

**FLOKLA KAPLANMIŞ YÜZEYLERDE KONFOR
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Hilal DEMİREL DÖNMEZ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FLOKLA KAPLANMIŞ YÜZEYLERDE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Hilal DEMİREL DÖNMEZ
501917021

Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Hilal DÖNMEZ tarafından hazırlanan “FLOKLA KAPLANMIŞ YÜZEYLERDE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

Başkan : Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA
000-000-000-000
Aaaaaaaa Üniversitesi,
Aaaaaaaaaaaa Fakültesi,
Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaaa Anabilim Dalı **İmza**

U.Ü. Üye : Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA
000-000-000-000
Aaaaaaaa Üniversitesi,
Aaaaaaaaaaaa Fakültesi,
Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaaa Anabilim Dalı **İmza**

Üye : Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA
000-000-000-000
Aaaaaaaa Üniversitesi,
Aaaaaaaaaaaa Fakültesi,
Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaaa Anabilim Dalı **İmza**

Üye : Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA
000-000-000-000
Aaaaaaaa Üniversitesi,
Aaaaaaaaaaaa Fakültesi,
Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaaa Anabilim Dalı **İmza**

Üye : Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA
000-000-000-000
Aaaaaaaa Üniversitesi,
Aaaaaaaaaaaa Fakültesi,
Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaaa Anabilim Dalı **İmza**

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
.././.....

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

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

beyan ederim.

08/01/2023

Hilal DEMİREL DÖNMEZ

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı

Öğrencinin Adı-Soyadı

Tarih

Tarih

İmza

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum

yazmalı ve imzalanmalıdır.

anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FLOKLA KAPLANMIŞ YÜZEYLERDE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hilal DEMİREL DÖNMEZ

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

Giysi konforu insan hayatında önemli olan bir kavramdır. Koruyucu kıyafet, sporcu kıyafetleri gibi birçok alanda kumaşların konfor özellikleri incelenmektedir. Çünkü kişinin bulunduğu çevre ile giydiği kıyafetin kumaş özellikleri arasındaki ilişki insanın psikolojik, fizyolojik ve termofizyolojik konforunu etkilemektedir. Bundan dolayı giysi konforu ile ilgili literatürde farklı yöntemlerin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmada literatürden farklı olarak giysi konforu alanında flock kaplama yöntemi kullanılmıştır. Flock kaplama yöntemi ile ilgili olarak tıbbi tekstil, döşemelik kumaş ve sıvı emilimine yönelik malzemelerin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ancak giysi konforu alanında yapılan çalışmalar son derece kısıtlıdır.

Yapılan çalışmada, flock lifleri su bazlı akrilik yapıştırıcı kullanılarak elektrostatik floklama yöntemine göre pamuklu kumaş üzerine kaplanmıştır. Taşıyıcı materyal olarak %100 pamuklu dokuma kumaş; flock lifleri olarak da piyasada yaygın olarak kullanılan farklı uzunluk ve inceliklere sahip polyester, nylon, viskon ve pamuk flock lifleri kullanılmıştır. Floklama süresi 12 saniye olarak sabit tutulmuştur. Flock lif türü, kaplama oranı, flock lif inceliği ve flock lif uzunluğunun konfor özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Üretilen numunelerin gramaj, su buharı geçirgenliği, termal konfor özellikleri ve hava geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları SPSS veri analiz programında istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, özellikle flock lif türü, flock incelik ve uzunluğu ile flock kaplama oranının flock kaplanmış yüzeylerin konfor özellikleri üzerinde önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Giysi konforu, flock kaplama, termal konfor, hava ve su buharı geçirgenliği

2023, xviii + 145 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

Investigation of Comfort Properties on Flocked Coated Surfaces

Hilal DEMİREL DÖNMEZ

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

Clothing comfort is an important concept in human life. The comfort properties of fabrics are examined in many areas such as protective clothing and sportswear. Because the relationship between the environment of the person and the fabric properties of the clothing affects the psychological, physiological and thermophysiological comfort of the person. Therefore there are many studies in the literature on clothing comfort using different methods.

In this study, flock coating method was used differently from the literature. Flock coating method has been used in the production of materials such as medical, flooring, liquid absorption. However, it has never been used before in the field of clothing comfort.

In the study, flock fibres were coated on cotton fabric by electrostatic flocking method using water-based acrylic adhesive. 100% cotton woven fabric was used as the carrier material and polyester, nylon, viscose and cotton flock fibres with different lengths and finesses commonly used in the market were used as flock fibres. Flocking time was kept constant as 12 seconds. The effects of flock fibre type, coating density, flock fibre fineness and flock fibre length on comfort properties were investigated. Weight measurements, water vapour permeability measurements, thermal comfort properties and air permeability measurements of the produced samples were made. The measurement results obtained were statistically analysed in SPSS data analysis programme.

The results obtained revealed that especially flock fibre type, flock fineness and length and flock coating density have significant effects on the comfort properties of flock coated surfaces.

Key words: Clothing comfort, flocking, thermal comfort, air and water vapour permeability

2023, xviii + 145 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca tez konusu seçimi, çalışmalarımın yönlendirilmesi ve tezin sonuçlarının incelenmesi konusunda katkılarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR, eş danışmanım Prof. Dr. Mehmet KANIK ve Prof. Dr. Binnaz MERİÇ KAPLANGIRAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımı yürüttüğüm sırada bilgisini, tecrübesini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli asistan hocam Arş. Gör. Mahmut Oğuz Kesimci'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Program kullanımında yardımcı olan Arş. Gör. Gizem MANASOĞLU'na, deneysel ölçümlerimi yaparken laboratuvarında yardımlarıyla yanımda olan Dr. Mehmet TİRİTOĞLU'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uzun ve yorucu geçen yüksek lisans sürecimde her zaman yanımda olan eşim Levent DÖNMEZ'e, aileme ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Süreç sırasında bana her daim enerji olan yeğenlerim Ayşe Neva, Mila ve Serra'ya varlıkları için çok teşekkür eder, sonsuz sevgilerimi sunarım.

Hilal DEMİREL DÖNMEZ

08/01/2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Flok Kaplama İşlemi ile İlgili Genel Bilgi.....	3
2.1.1. Flok Kaplama İşleminin Tarihsel Gelişimi.....	3
2.1.2. Flok Kaplanmış Yüzeylerin Bileşenleri.....	5
2.1.3. Floklama Yöntemleri.....	21
2.1.4. Flok Kaplama Yöntemini İle İlgili Literatürdeki Çalışmalar.....	26
2.2. Konfor ve Giysi Konforu.....	31
2.2.1. Konforun Tanımı.....	31
2.2.2. İnsan-Çevre ile Giysi Sistemi Arasındaki İlişki.....	32
2.2.3. Giysi Konforunun Sınıflandırılması.....	34
2.2.4. Giysi ve Kumaşların Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin Belirlenmesi.....	36
2.2.5. Lif ve Kumaş Özelliklerinin Giysi Konforu Üzerindeki Etkisi.....	49
2.2.6. Flok Kaplama Yöntemi ve Giysi Konforu İle İlgili Çalışma.....	51
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	54
3.1. Materyal.....	54
3.2. Yöntem.....	56
3.2.1. Flok Kaplama Yöntemi.....	56
3.2.2. Test Yöntemleri.....	58
3.2.3. İstatiksel Analiz.....	64
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	69
4.1. Flok Liflerinin Mikroskop Görüntüleri ve Uzunluk-İncelik Değerleri.....	69
4.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Türü ve Kaplama Oranının Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi.....	73

4.2.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Türü ve Kaplama Oranının Su Geçirgenliği Üzerine Etkisi	75
4.2.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Farklı Flok Lif Türü ve Kaplama Oranlarının Termal Konfor Üzerine Etkisi.....	81
4.2.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Türü ve Kaplama Oranının Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi	90
4.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Uzunluğunun Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi	93
4.3.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Uzunluğunun Su Buharı Geçirgenliği Üzerine Etkisi	95
4.3.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Uzunluğunun Termal Konfor Üzerine Etkisi	99
4.3.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Uzunluğunun Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi	106
4.4. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi	108
4.4.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Su Buharı Geçirgenliği Üzerine Etkisi	110
4.4.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Termal Konfor Üzerine Etkisi.....	114
4.4.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi	120
4.5. Flok Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flok Liflerinin Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi.....	122
4.5.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flok Liflerinin Su Buharı Geçirgenliği Üzerine Etkisi.....	124
4.5.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flok Liflerinin Termal Konfor Üzerine Etkisi	127
4.5.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flok Liflerinin Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi	131
4.3. Tam Kaplama ile Kaplanmış Numunelerin Ölçüm Sonuçları	132
5. SONUÇ.....	137
KAYNAKLAR	143
ÖZGEÇMİŞ	145

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
λ	Isıl iletkenlik
q	Isı akış miktarı
ΔT	Sıcaklık farkı
h	Kumaş kalınlığı
R	Isıl direnç
b	Isıl soğurganlık
ρ	Yoğunluk
c	Özgül ısı
a	Isıl yayılım
Q_w	Buhar transfer oranı
D_a	Su buharı difüzyon katsayısı
L	Kumaş kalınlığı
ΔC	Su buharı konsantrasyonu farkı
R_{et}	Su buharı direnci
P_m	T_a çevre sıcaklığı için pascal cinsinden doymuş kısmi su buharı basıncı
P_a	T_a çevre sıcaklığı için pascal cinsinden laboratuvardaki gerçek kısmi su buharı basıncı
q_v	Numune ile ısı akış değeri
q_0	Numunesiz ısı akış değeri
%p	Bağıl su buharı geçirgenliği
n	Flok yoğunluğu
M_{fc}	Flok kaplı numunenin gramajı
M_{fa}	Floksuz yapıştırıcılı numunenin gramajı
D	Flok lif inceliği
l	Flok lif uzunluğu
α	Anlamlılık seviyesi
H_o	Gerçek hipotez
H_a	Alternatif hipotez

Kısaltmalar	Açıklama
M.Ö.	Milattan önce
sn	Saniye
PVC	Polivinilklorür
PET	Polietilen tereftalat
ISO	Uluslararası Standart
SNK	Newman-Keuls

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Floklanmış yüzeyin görüntüsü	5
Şekil 2.2. Flok lif görüntüleri.....	11
Şekil 2.3. Flok lifi üretim şeması.....	12
Şekil 2.3. Flok lifi üretim şeması (devamı).....	12
Şekil 2.5. Claremont Flock firmasında üretilen polyester flok lif görüntüsü.....	16
Şekil 2.6. Microfibres Technologies firmasında üretilen flok lif görüntüsü.....	17
Şekil 2.7. Casati Flock firmasında üretilen flok lifinin görüntüsü.....	18
Şekil 2.8. SwissFlock firmasında üretilen 1 mm Nylon 6,6 renk kataloğu ile 2 mm Nylon 6,6 renk kataloğu.....	19
Şekil 2.9. Mekanik floklama yönteminin şematik gösterimi.....	22
Şekil 2.10. Doğrudan yükleme sistemli DC/mechanik floklama yönteminin şematik gösterim.....	23
Şekil 2.11. Elektrostatik-pnömatik 3D nesne floklama yönteminin şematik gösterimi	25
Şekil 2.12. Otomatik floklama hattı şematik gösterimi.....	25
Şekil 2.13. Flok iskele tabanlı biyoyapılar ile eklem kırırdağı onarımının şematik gösterimi.....	27
Şekil 2.14. Puritan PurFlock Ultra ve Puritan HydraFlock® flok sürüntü çubukların görüntüsü.	30
Şekil 2.16. İnsan- giysi-çevre sistemi.....	32
Şekil 2.17. Mikroklima bölgesini etkileyen parametreler.....	33
Şekil 2.18. Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu.....	38
Şekil 2.19. Floklama yöntemi ile üretilen flok-boşluk oranı farklı malzeme çeşitleri	51
Şekil 2.20. Floklu malzemenin giysi içindeki konumunun gösterimi.....	52
Şekil 3.1. (a) Düşük, (b) orta ve (c) yüksek kaplama oranlı yapıştırıcı uygulamak için kullanılan şablonların şematik gösterimi.....	55
Şekil 3.2. Tam kaplama flok kaplamada kullanılan şablon modeli.....	55
Şekil 3.3. Voltaj kaynağının elektrotlara bağlanmasının gösterimi ve flok kaplama haznesi.....	57
Şekil 3.4. Flok makinasının kontrol paneli.....	57
Şekil 3.5. Isıl işlemin yapıldığı etüvün görüntüsü.....	58
Şekil 3.6. Işık mikroskopunun görüntüsü.....	59
Şekil 3.7. ImageJ görüntü işleme programının görüntüsü.....	59
Şekil 3.8. Permatest su buharı geçirgenliği ölçüm cihazı görüntüsü.....	61
Şekil 3.9. Alambeta cihazının görüntüsü.....	62
Şekil 3.10. Hava geçirgenliği ölçüm makinasının görüntüsü.....	63
Şekil 4.1. Pamuk flok lifinin uzunluk histogram grafiği.....	72
Şekil 4.2. Pamuk flok lifinin incelik histogram grafiği.....	73
Şekil 4.3. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre numunelerin flok yoğunluğu değişimi.....	74
Şekil 4.4. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre numunelerin su buharı geçirgenlik ölçüm değerleri.....	78
Şekil 4.5. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin su buharı direnci ölçüm değerleri.....	80
Şekil 4.6. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm değerleri.....	84

Şekil 4.7. Farklı flok lif ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin ısıl soğurganlık ölçüm değerleri.....	86
Şekil 4.9. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin ısıl direnç ölçüm değerleri.....	88
Şekil 4.9. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri.....	89
Şekil 4.10. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri.....	92
Şekil 4.11. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu değişimi.....	94
Şekil 4.12. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri.....	98
Şekil 4.13. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl iletkenlik ölçüm değerleri.....	101
Şekil 4.14. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl soğurganlık ölçüm değerleri.....	103
Şekil 4.15. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl direnç ölçüm değerleri.....	104
Şekil 4.16. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri.....	105
Şekil 4.17. Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri.....	108
Şekil 4.18. Farklı inceliklerdeki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu ölçüm değerleri.....	110
Şekil 4.19. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri.....	113
Şekil 4.20. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl iletkenlik ve ısıl soğurganlık ölçüm değerleri.....	117
Şekil 4.21. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl direnç ve kalınlık ölçüm değerleri.....	119
Şekil 4.22. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri.....	122
Şekil 4.23. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu ölçüm değerleri.....	123
Şekil 4.24. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk flok lifinin ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri.....	125
Şekil 4.25. 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri.....	126
Şekil 4.26. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl iletkenlik ölçüm değerleri.....	128
Şekil 4.27. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl soğurganlık ölçüm değerleri.....	129
Şekil 4.28. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış flok kaplı numunelerin ısıl direnç ölçüm sonuç grafik gösterimi.....	129
Şekil 4.29. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri.....	130

Şekil 4.30. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri.....	132
Şekil 4.31. Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin ısı iletkenlik ve ısı direnç ölçüm sonuç grafik gösterimi.....	134
Şekil 4.32. Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin ısı soğurganlık ölçüm sonuç grafik gösterimi.....	135
Şekil 4.33 Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin kalınlık ölçüm sonuç grafik gösterimi.....	136

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Bazı lif tiplerinin özgül ısı değerleri.....	42
Çizelge 2.2. Bazı lif tiplerinin ısı iletkenlik değerleri.....	43
Çizelge 2.3. Bazı giysi ve kumaş tiplerinin termal direnç değerleri.....	44
Çizelge 2.4. Kumaş bileşeni olan liflerin özellikleri.....	49
Çizelge 2.5. Farklı liflerden üretilmiş kumaş özelliklerinin avantajları ve dezavantajları..	50
Çizelge 2.5. Farklı liflerden üretilmiş kumaş özelliklerinin avantajları ve dezavantajları (Devamı)	50
Çizelge 3.1. Taşıyıcı materyal özellikleri.....	54
Çizelge 3.2. Şablonlu kaplamada kullanılan flok liflerinin özellikleri.....	56
Çizelge 3.3. Tam kaplamada kullanılan flok lif özellikleri.....	56
Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler.....	64
Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı).....	65
Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı).....	66
Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı).....	67
Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı).....	68
Çizelge 4.1. Flok liflerinin mikroskop görüntüleri	70
Çizelge 4.1. Flok liflerinin mikroskop görüntüleri (Devamı).....	71
Çizelge 4.1. Flok liflerinin mikroskop görüntüleri (Devamı).....	72
Çizelge 4.2. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları.....	73
Çizelge 4.2. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları (Devamı).....	74
Çizelge 4.3. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları.....	75
Çizelge 4.3. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları (Devamı).....	76
Çizelge 4.4 Farklı flok lif türleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin flok lif tipinin ve kaplama oranının bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci test sonuçlarına etkisinin istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	76
Çizelge 4.5. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenlik ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	77
Çizelge 4.6. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi....	79
Çizelge 4.7. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları.....	81
Çizelge 4.7. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları (Devamı).....	82

Çizelge 4.8. Farlı flok lifi türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarının istatistiksel (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	82
Çizelge 4.9. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı iletken üzerine etkisinin istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	83
Çizelge 4.10. Farklı lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı ısoğurganlık istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	85
Çizelge 4.11. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış flok kaplı numunelerin ısı ı direnç istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	87
Çizelge 4.12. Farklı flok lifi türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin kalınlık istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	89
Çizelge 4.13. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	90
Çizelge 4.13. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları (Devamı).....	91
Çizelge 4.14. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel ölçüm (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	91
Çizelge 4.15. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz farklılıklarının gösterimi.....	91
Çizelge 4.15. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz farklılıklarının gösterimi (Devamı).....	92
Çizelge 4.16. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları.....	94
Çizelge 4.17. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları.....	95
Çizelge 4.18. Farklı uzunluktaki flok lifleri kaplanmış numunelerin flok lif uzunluğun bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci test sonucuna etkisinin istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	96
Çizelge 4.19. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	96
Çizelge 4.19. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi (Devamı).....	97
Çizelge 4.20. Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları.....	99
Çizelge 4.21. Farklı uzunluktaki flok lifleri kaplanmış numunelerin flok lif uzunluğun termal konfor ölçüm sonucuna etkisinin istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	100
Çizelge 4.22. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı ı iletkenlik istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	101
Çizelge 4.23. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı ı soğurganlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	102
Çizelge 4.24. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı ı direnç ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	103

Çizelge 4.25. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	105
Çizelge 4.26. Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	106
Çizelge 4.27. Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz ölçüm (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	107
Çizelge 4.28. Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi....	107
Çizelge 4.29. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları.....	109
Çizelge 4.30. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	110
Çizelge 4.30. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları (Devamı).....	110
Çizelge 4.31. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	111
Çizelge 4.32. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	112
Çizelge 4.33. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları.....	114
Çizelge 4.33. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları (Devamı).....	115
Çizelge 4.34 Farklı inceliklerdeki flok lifleri kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	115
Çizelge 4.34 Farklı inceliklerdeki flok lifleri kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları (Devamı).....	116
Çizelge 4.35. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık istatistiksel farklılıkların gösterimi.....	116
Çizelge 4.36. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı direnç ve kalınlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıkların gösterimi.....	118
Çizelge 4.37. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	120
Çizelge 4.38. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları.....	120
Çizelge 4.38. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları (Devamı).....	121
Çizelge 4.39. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi.....	121
Çizelge 4.40. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları....	122

Çizelge 4.40. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları (Devamı).....	123
Çizelge 4.41. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları.....	124
Çizelge 4.42. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları.....	130
Çizelge 4.43. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	134
Çizelge 4.44. Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları.....	136

1. GİRİŞ

Giysi, insan ile çevre arasında termal bir bariyer özelliği sağlamaktadır, bu da giysi konforu kavramını ortaya çıkarmaktadır. Giysi konforu, insanın giysi içerisinde kendisini rahat hissedebilmesiyle alakalıdır. Bir insanın giysi içerisinde kendisini konforlu hissedebilmesi ise insan ve çevre ilişkisi, giysinin vücut hareketlerine izin vermesi, ısı-nem transferinin sağlanması ve kişinin psikolojik, fizyolojik olarak nasıl hissettiği ile ilgilidir. Bu parametrelerin kişiden kişiye değişiklik gösterdiği için giysi konforu çok geniş ve karmaşık bir kavramdır.

Giysi konforu kavramı insan hayatında önemli bir yer almaktadır. Koruyucu kıyafetler, sporcu kıyafetleri, iş kıyafetleri gibi birçok alanda yapılan çalışmalarda mutlaka kumaşın konfor özellikleri incelenmiştir. Çünkü konfor sadece kişinin fiziksel ya da psikolojik olarak konforlu hissetmesiyle alakalı değil aynı zamanda yaşamsal fonksiyonlarını da etkilen bir parametredir. Bir itfaiyeci kıyafetinde ısı ve nem transferi doğru yapılmazsa artan ısı ile kişinin terlemesi artar ve ter vücuttan uzaklaştırılmadığı takdirde vücutta yaralara, daha sonra da insanın yaşamını kaybetmesine sebep olabilmektedir.

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte insanların giysi konforu alanı ile ilgili beklentileri artmaktadır. Bundan dolayı çok farklı kumaş türleri ve üretim yöntemleri ile çok farklı alanda çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan ilk çalışmalar genellikle dokuma ve örme yönteminde pamuk, polyester gibi ipliklerden üretilen kumaşların konfor özelliklerinin incelenmesi ile ilgilidir. Daha sonralarında nanoteknolojinin gelişmesiyle giysi konforunda daha teknik kumaşlar yer almaya başlanmıştır. Dokuma ve örme kumaşlarda ise gelişen teknolojileri takip ederek konfor da yenilikler katmaya devam etmiştir.

Bu tezin amacı farklı özelliklere sahip flock lifleri ile kaplanmış flock kaplı numunelerin konfor özelliklerinin incelenmesidir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında flock kaplama yönteminin giysi konforu alanında çok az kullanıldığı görülmektedir.

Flok kaplama yöntemi ilk olarak Çin’de M.Ö. 1000’li yıllarda materyalleri süslemek amacıyla kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle flok kaplama makinaları daha mekanik olmaya başlamıştır. Flok kaplama, yapıştırıcı ile kaplanmış yüzey üzerine 0,035-18 mm uzunluklarındaki doğal ve sentetik liflerinin dik yerleştirilmesi ile oluşmaktadır. Floklama yapılacak yüzey cam, tahta, kumaş, seramik, iplik gibi birçok materyalden oluşabilmektedir. Flok lifi polyester, pamuk gibi birçok doğal ya da sentetik liften elde edilebilmektedir. Tıbbi, döşemelik, kompozit, sıvı iletim malzemeleri gibi malzemelerin geliştirilmesinde flok kaplama yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmada taşıyıcı materyal olarak %100 pamuk dokuma kumaş ve yapıştırıcı olarak su bazlı yapıştırıcı kullanılmıştır. Flok lifi olarak farklı uzunluk ve inceliklere sahip polyester, viskon, Nylon 6,6 ve pamuk flok lifleri kullanılmıştır. Yapılan ön çalışmada 2, 6 ve 12 sn floklama süresinin etkisi incelenmiştir ve floklama süresinin etkisinin sadece 2 ila 12 sn arasında değişiklik gösterdiği için floklama süresi 12 saniyede sabit tutulmuştur. Yüzey özelliklerinin konfor özelliklerine etkisinin incelenebilmesi için dört ayrı kaplama oranlarına sahip şablon kullanılarak farklı numuneler elde edilmiştir. Elde edilen numunelerin gramaj, su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları SPSS veri analiz programında incelenmiştir. Sonuç bölümünde gelecekte yapılacak çalışmalar belirtilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Flok Kaplama İşlemi ile İlgili Genel Bilgi

2.1.1. Flok Kaplama İşleminin Tarihsel Gelişimi

Flok kaplama yöntemi ilk olarak Çin’de M.Ö. 1000’li yıllarda materyalleri süslemek amacıyla kullanılmıştır. “Bu yöntemde, yün ve ipek liflerinden üretilen flok lifleri reçine kaplı materyaller üzerine serpilmiştir” (Kim, 2011). Flok lifleri, reçine kaplı taşıyıcı materyal üzerine gelişigüzel yerleştirilmiştir. 15. yüzyılda ise Almanya’da yapışkan kaplı taşıyıcı materyal üzerine ince doğal flok lifleri püskürtülerek duvar kaplamaları üretilmiştir. “Yaklaşık 200 yıl önce Fransa’da ise hemen hemen aynı yöntem kullanarak floklu duvar kağıtları üretilmiştir” (Woodruff, 1993). Simpson ve arkadaşları (1864) kayıtlı en eski kumaş yüzeyi flok teknolojisi olan floklu kumaş üretimini Amerika’da yapıp ABD patenti almıştır. Tüm bu ilkel floklama yöntemleri, doğal yapışkan kaplı taşıyıcı materyaller üzerine flok liflerinin serpilmesi veya lif tozlarının elekten geçirilmesi ile gerçekleşmektedir.

Floklama yönteminde kumaş kalitesinin artırılması için önemli bir gelişme olarak mekanik floklama yöntemi geliştirilmiştir. Mekanik floklama işleminde yapıştırıcı kaplı taşıyıcı materyal üzerine flok lifleri dikey olarak yerleştirilerek yapıştırıcı içine gömülmesi amaçlanmıştır. Liflerin dik olarak yerleşmesi ve yapıştırıcı içerisine gömülmesi için çarpıcı çubukların hareketi ile taşıyıcı materyale bir titreşim hareketi sağlanmıştır.

“Elektrostatik floklama yöntemi ise ilk olarak, Amerika’da King (1945) tarafından havlı kumaş üretimi için yapılan patent başvurusu ile başlamıştır” (Kim, 2011). “King’in patentinde floklama kaplama yöntemi, floklama bölgesinde elektriksel alan hattı boyunca oluşan elektrostatik alan kuvvet etkisi ile liflerin ilerletildiği ve hizalandığı açıklanmıştır” (Kim, 2011). “Elektrostatik alan, 40 kV 25 Hz alternatif akım (AC) güç kaynağı, doğru akım (DC) veya darbeli DC yüksek potansiyeline bağlanan paralel plaka elektrotlarından

oluşmaktadır” (Kim, 2011). Yapılan patent çalışmaları ile elektrostatik floklama yönteminde gelişme sağlanarak flok endüstrisinde ileri bir aşamaya gelinmiştir.

Yüksek flok yoğunluğuna sahip kumaşların kalitesini arttırabilmek için çırpıcı çubuk titreşimi ile elektrostatik floklama yöntemi birleştirilmiştir. 1970’li yıllarda yaklaşık 25.000 ton üretilen flok kaplı yüzeyler; döşeme, otomotiv sektörü, ilaç ve hijyen endüstrisi, giysilik kumaş, zemin kaplama, ambalaj, tebrük kartları, ses yalıtımı, oyuncak endüstrisi gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. “Yıllar içerisinde floklama yöntemi önemini arttırmıştır ve 1980’li yılların sonunda flok üretimi 50.000 ton/yıl miktarına ulaşmışken 1990’lı yıllarının yarısında bu miktar yaklaşık olarak 60.000 tonu bulmuştur ” (Orhaneddin ve Özdemir 2008).

