Barker, R. L., Gupta, B. S. (2005). Moisture vapor transport behavior of polyester knit fabrics, *Textile Research Journal*, 75(4), 346-351.
- Prakash, C., Ramakrishnan, G., Koushik, C. V. (2013). Effect of blend proportion on moisture management characteristics of bamboo/cotton knitted fabrics, *Journal of the Textile Institute*, 104(12), 1320-1326.
- Ravandi, S. A. H., Valizadeh, M. (2011). Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort, in: Song, G. (Ed.), *Improving Comfort in Clothing*, Woodhead Publishing, Cambridge, 2, 61-78.
- Rossi, R. (2009). Comfort and thermoregulatory requirements in cold weather clothing, in: Williams, J. T. (Ed.), *Textiles for Cold Weather Apparel*, Textile Institute and Woodhead Publishing, Cambridge, 1, 3-18.
- SDL Atlas (2005). Moisture management tester operation manual.
- Sinclair, R. (2005). Understanding textile fibres and their properties: what is a textile fibre? in: Sinclair, R. (Ed.) *Textiles and Fashion Materials, Design and Technology*, Woodhead Publishing, Cambridge, 1, 3-27.
- Slater, K. (1985). *Human Comfort*, Charles C. Thomas Pub. Ltd., 249s, Springfield.
- Song, G. (2009). Thermal insulation properties of textiles and clothing, in: Williams, J. T. (Ed.), *Textiles for Cold Weather Apparel*, Textile Institute and Woodhead Publishing, Cambridge, 2, 19-32.
- Suganthi, T., Senthilkumar P. (2017). Thermo-physiological comfort of layered knitted fabrics for sportswear, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 27(4), 352-360.
- Suganthi, T., Senthilkumar, P., Dipika, V. (2017). Thermal comfort properties of a bilayer knitted fabric structure for volleyball sportswear, *Fibres & Textiles in Eastern Europa*, 25(1), 75-80.
- Suganthi, T., Senthilkumar, P. (2018a). Comfort properties of double face knitted fabrics for tennis sportswear, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 43(3), 9-19.
- Suganthi, T., Senthilkumar, P. (2018b). Moisture management properties of bi-layer knitted fabrics for sportswear, *Journal of Industrial Textiles*, 47(7), 1447-1463.
- Supuren, G., Oglakcioglu N., Ozdil, N., Marmarali, A. (2011). Moisture management and thermal absorptivity properties of double-face knitted fabrics, *Textile Research Journal*, 81(13), 1320-1330.
- Spencer D. J. (2001). *Knitting Technology: A Comprehensive Handbook and Practical Guide*. Woodhead Publishing, 381s, Cambridge.

Vasconcelos, F. B., Barros, L. M. M., Borelli, C., Vasconcelos, F. G. (2017). Moisture management evaluation in double face knitted fabrics with different kind of constructions and fibers, *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*, 5(S3), 1-5.

Venkatraman, P. (2016). Fibres for Sportswear, in: Hayes, S. G. and Venkatraman, P. (Eds.), *Materials and Technology for Sportswear and Performance Apparel*, CRC Press, Boca Raton, 2, 23-52.

Yoo, H., Hu, Y., Kim, E. (2000). Effects of heat and moisture transport in fabrics and garments determined with a vertical plate sweating skin model, *Textile Research Journal*, 70(6), 542-549.

Yu, C. (2015). Natural textile fibres vegetable fibres, in: Sinclair, R. (Ed.), *Textiles and Fashion Materials, Design and Technology*, Woodhead Publishing, Cambridge, 2, 29-56.

Yuan, Y., Lee, T. R. (2013). Contact angle and wetting properties, in: Bracco G., Holst, B. (Eds.), *Surface Science Techniques*, Springer, Berlin, 1, 3-34.

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.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mehmet AKINCALI

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Uşak Üniversitesi/Tekstil Mühendisliği	2013
Lise	Söke Yavuz Selim Lisesi	2008

Mesleki Deneyim

Yıl	Yer	Görev
2013-	Söктаş	Tekstil Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

Yayınlar

Gun, A. D., Akincali, M., Oner, E. (2023). The effects of fiber type, elastane (El) usage, and knit structure on the moisture management properties of sandwich-type double-face knitted fabrics, *Fibers and Polymers*, 24(10), 3723-3742.