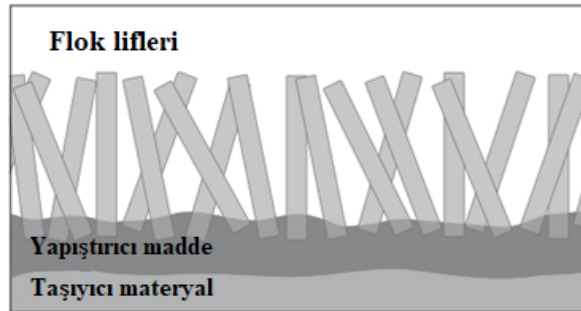
“Günümüzde floklama işlemi sadece tekstil malzemeleri üzerinde uygulanmamaktadır. Metal, tahta, cam, plastik gibi birçok materyale uygulanabilmektedir” (Solutions, 2021). Bu yüzden, tekstil sektörü ile birçok alanda floklama işleminin uygulandığı görülmektedir. Uygulama alanlarına örnek olarak ise:

- Araba tavanları, güvenlik kemeri sabitleyiciler
- Döşemelik kumaş
- Kumaş baskı (T-shirt ve kumaş üzerine desenli baskı)
- Ev tekstil ürünleri
- Çatı kaplamaları
- Kozmetik pedler ve fırçaları
- Perdelik kumaş
- Kağıt ve karton üretimi
- Aksesuar sektörü
- Porselen sektörü
- Hediyelik eşya sektörü
- Kauçuk plastik köpük sektörü
- Kauçuk plastik eldiven sektörü gösterilmektedir (Flokcan, 2021).

Flok kaplanmış materyaller tekstil sektörü ile birçok alanda kullanımının artması ile sanayi ve akademik çalışmalarda önem kazanmıştır. Günlük hayatın neredeyse her alanında bulunan flok kaplama yöntemi, akademik çalışmalarda ise savunma sanayisi, tıp, kompozit malzeme üretimi gibi alanlarda uygulanmaktadır.

2.1.2. Flok Kaplanmış Yüzeylerin Bileşenleri

Yassı ya da 3 boyutlu yüzeylere uygulanan floklama işleminde ilk olarak bir yüzey üzerine yapıştırıcı sürülmektedir. Uzunluk olarak çok kısa olan flok lifleri hala kurumamış yapıştırıcı üzerine elektrostatik yük ile püskürtülmektedir. Yapıştırıcının yapışmasını sağladığı sürece herhangi bir nesne taşıyıcı materyal yüzeyi olarak kullanılabilir. Fakat bu yüzey toz, yağ, silikon gibi maddelerden arınmış olması gerekmektedir. Doğal veya sentetik lifler flok lifleri haline getirilerek flok kaplama yönteminde kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan flok lifleri ise Nylon 6,6, viskon ve polyesterden yapılmaktadır. Liflerin kalınlığına ve uzunluğuna bağlı olarak yüzeyin dokusu kadifemsi pürüzsüz yüzeyden kıl benzeri yüzeye kadar değişiklik göstermektedir. “Oluşan yüzey son kullanıma bağlı olarak yıkamaya karşı dirençli, yağa karşı dayanıklı, sıcak ve soğuya karşı yalıtkanlık, gürültü absorpsiyonu, su izolasyonu (sızdırmazlık) gibi diğer özellikleri de karşılaması beklenmektedir” (Pray, 1980).



Şekil 2.1. Floklanmış yüzeyin görüntüsü (Pray, 1980)

Flokla kaplanmış yüzeylerin bileşenleri; taşıyıcı materyal, yapıştırıcı madde ve flok lifinden oluşmaktadır. Bileşenlerin özellikleri ürünün mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde etki sağlamaktadır. Bu nedenle bileşen seçimi yapılırken oluşacak son ürünün kullanılacağı yer, üründen beklenen özellikler gibi faktörler dikkate alınmaktadır.

(i) Taşıyıcı Materyal

Taşıyıcı materyaller, yapışkan uygulanıp flok liflerinin yapıştırıldığı malzemeleridir. Tekstilde taşıyıcı materyal olarak kullanılan taşıyıcı materyaller genellikle pamuk, pamuk/polyester veya buna benzer malzemelerden yapılmış (suni ipek/polyester veya pamuk) dokuma ve örme kumaşlardan oluşmaktadır. Bu kumaşların gerçek yoğunlukları 65 ila 200 g/m² arasında değişmektedir. Kumaş örgü tipleri olarak dimi, saten ve diril (çözgü hâkim dimi (2/1, 3/1, 4/1) veya 5’li saten örgü tiplerindeki dimi çizgilerinin çözgü bükümünün ters yönünde yer aldığı dik dimi görünüşlü kumaşlar) örgü yapıları kullanılmaktadır. Yapılan lif karışım oranlarında maliyet/performans oranı önemli olmaktadır. “Genel olarak, flok kaplı kumaşlar gibi kaplanmış kumaşların yırtılma mukavemeti zayıf olmaktadır” (Kim, 2011). “Yırtılma direnci ise tercih edilen dimi, saten ve diril gibi örgü tiplerinden elde edilmektedir. Son zamanlarda ise nonwoven (dokusuz) kumaşlarda kullanılmaya başlanmıştır” (Woodruff, 1993). Dokusuz yüzey üzerine floklama işlemi yapılan optik pedleri bu alana örnek olarak verilmektedir.

Taşıyıcı materyal olarak tekstil malzemeleri dışında özel uygulamalar için farklı malzemeler de kullanılmaktadır. “Kağıt genellikle ambalaj ve dekoratif kullanımları için üretilirken plastikten yapılmış kalıplı parçalar ise oyuncak, yüksek teknoloji uygulamalar ve otomotiv gibi çeşitli uygulama alanları için floklanmaktadır” (Kim, 2011).

Flok kaplama işlemi ambalaj uygulamalarında stiren rulolar, otomotiv sektöründe ise pencere kanallarında uygulamak için kauçuk profillerin üretiminde kullanılmaktadır. “Polietilen tereftalat, polibütlen tereftalat ve polipropilenin termoplastik filmleri ve diğer mühendislik polimer yüzeyleri (polikarbonatlar, polimetilmetakrilatlar vb.) paketlenme ve diğer özel uygulama alanlarında floklanmaktadır. Tekstil yüzeyi olmayan malzemeler sadece plastiklerden oluşmamakta metal (çelik, alüminyum, alışımlar vb.), ahşap, kompozit ahşap ve diğer yapısal malzemelerden flok kaplama da kullanılmaktadır” (Kim, 2011).

Taşıyıcı materyalin fiziksel özelliklerini belirlerken elde edilecek son ürünün kullanım alanına dikkat etmek gerekmektedir. Çünkü taşıyıcı materyallerinin özellikleri son ürünün özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Tercih edilen taşıyıcı materyalde istenen diğer özellikler ise uygulanacak olan ön işlemlerin (haşıl sökme, gaze, fiksaj, kalandırlama gibi), ön boyamanın ve bitirme işlemlerinin düşük maliyetli olmasıdır. Böylece taşıyıcı materyal floklamaya uygun hale gelmektedir. Uygulamaya hazır hale getirmek floklama işlemi için en önemli ön koşullardan biridir. Genel itibariyle flok kaplı kumaşlardaki taşıyıcı materyale kimyasal kaplama işlemi uygulanabilmektedir. Ancak bu pratikte her zaman mümkün olmamakla birlikte kişinin tercihiyle gerçekleşmektedir.

“Yapılan ön işlemlerinin flok kaplı kumaşlar üzerinde olumsuz etkisi yoktur. Ancak yanlış bir işlem sonucu; yıkama ve kurutma işleminde genişlik kaybı veya floklama işlemi sırasında diğer boyutsal problemler yaşanabilmektedir” (Woodruff, 1993).

(ii) Yapıştırıcı madde

Flok kaplanmış yüzeylerin kalite ve performans özellikleri uygun yapıştırıcı madde seçimi ile gerçekleşebilmektedir. Yapıştırıcı madde; flok lifi, taşıyıcı materyal ve son ürünün kullanım alanına göre seçilmektedir. Yapılan doğru seçim sonucunda tekrar tekrar yıkanmaya ve kurutmaya dayanıklı teknik olarak elverişli ürünler elde edilebilmektedir.

Yapıştırıcı maddeler tek veya iki bileşenli sistemler olarak gerçekleşebilmektedir. Tekstil sektöründe genellikle kullanılan yapıştırıcı maddeler ise uygulama öncesi yapıştırıcı ve katalizörün birbirine karıştırıldığı iki bileşenli sistemlerdir.

İki bileşenli sistemlerde, bileşenlerin hassas bir şekilde tek tek tartılması oldukça önemlidir. Eğer yapıştırıcı flok lifinin rengine boyanması gerekirse pigment ilavesi yapılmaktadır. Böylece yapışkan kaplamanın kontrolü kolay elde edilmekte ve az flok kaplanmış bölgeler hemen fark edilmemektedir. Parlak bir taşıyıcı materyal üzerine koyu renk flok lifi kaplanacağı zaman yapıştırıcıya eklenen pigment miktarı az olmalıdır. “Koyu renkli yüzeylere beyaz flok lifi kaplanacağı zaman ise beyaz pigmentlerin en az %10’u yapıştırıcı maddesine eklenmektedir” (Pray, 1980). Koyu bir yüzey üzerine parlak

flok lifleri kaplanırken beyaz pigmentler ile flok rengindeki pigmentler ilave edilmektedir. Aksi takdirde optimum bir kaplama ve renk parlaklığı elde edilmemektedir.

Genel olarak yapıştırıcı maddesi bağ oluşumu sırasında yeterli ıslanma, yapışma, katılma lif ve taşıyıcı materyal üzerinde yayılma ile akışkanlık özelliği göstermesi gerekmektedir.

“Birçok yapışma teorisi olarak;

- Mekanik kenetlenme teorisi
- Elektriksel çift katman
- Sınır tabakaları ve ara fazlar teorisi (zayıf sınır tabaka teorisi)
- Absorbsiyon teorisi (ıslanabilirlik ve asit baz teorisi)
- Difüzyon teorisi
- Kimyasal bağ teorisini listelenmiştir” (Kim, 2011).

İki katı arasındaki yapışma tek bir modelle gerçekleşmemektedir. Ancak bu modellemeler arasındaki kombinasyonlarla gerçekleşmektedir.

Mekanik kenetlenme teorisi, gözenekli taşıyıcı materyal üzerine flok liflerinin yapışmasını açıklamaktadır. Ancak rulodan ruloya floklama işleminde kullanılan yapıştırıcı maddesi, flok lifi ile taşıyıcı materyalin arasında ikincil veya elektrostatik bağlara dayalı yapışma gerçekleşebilmektedir. Özel uygulama alanlarına göre flok yapıştırıcılar 4’e ayrılmaktadır:

(a) Su bazlı yapıştırıcılar:

“Su bazlı yapıştırıcılar, lateks emülsiyon adı verilen koloidal dispersiyon formundadır. “Emülsiyon polimerizasyonu kullanılan polimer ile hazırlanmaktadır. Su bazlı yapıştırıcılar için mevcut lateks malzemeler stiren bütain kauçuk (SBR), nitril, kloropren, vinilasetat, etilen vinilasetat (EVA), akrilikler, vinilklorür, vinilidenklorür ve stirenlerdir” (Kim, 2011). Endüstride en çok kullanılan su bazlı yapıştırıcı akrilik bazlı lateks yapıştırıcılardır. Akrilik lateks bazlı yapıştırıcıların stabilitesi, ağırlığından %50 kat daha fazla ağırlıktaki uygun bir emülgatör içerisinde gerçekleştirilmektedir.

“Su bazlı yapıştırıcılar düşük maliyet, yanmazlık, ayarlanabilir viskozite, yüksek katı içerik kontrollü penetrasyon ve ıslatma, çevre dostu, uygulama ve temizleme kolaylığı gibi avantajlara sahiptir” (Kim, 2011).

(b) Solvent bazlı yapıştırıcılar:

“Kauçuk ve tasarlanmış plastik profiller gibi düşük yüzey enerjili taşıyıcı materyaller için organik çözücüler içinde yapışkan polimer çözeltileri kullanılmaktadır” (Kim, 2011). Yapıştırıcının, taşıyıcı materyal ile flok lifi üzerinde ıslanmasını ve yayılmasını sağlayabilmek için çözücü viskoziteyi önemli ölçüde düşürmektedir. Organik çözücü uzaklaştırılarak yapıştırıcının katılaşması sağlanmaktadır.

Solvent bazlı yapışkanlar çimento, lak veya reçine solüsyonları olarak adlandırılan doğal ve sentetik kauçuklar ya da reçineler içermektedir. “Solvent bazlı yapıştırıcıların hazırlanmasında nitroselüloz, etil selüloz ve selüloz asetat gibi birçok selüloz türevi kullanılmaktadır” (Kim, 2011).

Solvent bazlı flok yapıştırıcıları hazırlamada klorlu kauçuk, butil kauçuk ve poliizobütilan gibi elastomerik malzemeler kullanılmaktadır. “Epoksi ve poliüretan reçineler, flok kaplama yönteminde yapıştırıcı olarak kullanılacaksa kullanılmadan uygun çözücüler içinde seyreltilmektedir” (Kim, 2011).

Solvent bazlı yapıştırıcıların avantajları ise hidrofobik yüzeyleri (kauçuk, plastik ve polimerler) iyi ıslatabilmesi, daha yüksek su direncine sahip olması, yüksek ıslak yapışma mukavemeti, kağıt ve kumaş gibi taşıyıcı materyallere uygulandığında kıvrılma ve büzülme oluşmamasıdır. “Bu yapıştırıcılar çelik ve diğer metal yüzeylerde korozyonu arttırmamaktadır” (Kim, 2011).

(c) Termoset yapıştırıcılar:

Termoset yapıştırıcılar arasında poliüretanlar, doymamış polyesterler ve epoksiler bulunmaktadır. Tek parçalı ya da iki parçalı sistemden oluşan termoset yapıştırıcılar, %100 sıvı reçine malzemelerden oluşmaktadır. Bazı durumlarda ise ek olarak sertleştirici ve/veya hızlandırıcı ilave edilmektedir. Uygun zaman ve sıcaklık kürleme koşullarında tek parçalı termoset yapıştırıcıları etkinleştiren gizli bir sertleştirici veya bloke iyileştirici kullanılmaktadır. İki parçalı sistemlerde ise uygulama öncesi reçine ve sertleştirici karıştırılmaktadır ve katılaşmanın tamamlanması için belirli bir programa uygun bir kürleme sıcaklığı sağlanmaktadır.

(d) Plastisoller:

Plastisoller, sıvı plastikleştirici içinde süspansiyon edilmiş ince polivinilklorür (PVC) parçacıklardan oluşmaktadır. “Plastisoller bazen küçük miktarlarda genişleticiler, stabilizatörler, pigmentler ve dolgu maddeleri içermektedir. “Ağırlıkça tipik PVC/plastikleştirici oranı 50/50 olmaktadır. Bununla birlikte bu oran uygun viskozite ve ıslatma reolojisi elde etmek üzere ayarlanmaktadır” (Kim, 2011). Benzin veya glikoller gibi büyük miktarda uçucu çözücü içeren plastisoller, viskoziteyi düşüren organosoller olarak isimlendirilmektedir. “Döner ekran baskı tekniği ile üretilen muşamba, suni deri, yer ve duvar kaplamaları gibi floklu ürünlerde kağıt veya tekstil taşıyıcı materyallerde uygulanan plastisoller kullanılmaktadır” (Kim, 2011).

Her bir yapıştırıcının avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. “Floklu bir yüzeyin daha iyi aşınma direnci, işlem kolaylığı, çevresel etki gibi gereksinimlerini karşılamak için belirli bir yöntem için uygun yapıştırıcı madde seçilmelidir” (Kim, 2011).

(iii) Flok lifi

Flok lifleri doğal veya sentetik liflerden elde edilmektedir. En yaygın kullanılan flok lifleri Nylon 6,6ler (nylon 6,6, nylon 6, nylon 3, nylon 6,10), rayonlar (viskon, Lyocell®, Tencel® vb.), akrilikler, modakrilikler ve polyesterlerdir. “Bazı özel

uygulamalar için öğütülmüş pamuk, aramid (Kevlar®, Nomex®), cam, seramik, metal ve karbon/grafit lifleri kullanılmaktadır” (Kim, 2011). Şekil 2.2’de flok lif görüntüleri verilmiştir.



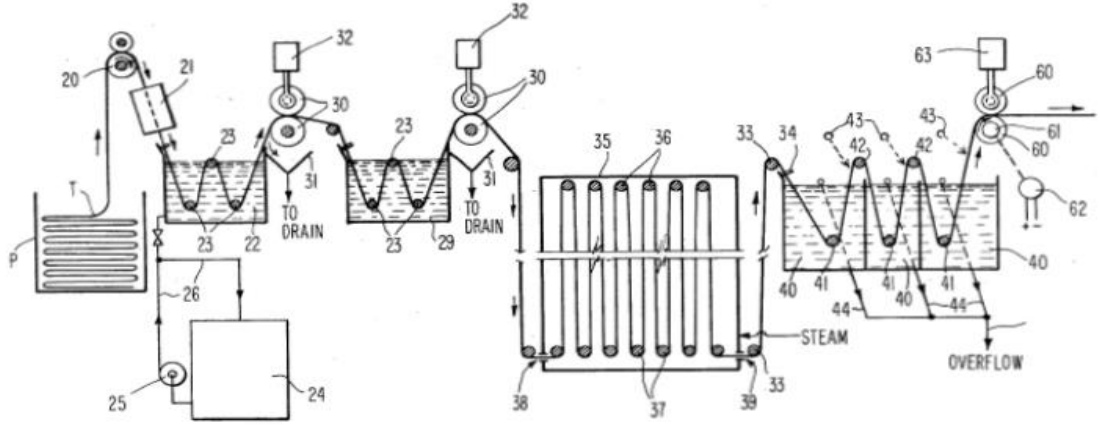
Şekil 2.2. Flok lif görüntüleri (Flocking.co, 2021)

“Flok liflerinin üretimi 3 aşamada gerçekleşmektedir (Orhaneddin ve Özdemir 2008):

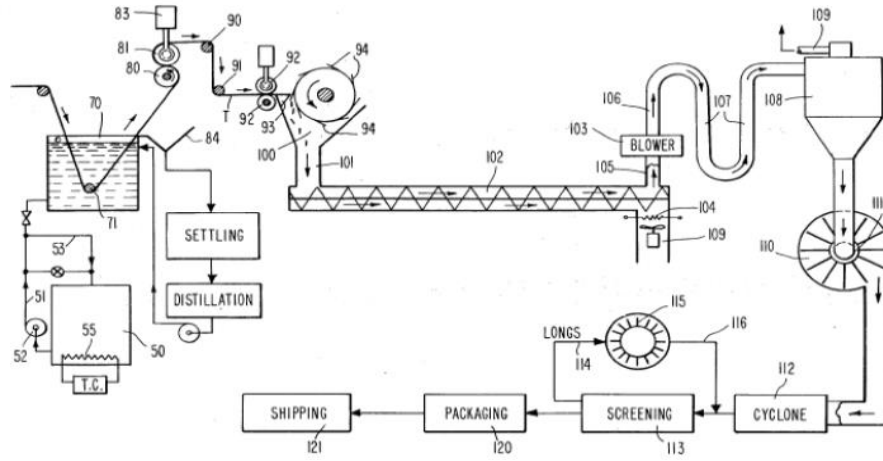
- Monofilamentlerin kesilmesi/öğütülmesi
- Boyama
- Bitim işlemleri (flok liflerine iletkenlik ile istenilen özelliklerin kazandırılması)”

(a) Flok liflerinin üretilmesi:

“1977 yılında towndan flok lifi üretimi üzerine bir patent çalışması yapılmıştır” (Walsh, Casey, Corneau, Laird, 1977). Bu çalışmada yağlama maddesi içeren towndan flok lifi yapmak için sürekli kesme işlemi geliştirilmiştir. Flok lifi üretimi şeması Şekil 2.3 ve 2.4’te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Flok lifi üretim şeması (T: İstiflenmiş towlar, 20: sıkma silindiri, 21: ısıl işlem (isteye bağlı), 22-29: yıkama ünitesi, 39: ağırtma ünitesi, 40: durulama ünitesi.) (Walsh, Casey, Corneau, Laird, 1977)



Şekil 2.4. Flok lifi üretim şeması (devamı) (70: Bitim işlemi ünitesi, 80-81: sıkma silindirleri, 94: bıçaklar, 100: kesim ünitesi, 102: kesilen flok liflerinin ısıtıcıya ileten hat, 106-107: kesilen flok liflerinin kurutulduğu ısıtıcı hattı, 110: toplanan flok liflerinin toplandığı ünite, 113: tarama ünitesi, 120: paketleme.) (Walsh, Casey, Corneau, Laird, 1977)

Çalışmada tow sürekli olarak beslenir ve çekme-germe işlemine tabi tutulurken isteğe bağlı olarak ısıl bir işleme tabi tutulmaktadır. Beslenen towlar sıvı yıkama tankında bir çözelti içinde yıkamaya tabi tutulmaktadır. Böylece yağlama maddesi towdan uzaklaştırılmaktadır. Yağlama maddesi yapıdan ne kadar uzaklaştırılırsa elde edilen flok lifi o kadar kaliteli olmaktadır. Yıkama işleminden sonra sıkma silindirlerinden geçilerek fazla su uzaklaştırılır. Yapılan bu yıkama işlemi isteye bağlı olarak bir kere daha

uygulanabilmektedir. Yıkama tanklarında sadece yıkama işlemi yapılmamakta aynı zamanda boyama işlemi de yapılabilmektedir. Yıkama tankından çıkan towlar, ağırtma ünitesine getirilmektedir. Burada isteye bağlı olarak 3 işlem gerçekleştirilmektedir:

1. Isı ve buhar ile germe çekme uygulanan kıvrımlı towlar düzleştirilmektedir.
2. Towda bulunan fazla boyarmaddeler uzaklaştırılmaktadır.
3. Gerekli olduğunda ağırtma işlemi yapılmaktadır.

Ağırtma ünitesinden çıkan durulama ünitesine getirelerek detaylı temizleme işlemi yapılmaktadır. Yıkanan towlar tekrar sıkma silindirlerinde sıkılarak fazla su yapıdan uzaklaştırılmaktadır. Sıkılan tow, son bir bitim işlemi için bitiş tankına getirilmektedir. Bu işlemin yapılmasının nedeni ise elektrostatik floklama işlemi sırasında flok liflerinin iyi özellik göstermesini sağlamaktır. Bitim işleminden çıkan tow sıkma silindirleriyle sıkılmaktadır. Bütün bitim işlemleri bittikten sonra besleme silindirleriyle tow kesme işlemi için bıçaklara iletilmektedir. Kesim işlemi yaparken çok sayıda döner bıçak ile yapılmakta ve hassaslık sağlamak için kontrol edilebilir bir hızla işlem yapılmaktadır. Kesim flok lifleri besleme hunisiyle sıcak havanın verildiği ısıtıcıya iletilmektedir. Burada flok lifleri kurutularak toplanmaktadır. Kurutma işlemi sonrası birbirine yapışan flok topluluklarının ayrışması için dövme makinası gönderilmektedir. Böylece flok toplulukları açılarak homojen flok lifleri haline gelmektedir. Açılan floklar boru hattı boyunca tarama ünitesine getirilmiştir. Tarama ünitesinde uzun lifler ayrıştırılarak tekrar kesilmek üzere kesim ünitesine gönderilmektedir. Tarama işleminden çıkan flok lifleri artık kullanıma hazır bir şekilde paketlenmektedir. “Islak kalmış flok lifleri kurutulduktan sonraki nem geri kazanım değeri ve dövme işleminden sonraki kontrol kritik önem taşımaktadır” (Walsh, Casey, Corneau, Laird, 1977). Suni ipek, naylon, polyester, akrilik gibi flok tipine göre kritik nem geri kazanım değerleri değişiklik göstermektedir.

Günümüzde flok lifleri öğütme veya kesme işlemleriyle üretilmektedir. “Öğütülmüş flok lifleri uzunluk bakımından 0,2 ila 0,5 mm ince ve 0,4 ila 1,1 mm kalın olarak sınıflandırılmaktadır. Kesilmiş flok liflerinin uzunlukları ise 0,2 ila 6 mm arasında olmaktadır. Ancak çapı daha büyük olan liflerin uzunluğu 12 mm’ye kadar kesilebilmektedir. Floklama endüstrisinde 3,3 dtex flok lifi maksimum flok yoğunluğu

olarak 2,2 ila 3 Fl (Fl= dtex/mm) sağlamakta ve flok yoğunluğu için incelik alt sınırı olarak 1,0 dtex kabul edilmektedir” (Kim, 2011).

Son zamanlarda mikrofiberlerden flok lifleri üretilmeye başlanmıştır. “Elde edilen flok lifleri 0,4 ila 1 denye arasındadır ancak flok liflerinin yüksek yüzey alanları ve düşük sertlik değerleri nedeniyle işlenmesi zordur” (Kim, 2011). Mikrofiberlerden kesilen flok liflerinin hassas kesim işleminden geçmesi gerekmektedir. Kesim sırasında oluşabilecek hatalar flok lifinin yapışkan maddesine sabitlenmesini zorlaştırmaktadır.

Flok lifleri yuvarlak, trilobal veya multilobal olarak çeşitli enine kesitlere sahiptir. “En yaygın kullanılan enine kesit çeşidi ise yuvarlak kesittir. Trilobal lifler ise daha yüksek bükülme sertliğine sahip olup daha iyi floklama özelliği sağlamaktadır” (Kim, 2011).

Elektrostatik floklama işlemlerinde flok liflerinin yapışkana yönlenebilmesi için iletken olmaları gerekmektedir. Bazı doğal ve sentetik lifler ise yeterli iletkenlik özelliğine sahip değildir. Böyle durumlarda ise floklama işleminden önce liflere iletkenlik özelliği kazandırmak gerekmektedir.

Sentetik liflerin iletkenlik özellikleri düşüktür. Bundan dolayı elektrostatik floklama işlemi sırasında bazı problemlere yol açmaktadır. Oluşabilecek zorlukların giderilmesi için bazı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda ortamdaki bağıl nem miktarı artırılması önerilmiştir. “Polyester lifinin oluşumu sırasında ortamdaki bağıl nem %90 artırılırken, Nylon 6,6 lifinin oluşumunda ortamdaki bağıl nem %80 artırılmıştır” (Kolbe, Schneider, Gutschik, Brokmier, 1976). “Ancak yapılan çalışmalar sonucunda yüksek bağıl nemden dolayı floklama sırasında yüksek elektrostatik bir alan oluşturulması gerektiği görülmüştür” (Gutschik et al. 1976). “Bundan dolayı antistatik işlemler geliştirilerek bağıl nem düşük tutulmaya çalışılmıştır ve antistatik işlemler için gerekli iyon tutucular ve polazire maddeleri kullanılmıştır” (Kolbe, Schneider, Gutschik, Brokmier, 1976). Ancak bu işlemler flok liflerine iletkenlik özelliği sağlasa da flokların birbirine yapışmasına neden olduğu için düzensiz floklanma işlemine neden olduğu görülmüştür. 1976 yılında Amerika’da yapılan patent çalışması ile bu gibi dezavantajlar giderilmiştir. “Yapılan çalışmada Cr, Al ve özellikle Zr tuzları gibi mineraller maddeleri

kullanılarak elektrostatik floklama işleminde kullanıma hazır iletken flok lifleri kullanılmıştır” (Kolbe, Schneider, Gutschik, Brokmier, 1976). “Yapılan bir başka patent çalışmasında ise Nylon 6,6, polyester, poliakrilonitril ve selüloz esterlerinden oluşan polimerlerden oluşan flok lifleri, tanen ile antimon içeren çözelti ile kaplanarak elektrostatik floklama işlemine uygun hale getirilmiştir. Çözelti flok lifinin ağırlığının yüzdesi olacak şekilde yaklaşık yüzde 0,1 ila 3 tanin ile yaklaşık yüzde 0,01 ila 0,3 antimon maddeleri karıştırılarak hazırlanmaktadır” (Heilig, 1994).

(b) Flok lif çeşitleri:

Doğal ve sentetik lifler olmak üzere birçok tekstil lifi floklama için kullanılmaktadır. Polyester, akrilik, Nylon 6,6, viskon veya bunların kombinasyonlarından oluşmaktadır. “En yaygın kullanılan flok lifleri ise Nylon 6,6 (nylon 6-6, nylon 6, nylon 3, nylon 6-10), rayonlar (viskon, Lyocell®, Tencel® vb.), akrilikler, modakrilikler ve polyesterlerdir” (PET, PTT, PBT vb.) (Kim, 2011). “Bazı özel kullanımlar için ise öğütülmüş pamuk, aramid (Kevlar®, Nomex®), cam, seramik, metalik (bakır, çelik vb.) ve karbon/grafit lifler kullanılmaktadır” (Kim, 2011). Öğütülme ve kesme işlemi ile hazırlanan flok lifleri farklı uzunluklarda olabilmektedir. “Öğütülmüş flok lifleri ince: 0,2 ila 0,5 mm ve kaba: 0,4 ila 1,1 mm uzunlukta kesilmektedir” (Kim, 2011). Kesme işlemi ile üretilen flok liflerinin uzunlukları ise 0,2 ila 6 mm arasında değişmektedir. Ancak 12 mm uzunluğa sahip flok lifleri de kesilmektedir.

Flok liflerinin üretilmesinde kullanılan bir diğer parametre ise incelik indeksidir. İncelik indeksi dtex/mm cinsinden uzunluğu ifade etmektedir. Fl olarak gösterilmektedir. “Flok endüstri uygulamalarında 3,3 dtex flok lifi için maksimum flok yoğunluğu 2,2 ila 3 Fl olmakta ve gerekli flok yoğunluğu için incelik 1,0 altına düşürülmemelidir. Son zamanlarda flok sektöründe mikrofiberlerden elde edilen flok lifleri bulunmaktadır. Flok lifleri, filaman başına 0,4 ila 1,0 denyedir” (Kim, 2011). Kabul edilebilir bir Fl değerine sahip olmak için flok uzunluğu hassas bir kesiciyle kesilmesi gerekmekte ancak bu kesim değeri kesicinin kesme sınırının çok altındadır. Bir diğer dezavantajı ise yüksek yüzey alanları ve düşük sertlik özellikleridir. Bu yüzden floklama işlemi sırasında zorunluluklara sebep olmaktadır.

(i) Polyester flock lifi:

Tekstil endüstrisinde en çok üretilen sentetik lif türü polyester lifidir. Polyester lifleri; polietilen tereftalat (PET), polibütülen tereftalat ve politrimetilen tereftalatdan oluşmaktadır. Son zamanlarda ise PLA geliştirilerek birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Flock kaplama yönteminde maksimum ışık haslığı ile düşük geri nem kazanımı özelliği gösteren parlak veya opak çözelti ile boyanmış siyah polyester lifleri tercih edilmektedir. Genellikle yuvarlak enine kesite sahip PET flock lifleri, düşük nem emilimi ve yüksek aşınma direnci özelliğine sahiptir.

Sektörde birçok firma kullanım alanına göre farklı uzunluk ve özellikte polyester flock lifleri üretmektedir. Amerika’da bulunan Claremont Flock firması 0,38 mm ila 6,25 mm uzunlukta polyester flock lifi üretebilmektedir. İncelik ise 1.0, 1.5, 3.0, 15.0 ve 45.0 denye olarak değişmektedir. Özel üretim olarak ise 6.0, 12.0 ve 25.0 denye üretim yapılmaktadır. Elde edilen polyester flock lifleri yüksek aşınma direnci, küflenmeye ve asite karşı dayanıklı, alkaliye karşı ise düşük dayanıklılık özelliği göstermektedir. Boyama işlemi içinde dispers ve azoik boyarmaddeler kullanılmaktadır. “Otomotiv, ambalaj, kağıt sektöründe ve takviyeli plastik, kauçuk dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır” (Claremont Flock, 2021). Şekil 2.5’te Claremont Flock firmasında üretilen polyester flock lif görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.5: Claremont Flock firmasında üretilen polyester flock lif görüntüsü (Claremont Flock, 2021).

“Meksika’da bulunan Microfibres Technologies firmasında Mikrofiber polyester (öğütülmüş) flock lifleri 1,5 denye ile 15 denye arasında üretilmektedir” (Claremont Flock, 2021). Elde edilen saf beyaz renkli flock lifler; neme karşı mükemmel dayanıklılık, mukavemet, aşınma direnci, hava koşullarına karşı dayanıklılık asit ve alkali direnci gibi özellikler sağlamaktadır. Farklı mikron boyutlarda kesilen flock lifleri kauçuk formülasyonların güçlendirilmesinde kullanılmaktadır. Şekil 2.6’da Microfibres Technologies firmasında üretilen flock lif görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.6. Microfibres Technologies firmasında üretilen flock lif görüntüsü (Microfibres Technologies Polyester Flock, 2021)

“İtalya’daki Casati Flock firmasında ise 0,1 ila 0,5 dtex uzunluklarında polyester flock lifleri üretilmektedir” (Casati Flock, 2021). Isıya, neme ve zaman karşı oldukça dayanıklı olan polyester lifleri çeşitli çaplarda olmaktadır. Doğal deriye benzer yüzeyler oluşturmak için düşük lif denyeleri kullanılmaktadır ve polyester ile yapılan flock kaplı yüzey naylon ile flock kaplanmış yüzeye benzemektedir. Şekil 2.7’de Casati Flock firmasında üretilen flock lifinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.7. Casati Flock firmasında üretilen flock lifinin görüntüsü (Casati Flock, 2021).

(ii) Nylon 6,6 flock lifi

Naylon, doğrusal Nylon 6,6 adı verilen bir polimer ailesini ifade etmektedir. Lif uygulamalarında naylon üretimi için yaygın iki yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntem adipik asit ve heksametilen diaminin reaksiyona girmesi sonucunda elde edilen Nylon 6,6 üretimidir. İkinci yöntem ise bir ucunda amin ile diğer ucunda asit içeren birleşğin, tekrar eden (-NH- [CH₂]ⁿ-CO-) x birimleriyle bir zincir oluşturmak için polimerize edilerek elde edilen Nylon 6 üretimidir. İki farklı çeşit olan Nylon 6,6'da eriyik çekim yöntemiyle elde edilmektedir. Nem geri kazanım değerleri %7'dir. "Naylon 6'nın erime sıcaklığı 210-220 °C iken, Nylon 6,6'nın erime sıcaklığı ise 255-265 °C'dir" (Swicofil Poliamid, 2021).

Nylon 6,6 lifinin;

- son derece güçlü,
- elastik,
- aşınmaya karşı dayanıklı,
- parlak,
- yıkanması kolay,
- nem emiciliği düşük,
- yağdan ve birçok kimyasaldan kaynaklanan hasara karşı dayanıklı,
- önceden renklendirme ve birçok renge boyanabilme özelliklerine sahiptir.

Nylon 6,6 flock lifleri Nylon 6 ve Nylon 6,6'dan elde edilmektedir. “SwissFlock firmasında farklı renklerde üretilen Nylon 6,6 flock lifleri 3.3 dtex/1.00 mm, 6.7 dtex/1.00 mm ve 22 dtex/2.00 mm boyutlarında kesilmektedir” (Pray, 1980). İstenilen renkte flock üretimi yapılmadığında ise iki farklı renkteki flock karıştırılarak istenilen flock rengi elde edilmektedir. Bunun için 2 mm uzunluktaki lifler kullanılmaktadır. Şekil 2.8’de SwissFlock firmasında üretilen 1 mm Nylon 6,6 renk kataloğu ile 2 mm Nylon 6,6 renk kataloğu verilmiştir.



Şekil 2.8. SwissFlock firmasında üretilen 1 mm Nylon 6,6 renk kataloğu ile 2 mm Nylon 6,6 renk kataloğu (Pray, 1980).

“İspanya’daki Velutex Flock firmasında 0.9 dtex ile 100 dtex inceliği arasında 0,3 ila 10 mm uzunluklarda Nylon 6,6 flock lifi üretimi yapılmaktadır” (Velutex Flock, 2021). Mat, parlak ve süper parlak flock lifleri olarak elde edilmektedir. Üretilen farklı boyutlardaki Nylon 6,6 flock lifleri kullanım alanına göre otomotiv, döşemelik, ev tekstili, halı, ambalajlama, makyaj malzemeleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Nylon 6,6 flock lifleri ile floklanmış yüzeyler kadifemsi bir yüzeye benzemektedir. Aşınmaya, ezilmeye ve neme karşı çok dayanıklıdır. Esnek, hafif ve çok kolay kurumaktadır.

Yapılan bir çalışmada floklu kumaş üretiminde süper ince liflerle yapılan kaplamalarda mükemmel özellikler olmasına rağmen bazı eksikliklerin olduğu görülmüştür. Bu durumun iyileştirilmesi için süper ince Nylon 6,6 flock lifi kullanılarak floklama

yoğunluğu açısından proses parametreleri optimize edilmiştir. Flok yoğunluğu floklama mesafesinin azalması, alan kuvveti ve floklama süresinin artması ile artmaktadır.

(iii) Rayon flok lifi

Flok kaplama yönteminde en çok kullanılan flok lifi rayon liflerdir. Rayon lifleri, sentetik selüloz liflerden üretilen ilk flok lif tipidir. “Şu an rayonlar flok lif çeşidi olarak viskon, Lyocell® ve Tencel® üretilmektedir. Flok üreticileri 0,9 ila 18 dtex incelikte 0,3 ila 0,4 mm uzunlukta rayon flok lifi üretmektedir” (Kim, 2011).

Kaplama yöntemlerinde rayon lifi naylon ve pamuk lifine göre daha az kullanılmaktadır. “Buna rağmen yüksek yaş modülüne sahip rayon lifleri flok kaplama işleminde talep görmüştür” (Troxler, 2015). “Floklama işleminde en yaygın olarak kullanılan flok lifleri 1-3 denye incelikte ve uzunluğu 1-2 mm olan rayon ve Nylon 6,6 flok lifleridir.

“Rayon flok liflerinin nem geri kazanımları %11 ila %15 arasındadır ve mekanik özellikler ve elastik geri kazanımları düşüktür” (Kim, 2011). “Düşük renk haslığı ve zayıf aşınma dayanımı özelliğine sahip rayon lifi kaplama esnasında mekanik yüklenmeler sonucunda deforme olabilmektedir. Bu neden ile uygulama alanları sınırlıdır. Ancak rayon flok liflerinin, yüksek kesme verimliliğine sahip oldukları için tercih edilmek ve daha parlak renklere kolay boyanmaktadır” (Kim, 2011). Süet gibi yumuşak ya da kadifemsi bir yüzeye sahip olmaktadır. En çok tebrük kartları, oyuncak, kitap ciltleme, duvar kaplama gibi dekoratif alanlarda kullanılmaktadır. “Ambalaj ve kozmetik sektöründe 0,55-0,9 dtex değişen inceliklerde flok lifleri kullanılmaktadır. En yüksek numara 28 dtex ile oyuncak tren raylarında kullanılmaktadır” (Orhaneddin ve Özdemir 2008).

(iv) Pamuk flok lifi

Pamuk lifi, avantajlı özellikleri nedeniyle kaplama yöntemlerinde taşıyıcı materyal olarak oldukça fazla kullanılmaktadır. Avantajları;

- Dokuma, boyama ve terbiye maliyetleri diğer taşıyıcı materyallerin maliyetlerine göre daha düşüktür.
- Kaplama için minimum yapışma sorununa sahiptir.
- Yeterli mukavemet ve yırtılma özelliğine sahip en düşük fiyatlı malzemelerdir.

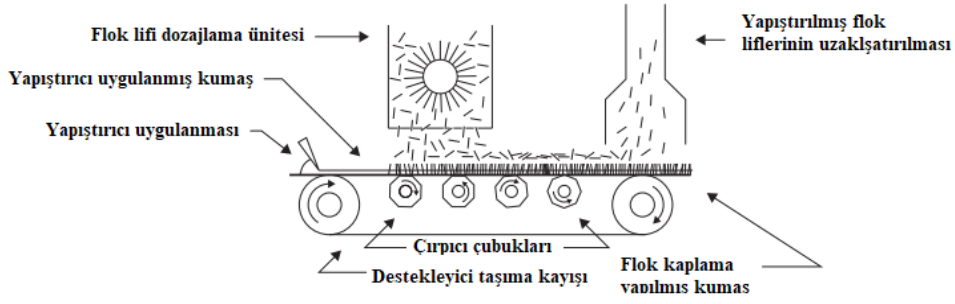
“Pamuk flok lifleri öğütme yöntemi ile elde edilmektedir. Üretim yöntemi nedeniyle, öğütülmüş pamuk flok lifleri uzunluk olarak homojen olmamaktadır” (Swicofil, 2022). Öğütülmüş pamuk flok lifleri, maliyet açısından en düşük maliyete sahiptir. Yapısal olarak en yumuşak liflerdir. Ancak en düşük aşınma ve aşınma direnci özelliğine sahiptir. 350 mikron ila 1 mm uzunluğundaki pamuk flok lifleri; epoksi reçinelerinde, kozmetik ürünlerinde ve endüstriyel alanındaki diğer uygulamalarda dolgu ve takviye lifi olarak kullanılmıştır.

2.1.3. Floklama Yöntemleri

“Endüstride; mekanik, AC/mechanik, DC/mechanik, pnömatik/DC ve bipolar DC olmak üzere dört farklı floklama yöntemi kullanılmaktadır” (Kim, 2011). Rulodan ruloya üretim yaparken genel de AC/ mekanik ve DC/ mekanik yöntemleri kullanırken 3D nesnelere için pnömatik/elektrostatik- DC floklama cihazları kullanılmaktadır. Flok iplikleri ise filamentler üzerine yapışkan kaplanarak elektrostatik alan ile oluşturulan flok bulutu içerisinde geçirilerek bipolar DC floklama cihazlarında üretilmektedir.

(i) Mekanik Floklama Yöntemi

Hazırlanan flok lifleri, dozajlama ünitesinden çarpıcı çubukların titreşim hareketi ile yapıştırıcı sürülmüş taşıyıcı materyal üzerine aktarılmaktadır. Flok lifleri yer çekimi ile taşıyıcı materyal üzerine yerleşmesi sağlanmaktadır. “Titreşim hareketi flok liflerinin taşıyıcı materyal üzerine daha dik yerleşmesi ve basit el ile yapılan floklama yöntemine göre daha yüksek flok yoğunluğu sağlamaktadır” (Kim, 2011). Mekanik floklama yöntemi günümüzde hala kullanıma devam etmektedir. Mekanik floklama yönteminin şematik gösterimi Şekil 2.9’da verilmiştir.



Şekil 2.9. Mekanik floklama yönteminin şematik gösterimi (Kim, 2011).

(ii) Alternatif Akım (AC)/Mekanik Floklama Yöntemi

Alternatif akım ile üretilen elektrostatik kuvvet, 1930'ların ortasından beri ABD'de kullanılmaktadır. Bu teknik, aşındırıcı kağıt üretiminde kullanılmaktadır (Kim, 2011). Yüksek voltaj özelliğine sahip ızgara elektrotu topraklanmış dozajlama ünitesi ile taşıyıcı materyal arasına yerleştirilmektedir. AC elektrotu tarafından yük alan flok lifleri, elektrokinetik enerjisi çok düşük olan yapıştırıcı kaplı taşıyıcı materyal üzerine yerleştirilmekte ve flok liflerinin yapıştırıcı içerisine gömülmesi çarpıcı çubuklar ile sağlanmaktadır. ABD floklama endüstrisine göre DC floklama yönteminin üretim hızı AC/mechanik floklama yöntemine göre daha avantajlıdır.

AC/mechanik floklama yönteminin DC/mechanik floklama yöntemine göre avantajı, AC/mechanik floklama yöntemi ile çalışılan flok liflerinin flok lif iletkenliği DC/mechanik floklama yöntemi ile çalışılan flok liflerinin flok lif iletkenliğine göre daha düşük olmasıdır. Bu, AC/mechanik floklama yönteminde flok lif iletkenliği bitim işleminin önemli olmadığını göstermektedir. Böylece bu yöntem ile daha uzun flok lifleri çalışmaktadır. AC/mechanik floklama yönteminde çok ince flok lifleri ve dövücü çubuklar tarafından kuvvetli bir şekilde titreştirilmeyen örgü kumaşlar gibi stabil olmayan taşıyıcı materyal kullanılmamaktadır.

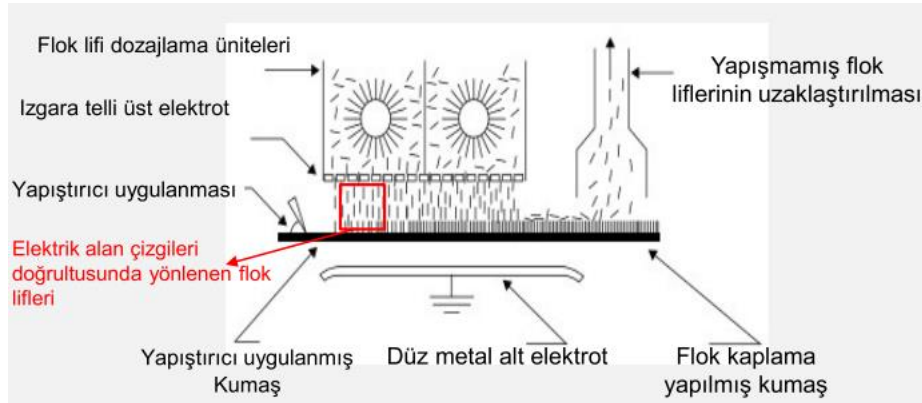
(iii) Doğru Akım (DC)/Mekanik Floklama Yöntemi

1980'lerin başında süper ince flok lifleri ile teknik ve endüstriyel uygulamalara uygun flok kaplı ürünler üretilmiş ve AC/mekanik floklama yönteminden elde edilemeyen hassas üretimler için DC/mekanik floklama yöntemi geliştirilmiştir. İki tip DC/mekanik floklama sistemi bulunmaktadır:

- Doğrudan yükleme sistemi
- Ayrı elektrot sistemi

Ayrı elektrot sistemi AC/mekanik floklama sistemine çok benzemektedir. Flok lifleri, mekanik bir dozajlama ünitesinden yerçekimi kuvveti ile ızgara elektrotuna düşürülmektedir. Bu flok lifleri, metalden yapılmış ızgara elektrotlar tarafından yük ile yüklenmektedir. “Bununla birlikte, flok liflerine uygulanan iletkenlik bitim işlemi homojen olmazsa tek tek lifler üzerine binen yük miktarı homojen olmamakta ve homojen bir şekilde yüzeye uçmamaktadır” (Kim, 2011).

“Doğrudan yükleme sistemine sahip floklama yöntemleri 1940'larında Almanya'da ortaya çıkmış ve Avrupalı floklama makinesi üreticileri tarafından geliştirilmiştir” (Kim, 2011). Doğrudan yükleme sistemli DC/mekanik floklama yönteminin şematik gösterimi Şekil 2.10'da verilmiştir.



Şekil 2.10. Doğrudan yükleme sistemli DC/mekanik floklama yönteminin şematik gösterimi (Kim, 2011).

Dozajlama üniteleri iki ayrı döner rulo fırçadan oluşmaktadır. Dozajlama üniteleri altına flok liflerini dikey olarak taşıyıcı materyale iletecek metal örgülü elek elektroyu yerleştirilmiştir. Farklı flok lifleri için metal örgülü elektrotun ağ sayısı ayarlanmaktadır. Elektrotlar yüksek gerilimli bir DC güç kaynağına bağlanmaktadır. Dozajlama plaka elektrotu ile taşıyıcı materyal taşıyıcı kayışın altındaki toprak elektrotu arasında elektrik alan oluşmaktadır. Oluşan elektrik alan ile flok lifleri taşıyıcı materyal üzerindeki yapışkan madde üzerine taşınmaktadır. Flok lifi düzgün hazırlandığında yığın oluşumu engellenmek için kullanılan çırpıcı çubuklarının kullanıma gerek kalmamaktadır.

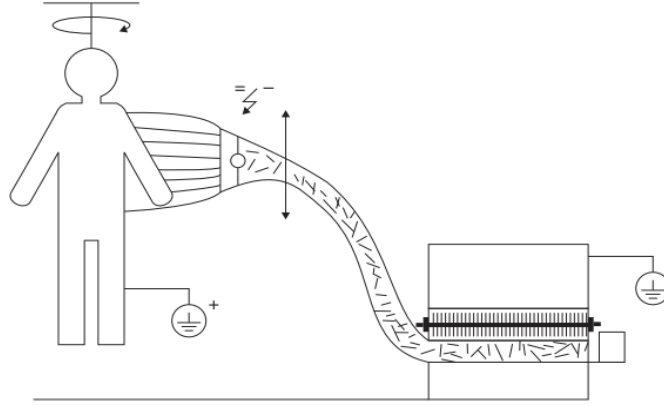
“Doğrudan yükleme sistemli DC/mechanik floklama sisteminin avantajları incelemek için yapılan çalışmada;

- İyi hazırlanmamış flok liflerinin işlenebileceğini,
- Floklama sırasında yüklü flok liflerinin çok düşük bir akım (0,2 ila 0,7 mA) taşıdığını,
- Yığın dozajlama hızının (yani flok bölgesi başına saniyedeki flok lif sayısının) hassas kontrol edilebildiğini,
- Düşük hızlı flok lifi dozajlama (%1 ila %5) yapılabileceğini ifade etmiştir” (Kim, 2011).

(ii) 3D Nesne Floklama Yöntemi

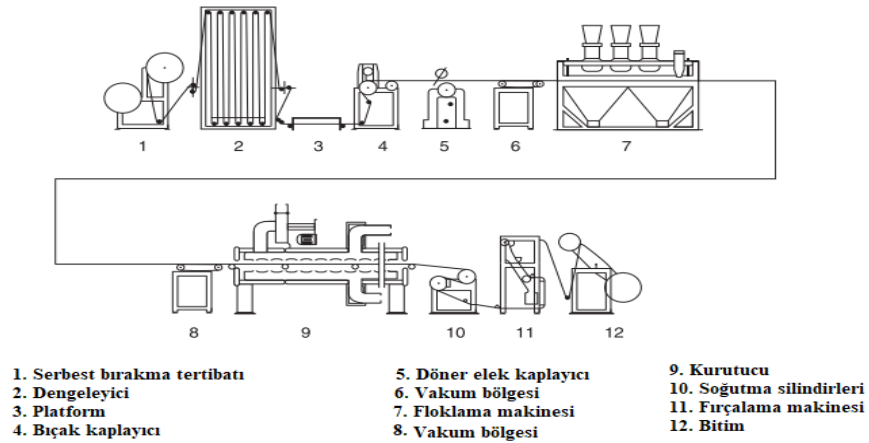
DC/mechanik floklama sistemleri uygun şekil ve boyutlara sahip 3D nesnelerin floklanmasında kullanılmaktadır. Flok kaplama yapılacak 3D nesnelerin; aksel simetri (küreler, koniler, silindirler), düzensiz şekiller (oyuncak hayvanlar, otomotiv süsleri, vitrin öğeleri vb.) ve içi boş nesneler (otomotiv torpido gözü, bozuk para tepsileri vb.) gibi çeşitli şekilleri bulunmaktadır. “Boyutları ise küçük kozmetik tüplerden (3 mm çap × 15 mm uzunluk) büyük vitrinlere (600 × 2000 mm) ve sanat objelerine (500 × 3000 mm) kadar değişmektedir” (Kim, 2011).

Yüzey geometrisine ve boyutuna bağlı olarak nesnelere verilen titreşim, dönme veya sallanma hareketi ile DC/mekanik floklama yöntemi ile kaplanabilmektedir. Elektrostatik-pnömatik floklama yönteminin şematik gösterimi Şekil 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.11. Elektrostatik-pnömatik 3D nesne floklama yönteminin şematik gösterimi (Kim, 2011).

3D nesne floklama yönteminde flok lifleri helisel olarak hava akımı yolu ile eşit miktarda beslenmektedir. Flok lifleri daha sonra esnek bir hortum boyunca hava akımı ile Şekil 2.13’te asılı olan bir metal küre olarak gösterilen bir şarj elektrotuna sahip bir aplikatör ağzına taşınmaktadır. Hava akımı ile taşınan flok lifleri, elektrostatik ve pnömatik kuvvetler etkisiyle elektriksel olarak topraklanmış karmaşık geometrik parça üzerine floklanmaktadır. Şekil 2.12’te farklı eşyaların flok kaplamasında kullanılan otomatik floklama hattının şematik gösterimi gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Otomatik floklama hattı şematik gösterimi (Kim, 2011).

2.1.4. Flok Kaplama Yöntemini İle İlgili Literatürdeki Çalışmalar

Flok kaplama yöntemi ile ilgili literatürde yapılmış olan birçok çalışma alanı ve malzeme bulunmaktadır. Başlıca tıbbi malzemeler, döşemelik malzemeler olmak üzere yapılan çalışmalar aşağıda incelenmiştir.

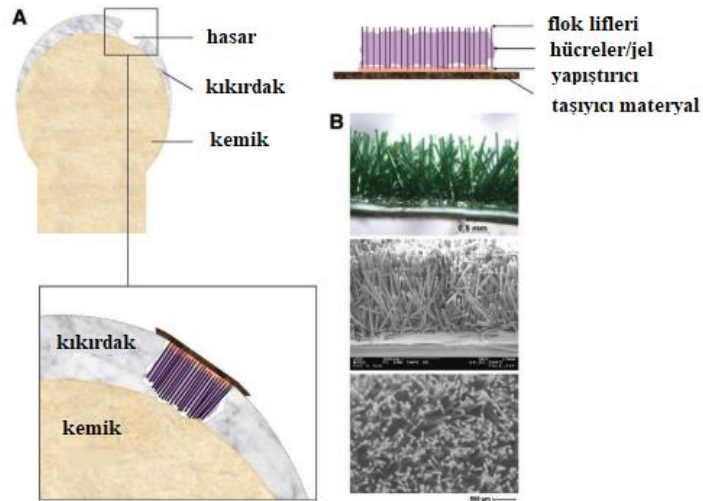
“Doku mühendisliği alanında flok kaplama yöntemini ilk kullanarak yeni bir iskelet türünü Walther ve arkadaşları 2007 yılında üretmişlerdir” (Gelinsky, Walther, Bernhardt, Pompe, Mrozik, Hoffmann, Cherif, Bertman, Richter, Schmack, 2007). Bu çalışmadan önce flok kaplama yöntemi ile biyomateryal üretimi yapılmamıştır. “Flok kaplama yönteminin kullanılma amacı ise yüksek gözenekliliğe rağmen yüksek basınç dayanımına ve anizotropik özelliklere sahip matrisler oluşturmaktır” (Gelinsky, Walther, Bernhardt, Pompe, Mrozik, Hoffmann, Cherif, Bertman, Richter, Schmack, 2007). Bu çalışma sırasında taşıyıcı yüzey olarak mineralize kolajen tip I’den yapılmış membran, yapıştırıcı olarak jelatin ve flok lifi olarak 1 mm uzunluğunda ve 30 µm çapında (6,7 dtex'e eş değer) Nylon 6,6 flok lifi kullanılmıştır. “Flok teknolojisiyle yapılan bir iskeleyi tıbbi görevlere uyarlamak için, tekstil teknolojisinde geleneksel olarak floklama için kullanılan malzemelerin tamamen biyolojik olarak uyumlu ve bozunabilir olanlarla değiştirilmesi gerekmektedir” (Gelinsky, Walther, Bernhardt, Pompe, Mrozik, Hoffmann, Cherif, Bertman, Richter, Schmack, 2007).

“Yapılan çalışma sonunda uygun flok yoğunluğu (yani gözenek boyutu) ve uygun flok lifi seçimi ile hücre tutunması ve çoğalması özelliklerine sahip bir yapı iskeleti elde edilebilmektedir”. Taşıyıcı yüzey üzerine lifler dik olarak konumlandığından dolayı iyi mekanik özellikler ve bu şekilde hücrelerin kritik biyomekanik maruziyetlerden korunması sağlanmaktadır. Flok kaplama yöntemi ile birbirine bağlı gözenekli yapı ve istenilen boyutlarda ayarlanabilir büyüklükte iskeleler üretilebilmektedir” (Gelinsky, Walther, Bernhardt, Pompe, Mrozik, Hoffmann, Cherif, Bertman, Richter, Schmack, 2007).

“Steck ve arkadaşları 2010 yılında kırık onarımı için doku mühendisliği alanında flok kaplama yöntemini kullanarak bir iskelet yapısı üretmişlerdir” (Steck, Bertrm, Walther,

Brohm, Mrozik, Rethmann, Merle, Gelinsky, Richter, 2010). “Yapılan çalışmanın amacı laboratuvar ortamında geliştirilmiş hücresel kırıkta görünümünü destekleyebilecek flok liflerden oluşan anizotropik iskeleler geliştirmektir” (Steck, Bertrm, Walther, Brohm, Mrozik, Rethmann, Merle, Gelinsky, Richter, 2010). Taşıyıcı materyal olarak mineral haline getirilmiş kolajen tip 1 membran, yapıştırıcı olarak jelatin ve flok lifi olarak ise 1 mm uzunlukta 30 µm (6,7 dtex) çapında Nylon 6,6 lifi kullanılmıştır.

“Kırıkta onarımı için flok kaplama yönteminin tercih edilmesinin nedeni olarak ise üretilen materyalin yüksek gözeneklilik özelliğine ve yüksek basınç dayanımına sahip anizotropik matris oluşturması gösterilmiştir. Projenin temel prensibi, Şekil 2.14’te gösterildiği gibi hücrelerin doğru şekilde yerleştirilmesi için flok liflerinin paralel olarak hizalandırılmasına dayanmaktadır” (Steck, Bertrm, Walther, Brohm, Mrozik, Rethmann, Merle, Gelinsky, Richter, 2010). Paralel olarak hizalandırılmış flok liflerinin mekanik özellikleri yüksek ve bu şekilde önceden hasar görmüş hücreleri, gerekli miktardaki eklem kırıkta ekstraselüler matrisi oluşumundan önce gerçekleşecek biyomekanik maruziyetlerden korumaktadır. Flok iskele tabanlı biyoyapılar ile eklem kırıkta onarımının şematik gösterimi Şekil 2.13’te verilmiştir.



Şekil 2.13. Flok iskele tabanlı biyoyapılar ile eklem kırıkta onarımının şematik gösterimi (Steck, Bertrm, Walther, Brohm, Mrozik, Rethmann, Merle, Gelinsky, Richter, 2010).

“Yapılan çalışma sonunda üretilen flock iskeletlerde zaman içerisinde hücre bağlanması ve canlılığı olumlu olarak gözlenmiştir” (Steck, Bertram, Walther, Brohm, Mrozik, Rethmann, Merle, Gelinsky, Richter, 2010). Kıkırdak onarımı için doku mühendisliğinde üretilen bir iskelenin; hücre entegrasyonu, besinlerin ve atık ürünlerin transferi için gözenekli yapıya sahip olması gerekmektedir. “Kondrositlerin ve progenitör hücrelerin yapışmasına, çoğalmasına ve canlılığına izin vermelidir. Burada ilk kez anizotropik flock iskelelerinin bu taleplerinin karşılayabileceğini gösterilmiştir” (Steck, Bertram, Walther, Brohm, Mrozik, Rethmann, Merle, Gelinsky, Richter, 2010). Böylece üretilen flock iskelesi ile kıkırdak onarımın gerçekleştirilebileceği görülmüştür.

Flock kaplama işlemi darbe kuvveti emme özelliklerinden dolayı spor ve askeri kask tasarımlarında kullanılmıştır. “Daha önceki tasarımlarında vinil vitril köpük malzemelerinden kasklar üretilmiştir. Yong k. Kim ve arkadaşları 2021 yılında flock kaplama yöntemini kullanarak spor ve askeri alanda kullanılacak kask tasarımı yapmıştır. Yaptıkları bu tasarım, daha önce yapılan vinil vitril köpük malzemeden üretilen kasklardan daha iyi darbe emme özelliği göstermiştir” (Kim, Chalivendra, Lewis, Fasel, 2021). Yapılan tasarım sadece floklu yüzeyden oluşmayıp katmanlı bir malzemedir. Flok kaplı malzemeden oluşan kask tasarımının daha iyi sonuç vermesinin nedeni basınç altında yumuşak uçlu flock liflerinin basınç kuvvetini yüzeye yaymasıdır. Genelde kask pedi uygulamalarında kullanılan diğer köpüklerde nefes alabilirlik ve ısı iletim özellikleri olmayıp terlemeye sebep olmaktadır. “Tasarlanan flock kaplı kask pedlerinde ise floklu yüzeyin gözenekli yapısı sayesinde nefes alabilirlik ve ısı iletim özelliği kazandırılmıştır. Flok lifi uzunluğu (3 ila 4 mm) ve denyesi (45 ila 100 denye aralığı) arttırıldıkça malzemelerin darbe emme özellikleri arttırılmıştır” (Kim, Chalivendra, Lewis, Fasel, .

Flock kaplama işlemi bir farklı çalışma alanı olarak da sıvı iletim malzemesi eldesinde kullanılmaktadır. “Hitzbleck ve arkadaşları 2013 yılında 0,5 mm uzunluğunda 1,5 dtex inceliğinde naylon flock lifi ile floklanmış yüzeylerde sıvının yüzeye paralel yönde iletimi incelenmiştir. Floklama işlemi geniş kullanım alanına sahip sıvı iletim malzemeleri üretiminde kullanılan son derece düşük maliyetli bir yöntem olup çok yönlü bir şekilde üretilebilmektedir. Flok kaplı malzemelerden mikroakışkan bir ağ oluştururken floklanmış tabakayı kesmek yerine doğrudan flock lifi tercihi yapılmaktadır. Çünkü

seçilecek olan flok lifinin türü, boyutu ve lif kesim kalitesi (hassas kesim ya da rastgele kesim) ile daha çok çeşitlilik elde edilmektedir” (Hitzbleck, Lovchik, Delamarche, 2013).

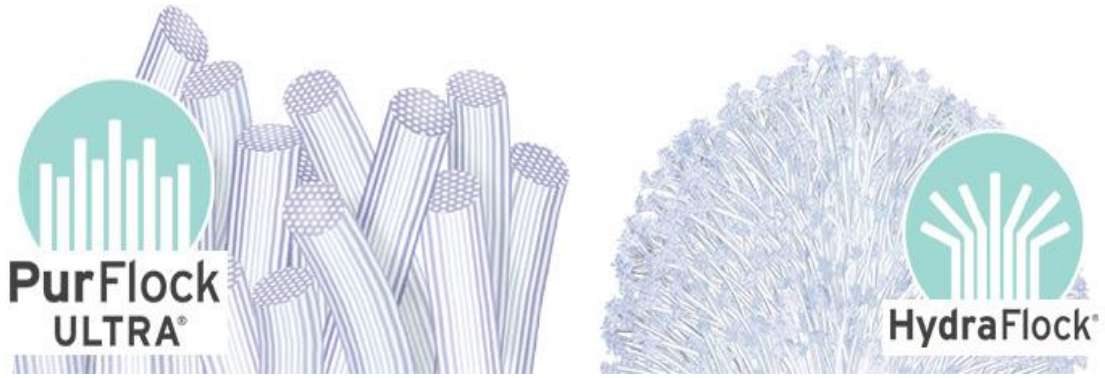
Çalışmada hidrofilik ve hidrofobik lifler kullanılmıştır. Kullanılan liflerle sıvıların kontrollü iletimini sağlayan yüzeyler elde edilmiştir. Farklı tür ve boyuttaki flok lifleri bir arada kullanılarak üretim yapılmaktadır. “Böylece farklı sıvı iletim malzeme üretme yöntemlerinin yerini alıp mikroakışkan bağ oluşturmak için kullanılabilceği ön görülmektedir” (Hitzbleck, Lovchik, Delamarche, 2013).

“Deri endüstrisinde yüzeylerde oluşan pürüzsüzlüklerin iyileştirilmesi için Basaran ve arkadaşları 2012 yılında flok kaplama yöntemi kullanarak bir çalışma yapmışlardır” (Basaran, Yorgancıoğlu, Önem, 2012). Tam ya da desenli kapmalar yaparak farklı flok lifi ve farklı yapıştırıcı türlerinin yüzey özellikleri ve aşınma dirençleri incelenmiştir.

Yapılan bu çalışmada sentetik süet üretiminde kullanılan yüzey kusurları nedeniyle kalitesi düşük olan derilerin flok kaplama yöntemi ile tekrar değerlendirilmesi incelenmiştir. “Su bazlı poliüretan ve akrilik yapıştırıcılarla üretilen flok kaplı deri kumaşlarda akrilik yapıştırıcı ile üretilen kumaşlar poliüretan ile üretilen kumaşlardan daha düşük yapışma özelliği göstermiştir. Ancak her ikisi de yeterli yapışma sağlamıştır” (Basaran, Yorgancıoğlu, Önem, 2012). Flok deri ürünlerin ıslak ve kuru haldeki sürtünme haslığı incelenmiştir ve yüzeyler ıslandığında sürtünme haslık değerleri düşmüştür. Bir başka değerlendirme olarak selüloz asetat, pamuk, Nylon 6,6, polyester akrilik ve yün olmak üzere farklı lif türlerinde üretilen numunelerin yıkama haslıkları incelenmiştir. “Poliüretan yapıştırıcı ile floklan ürünlerin, giysiler, aksesuarlar vb. yeterli özellikleri sağlarken zayıf sürtünme özelliği nedeniyle ev tekstili, döşemelik ve bazı iç eşyaların kullanımında olanak sağlamadığı görülmüştür” (Basaran, Yorgancıoğlu, Önem, 2012). “Yapılan deney sonuçlarında en yüksek yıkama haslığı değeri görülen Nylon 6,6 olurken en düşük değer pamukta görülmüştür” (Basaran, Yorgancıoğlu, Önem, 2012).

Geçtiğimiz yıllarda başlamış olan COVID 19 salgınıyla beraber kullanımı artan sürüntü çubukları da flok kaplama yöntemi ile üretilmektedir. Başta Amerikan firması olan

Puritan Medical Products firması olmak üzere Ningbo Dasky Life Science Co., Ltd. (Çin) ve Cleanmo (Çin) gibi birçok firmada floklu sürüntü çubukları üretilmektedir. Puritan Medical Product firmasında Amerika tarafından patenti alınmış Puritan HydraFlock® ve Puritan PurFlock Ultra® floklu sürüntü çubukları üretilmektedir. “Puritan PurFlock Ultra® floklu sürüntü çubukların uçları organizmaları daha iyi absorbe etme, taşıma ve elüsyon sırasında canlılığı sürdürme yeteneğine sahip olan floklu polyester elyaflardan yapılmıştır” (Puritan Medical Products, 2022). “Puritan HydraFlock® floklu sürüntü çubukları, her bir lifin ucunu açan ve ucun yüzey alanını çoğaltan özel bir işlemle PurFlock Ultra'nın özelliklerinin iyileştirilmiş halidir” (Puritan Medical Products, 2022). Puritan PurFlock Ultra ve Puritan HydraFlock® flok sürüntü çubukların görüntüsü Şekil 2.14'te verilmiştir.



Şekil 2.14. Puritan PurFlock Ultra ve Puritan HydraFlock® flok sürüntü çubukların görüntüsü (Puritan Medical Products, 2022).

Ningbo Dasky Life Science Co. Firmasında üretilen floklu sürüntü çubukları ise nylon liflerinden üretilmiştir. “Üretilen floklu sürüntü çubuklarının özellikleri yapılan testler sonucunda test duyarlılığın arttığı görülmüştür” (Ningbo Dasky Life Science Co, 2022). “Cleanmo firması sitesinde floklu sürüntü çubuklarında naylon lifi kullanıp geleneksel lifli sürüntü çubuklarının aksine tüm numune, hızlı ve eksiksiz elüsyon olabilmesi için yüzeye yakın olacak şekilde üretildiğinden bahsetmiştir” (Cleanmo, 2022).

“Harry ve arkadaşları farklı tür flok liflerinden üretilmiş sürüntü çubuklarının fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerini karşılaştırmıştır” (Harry, 2010). Yapılan çalışmada, “Puritan

Medical Products firmasında üretilen Nylon, Rayon, HYDRA flok ve Macrofoam floklu sürüntü çubukları ve Copan Diagnostics firması tarafından üretilen Naylon floklu sürüntü çubuklarının fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerini gözlemlenmiştir” (Harry, 2010). İdeal bir sürüntü çubuğundan enfeksiyon bölgesindeki organizmaları iyi absorbe etmesi ve bunları test sistemine salma yeteneği göstermesi beklenmektedir. “Test sonuçlarında ise en yüksek absorpsiyon özelliğini HYDRA floklu sürüntü çubuğu, en düşük absorpsiyon özelliğini ise naylon floklu sürüntü çubukları göstermiştir. Ancak HYDRA floklu sürüntü çubuklarının test sistemine salınımı diğer floklu sürüntü çubuklarına göre daha düşüktür. Test sistemine salınım özelliği en yüksek olan flok sürüntü çubuğu ise Macrofoam floklu sürüntü çubuğu olduğu görülmüştür” (Harry, 2010)

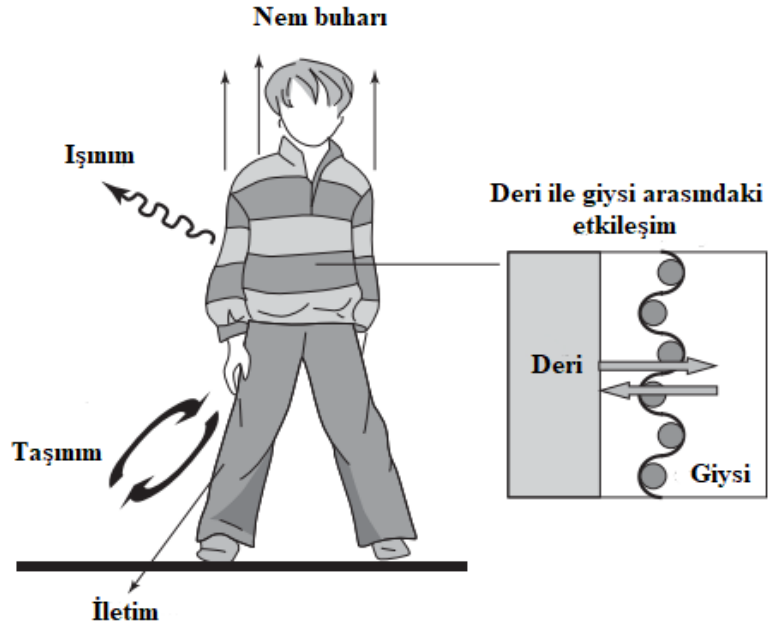
2.2. Konfor ve Giysi Konforu

2.2.1. Konforun Tanımı

“1993 yılında rahatlık kavramı, kişinin acı veya rahatsızlık hissetmeden nötr bir durum hali olarak tanımlanmıştır” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “Konfor ise bir kişinin çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel yönlerin dengesini içermektedir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “Giysi konforu genellikle insanın aktivite anında ve mikroklima değişikliklerinde giysilerin sağladığı uyum ve duyumlarla ilgilidir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “196’de karışım iplikli kumaşların dokunma halinde hissedilen duygularla ilgili bir çalışma yapmıştır” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “1957’de farklı lif/iplik ve denyeden oluşan kumaşlara dokunulduğunda hissedilen duyumlarla ilgili araştırma yapıp denyenin duyumlar üzerinde etkisi olduğunu görülmüştür” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “2012’de yapılan çalışmada konforu etkileyen özelliklerin giysi satın alırken ki uyum, dikim, stil, renk, bakım kolaylığı gibi faktörlerin etkili olduğunu göz önünde bulundursa da konforda aranan en önemli özelliğin uyum olduğunu gözlemlemiştir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). İnsanlar, konfor da fizyolojik ve fiziksel konfordan çok psikolojik konfora dikkat etmektedir.

2.2.2. İnsan-Çevre ile Giysi Sistemi Arasındaki İlişki

“Giysilerin amacı vücudu uygun olmayan fiziksel ortamlarda koruyan bir katman veya katmanlar olmasıdır” (Li, 2001). Başta ortam sıcaklığına bağlı olarak insan vücut ısısının standart sıcaklığını korumasında ve rüzgar, radyasyon, elektrik, kimyasal ve mikrobiyolojik maddelere karşı korumaktadır. Bundan dolayı insan vücudu ile çevre arasında bir bariyer görevi görmektedir. “İnsanın konfor durumunu ilişkin öznel algısını belirlemede insan vücudu ve onu çevreleyen ortam arasındaki etkenler önemli olmaktadır” (Li, 2001). Sübjektif konfor algısının nasıl elde edildiğini anlamak için insan-giysi-çevre arasındaki sistem Şekil 2.15’te gösterilmiştir (Wong, 2006).



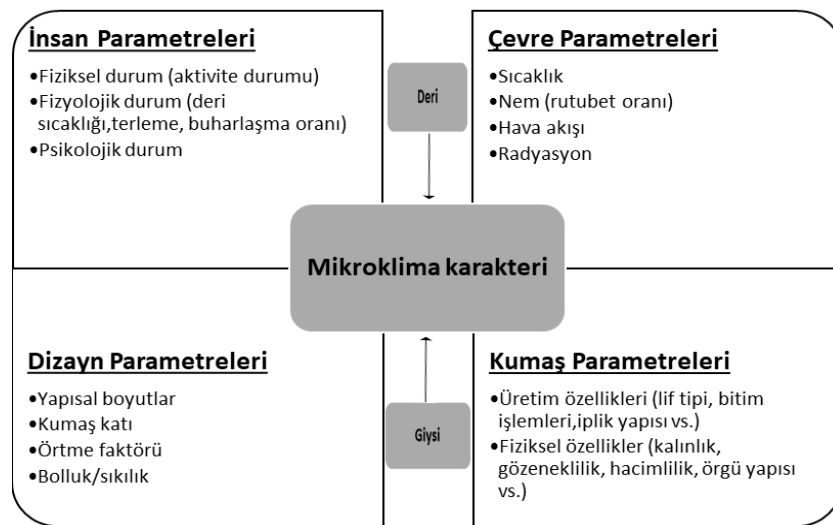
Şekil 2.15. İnsan- giysi-çevre istemi (Wong, 2006).

Konfor algısı, insan giyiminin fiziksel, duyuşal, psikolojik ve bilgisel yollarla her zaman çevresi ile bağlantılı olduğu görülmektedir. “Konfor algısının oluşumunda giysi ile çevre arasındaki etkileşim, giysi ile insan arasındaki etkileşim, nörofizyolojik ve psikolojik süreçler etkili olmaktadır” (Li, 2001).

Giysideki ısının ve nemin taşınması, giysi tarafından ışığın yansınması ve emilmesi, giysi ile çevre arasında oluşan fiziksel süreçler giysi ile çevre arasındaki etkileşimleri oluşturmaktadır. Giysi ile insan arasındaki etkileşimleri oluşturan etkenler ise vücudun kritik koşullar altında hayatta kalması için termal dengeyi sağlamada etkili olan termoregülatuar tepkiler ile giysi ile insan ilişkisi arasında vücutta oluşan fizyolojik tepkimelerdir. Nörofizyolojik süreçte giysinin deri ile teması sonucunda oluşan duyuşsal algılardır. “Oluşan duyuşsal algılarla insan hayatında geçmişte yaşadığı tecrübelerle oluşturduğu sonuçlar ise psikolojik süreçte tanımlanmaktadır” (Li, 2001). Bu dört süreç aynı anda meydana gelmek ve giysi-insan-çevre arasındaki dengeyi sağlamaktadır.

Konfor algısını öznelletiren en önemli özelliklerden biri psikolojik algıdır. Psikolojik algılar insan fizyolojisini etkileyerek terleme, kan akışının değışmesi gibi etkilere neden olmaktadır.

Tekstil ürünlerinden konforu belirleyen en önemli faktör insan ile çevre arasındaki ısı ve nem transferidir. Bu nedenle konforlu ortam sağlayabilmek için giysiler içerisinde ısı, su buharı ve havanın hareket edebilmesi gerekmektedir. Bu sitemle ilgili olarak mikroklima kavramını ortaya çıkmaktadır. Mikroklima, deri ile giysi arasındaki sıcaklık, nem ve mikro mesafedeki hava akışını ifade eden bir terimdir. Mikroklima bölgesini etkileyen birçok parametreler vardır ve Şekil 2.16’da verilmiştir.



Şekil 2.16. Mikroklima bölgesini etkileyen parametreler (Kaplanguiray, 2003).

2.2.3. Giysi Konforunun Sınıflandırılması

Giysi konforu psikolojik konfor, fiziksel konfor (duyusal, dokunsal) ve fizyolojik konfor (termofizyolojik, ısı konfor, termal konfor) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. “Her bir konfor sınıfı giysi-kışı ve çevre tarafından etkilenmektedir. Bu yüzden sınıflandırma ve tanımlama önemli olmaktadır” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013).

(a) Psikolojik Konfor

“Psikolojik konfor, kişinin rollerine, değerlerine ve sosyal çevresine bağlı olarak rahatlığına odaklanmaktadır” (Kamalha et al. 2013). “Sweeney’e (1991) göre psikolojik konfor kişinin beden ölçüleri, kişiliği, kültür/din/politik değerleri veya inançları, kişisel ilgi alanları gibi farklılıkları içermektedir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “Bununla birlikte stil, doku, moda gibi kumaş yapısı ve giysi özellikleri de psikolojik konforun parçasıdır” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “İklim koşulları, coğrafi konum, kültürel ortamlar ve normlar da psikolojik konfor üzerindeki çevresel etkilerdir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire,2013). “Sosyal/kültüel değerler ile görsel ve dokunsal bilgiler uyum algısını etkileyerek psikolojik konfor düzeyini de etkilemektedir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013).

“2004’de yapılan araştırmada büyük beden insanların daha fazla örtünme sağlayan giysilerde daha rahat hissettiği görülmüştür” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). Bazı insanlar moda göre giyinmekten ziyade kendi tercihlerine göre giyinmektedir. “Yaşlı erkekler giysi seçiminde kumaş kalitesini göz önünde bulundururken genç erkekler ise bunun tam tersi olduğu görülmüş ve kumaş kalitesinden ziyade giysi tasarımına önem verdikleri görülmüştür” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “Yani giysi konforunda psikolojik konfor bireylerinden kendi seçimlerine bağlı olarak kişiden kişiye değişmektedir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013).

Fiziksel ve fizyolojik algılarla alakalı olarak psikolojik konforun kişinin beynindeki nörofizyolojik duyusal sinyallerden, öznel olarak daha önce yaşadığı deneyimlerden

etkilendiği de görülmüştür. Örnek vermek gerekirse daha önce yünlü kazak giyen bir insanın kaşıntı durumunu yaşamasıyla daha sonra giyeceği yünlü kazaklara karşı bir ön yargısı oluşabilmektedir. Böylece psikolojik olarak bu tarz kumaşlardan rahatsız olmasa bile rahatsızlık duyabilmektedir.

(b) Fiziksel Konfor (Duyusal, Dokunsal)

“Fiziksel konfor, giysi tamamen ya da kısmen kişinin cildine değdiğinde, kişi tarafından rahatsızlığa yönelik duyuları içermektedir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “Aktivite sırasında ten ile giysi arasındaki etkileşimden kaynaklanan fiziksel uyarılar çeşitli duyu reseptörlerine (termal reseptörler, fotoreseptörler gibi) uyararak psikofiziksel bir hissiyatı ortaya çıkarmaktadır” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). Li (1998), yazlık ve spor giysilerle farklı ülkelerde yaşayan kişilerle bir araştırma yapmıştır. Yaptığı bu çalışmada yirmi altı duyuşsal tanımlayıcı belirlemiştir. Sonuç olarak belirlediği yirmi altı duyuşsal faktörü dört başlık haline getirmiştir:

- Dokunma hissi: batma, sertlik, gıdıklama, kaşıdırma, yapışkanlık
- Nemlilik hissi: nemli, ıslak/kuru, rutubetlilik, emici olmayan, yapışkanlık
- Vücut baskı hissi: gevşek/rahat, hafif/rahat, yumuşak/sert
- Termal his: soğuk, serin, sıcak, çok sıcak.

“Diğer duyuşsal konfor özellikleri ise koku, parlaklık ve bulanıklık özellikleridir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “Polyester ve az bir miktarda ipek gibi bazı lifler koku tutma özelliğine ve kendilerine özgü kokulara sahiptir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). Bu özellik terleme gibi anlarda koku oluşumunu engelleyerek konfor kalitesini yükseltmemektedir.

(c) Fizyolojik Konfor (Termofizyolojik, Isıl Konfor)

“Fizyolojik konfor, vücut ısı düzenlemesi ile alakalıdır ve vücut ısısının oluşumu ile kaybı arasındaki koordinasyonu ifade etmektedir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “İngiliz Standardı-BS EN ISO 7730 tarafından fizyolojik konfor, “ısılı ortamdan

duyulan memnuniyeti ifade eden zihin durumudur” olarak tanımlanmaktadır” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). Fiziksel konfordaki ısı dengesi üzerinde çevre özellikleri ile sinir sistemi, iskelet-kas sistemi gibi insan mekanizmasının da etkisi bulunmaktadır.

Giysi insan vücudu ile çevre arasında bariyer görevi yapmaktadır. Böylece ısı ve nem dengesini sağlayarak kişinin daha rahat olması sağlanmaktadır. Deri üzerinde biriken ter vücuttan uzaklaştırılmazsa deride kaşıntıya, kokuya ve daha sıcak ortamlarda yanma hissi yaşatmaktadır. “Dış giyim ise çeşitli fiziksel aktiviteler ve hava koşullarında giyildiğinden fizyolojik konfor daha önem kazanmaktadır” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013). “Bu nedenle, fizyolojik konfor, çevresel faktörlerden (başlıca hava ve radyan sıcaklık, hava/rüzgar hızı ve nem); kişi unsurlarından (giysi yalıtımı, aktivite seviyesi ve çalışma hızı/metabolik ısı akışı dahil) ile kumaş türü, giysi tasarımı gibi giysi özelliklerinden etkilenmektedir” (Kamalha, Zeng, Mwasiagi, Kyatuheire, 2013).

İnsan iç vücut sıcaklığı 37 °C’dir. Gün içerisindeki saatler, uyku hali gibi durumlarda vücut sıcaklığından değişimler görülmektedir. Ancak sıcaklıkta ani değişimler görülürse bu insan hayatını etkileyebilecek tehlikeli durumlar oluşmasına sebep olabilmektedir. Eğer vücut çok ısınrsa vücutta terleme daha da sonrasında bayılma hali gerçekleşmektedir. Vücut sıcaklığı düşmeye başlarsa vücutta titreme daha sonrasında kalp kanı az pompalama başlamaktadır. Bu da donarak ölmeye sebep olmaktadır. Bundan dolayı fizyolojik konfor ile ısı ve nem dengesinin kurulması oldukça önemlidir.

2.2.4. Giysi ve Kumaşların Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin Belirlenmesi

Konfor özelliklerini etkileyen psikolojik, fiziksel ve termofizyolojik konfor özelliklerinden en çok termofizyolojik konfor alanı üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bunun nedeni ise konfor algısını etkileyen en önemli parametrenin olmasıyla beraber yapılan çalışmalarla birlikte en objektif termal konfor değerlendirmesinin yapılmasıdır.

Kumaşın termofizyolojik konfor özelliklerinde kullanılan başlıca parametreler:

- Su buharı geçirgenliği,

- Termal konfor,
- Hava geçirgenliğidir.

Lif ve kumaş yapısı, çevrenin ısı özellikleri ile kişinin aktivite durumdan gibi faktörlerden geçirgenlik özellikleri etkilenebilmektedir. Kumaşın kullanılacağı alan doğrultusunda ise geçirgenlik özellikleri belirlenmektedir. Kumaş içinden geçen hava veya suyun geçiş mekanizmaları farklıdır ve geçiş anında kumaşın davranışı geçen maddenin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Bundan dolayı hava ve suyunun geçirgenlik özellikleri ayrı değerlendirilmelidir.

(i) Su Buharı Geçirgenliği Özelliği

“Su buharı geçirgenliği, su buharının kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen difüzyon oranıdır” (Nur, 2018). Bir giysinin insan vücudunda konfor sağlayabilmesi için ter yolu ile oluşan su buharını insan vücudundan uzaklaştırması ve giysi sistemi ile ortama transfer etmesi gerekmektedir. Yani giysilerin insan vücudunun aktivitesine uygun olarak nemi iyi bir şekilde aktarması gerekmektedir. Eğer su buharı giysi içinde iyi bir şekilde iletilmezse deri yüzeyinde bağıl nem değeri artmaya ve kişiye ıslaklık hissi vermeye başlamaktadır. Soğuk iklimli giysilerde yüksek su buharı geçirgenliğine sahip kumaşlar kullanılması gerekmektedir. Çünkü deride birikecek olan teri uzaklaştırdıklarından kişinin üşmesini engellemektedir.

“Tekstil kumaşlarının su buharı iletimi lifler ve iplikler arasındaki boşluklardan gerçekleşmektedir. Tekstil yüzeylerindeki su buharı iletim mekanizması;

- Lifler arasındaki hava boşlukları boyunca su buharının difüzyonu ile,
- Lifler tarafından su buharının emilimi, iletimi ve desorpsiyonu ile,
- Lif yüzeyi boyunca su buharının absorpsiyonu ve migrasyonu ile,
- Zorlanmış taşınım ve su buharı iletimi ile gerçekleşmektedir” (Kaplangeray, 2003).

“Su buharının kumaş kalınlığı boyunca difüzyonu aşağıda verilen I. Fick Kanunu’na göre ifade edilmektedir” (Nur, 2018).

$$Q_w = D_a \frac{\Delta C}{L} \quad (2.1)$$

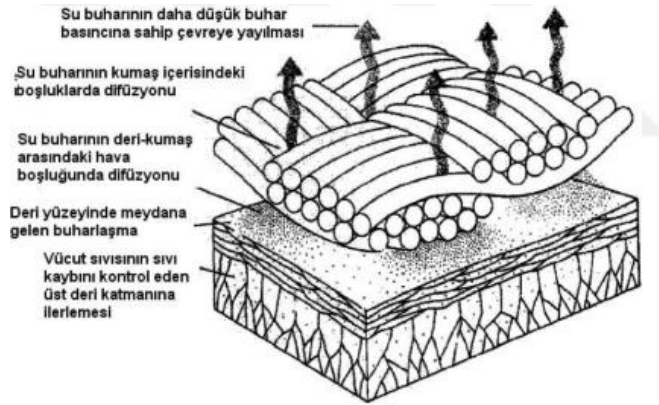
Q_w = Buhar transfer oranı (kg/m²s)

D_a = Su buharı difüzyon katsayısı (m²/s)

L = Kumaş kalınlığı (m)

ΔC = Su buharı konsantrasyonu farkı (kg/m³)

Denklemden görüldüğü gibi su buharı iletimi kumaş kalınlığı boyunca iki yüzeyi arasındaki su buharı konsantrasyon farkına bağlı olarak değişmektedir. Su buharının difüzyon yolu ile kumaştan uzaklaşma mekanizması Şekil 2.17’de gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu (Nur, 2018).

Lif boyunca gerçekleşen difüzyonda, su buharı ilk önce kumaşın alt yüzeyinden lifin yüzeyine ilerlemektedir. Daha sonra lifin iç yapısına veya yüzeyi boyunca ilerleyerek kumaşın dış yüzeyine aktarılmaktadır. Difüzyon hızı malzemenin gözenek yapısına ve lifin su buharı difüzyon oranına bağlı olarak değişmektedir. Gözenek yapısı arttıkça su buharı geçirgenliği de artmaktadır. Gözenekliliği iplik çapından etkilenmektedir. Buna bağlı olarak da su buharı iletimini etkilemektedir. Lif hacmi oranı su buharı difüzyonunu etkileyen diğer bir parametredir. Kumaştaki lif hacmi oranı arttıkça yapıdaki boşluklar azalmaktadır. Böylece toplam difüzyon oranının da azalma olduğu görülmektedir. Kumaş

kalınlığı su buharı iletimini etkilemektedir. Kumaş kalın olduğunda iletilmek istenen nem kumaş boyunca ilerlemeden önce hava boşluklarını dolduracak ya da lif tarafından emilecektir. Bundan dolayı su buharı geçirgenliğinin etkilenebileceği düşünülmektedir. “Bir kumaş normal çevre şartlarındaki bir ortama bırakıldığında kalınlık, gözeneklilik gibi parametreleri aynı olsa da lif tipi su buharı geçirgenliğini etkileyen bir parametre olacaktır” (Güneşoğlu, 2005). Liflerin absorpsiyon özelliği su buharı geçirgenliğini etkilemektedir. Lifin absorpsiyon oranı yüksek olduğunda yüzeydeki suyu emerek iletilmesini engellemektedir. Böylece su buharı geçirgenliği düşmektedir. Kumaşların su buharı geçirgenliğini tanımlayan ifadeler su buharı direnci ve bağıl su buharı geçirgenliğidir.

(a) Su buharı direnci (R_{et}):

“Bir malzemenin iki yüzeyi arasında oluşan basınç farkının, değişen basınç yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır” (Işıktaş, 2009). Su buharı direncinin formülü aşağıda verilmiştir (Işıktaş, 2009).

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v - 1 - q_0 - 1) (m^2 Pa/W) \quad (2.2)$$

$P_m = T_a$ çevre sıcaklığı için pascal cinsinden doygun kısmi su buharı basıncı

$P_a = T_a$ çevre sıcaklığı için pascal cinsinden laboratuvardaki gerçek kısmi su buharı basıncı

P_m değeri termodinamik tablolarından ortam sıcaklığı referans alınarak bulunmaktadır. P_a değeri ise P_m değeri ile ortamın bağıl neminin çarpımıyla elde edilmektedir.

$q_v =$ Numune ile ısı akış değeri (W/m^2)

$q_0 =$ Numunesiz ısı akış değeri (W/m^2)

(b) Bağıl su buharı geçirgenliği (%p):

“Numune ile numunesiz yapılan ölçümlerin ısı akış değerlerinin oranıdır. Bağıl su buharı geçirgenliğinin formülü aşağıda verilmiştir” (Işıktaş, 2009).

$$\%p = 100 \times q_v / q_0 \quad (2.3)$$

p = Bağıl su buharı geçirgenlik değeri (%)

1992’de yapılan çalışmada polyester, akrilik, yün ve pamuktan yapılmış kumaşların geçici hallerdeki su buharı geçirgenliğini incelenmişlerdir. “Yapılan çalışma sonucunda lifler tarafından gerçekleşen su absorpsiyonu ile lifler arasındaki hava boşluklarında gerçekleşen su buharı iletimi aynı anda gerçekleşmektedir” (Güneşoğlu, 2005). Ancak kumaş yapısı aşırı sık bir yapıdan oluşuyorsa lif tipinin geçirgenlik üzerinde etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Katmanlı bir yapıdan oluşan kumaşlarda ilk katmanın sıvı su ile temasında kılcallık ya da su absorplama kapasitesi toplam su buharı geçirgenliğinde en önemli bölümü oluşturduğu görülmüştür.

1995’te yapılan çalışmada iç giyim, hava tabakası ve dış giysiden oluşan giysi sisteminin içindeki buhar transferi oranının sıcaklık ve toplam ısı transferine etkisini incelemektir. “Çalışma sonucunda toplam ısı kaybındaki temel faktörlerin dış giysi tabakasının su buharı geçirgenliği, derideki su buharı konsantrasyonu ve hava sıcaklığı olduğu belirlenmiştir” (Güneşoğlu, 2005).

Wang ve Li 2005 yılında yaptıkları çalışmada kumaş kalınlığının artması ile su buharı iletiminin azalacağını göstermişlerdir. Kalınlık ile su buharı iletiminin azalmasının sebebi kalınlık artınca su buharının ilerleyeceği kanallar genişlemekte ve difüzyon sırasında daha fazla enerji ile zaman harcanmış olmakla beraber buhar moleküllerinin amorf bölgelere girme olasılığı artmaktadır.

Osczeviski’nin 1986 ile 1996 yıllarında hidrofik kaplama ve membran yüzeylerinin nefes alabilirliği üzerine bir çalışmalar yapmıştır. “Çalışma sonucunda, yüzeydeki bağıl nem değerinin artması ile su buharı direncini azaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte su buharı geçirgenliğinin ve nefes alabilirlik özelliğinin arttığı ifade edilmiştir” (Güneşoğlu, 2005). “Hidrofik bir film tabakasının -10 °C sıcaklığa sahip bir ortamda ölçülen su buharı değerinin, normal oda sıcaklığında ölçülen değerin %2’si kadar olduğu görülmüştür” (Güneşoğlu, 2005).

(ii) Kumaşların Termal Konfor Özelliği

Termal konfor özelliği, bir kumaşın alanından geçen ısının hızını ifade etmektedir. “Termal konfor üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda belirli bir ağırlıkta kumaşın termal konfor geçirgenlik özelliğinin kalınlık arttıkça arttığı, ağırlık arttıkça azaldığı görülmüştür” (Işıktaş, 2009).

Kumaşın termal konfor özelliklerini etkileyen diğer parametre ise;

- Lifin ısı iletme özelliği
- Kumaş yapısının havayı absorplama oranı
- Kumaş kalınlığı ya da katları
- Kumaş gramajı
- Lif ve ipliklerin hava geçirgenlik özelliği
- Lif, iplik ya da kumaşlara uygulanan terbiye, kaplama, apre işlemleri
- Havanın nem oranıdır (Işıktaş, 2009).

Bir kumaş soğuk havada yüksek ısıl direnç özelliğine, ortalama sıcaklığa sahip ortamda ısı transferi için yeterli su buharı özelliğine ve yüksek sıcaklığa sahip ortamda ise hızlı sıvı akışı özelliğine sahip olması gerekmektedir.

“Kumaşlarda özgül ısı, ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık, ısıl direnç, ısıl yayılım gibi ısı geçirgenliğini tanımlayan kavramlar bulunmaktadır” (Işıktaş, 2009).

(a) Özgül ısı (J/gK)

“Bir maddenin birim kütledeki sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gerekli ısı miktarını ifade etmektedir” (Işıktaş, 2009). Bazı lif tiplerinin ise özgül ısı değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı lif tiplerinin özgül ısı değerleri (Kaplanguiray, 2003).

Lif Tipi	Özgül Isı (J/gK)
Pamuk	1,21
Rayon	1,26
Yün	1,36
İpek	1,38
Nylon 6,6	1,43
Poliester, Terylen	1,34
Asbestos	1,05
Cam	0,80

“Suyun özgül ısısı 4,2 J/gK olup, suyu emen liflerin özgül ısı değerleri artmaktadır” (Işıktaş, 2009).

(b) Isıl iletkenlik (λ)

“Bir malzemenin birim kalınlığında 1 ⁰K sıcaklık farklılık oluştuğunda geçen ısı miktarını ifade etmektedir” (Işıktaş, 2009). Isıl iletkenlik kavramı bir malzemenin ısıyı iletme kabiliyeti ile alakalıdır. Eğer bir malzemenin ısı iletkenlik değeri yüksekse o malzemenin ısıyı iletme kabiliyetinin yüksektir. Isı iletkenlik değeri düşük ise o malzemenin yalıtkan özellik göstermektedir. Isıl iletkenlik formülü aşağıda verilmiştir:

$$\lambda = q \cdot h / \Delta T \text{ (W/m K)} \quad (2.4)$$

q = ısı akış miktarı

ΔT = sıcaklık farkı (K)

h = kumaş kalınlığı

Isı akış miktarı ve kumaş kalınlığı arttıkça ısı iletkenlik artarken sıcaklık farkı arttıkça ısı iletkenlik azalmaktadır. Çizelge 2.2’de bazı lif tiplerinin ısı iletkenlik değerleri verilmiştir:

Çizelge 2.2. Bazı lif tiplerinin ısı iletkenlik değerleri (Kaplangeray, 2003).

Lif Tipi	Isıl İletkenlik (W/mK)
Hava	0,026
Polipropilen	0,117
Poliüretan	0,126
Aramid	0,130
Polyester	0,141
Polivinilklorid	0,167
Yün	0,193
Poliakrilonitril	0,200
Nylon 6,6 6, 6,6	0,250
Viskoz Rayon	0,289
Pamuk	0,461
Su	0,600

Suyun ısı iletkenliği havanın ısı iletkenliğinden daha yüksektir. Bundan dolayı bünyesinde su moleküllerini absorbe edip uzaklaştırmayan liflerin ısı iletkenlik değerleri daha yüksektir. Ayrıca bir kumaşın ıslak ısı iletkenlik değeri kuru ısı iletkenlik değerinden daha yüksektir. Isıl iletimi etkilen bir diğer faktör ise rüzgardır. Rüzgar hızı ile ısı iletimi artmaktadır. Böylece soğuk ve rüzgarlı havalarda ısı iletimi artar ve vücut daha hızlı soğumaktadır.

(c) Isıl Direnç (R)

“Isıl direnç, bir malzemenin iki yüzü arasındaki sıcaklık farkının birim alanda gerçekleşen ısı akışına oranı olarak ifade edilmektedir” (Işıқтаş, 2009). Isıl direnç ısı transferi ile ters orantılıdır. Isıl direnç arttıkça ısı transferi azalmaktadır. Isıl direnç formülü ise aşağıda verilmiştir:

$$R = h / \lambda \text{ (m}^2 \text{ K/W)} \quad (2.5)$$

h = kalınlık (mm)

λ = ısı iletkenlik (W/m K)

Isıl direncin tog ce clo olmak üzere yaygın olarak kullanılan iki birimi bulunmaktadır.

“Tog, tekstil malzemesinin iki yüzü arasındaki °C cinsinden sıcaklık farkının

ısı akışına oranının 1/10'udur" (Işıқтаş, 2009). 1 clo 1,55 tog değerine eş değerdir. Bu da 0,155 °C m² W⁻¹ 'eşit olduğunu göstermektedir. Çizelge 2.3'te bazı giysi ve kumaş türlerinin ısı direnç değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bazı giysi ve kumaş tiplerinin ısı direnç değerleri (Kaplangeray, 2003).

Giysi ve Kumaş Tipi	Isıl Direnç (tog)
Gömlek, bluz	0,1
Takım elbise	1
Süveter, kazak	1
Halı	2
Etek	0,2
Çarşaf	0,2
Battaniye	1
Kışlık yorgan	10

Lifli malzemeler, yüksek hacimli yapıları sayesinde bünyelerinde daha çok havayı tutmaktadır. Böylece lifli yapı malzemelerin ısı direnç değerleri yüksek olmaktadır. Havanın ısı yalıtkanlık özelliği çok yüksektir. Bundan dolayı yalıtkan bir malzeme elde ederken malzeme içinde hapsedilen havanın yalıtkan özelliği daha çok göz önünde bulundurulmakta ve lifin ısı direnç değeri ikinci parametre olarak değerlendirilmektedir. Şardonlama işlemi ile kumaşa hacim katıldığı için ısı direnç özelliği de artmaktadır.

Tek katmandan oluşan elbiseler ile çok katmanlı elbiseler karşılaştırıldığında çok katmanlı elbiselerin ısı direnç özelliği daha yüksektir. Çünkü katmanlar arasında hava katmanı oluşacağı için ısı yalıtkanlıkta özelliği yüksek olacaktır. Hatta katman sayısı arttıkça ısı direnç özelliği de artmaktadır. Bu özellik göz önünde bulundurularak soğuk havalarda çok katmanlı ya da hacimli giysiler tercih edilebilmektedir. Çok katmanlı kumaşlarda dış katman ince, sık dokunmuş bir kumaştan oluşursa ısı direnç artmaktadır.

Isı iletkenliği ifade ederken rüzgar hızının ısı iletkenliği olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir. Isı iletkenlik ile ısı direnç ters orantılı olduğundan rüzgar hızı ile ısı direnç ters orantılıdır.

Kumaş gibi gözenekli malzemelerin boşluğu dolduran akışkanın ısı iletkenlik değeri önemlidir. Eğer boşlukları hava gibi ısı iletkenlik özelliği düşük bir akışkan dolduruyorsa

malzeme yalıtkan özellik göstermektedir. Su gibi yüksek ısı iletkenlik değeri gösteren bir akışkan dolduruyorsa yalıtkanlık özelliği düşük olmaktadır.

Kumaş kalınlığı ısı direnç özelliğinde oldukça önemlidir. Kumaş kalınlığı arttıkça kumaşta daha fazla hava tutulduğundan ısı direnç artmaktadır.

(d) Isıl soğurganlık

“Isıl soğurganlık; aralarında sıcaklık farkı bulunan ve sonsuz ısı kapasiteye sahip olan insan vücudu ile sınırlı ısı kapasiteye sahip kumaş arasında, kısa süreli temas anında meydana gelen ısı akışı olarak tanımlanmaktadır” (Işıktaş, 2009). Gerçekleşen ısı akışı ile derideki termoreseptörlerin algıladığı sıcaklık değışim oranı ya da toplan sıcaklık değışimi “sıcak” veya “soğuk” algısını oluşturmaktadır. Isı akış miktarı yani ısı soğurganlık hissi arttıkça kişi “daha soğuk” bir his hissetmektedir. Isıl soğurganlık formülü ise aşığıda verilmiştir:

$$b = (\rho\lambda c)^{1/2}, (Ws^{1/2}/m^2 K) \quad (2.6)$$

λ = ısı iletkenlik (W/m K)

ρ = yoğunluk (kg/m³)

c = özgül ısı (J/ kg K)

Isı akışı ile ısı iletkenlik doğru orantılıdır. Eğer bir malzeme fazla ısı enerji soğurursa ısı bir iletken gibi davranmış olmaktadır. Böylece vücuttaki sıcaklığı ilk temas anında ileteneğinden daha soğuk bir his hissedilecektir.

Kumaşın yumuşaklığı, sertliği, yüzeyinin pürüzlülüğü, esnekliği, dökümlülüğü, nemliliği kuruluğu gibi özellikleri soğukluk hissini etkilemektedir. Parlak ışıltılı yüzeyler soğukken mat ve karanlık yüzeyler sıcaklık hissi vermektedir. Tüylü bir yapı ise ısı soğurganlık değeriini düşürmektedir.

Giysi ya da kumaşlarda ısı soğurganlığın belirlenmesinin sebebi yüzey sıcaklığını belirlemek değildir. Temas anında derideki sıcaklığın hangi oranda veya miktarda azaldığı belirlemek için ifade edilmektedir.

Kumaşın vücut ile ne oranda temas ettiği önemlidir. Tekstil malzemesi vücut ile düşük oranda temas oluşturursa derideki sıcaklık değişim oranı düşmektedir. Böyle soğuk hissedilmektedir.

Kumaşların sıcak ya da soğuk hissi kumaş ıslandığında farklılık göstermektedir. Kumaş ıslandığında bünyesinde su biriktirmektedir ve su iletken bir maddedir. Böylece insan vücuduna temas ettiğinde ısıyı iyi ileteneğinden soğukluk hissi oluşmaktadır.

Sıcaklık soğuk hissini etkileyen diğer faktörler ise kumaş gözenekliliği, lif çapı ve lif tüylülüğüdür. Bunlar arttıkça sıcaklık hissi artmaktadır.

(e) Isıl yayılım (a)

“Bir tekstil malzemesi içinden geçen sıcaklığın yayılma hızını ifade etmektedir. Isıl yayılım formülü ise aşağıda verilmiştir” (Işıktaş, 2009):

$$a = \lambda / \rho c \text{ (m}^2 \text{/s)} \quad (2.7)$$

λ = ısı iletkenlik (W/m K)

ρ = yoğunluk (kg/m³)

c = özgül ısı (J/ kg K)

Bir malzemenin ısı iletkenlik değeri yüksek, ısı kapasite değeri düşük olursa ısı yayılım değeri o kadar büyük olmaktadır. Isıl yayılım değeri ne kadar yüksek olursa ısının ortam içinde yayılması o kadar hızlı olmaktadır. Böylece sıcak hissi oluşmaktadır. Eğer ısı yayılım değeri düşükse bu malzemenin ısıyı soğurduğunu ve az miktarda ısıyı iletmediğini göstermektedir.

(iii) Kumaşların Hava Geçirgenliği Özelliği

“Hava geçirgenliği, bir kumaşın iki yüzeyi arasında belli bir basınç farkı bulunduğunda birim kumaş yüzeyinden geçen hava akımının hacmini ifade etmektedir” (Işıktaş, 2009). Kumaş yapısı hava geçirgenliğini en çok etkileyen en önemli parametredir. “1984’de yapılan modellemede kumaş yapısında hava akışının iplikler arasındaki gözeneklerde gerçekleştiği gösterilmiştir ve bu gözenekler kumaş yüzeyine dik konumlanmış silindirik boşluklar olarak ifade edilmiştir” (Güneşoğlu,2005).

Hava geçirgenliği özelliğini başlıca gözeneklilik olmak üzere birçok kumaş parametresi etkilemektedir. Kumaşın hammaddesi, geometrisi ve iplik özelliklerine bağlı olarak kumaşın içindeki toplam boş hacim kumaşın hava geçirgenlik özelliğini etkilenmektedir. “Kumaştaki toplam gözeneklilik; lif içi gözeneklilik, lifler arası gözeneklilik ve iplikler arası gözeneklilik olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır” (Kaplangeray, 2003). Ancak hava geçirgenliğini özelliğini en çok etkileyen bileşen iplikler arasındaki gözenekliliktir.

Yapılan çalışmalarda kumaşlardaki iplikler arasındaki boş alanların şekil ve boyutunun, ipliklerinin sıklığının ve ipliklerin paketleme derecesinin farklı olmasıyla kumaşlar arasında gözenekliliklerinde boyut farkının olduğu görülmüştür. Gözeneklilik boyutu arttıkça hava geçirgenliği özelliği de artmaktadır. Kumaşın örgü yapısı gözeneklilik boyutunu etkileyeceğinden hava geçirgenliği özelliğini de etkilenmektedir. Wakeham ve Speicer’in yaptıkları çalışmalarda Oxford ve bezayağı dokuma kumaşlarının saten ve dimi kumaşlarına göre daha az gözenek yapısına sahip olduğu görülmüştür. Böylece saten ve dimi dokuma kumaşlarından daha fazla hava geçişi olduğu görülmektedir. Kumaş sıklık özelliklerine bakıldığından gözenek boyutunu etkileyen en önemli parametredir. Kumaş sıklığı arttıkça kumaş bariyer özelliği göstereceği için daha az hava geçişi olacaktır. Yani kumaş sıklığı ile hava geçirgenlik özelliği arasında ters orantı bulunmaktadır.

Kumaş sıklığı ve iplik çapı ile bağlantılı olan örtme faktörü kumaş gözenekliliği ile ilişkilidir. Yüksek örtme faktörüne sahip kumaşlar daha sıkı yapıya ve küçük gözenek boyutuna sahip olduklarından hava geçirgenlik özellikleri düşük olmaktadır. Kumaşın

hava geçirgenliği özelliği, kumaş kalınlığı ve yoğunluğu ile ters orantılıdır. Kumaş yoğunluğu arttıkça hava akışı azalmaktadır.

Yapılan bir başka çalışma ise farklı türdeki dokuma kumaşlarının tek ve çok katlı olarak hava geçirgenliğinin ölçülmesiyle alakalıdır. İnceleme sonucunda çok katlı kumaşlarda, hava akışının katlar arasından geçerken diğer katmana çarparak kinetik enerjisinin bir kısmının kaybolmasıyla hava geçiş hızının azaldığı görülmüştür. Böylece benzer gözenek özelliğine sahip daha kalın yapıdaki kumaş ile çok katmanlı kumaş arasında benzer hava geçirgenlik özelliği görülemeyeceği sonucuna varılmıştır. İplik ve lif özelliklerinin hava geçirgenlik özelliğini üzerinde etkisi bulunmaktadır. Pamuklu kumaşlarda bükümün etkisinin incelendiğinde büküm artışı ile gözenekliliğin arttığı görülmüştür. Çünkü bükümün artması ile iplik yapısı incelmekte ve gözeneklilik artmaktadır. Haşılı liflerin bir arada tutunma özelliğinden dolayı haşılı iplikler diğer ipliklere göre daha gözenekli yapıysa sahiptir.

Bir kumaşın hava geçirgenlik özelliği diğer konfor özelliklerini de etkilemektedir. Hava geçişi sağlayan bir malzeme genellikle buhar ya da sıvı fazdaki maddelerinde geçişini sağlamaktadır. “Bu nedenle hava geçirgenliği ile su buharı geçirgenliği ile sıvı su iletim özelliği birbiri ile ilişkilidir. Bir kumaşın ısıl direnci ile kumaş üzerindeki durağan hava tabakasının arasında bir ilişki bulunmakta ve hava tabakası hava geçirgenliğini etkilenmektedir” (Işıktaş, 2009). Bir kumaştaki ipliklerin hacimli hale gelmesi ya da yüzeyinin tüylendirilmesiyle kumaş daha çok hava hapsetmektedir. Böylece vücuda yalıtkanlık özelliği kazandırılarak sıcak tutmaktadır.

Mavruz ve Ogulata 2009’da yaptıkları çalışmada %100 pamuktan üretilmiş düz örme, ribana ve interlok yapısındaki örme kumaşlarının hava geçirgenlik özelliklerini incelemiştir. Deneyde üç farklı iplik numarası, üç farklı örgü yapısı ve üç farklı sıklıkla üretilmiş 27 adet numune kullanılmıştır. Deney sonucunda iplik numarası ve iplik uzunluğunun artmasıyla hava geçirgenliğinin arttığı, kumaş kalınlığı ve ilmek sıklık değerinin artmasıyla hava geçirgenliğinin azaldığı görülmüştür.

Hava geçirgenliği özelliği daha çok dış giysilik olarak üretilen kumaşlarda, çadır bezi, uyku tulumu, battaniye ve diğer koruyucu giysiler için önem arz etmektedir. “Hava geçirgenliği ile rüzgar direnci farklı iki kavramdır; hava geçirgenliği sabit yada düşük hızdaki havanın malzeme içinden geçişini ifade ederken rüzgar direnci malzemenin yüksek hızdaki hava karşısında gösterdiği davranışı ifade etmektedir” (Güneşoğlu, 2005).

2.2.5. Lif ve Kumaş Özelliklerinin Giysi Konforu Üzerindeki Etkisi

Pamuk, yün, ipek gibi birçok doğal lifler ile rayon gibi inan yapımı sentetik lifler yıllar boyunca insanlar tarafından birçok alanda kullanılmaktadır. “Ancak sentetik lifler giyim, endüstriyel tıbbi malzemeler, havacılık gibi birçok alanda kullanılmasına rağmen konfor özellikleri doğal liflerden daha iyi olamamıştır” (Hes, Williams 2011).

Bir kumaşın konfor özellikleri belirleyen en önemli parametre kumaşın özellikleridir. “Kumaş özellikleri belirleyen parametreler ise kumaşı oluşturan liflerin kimyasal ve fiziksel özellikleri, ipliklerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile kumaş üzerine uygulanan bitim işlemleridir” (Hes, Williams 2011). Çizelge 2.4 ile 2.5 ‘te hazır giyim sektöründe kullanılan liflerin özellikleri, avantajları dezavantajları verilmiştir.

Çizelge 2.4 Kumaş bileşeni olan liflerin özellikleri (Hes, Williams 2011).

Özellik	Pamuk	Yün	Polyester	Asetat	Rayon	Akrilik	Nylon
Mukavemet	İyi	Orta	Mükemmel	Kötü	Orta	Orta	Mükemmel
Sıvı Absorpsiyonu	Mükemmel	Az iyi	Kötü	İyi	İyi	Kötü	Kötü
Buruşmazlık Dayanımı	Kötü	Mükemmel	Mükemmel	Kötü	Orta	İyi	Mükemmel
Yıkama	Makinada yıkama	Kuru temizleme	Makinada yıkama	Kuru temizleme	Hassas makine yıkama	Makine yıkama	Makine yıkama

Çizelge 2.5. Farklı liflerden üretilmiş kumaş özelliklerinin avantajları ve dezavantajları (Hes ve Williams 2011).

Malzeme	Avantaj	Dezavantaj
Pamuk	Sağlam, yumuşak, dayanıklı, rahat, suyu emen, yıkanabilir	Yıkandığında çeker, kolay kırışır, pahalıdır,
Yün	Sıcak tutar, dayanıklı, kırışmaya karşı dayanıklıdır	Yıkandığında çeker, güvelenir, bakımı zordur, pahalıdır
Polyester	Dayanıklısıdır, diğer elyaflarla iyi karışır, yıkanabilir, kırışmaya dayanıklısıdır, çabuk kurur, ucuzdur	Yağ lekesi tutar, teri emmez
Asetat	Yumuşak yapılıdır, ipek gibi görünür, ucuzdur	Kırışır, solar, ısıya duyarlıdır, ısındığında dayanıklılığı kaybeder, aşınma direnci düşük, asetonda çözünür, bakımı zordur
Rayon	Yumuşaktır, rahat, emicilik özelliği yüksektir	Islandığında mukavemeti düşer, kolayca kırışır, bakımı zordur
Akrilik	Yumuşaktır, hafiftir, sıcak tutar, kırışmaya karşı dayanıklısıdır, diğer kumaşlarla iyi uyum sağlar, alerjik değildir, ucuzdur	Isıya karşı hassastır
Naylon	Dayanıklısıdır, şeklini iyi korur, yıkanabilir, çabuk kuru, esnektir	Isıya karşı hassastır, nemi emmez, renkli ürünlerle yıkandığında boya alabilir

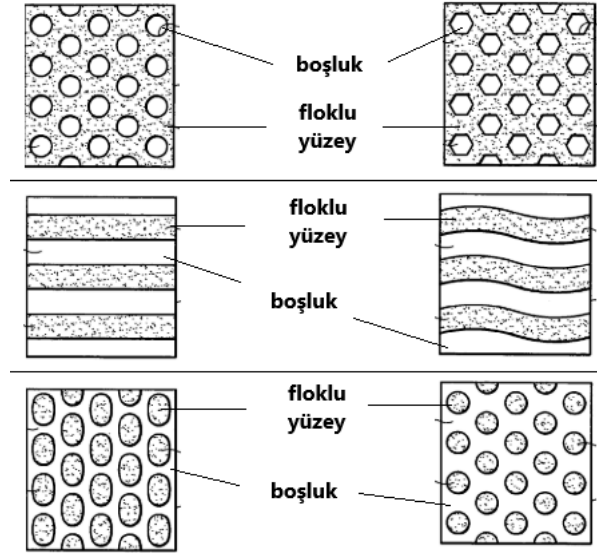
Farklı özelliklere sahip farklı lif tipleri karıştırılarak istenilen giysi özelliklerine sahip kumaşlar elde edilmektedir. Örnek olarak, pamuk lifi yüksek nem tutma özelliğine sahiptir. Polyester lifi ise düşük nem tutma özelliğine sahiptir ancak kırışmaya karşı oldukça dayanıklısıdır. Pamuk ile polyester lifi karıştırılarak kırışmaya karşı dayanıklı nem emebilen bir giysi kumaşı elde edilmektedir. Aynı şekilde Pamuk/Polyester/Rayon liflerinden oluşmuş bir giysilik kumaş dayanıklı, ultra yumuşak ve esneklik gibi özelliklere sahiptir.

2.2.6. Flok Kaplama Yöntemi ve Giysi Konforu İle İlgili Çalışma

Flok kaplama yöntemi ve giysi konforu ile ilgili ayrı ayrı çok farklı alanlarda çalışmalar bulunmaktadır. Ama flok kaplama yöntemi ile üretilmiş kumaşların konfor özelliklerinin araştırılması ile ilgili az sayıda çalışma olduğu görülmüştür.

Flok kaplama yöntemi günümüzde döşemelik malzeme, tıbbi malzeme, kompozit malzeme üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Giysi konforu araştırmaları ise insanın giysi kullanımından beri üzerinde çalışılan çok geniş bir alandır. Yapılan literatür araştırması ile bu iki alanın birleştiği az sayıda çalışma bulunmuştur. Tahmin edilen ise flok kaplama yöntemi ile üretilen kumaşların iyi konfor özelliği göstereceğidir.

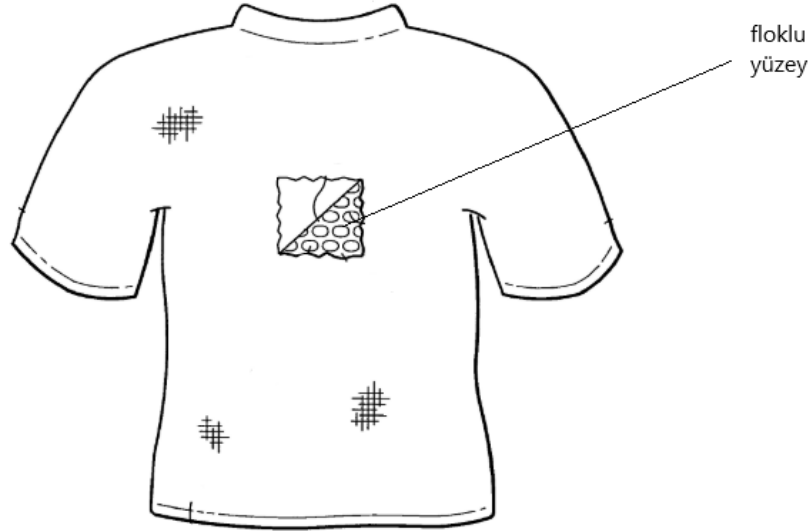
Flok kaplama yöntemi ile üretilen kumaşların konfor özellikleri ile ilgili Baron ve arkadaşları 2009 yılında bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada flok kaplama yöntemi ile boşluklu yapıya sahip kumaşlar üretilmiştir. Boşluklu yapı oluştururken farklı desen modelleri de kullanılmıştır. Elde edilen boşluklu malzemelerin şematik gösterimi Şekil 2.18'de gösterilmiştir.



Şekil 2.18. Floklama yöntemi ile üretilen flok-boşluk oranı farklı malzeme çeşitleri (Baron, Carter, Hung, Davis, Hurd, Wise, 2009).

Farklı boşluk modelleri ile üretilen dayanıklık ve kavrama özelliğine sahip flok malzemeler kullanım alanlarına göre farklı alanlarda kullanılabilir. Örneğin, bir eldivenin dış yüzeyine yerleştirilebilir.

Yapılan çalışmada taşıyıcı materyalin flokla kaplanacak yönünün suya dayanıklı polimer bir malzeme ile kaplanmıştır. Kaplanan bu yüzeyin üzerine tekrar flok kaplama yapılmıştır. Floklanmış malzemenin floklu yüzeyi insan vücuduna temas edecek şekilde giysi içine yerleştirilmiştir. Floklu malzemeler daha önceden giysinin estetik görüntüsünü arttırmak için dışarı bakacak şekilde giysiye yerleştirilmiştir. Ancak bu çalışmada floklu yüzey insan vücuduna temas edecek şekilde yerleştirilmiş ve konfor özelliklerinin iyileştirilmesi planlanmıştır. Böylece floklu yüzey ile insan derisi arasında bir hava tabakasının oluşması sağlanmakta ve boşluklu yapısı sayesinde terlemenin oluşması engellenmektedir. Ayrıca hava tabakasının oluşmasıyla ısı yalıtımı sağlanmaktadır. Floklu malzemenin giysi içerisindeki konumu Şekil 2.19’da gösterilmiştir.



Şekil 2.19. Floklu malzemenin giysi içindeki konumunun gösterimi (Baron, Carter, Hung, Davis, Hurd, Wise, 2009).

Çalışmada taşıyıcı materyal olarak polyester dokuma kumaş kullanılmıştır. Bu kumaşa çeşitli kaplama yöntemleri uygulanarak gerekli özellikler kazandırılabilir. Taşıyıcı materyal olarak polyester kumaş dışında yün, pamuk, rayon gibi çeşitli kumaşlar

kullanılabilmektedir. Hatta üretilen malzemenin özellikleri taşıyıcı materyal ile doğrudan bağlantılı olduğu için istenilen özellikler doğrultusunda taşıyıcı materyal seçilmektedir. Örneğin pamuk, yumuşak bir dokuya, doğal estetik ve biyolojik olarak parçalanabilirlik sağlamaktadır. Rayon yüksek parlaklık ve nem emilimi sağlamaktadır. Yün, yalıtım özelliklerine ek olarak yüksek nem emilimi de sağlamaktadır. Naylon, yüksek mukavemete sahip aşınmaya dayanıklı bir malzemedir. “Floklu malzemeye esneklik özelliği sağlamak için de taşıyıcı materyale elastan iplikler dahil edilmektedir” (Baron et al. 2009). Floklama işlemi için 0,5 mm uzunluğunda 1,5 denye inceliğinde naylon flok lifleri kullanılmıştır. Yapıştırıcı olarak da çeşitli yapıştırıcılar kullanılabilmektedir.

Elde edilen floklu malzemeler giysi içerisinde birçok bölgeye yerleştirilmektedir. Yerleştirilecek bölgenin özelliklerine göre flok lifi ve taşıyıcı materyal çeşidi değişebilmektedir. Yani floklu malzeme, giysi içerisinde yerleştirileceği bölgeye göre çeşitlilik göstermektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada elektrostatik flok kaplama makinasında farklı flok lifleri ve farklı kaplama yoğunlukları kullanılarak flok kaplama işlemi yapılmıştır. Daha sonra üretilen flok kaplı numunelerin gramaj, flok yoğunluğu, termal konfor, su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri yapılmıştır.

3.1. Materyal

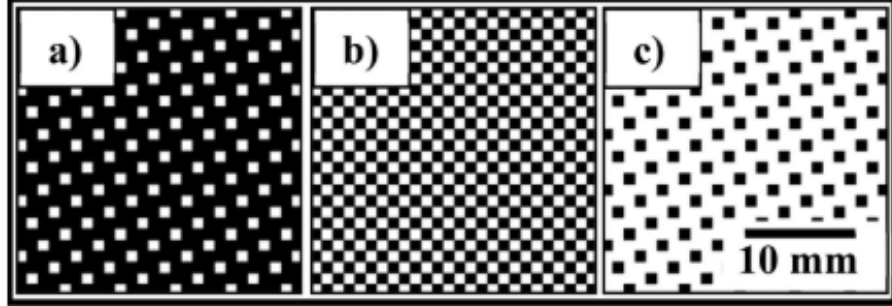
Flok kaplama işleminde materyal olarak taşıyıcı materyal, yapıştırıcı ve flok lifi kullanılmıştır. Taşıyıcı materyal olarak 0,29 mm kalınlığında 104 g/m² gramaja sahip pamuklu düz dokuma kumaş kullanılmıştır. Kumaşın çözgü sıklığı 33 çözgü/cm, atkı sıklığı ise 21 atkı/cm'dir. Taşıyıcı materyal olarak pamuklu düz kumaştan 30 cm× 30 cm boyutunda numuneler kesilmiştir. Kesilen numunelerin kırışıklıklarının giderilmesi için buharlı ütüyle ütülenmiştir. Hazırlanan numuneler kaplama öncesinde 22 ± 2 °C sıcaklıkta %65 ± 2 bağıl nem oranında kondisyonlanmıştır. Taşıyıcı materyal özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Taşıyıcı materyal özellikleri.

Kumaş özelliği	Boyut	Gramaj (g/m ²)	Kalınlık (mm)	Atkı sıklığı (atkı/cm)	Çözgü sıklığı (çözgü/cm)
Pamuklu dokuma kumaş	30 cm× 30 cm	104	0,29	21	33

Flok kaplama işleminde farklı kaplama oranlı ve tam kaplama olarak iki ayrı grupta numune üretilmiştir. Flok kaplamada kaplama oranının etkisinin incelenmesi için farklı şablon türleri kullanılmıştır. Tam kaplama ile üretilen numunelerin termal konfor özellikleri incelenerek flok kaplı numunelerin radyant ısı dayanımları incelenmiştir. Farklı kaplama oranlarına sahip flok kaplaması için 3 dolu 1 boş, 1 dolu 1 boş ve 1 dolu 3 boş olacak şekilde şablonlar hazırlandı. Şablonlar kullanılarak farklı yapışkan kaplama oranına sahip numuneler üretilmiştir. Düşük (D), orta (O) ve yüksek (Y) kaplama oranlı

şablonların şematik gösterimi Şekil 3.1’de verilmiştir. Beyaz bölgeler yapıştırıcının geçtiği açık alanları ifade etmektedir.



Şekil 3.1. (a) Düşük, (b) orta ve (c) yüksek kaplama oranlı yapıştırıcı uygulamak için kullanılan şablonların şematik gösterimi (Beyaz olan alanlar yapıştırıcının geçebileceği boşluklardır)

Tam kaplama ile üretilen numuneler % 100 yapışkan kaplama oranına sahiptir. Kullanılan şablon Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Tam kaplama flok kaplamada kullanılan şablon modeli

Flok kaplamada yapıştırıcı olarak ERKA Chemical Solutions firmasından temin edilen kullanıma hazır su bazlı akrilik yapıştırıcı (Eracryl EMK 320) kullanılmıştır.

Flok lifi olarak piyasada yaygın olarak kullanılan polyester, Nylon 6,6, pamuk, viskon olmak üzere farklı uzunluk ve incelikteki flok lifleri kullanılmıştır. Farklı kaplama oranlarına sahip flok kaplamada flok lif türü, flok lif uzunluğu ve flok lif inceliğinin

konfor üzerine etkisini incelemek için gruplandırılarak ölçümler yapılmıştır. Tam kaplama ile yapılan üretimlerde ise Nylon flok lifinin farklı uzunluk ve inceliklerine sahip flok lifleri kullanılmıştır. Farklı kaplama oranlarına sahip flok kaplama ve tam kaplamada kullanılan flok liflerinin özellikleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Farklı kaplama oranlarına sahip flok kaplamada kullanılan flok liflerinin özellikleri

	A	B	C	D	E	F
Flok tipi	Polyester	Viskon	Nylon 6,6	Nylon 6,6	Viskon	Pamuk
İncelik (dtex)	1,7	1,7	1,7	3,3	5,6	22,2
Uzunluk (mm)	0,6	0,6	0,5	1	1	2

Çizelge 3.3. Tam kaplamada kullanılan flok lif özellikleri

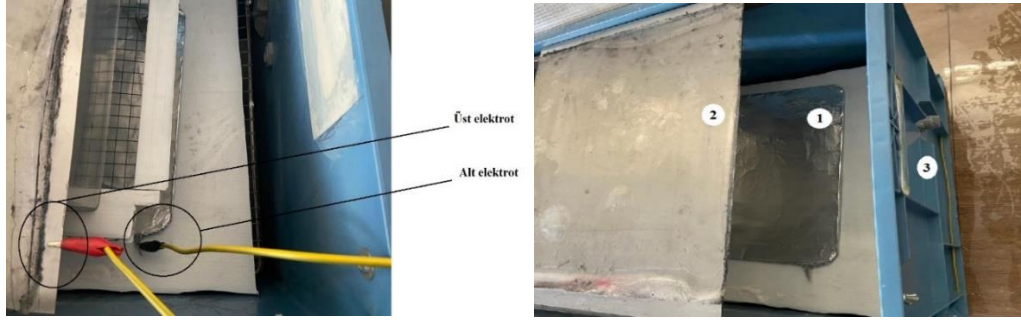
	G	H	I	J	K
Flok tipi	Nylon 6,6	Nylon 6,6	Nylon 6,6	Nylon 6,6	Nylon 6,6
İncelik (dtex)	3,3	6,7	0,9	22,2	3,3
Uzunluk (mm)	0,5	1,5	0,4	2	1

3.2. Yöntem

Bu bölümde materyal olarak kullanılan flok liflerinin flok kaplama yöntemi, flok kaplama ile üretilen numunelere uygulanan testler ile test sonuçlarının analizinde kullanılan istatistiksel analiz programı anlatılmıştır.

3.2.1. Flok Kaplama Yöntemi

Çalışmada elektrostatik flok kaplama yöntemi kullanılmıştır. Flok kutusunun alt ve üst elektrotlarına voltaj oluşturacak voltaj kaynağı bağlanmıştır. Şekil 3.3'te voltaj kaynağının elektrotlara bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Voltaj kaynağının elektrotlara bağlanmasının gösterimi ve flock kaplama haznesi. 1) Alt elektrot, 2) Üst elektrot, 3) Flok kaplama haznesi

Floklama işlemi başlamadan önce flock lifleri hazne içerisine elenmiştir. Hazırlanan flock lifleri üzerine yapışkan sürülmüş kumaş flock liflerine bakacak şekilde yerleştirilir. Voltaj kaynağı çalıştırarak elektrostatik alan oluşturulur. Elektrostatik alan sayesinde flock lifleri yapışkan kumaş üzerine dik olacak şekilde aşağıdan yukarıya uçarak yerleşir. Kontrol paneli ile floklama süresi, voltaj miktarı ayarlanabilmektedir. Şekil 3.4'te flock kaplama kontrol paneli gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Flock makinasının kontrol paneli 1) Floklama süresinin ayarlandığı düğme, 2) Voltaj göstergesi, 3) Voltaj ayarlama düğmesi 4) Makine ayarları yapıldıktan sonra makinanın çalışmasını sağlayan düğme, 5) Makinanın aç-kapa düğmesi.

Çalışmada 70 kW voltaj uygulanmıştır. Yapılan ön çalışmada floklama süresinin etkisi incelendiği için floklama süresi 12 saniye de sabit tutulmuştur. Üst ve alt elektrot arasındaki mesafe 20 cm'dir.

Floklama yapılmış numuneler 150 °C de 20 dakika ısıtılma işlemine tabi tutulmuş ve vakumlama işlemi ile temizlenmiştir. Her ısıtılma işlemi sırasında etüv içine tek numune

koyulmuştur. Floklanmış numunelerin ısıtma işlemi yapıldığı kurutma makinası etüvün görüntüsü Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.5. Isıl işlemin yapıldığı etüvün görüntüsü

Farklı kaplama oranlarına sahip numune üretimlerinde her bir lif için üç ayrı şablon modelinden üç tekrar yapılmıştır. Toplamda altı ayrı flok lifinden 36 numune üretilmiştir. Tam kaplama yapılan numunelerde ise beş ayrı flok lifi kullanılmıştır. Toplamda 15 numune üretilmiştir. Sadece yapıştırıcı kumaşlardan ise farklı kaplama oranlarına sahip 12 adet numune üretilirken tam kaplı floksuz yapıştırıcılı 3 adet numune üretilmiştir.

3.2.2. Test Yöntemleri

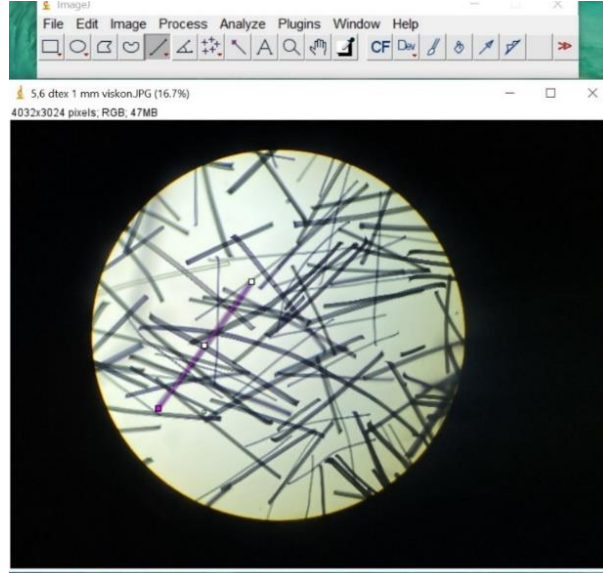
(a) Flok Liflerinin Uzunluk ve İncelik Tayini

Flok liflerinin uzunluk ve inceliğinin belirlenmesi için laboratuvarında kullanılan ışık mikroskobu altında görüntüleri alınmıştır. Flok lif uzunluğuna göre 100x ya da 400x büyütme oranları kullanılmıştır. Bir tutam flok lif lam üzerine yerleştirilir ve üzerine bir iki damla su damlatılarak görüntüler alınmaktadır. Şekil 3.7'de ışık mikroskobunun görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.6. Işık mikroskobunun görüntüsü

Görüntüsü alınan flok liflerinden uzunluğu ve inceliği bilinmeyen flok lifleri ImageJ görüntü işleme programına yüklenerek uzunluk-incelik tayini yapılmıştır. Her bir bilinmeyen flok lifinin uzunluk ve inceliği için ayrı ayrı yaklaşık 15 ila 20 ölçüm arası ölçümler alınmıştır. Pamuk flok lifinin homojen bir ölçümü olmadığı için histogram grafik hazırlanarak uzunluk-incelik tayini yapılmıştır. Şekil 3.8’de ImageJ görüntü işleme programının görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.7. ImageJ görüntü işleme programından alınan görüntü

(b) Gramaj ve Flok Yoğunluğu Ölçümü

Gramaj, kumaşın birim alandaki ağırlığını ifade etmektedir. Birimi g/mm^2 'dir. Numuneler numune kesici ile dairesel olarak kesilmiştir. Hazırlanan numuneler hassas terazi ile tartılmıştır. ISO 3801 standartlarına göre hesaplanmıştır. Her bir numuneden üç ayrı gramaj ölçümü yapılmış ve ortalaması alınmıştır.

Flok yoğunluğu, birim alandaki flok miktarını ifade etmektedir. Denklem 3.1'de flok yoğunluğu denklemi verilmiştir.

$$n \text{ (flok/mm}^2\text{)} = \frac{(M_{fc} - M_{ac})}{D \times l \times 10^{-1}} \quad (3.1)$$

n = flok yoğunluğu

M_{fc} = flok kaplı numunenin gramajı

M_{fa} = floksuz yapıstırıcılı numunenin gramajı

D = flok lif inceliği

l = flok lif uzunluğu

(c) Su Buharı Geçirgenliği Ölçümü

Su buharı geçirgenliği ölçümü laboratuvarında bulunan Permatest Su Buharı Geçirgenliği cihazı ile ölçülmüştür. Permatest cihazı insan derisine benzetilen ısı akış ölçüm sistemi ile çalışmaktadır. Kumaş cihaz içerisine yerleştirildikten sonra insan vücudunda oluşan terlemeyi simüle edecek şekilde su damlacıkları kumaş üzerine aktarılmakta ve su buharı direnci ($m^2 \text{ Pa/W}$) ile bağıl su buharı geçirgenliği (%) değerleri ölçülmektedir. ISO 11092 standartına göre su buharı geçirgenliği ölçümlerinde çalışılan ve insan derisini simüle eden $35 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve % 40 bağıl nem değerlerinden kondisyonlama yapılması gerekmektedir. Ancak numuneler $22 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ve % 62 bağıl nem oranına sahip laboratuvar ortamından en az bir gün olacak şekilde kondisyonlanmıştır.

Bu çalışma için hazırlanan numunelerin kondisyonlama işlemi yapıldıktan sonra ölçümleri yapılmıştır. Permatest ölçüm cihazının görüntüsü aşağıda Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.8. Permatest su buharı geçirgenliği ölçüm cihazı görüntüsü

Bu çalışmada numunelerin floklu yüzeyleri membrana temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Bir lif tipinden elde edilmiş iki ayrı numuneden ayrı ayrı üçer ölçüm ile toplam altı ayrı ölçüm sonucu alınmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçlarının ortalaması alınarak bağıl su buharı geçirgenliği ile su buharı direnci özelliklerinin analizi yapılmıştır.

(d) Termal Konfor Ölçümleri

Hes tarafından geliştirilen Alambeta cihazı kumaşların termal konfor özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Alambeta ölçüm cihazı ile ısı iletkenlik, ısı direnci, ısı soğurganlık ve kalınlık sonuçları elde edilmiştir. Ölçüm sırasında Alambeta cihazının kafası 32°C olup gerçek kullanım şartları simüle etmek için numuneler 22 °C sıcaklığına sahip laboratuvar ortamında kondisyonlanarak ölçümde kullanılmıştır. Alambeta cihazının görüntüsü Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Alambeta cihazının görüntüsü

Isıl iletkenlik (W/mK), materyalin ısı akış yeteneğini olarak tanımlanmaktadır. 1 saniyede 1 mm kalınlığındaki materyalin ısı iletimi ve sıcaklık değişimini ifade etmektedir

Isıl direnç ($m^2.K/W$), ısı direnç materyalin ısı akışına gösterdiği karşı dayanımı ifade etmektedir. Kumaşın kalınlık ve ısı iletkenliğine bağlıdır. Kalınlık ile doğru, ısı iletkenlik ile ters orantılıdır.

Isıl soğurganlık ($W.s^{1/2}/m^2.K$), farklı sıcaklığa sahip iki materyalin ilk temas anında meydana gelen ani ısı akışını ifade edilmektedir. Bir insanın materyale ilk temas anında hissettiği sıcak-soğuk hissi (warm-cool feeling) olarak da ifade edilmektedir.

Isıl soğurganlık değeri derinin insan vücuduna temas ettiğiindeki his ile ilişkilidir. Isıl soğurganlık değeri arttıkça insan daha soğuk hissetmektedir. Bu his kumaşın kullanım alanını etkilemektedir.

Kalınlık (mm), bir kumaşın üst ve alt yüzleri arasındaki mesafenin, uygulanan belli bir baskı altında alınan ölçüm sonucunu ifade etmektedir.

Bu çalışmada numunelerin floklu yüzü yukarı bakacak şekilde cihaza yerleştirilmiştir. Aynı flok liflerinden üretilmiş iki farklı numuneden beşer ölçüm alınarak on ayrı ölçüm sonucu elde edilmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçlarının ortalaması alınarak değerlendirilmiştir.

(e) Hava Geçirgenliği Ölçümü

Hava geçirgenliği, havanın lifler, iplikler ve kumaş yapısının içerisinde geçebilme yeteneğini ifade etmektedir. Bir kumaşın hava geçirgenlik özelliğini lif, iplik, kumaş yapısı, uygulanan terbiye işlemleri gibi birçok faktör etkileyebilmektedir. Hava geçirgenliği yüksek kumaşlarda hava kumaş yapısından rahatlıkla geçebilmektedir. Düşük hava geçirgenliğine sahip kumaşlarda ise hava geçişi engellenerek hava sirkülasyonu sağlanmamaktadır. Böylece hava vücut ile kumaş arasında kalarak ısı kaybını önlemektedir. Hava geçirgenliği ile ısı iletkenliği arasında doğrudan ilişki bulunmaktadır.

Bu çalışmada numunelerin hava geçirgenliği değeri, SDL Atlas Hava Geçirgenliği test cihazında ölçülmüştür. 25 cm²' lik kumaş yüzeyinden 1000 Pa basınç farkında geçen hava miktarı l/m²/s olarak ifade edilmiştir. Testler EN ISO 9237 Uluslararası standardına göre ölçülmüştür. Numuneler cihaza yerleştirilirken floklu yüzey aşağıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir numunenin beş farklı bölgesinden bu test tekrarlanarak ortalaması hesaplanmıştır. Şekil 3.11'de hava geçirgenlik ölçüm makinasının görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.10. Hava geçirgenliği ölçüm makinasının görüntüsü

3.2.3. İstatiksel Analiz

Test ölçümlerinde elde edilene ölçüm sonuçlarının istatiksel analizi SPSS veri analiz programında yapılmıştır. Flok lif türü, kaplama oranı, flok lif inceliği ve uzunluğunun su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve termal konfor özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Etkilerin istatiksel önemini ifade etmek için iki yönlü ANOVA uygulanmıştır. Anlamlılık seviyeleri Newman-Keuls (SNK) testi ile karşılaştırılmıştır. Bütün istatiksel analiz testleri için 0,05 anlamlılık seviyesi değeri (α) seçilmiştir. Veri analiz programında elde edilen etki dereceleri belirlenmesi ortalama değerlere göre belirlenmiştir. Aralarında önemli farklılıklar olana değerlerin anlaşılması için farklı harfler kullanılmıştır. Çizelge 3.4'te farklı flok lifleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin istatiksel analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranı ile kaplanmış numunelere uygulanan istatiksel analizlere ait hipotezler

İki faktörlü tamamen tesadüfi dağılımlı varyansa analiz tekniği		
Değişken 1: Su Buharı Geçirgenliği		
	Hipotezler	
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün su buharı geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün su buharı geçirgenliği üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının su buharı geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının su buharı geçirgenliği üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin su buharı geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin su buharı geçirgenliği üzerine etkisi vardır.

Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranı ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı)

Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun su buharı geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun su buharı geçirgenliği üzerine etkisi vardır.
Değişken 2: Su buharı direnci		
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün su buharı direnci üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün su buharı direnci üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının su buharı direnci üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının su buharı direnci üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin su buharı direnci üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin su buharı direnci üzerine etkisi vardır.
Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun su buharı direnci üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun su buharı direnci üzerine etkisi vardır.
Değişken 3: Isıl iletkenlik		
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün ısıl iletkenlik üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün ısıl iletkenlik üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının ısıl iletkenlik üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının ısıl iletkenlik üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin ısıl iletkenlik üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin ısıl iletkenlik üzerine etkisi vardır.

Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranı ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı)

Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun ısı iletkenlik üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun ısı iletkenlik üzerine etkisi vardır.
Değişken 4: Isıl direnç		
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün ısı direnç üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün ısı direnç üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının ısı direnç üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının ısı direnç üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin ısı direnç üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin ısı direnç üzerine etkisi vardır.
Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun ısı direnç üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun ısı direnç üzerine etkisi vardır.
Değişken 5: Isıl soğurganlık		
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün ısı soğurganlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün ısı soğurganlık üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının ısı soğurganlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının ısı soğurganlık üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin ısı soğurganlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin ısı soğurganlık üzerine etkisi vardır.

Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranı ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı)

Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun ısıı soğurganlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun ısıı soğurganlık üzerine etkisi vardır.
Değişken 6: Kalınlık		
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün kalınlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün kalınlık üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının kalınlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının kalınlık üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin kalınlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin kalınlık üzerine etkisi vardır.
Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun ısıı soğurganlık üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun ısıı soğurganlık üzerine etkisi vardır.
Değişken 7: Hava geçirgenliği		
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün hava geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün hava geçirgenliği üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının hava geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının hava geçirgenliği üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin hava geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin hava geçirgenliği üzerine etkisi vardır.

Çizelge 3.4. Farklı flok lifleri ve kaplama oranı ile kaplanmış numunelere uygulanan istatistiksel analizlere ait hipotezler (Devamı)

Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun hava geçirgenliği üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun hava geçirgenliği üzerine etkisi vardır.
Değişken 8: Gramaj		
	H₀	H_A
Faktör 1: Flok lif türü	H ₀₁ : Flok lif türünün gramaj üzerine etkisi yoktur.	H _{A1} : Flok lif türünün gramaj üzerine etkisi vardır.
Faktör 2: Kaplama oranı	H ₀₂ : Kaplama oranının gramaj üzerine etkisi yoktur.	H _{A2} : Kaplama oranının gramaj üzerine etkisi vardır.
Faktör 3: Flok lif inceliği	H ₀₃ : Flok lif inceliğinin gramaj üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif inceliğinin gramaj üzerine etkisi vardır.
Faktör 4: Flok lif uzunluğu	H ₀₄ : Flok lif uzunluğunun gramaj üzerine etkisi yoktur.	H _{A3} : Flok lif uzunluğunun gramaj üzerine etkisi vardır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde materyal ve metot kısmında anlatılan numunelerde kullanılan flok liflerinin mikroskop görüntüleri ve test yöntemleri ile gerçekleştirilen ölçüm sonuçları verilmiştir.

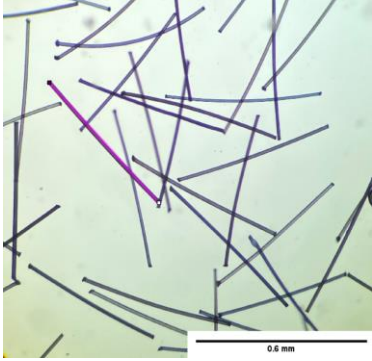
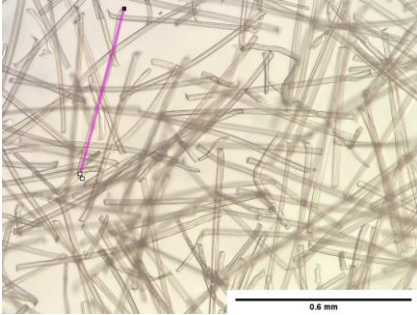
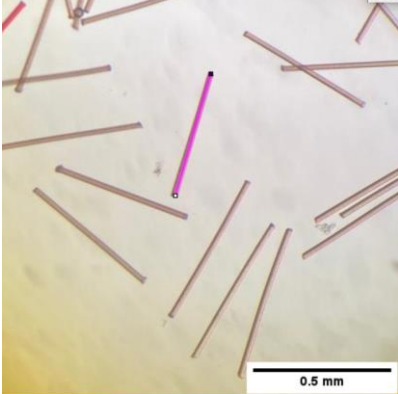
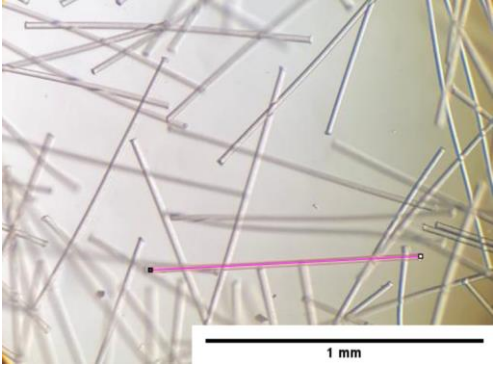
Flok liflerinin mikroskop görüntüleri tek çizelge halinde Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ölçümler farklı kaplama oranlarına sahip flok kaplama yöntemi ile üretilen numuneler ve tam kaplama ile kaplanmış numuneler iki ayrı grupta incelenmiştir. Çizelge 4.2’de farklı kaplama oranlarına sahip flok kaplı numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.3’te farklı kaplama oranlarına sahip numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.4’te farklı kaplama oranlarına sahip numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları verilmiştir. Farklı kaplama oranlarına sahip numunelerin su buharı geçirgenliği test sonuçları ise Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Tam kaplama ile kaplanmış numunelerde sadece Alambeta ölçümü yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Çizelge 4.6’te verilmiştir. Tam kaplama ile kaplanmış numunelerin gramaj ölçümleri ise Çizelge 4.7’da verilmiştir.

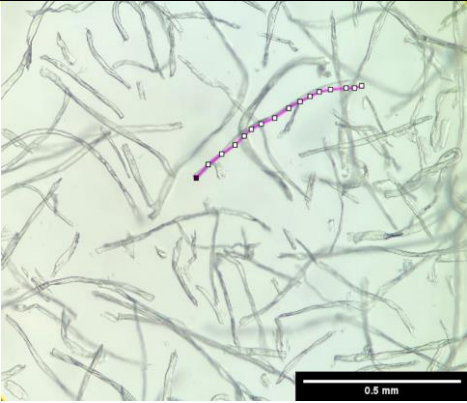
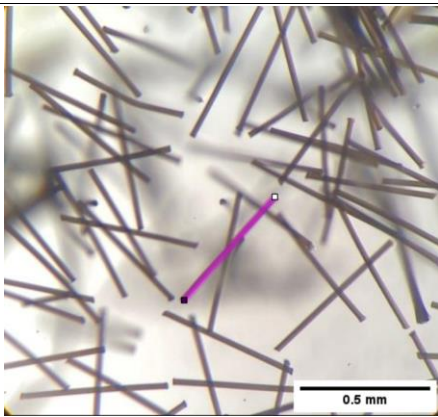
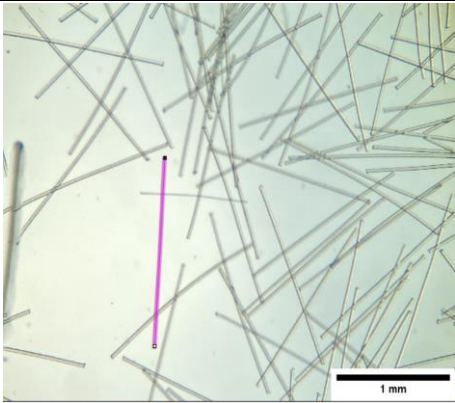
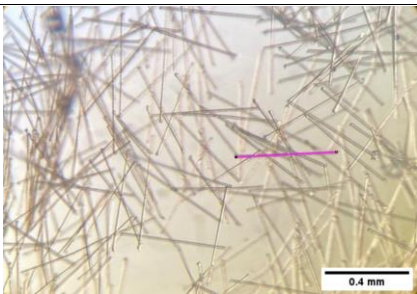
4.1. Flok Liflerinin Mikroskop Görüntüleri ve Uzunluk-İncelik Değerleri

Flok liflerinin ışık mikroskobu ile görüntüleri alınmıştır. 22,2 dtex-2 mm PA lifi ve 6,7 dtex-1,5 mm PA lifi 400x büyütme oranı ile diğer lifler 100x büyütme oranı görüntülenmiştir. Mikroskop görüntüleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

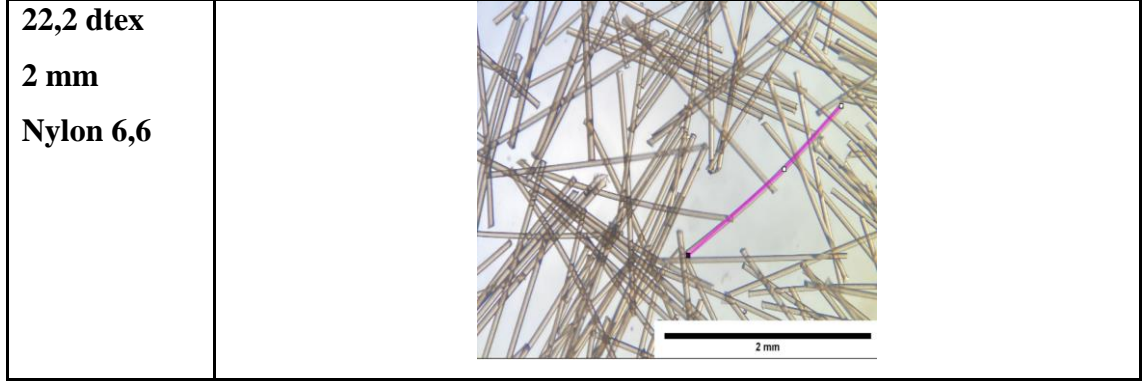
Çizelge 4.1. Flok liflerinin mikroskop görüntüleri

Flok Tipi	Mikroskop Görüntüsü
1,7 dtex 0,6 mm Polyester	
1,7 dtex 0,6 mm Viskon	
1,7 dtex 0,5 mm Nylon 6,6	
3,3 dtex 1 mm Nylon 6,6	

Çizelge 4.1. Flok liflerinin mikroskop görüntüleri (Devamı)

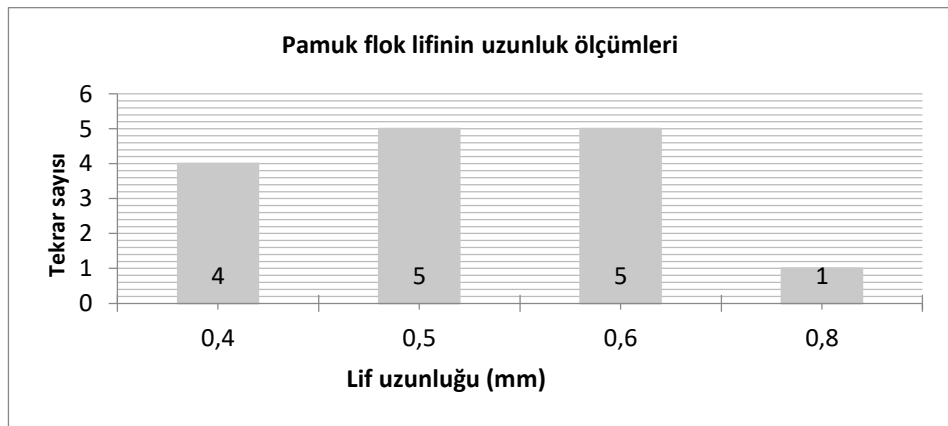
<p>2,2 dtex 0,5 mm Pamuk</p>	
<p>3,3 dtex 0,5 mm Nylon 6,6</p>	
<p>6,7 dtex 1,5 mm Nylon 6,6</p>	
<p>0,9 dtex 0,4 mm Nylon 6,6</p>	

Çizelge 4.1. Flok liflerinin mikroskop görüntüleri (Devamı)

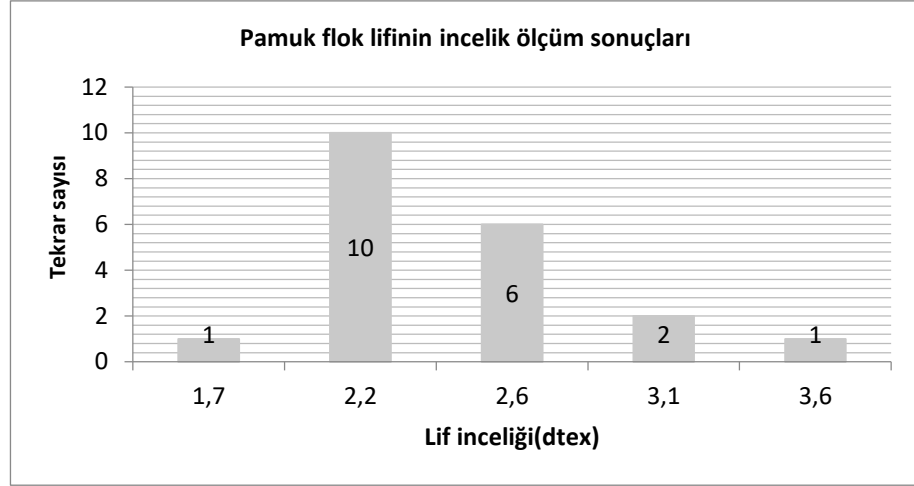


Pamuk flok lifinin incelik-uzunluk ve 22,2 dtex 2 mm Nylon 6,6 flok lifinin uzunluk tahinini yapmak için ImageJ görüntü işleme programı ile hesaplanmıştır.

Pamuk flok lifi öğütme işlemi ile elde edildiği için homojen boyutlar elde edilmemiştir. Bundan dolayı kullanılan görüntü işleme programı ile tekrarlı 15 farklı ölçüm sonuçları alınmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçlarından histogram grafiği oluşturulmuştur. Yapılan ölçüm sonuçların ortalaması ile pamuk flok lifinin uzunluğu 0,5 mm bulunmuştur. Pamuk flok lifinin incelik tayini için 20 farklı lifte ölçüm sonucu alınmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre gruplandırılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçların ortalaması ile pamuk flok lifinin inceliği 2,2 dtex bulunmuştur. Şekil 4.1’de pamuk flok lifinin uzunluk (mm) histogram Şekil 4.2’te pamuk flok lifinin incelik (dtex) histogram sonuçları verilmiştir.



Şekil 4.1. Pamuk flok lifinin uzunluk histogram grafiği



Şekil 4.2. Pamuk flok lifinin incelik histogram grafiği

4.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Türü ve Kaplama Oranının Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi

Bu bölümde farklı flok lif ve kaplama oranına sahip numunelerin gramaj ve flok yoğunluk ölçümleri yapılarak konfor parametrelerinin üzerindeki etkisi incelenmiştir. Konfor parametrelerinin belirlenmesinde ise su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır.

Gramaj ve flok yoğununun incelendiği bu bölümde kaplanmış floklu yüzeylerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları verilmiştir. Flok lif türünün ve kaplama oranının etkisinin incelenmesi için uzunluk ve incelikteki birbirine yakın polyester, viskon ve Nylon 6,6 flok liflerinin gramaj ve flok yoğunluğu sonuçları Çizelge 4.2 'de verilmiştir.

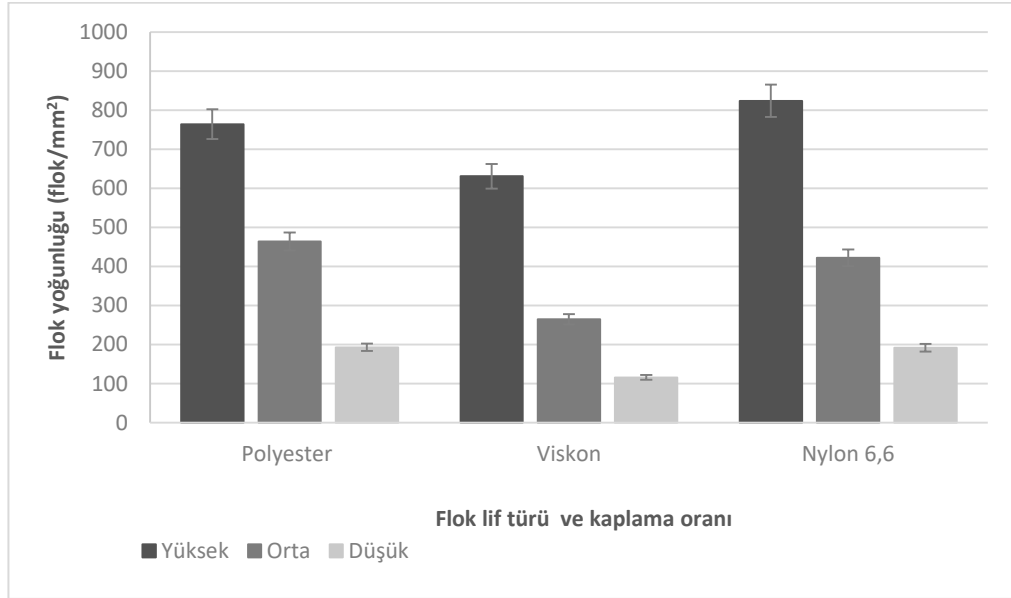
Çizelge 4.2. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları

Numune Adı	Gramaj (g/m ²)	Flok yoğunluğu (flok/mm ²)
Ham Kumaş	104	-
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	148	-
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	120	-
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	112	-
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (4D1B)	225,9	764

Çizelge 4.2. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları (Devamı)

Polyester-1,7dtex-0,6 mm (1D1B)	167,4	464
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (1D4B)	212,4	599
Viskon-1,7dtex-0,6 mm (4D1B)	209,1	631
Vİiskon-1,7dtex-0,6 mm (1D1B)	147,0	265
Vİiskon-1,7dtex-0,6 mm (1D4B)	123,8	116
Nylon 6,6 -1,7dtex-0,5 mm (4D1B)	217,6	824
Nylon 6,6 -1,7dtex-0,5 mm (1D1B)	156,1	422
Nylon 6,6 -1,7dtex-0,5 mm (1D4B)	128,3	192

Ölçümleri yapılan flok kaplı numunelerin ölçüm sonuçları Şekil 4.3'te grafik olarak verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre numunelerin flok yoğunluğu değişimi

Flok yoğunluğunda farklı flok tipinin etkisi görülmüştür. En yüksek değer Nylon 6,6'da görülmüşken en düşük değer viskon flok lifinden üretilmiş numunelerde görülmüştür.

Kaplama oranının flok yoğunluğunda etkisi olduğu görülmüştür: Bunun nedeni yüzeyi kaplanan floklu alanların farklı olmasıdır. Kaplama oranı arttıkça flok yoğunluğu artmıştır.

Flok yoğunluğu incelenen farklı flok liflerinin ve kaplama oranlarının su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir.

4.2.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Türü ve Kaplama Oranının Su Geçirgenliği Üzerine Etkisi

Su buharı geçirgenliği ile su buharı direncinin incelendiği bu bölümde farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçümleri yapılmıştır. Flok lif tipinin ve kaplama oranlarının etkisinin incelenmesi için uzunluk ve incelikteki birbirine yakın polyester, viskon ve Nylon 6,6 flok liflerinin su buharı geçirgenlik ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizleri istatistiksel analiz programında incelenmiştir. Çizelge 4.3'te karşılaştırılan flok liflerinin ölçüm sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları

Numune Adı	SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ	
	Bağıl su buharı geçirgenliği (% p)	Su buharı direnci (m ² Pa/W)
Ham Kumaş	82,65	1,78
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	48,25	11,6
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	75,7	3,38
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	74,78	3,65
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (4D1B)	40,75	13,9
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (1D1B)	62,12	5,32
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (1D4B)	65,6	5,03

Çizelge 4.3. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları (Devamı)

Viskon-1,7dtex-0,6 mm (4D1B)	42,0	13,0
Viskon-1,7dtex-0,6 mm (1D1B)	63,4	5,53
Viskon-1,7dtex-0,6 mm (1D4B)	66,72	4,62
Nylon 6,6 -1,7dtex-0,5 mm (4D1B)	38,8	15,3
Nylon 6,6 -1,7dtex-0,5 mm (1D1B)	63,8	5,9
Nylon 6,6 -1,7dtex-0,5 mm (1D4B)	68,9	4,5

Çizelge 4.3'te verilen su buharı geçirgenliği ve su buharı ölçüm sonuçları istatistiksel analiz programında analiz edilmiş Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı flok lif türleri ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin flok lif tipinin ve kaplama oranının bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci test sonuçlarına etkisinin istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Bağımsız Değişken	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Flok türü	Bağıl su buharı geçirgenliği	1197,361	3	399,120	73,934	,000
	Su buharı direnci	55,109	3	18,370	20,659	,000
Kaplama oranı	Bağıl su buharı geçirgenliği	10263,370	2	5131,685	950,605	,000
	Su buharı direnci	1215,901	2	607,951	683,701	,000
Flok türü * Kaplama oranı	Bağıl su buharı geçirgenliği	95,988	6	15,998	2,964	,013
	Su buharı direnci	14,426	6	2,404	2,704	,021

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenlik ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

Flok lif türü	Ölçüm sayısı	a	b	c
Polyester-1,7dtex-0,6mm	18	56,1556		
Nylon 6-1,7dtex-0,5mm	18	57,1389		
Viskon-1,7dtex-0,6mm	18	57,3611		
Floksuz yapıştırıcılı	18		66,2444	
Ham kumaş	6			82,6500
Sig.		,392	1,000	1,000

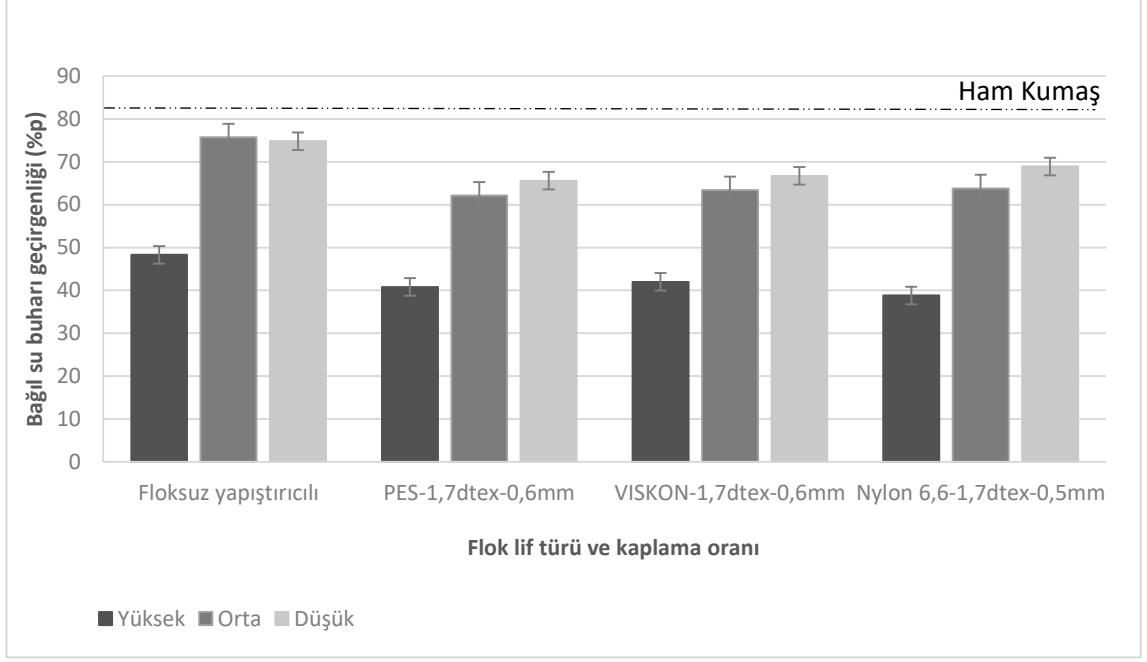
Kaplama oranı	Ölçüm sayısı	a	b	c
Yüksek	24	42,4417		
Orta	24		66,0167	
Düşük	24			69,2167
Sig.		1,000	1,000	1,000

(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif tipinin bağıl su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak kaplama oranlarının su buharı geçirgenliği üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin bağıl su buharı geçirgenliği ölçüm değerleri ise Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre numunelerin su buharı geçirgenliği ölçüm değerleri

Yapılan deney sonucunda flok kaplama yönteminin su buharı geçirgenliği üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Flok kaplama su buharı geçirgenliği değerlerini düşürmüştür. Ham kumaş ile floksuz yapıştırıcılı numune arasındaki değerleri karşılaştırdığımız da yapıştırıcının değeri düşürme etkisi olmuştur. Ama flok kaplı numunelerle bir değerlendirme yapıldığında flok liflerinin su buharı geçirgenliği üzerinde daha fazla etkili olduğu görülmüştür.

Yapılan deney sonuçlarında flok lifinin su buharı geçirgenliği üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Ancak polyester, viskon ve Nylon 6,6 flok liflerinin benzer ölçüm sonuçlar vermiştir. Bunun nedeninin ise bütün flok liflerinin sıvı absorpsiyon özelliğinin düşük olduğundan dolayı olduğu düşünülmektedir. Çünkü bir kumaşın su buharı geçirgenliğini etkileyen en önemli parametrelerden birinin sıvı absorpsiyon özelliği olduğu Hes ve Williams 2011 yılında yaptığı çalışma da görülmüştür.

Kaplama oranının etkisini incelediğimizde kaplama yoğunluğu yüksek olan (yani 4 dolu 1 boş) şablonda üretilen numunelerin su buharı geçirgenliğinin daha düşük olduğu görülmüştür. 1 dolu 4 boş kaplama oranına sahip numunelerin su buharı geçirgenliğinin

ise ham kumaşa en yakın değerde olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ise gözeneklilik yapısı olduğu düşünülmektedir. Çünkü kumaştaki gözeneklilik yapısı arttıkça su buharı geçirgenliği artmaktadır.

Su buharı geçirgenliği özelliği için incelenen bir diğer parametre ise su buharı direncidir. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

Flok lif türü	Ölçüm sayısı	a	b	c
Ham kumaş	6	1,7833		
Floksuz yapıştırıcı	18		6,2111	
Viskon-1,7dtex-0,6mm	18			7,7111
Polyester-1,7dtex-0,6mm	18			8,0722
Nylon 6-1,7dtex-0,5mm	18			8,5500
Sig.		1,000	1,000	,070

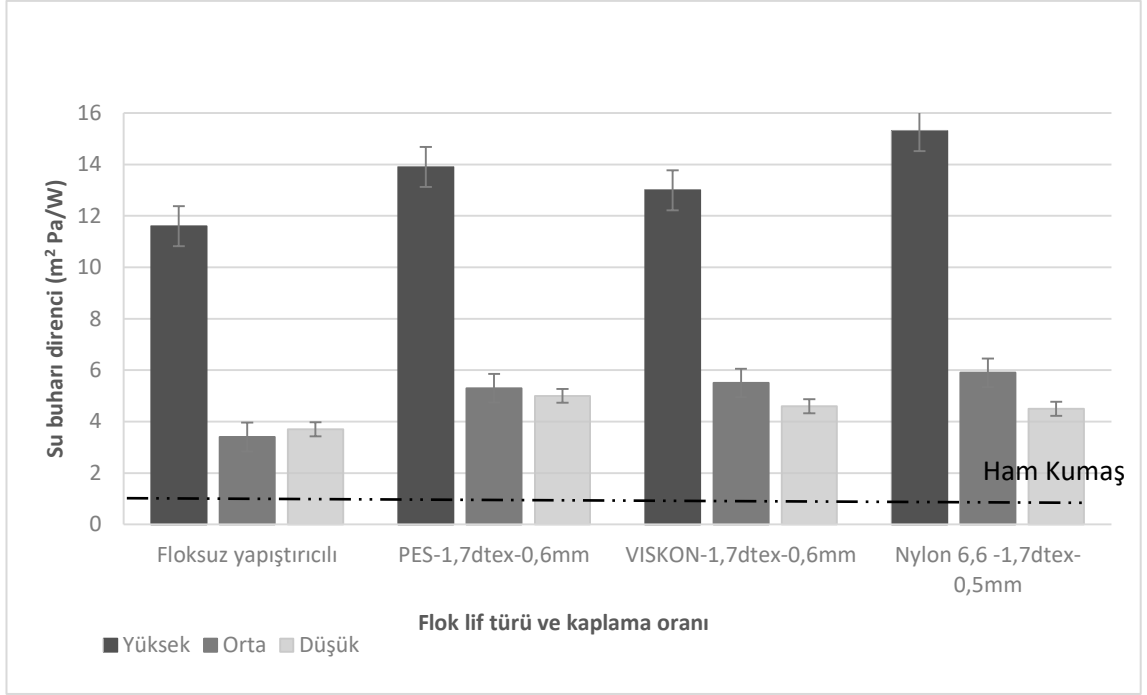
Kaplama oranı	Ölçüm sayısı	a	b
Düşük	24	4,3833	
Orta	24	5,0917	
Yüksek	24		13,4333
Sig.		,053	1,000

(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif tipinin su buharı direnci ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak kaplama oranının su buharı direnci üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı direnci ölçüm değerleri ise Şekil 4.5’te verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı flock lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin su buharı direnci ölçüm değerleri

Belirlenen parametrenin su buharı direncine etkisi su buharı geçirgenliğine etkisinin tersi olması beklenmektedir ve yapılan ölçüm sonuçlarında bu beklenti karşılanmıştır. Su buharı direnci değeri en düşük ham kumaşta görülürken en yüksek değer yüksek kaplama oranına sahip flock kaplı numunelerde görülmüştür. Çünkü gözeneklilik azaldığı için su buharı direnci artmıştır. Flock lif tipinin su buharı direnci üzerine etkisine bakıldığında ise az bir farkla da olsa Nylon 6,6'ın değeri diğer liflere oranla daha fazladır.

Ham kumaş, floksuz yapıştırıcılı ve flock kaplı numuneler karşılaştırıldığında su buharı direncini etkileyen etkenin yapıştırıcı olduğu görülmüştür. Ham kumaştan sonra yapıştırıcı uygulanmış numunelerin su buharı direnci ciddi miktarda artmıştır. Ancak flock kaplama yapıldıktan sonra bu artış çok fazla olmamıştır. Floksuz yapıştırıcılı numune ile flock kaplı numune arasında en fazla artış olan flock lifi Nylon 6,6 olduğu görülmüştür.

4.2.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Farklı Flok Lif Türü ve Kaplama Oranlarının Termal Konfor Üzerine Etkisi

Isıl iletkenlik, ısıl direnç, ısıl soğurganlık ve kalınlığın incelendiği bu bölümde benzer uzunluk ve incelikteki flok liflerinin termal konfor ölçümleri yapılmıştır. Flok lif tipinin ve kaplama oranının etkisinin incelenmesi için uzunluk ve incelikteki birbirine yakın polyester, viskon ve Nylon 6,6 flok liflerinin su buharı geçirgenlik sonuçları istatistiksel analiz programında incelenmiştir. Çizelge 4.7’de karşılaştırılan flok liflerinin ölçüm sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları

	Isıl İletkenlik*10 ³	Isıl Soğurganlık	Isıl Direnç*10 ⁻³	Kalınlık
Numune Adı	λ W/mK	b Ws ^{1/2} /m ² K	R m ² K/W	h mm
Ham Kumaş	35,12	186,20	7,11	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	39,43	231,7	6,97	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	38,76	198,9	7,04	0,272
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	38,56	196,30	7,03	0,271
Polyester- 1,7 dtex 0,6 mm (4D1B)	64,00	137,90	13,900	0,890
Polyester- 1,7 dtex 0,6 mm (1D1B)	51,41	98,56	16,600	0,853
Polyester- 1,7 dtex 0,6 mm (1D4B)	42,73	78,44	18,530	0,792
Viskon-1,7 dtex-0,6 mm (4D1B)	55,08	129,90	15,130	0,833
Viskon-1,7 dtex-0,6 mm (1D1B)	45,91	99,68	16,480	0,758
Viskon-1,7 dtex-0,6 mm (1D4B)	40,03	82,93	17,540	0,701

Çizelge 4.7. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları (Devamı)

Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (4D1B)	63,51	168,00	12,500	0,795
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (1D1B)	50,76	116,70	28,870	0,766
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (1D4B)	42,78	89,04	17,290	0,733

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik, ısı ı soğurganlık, ısı ı direnç ve kalınlık ölçüm sonuçlarına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Ölçüm sonuçlarının istatıksel analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı flok lifi türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarının istatıksel (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Flok lif türü	Isıl iletkenlik	3731,249	3	1243,750	1921,546	,000
	Isıl soğurganlık	222910,024	3	74303,341	3735,876	,000
	Isıl direnç	2643,390	3	881,130	6,018	,001
	Kalınlık	6,378	3	2,126	3274,919	,000
Kaplama oranı	Isıl iletkenlik	4085,230	2	2042,615	3155,763	,000
	Isıl soğurganlık	41823,937	2	20911,969	1051,427	,000
	Isıl direnç	522,755	2	261,377	1,785	,172
	Kalınlık	,106	2	,053	81,885	,000
Flok lif türü * Kaplama oranı	Isıl iletkenlik	1543,606	6	257,268	397,469	,000
	Isıl soğurganlık	27693,198	6	4615,533	232,063	,000
	Isıl direnç	1031,352	6	171,892	1,174	,325
	Kalınlık	,053	6	,009	13,534	,000

Kaplanmış olan numunelerin flok lif türünün ve kaplama oranının ısı iletkenlik üzerine etkisinin incelenmesi için ölçüm sonuçlarının istatıksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı iletken üzerine etkisinin istatistiksel farklılıklarının gösterimi

Flok lif türü	Ölçüm				
	Sayısı	a	b	c	d
Ham Kumaş	10	35,1200			
Floksuz Yapıştırıcılı	30		38,9167		
Viskon-1,7dtex-0,6mm	30			47,0067	
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	30				52,3500
Polyester-1,7dtex-0,6mm	30				52,7133
Sig.		1,000	1,000	1,000	,142

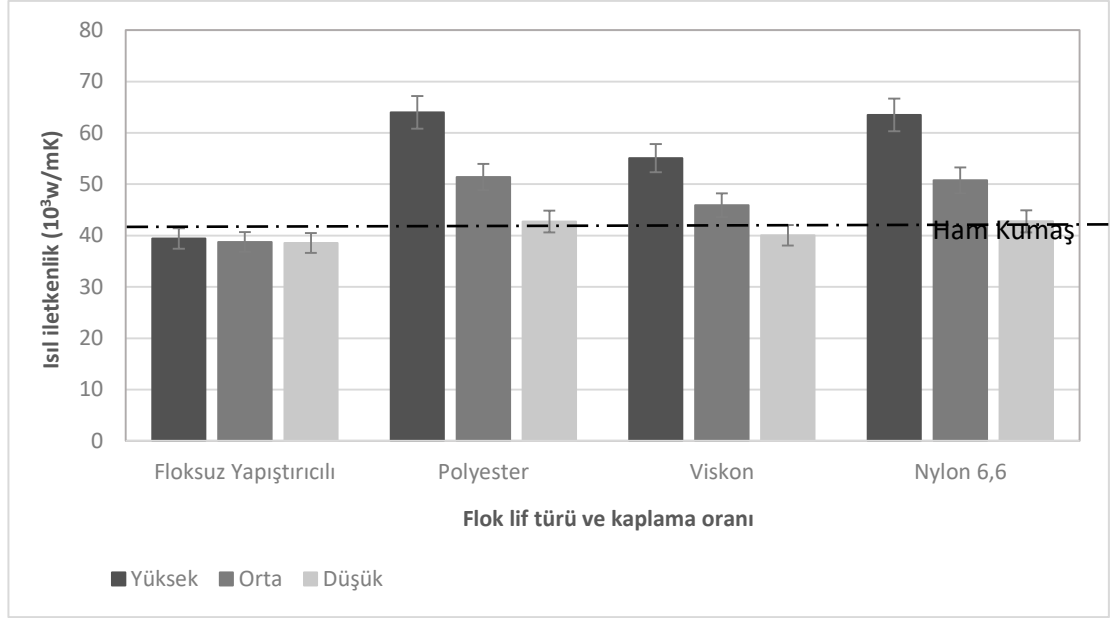
Kaplama oranı	Ölçüm				
	Sayısı	1	2	3	4
Düşük	40		41,0750		
Orta	40			46,8775	
Yüksek	40				55,2875
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

(a), (b), (c) ve (d) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif tipinin ısı iletkenlik ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Kaplama oranının ise ısı iletkenlik üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm sonuç grafik gösterimi ise Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçları incelendiğinde ham kumaş ile floksuz yapıştırıcı numuneler arasında ısı iletkenlik değerinde bir değişiklik olmadığı görülmüş, ancak flok liflerinin ısı iletkenlik üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Farklı flok lif türleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik değerleri ham kumaşa göre daha yüksektir. Polyester ve Nylon 6,6 flok lifleri en yüksek değeri göstermektedir.

Kaplama oranının etkisine bakıldığında kaplama yoğunluğu arttıkça ısı iletkenlik değeri artmıştır. Çünkü gözeneklilik kumaşların ısı iletkenlik özelliğini etkilemektedir. Literatürde Li ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptığı çalışmayla sonucun benzer olduğu görülmüştür. Aynı zaman kaplama oranının artmasıyla flok yoğunluğu artmaktadır. Yoğunluk ise ısı iletkenliği arttıran bir parametredir.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı soğurganlık istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısıl soğurganlık istatistiksel farklılıklarının gösterimi

Flok lif türü	Ölçüm sayısı	Ölçüm			
		a	b	c	d
Viskon-1,7dtex-0,6mm	30	104,1700			
Polyester-1,7dtex-0,6mm	30	104,9667			
Nylon6,6-1,7dtex-0,5mm	30		124,5800		
Ham Kumaş	10			186,2000	
Floksuz Yapıştırıcı	30				208,9667
Sig.		,560	1,000	1,000	1,000

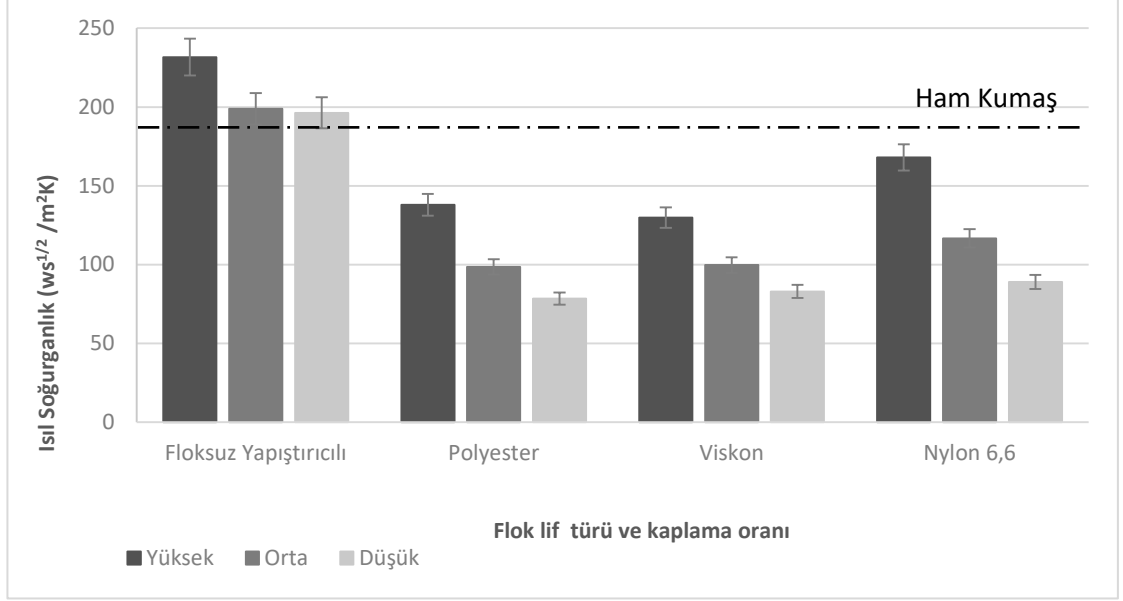
Kaplama oranı	Ölçüm Sayısı	Ölçüm			
		1	2	3	4
Düşük	40	112,3275			
Orta	40		136,6600		
Yüksek	40			158,0250	
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

(a), (b), (c) ve (d) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif tipinin ısıl soğurganlık ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Kaplama oranının ise ısıl soğurganlık üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısıl iletkenlik ölçüm değerleri ise Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı flok lif ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin ısı soğurganlık ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarına bakıldığında flok lifleri ısı soğurganlığı düşüren bir etkiye sahiptir. Ham kumaş ile yapıştırıcı numuneler karşılaştırıldığında ısı soğurganlığın arttığı görülmüştür. Ancak yüzey flok lifleri ile kaplandığında ısı soğurganlığın ciddi bir oranda düştüğü görülmüştür. Böylece flok kaplı numuneler kişiyi daha sıcak hissettirecektir. Bunun sebebinin flok kaplı numunelerin yüzeylerinin yumuşak ve tüylü gibi olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Çünkü literatürde belirtildiği gibi yapının tüylü olması ısı soğurganlığı düşürmektedir. Flok lif türleri karşılaştırıldığında en yüksek ısı soğurganlık değerine Nylon 6,6 flok lifi, en düşük değere ise viskon flok lifi sahiptir.

Kaplama oranının etkisi incelendiğinde kaplama yoğunluğunun ısı soğurganlık üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Kaplama oranı arttıkça ısı soğurganlık değeri artmıştır. Çünkü yüzey gözenekliliği arttıkça ısı soğurganlık azalmaktadır.

Farklı flok lif ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı direnç istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı direnç istatistiksel farklılıklarının gösterimi

Flok lif türü	Ölçüm	a	b
	sayısı		
Floksuz yapıştırıcı	30	7,0133	
Ham kumaş	10	7,1100	
Polyester-1,7dtex-0,6mm	30	16,3433	16,3433
Viskon-1,7dtex-0,6mm	30	16,3833	16,3833
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	30		19,5533
Sig.		,060	,661

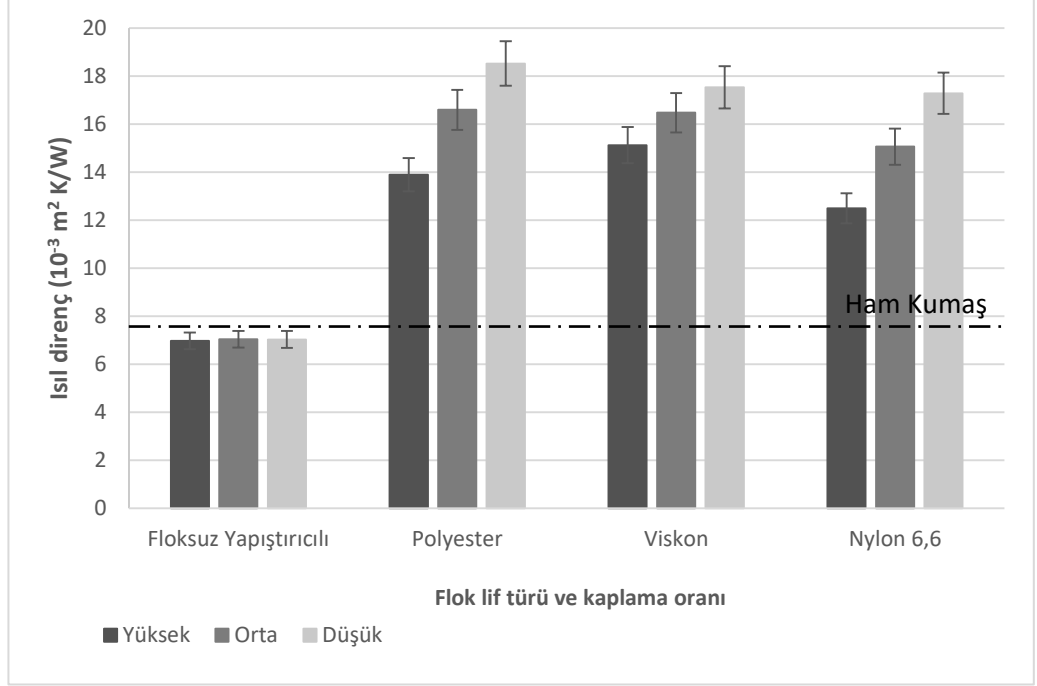
Kaplama oranı	Ölçüm	1	2
	Sayısı		
Yüksek	40	12,1400	12,1400
Düşük	40	15,1000	15,1000
Orta	40		17,2300
Sig.		,070	,333

(a) ve (b) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif tipinin ısı direnç ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Kaplama oranının ise ısı direnç üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm değerleri ise Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin ısı direnç ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında ısı direnç üzerine flok lifinin etkisi olduğu görülmüştür. Çünkü ham ve floksuz yapıştırıcılı numuneler benzer değerler verirken flok kaplı numunelerde daha yüksek ısı direnç özelliği görülmüştür. Flok lif türleri arasında fark ısı direnci fazla oranda etkilememiştir. Ancak kaplama oranı ısı iletkenliği ciddi oranda etkilenmiştir. Gözeneklilik oranı düşük olan numunelerde ısı direnç artmıştır. Çünkü gözenekler içine hava dolmaktadır ve havanın ısı iletkenlik katsayısı düşük olduğundan yapıya yalıtkanlık özelliği katmaktadır. Bundan dolayı gözeneklilik arttıkça ısı direnç artmaktadır.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin kalınlık istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif tipinin kalınlık sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Kaplama oranının ise kalınlık üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Çizelge 4.12. Farklı flok lifi türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin kalınlık istatistiksel farklılıklarının gösterimi

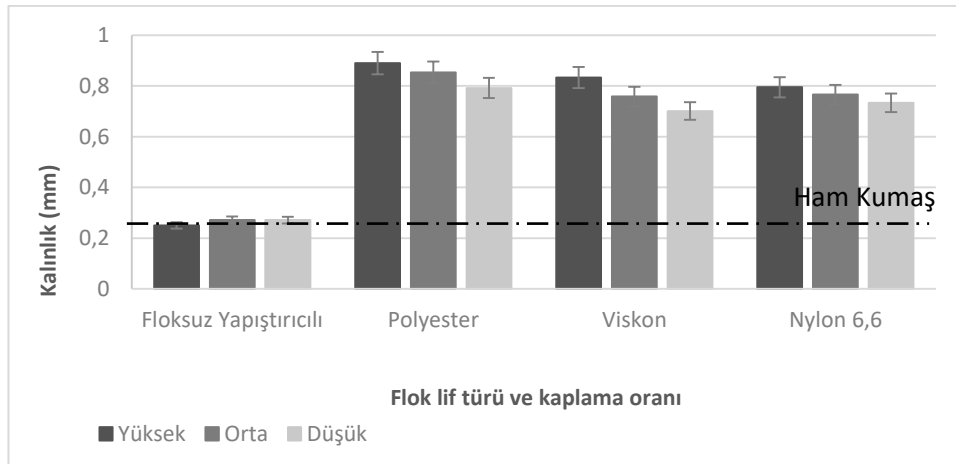
Flok lif türü	Ölçüm			
	sayısı	a	b	c
Ham kumaş	10	,2510		
Floksuz yapıştırıcılı	30	,2643		
Viskon-1,7dtex-0,6mm	30		,7640	
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	30		,7647	
Polyester-1,7dtex-0,6mm	30			,8450
Sig.		,091	,932	1,000

Kaplama oranı	Ölçüm Sayısı	Ölçüm			
		1	2	3	4
Düşük	40		,6245		
Orta	40			,6567	
Yüksek	40				,6973
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri ise Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri

Deney çalışmaları öncesi flok kaplamının kalınlığı arttırıcı bir etkisinin olacağı düşünülmüştür ve yapılan ölçüm sonuçlarında bu düşünce doğrulanmıştır. Kalınlık flok lif uzunluğu ile alakalıdır. Bundan dolayı flok lif uzunluğu değişmediği sürece kalınlıkla görülür bir değişim olmayacaktır. Ölçüm sonuçlarına bakıldığında da çok farklı sonuçlar çıkmamıştır. Ancak lifler homojen kesilmediği için az miktarda farklılıklar oluşmuştur ve bundan dolayı kalınlık farklılıkları gözlemlenmiştir.

Kaplama oranı çok fazla olmasada kalınlık üzerine etkisi olmuştur. Kaplama oranı arttıkça kalınlık artmaktadır.

4.2.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Türü ve Kaplama Oranının Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi

Hava geçirgenliğinin incelendiği bu bölümde farklı flok ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır. Flok lif tipinin ve kaplama oranının etkisinin incelenmesi için uzunluk ve incelikteki birbirine yakın polyester, viskon ve Nylon 6,6 flok liflerinin hava geçirgenlik sonuçları istatistiksel analiz programında incelenmiştir. Çizelge 4.13'te karşılaştırılan flok lif türlerinin ölçüm sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Numune Adı	Hava Geçirgenliği 1000 Pa, 25 cm², 1/m²/s
Ham Kumaş	3552
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	897
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	2687
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	3257
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (4D1B)	813
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (1D1B)	2435
Polyester-1,7dtex-0,6 mm (1D4B)	3162
Viskon-1,7dtex-0,6 mm (4D1B)	762
Viskon -1,7dtex-0,6 mm (1D1B)	2538

Çizelge 4.13. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları (Devamı)

Viskon -1,7dtex-0,6 mm (1D4B)	3257
Nylon-1,7dtex-0,5 mm (4D1B)	751
Nylon-1,7dtex-0,5 mm (1D1B)	2452
Nylon-1,7dtex-0,5 mm (1D4B)	3212

Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel ölçümleri yapılmış ve istatistiksel ölçüm sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel ölçüm (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Bağımsız Değişken	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	Sig.
Flok lif türü	245226,819	3	81742,273	7,360	,000
Kaplama oranı	74278679,861	2	37139339,931	3343,936	,000
Flok lif türü * Kaplama oranı	110564,472	6	18427,412	1,659	,145

Farklı flok lifi türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı flok lif türü ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz farklılıklarının gösterimi

Flok lif türü	Ölçüm sayısı	a	b	c
Polyester-1,7dtex-0,6mm	18	2136,4444		
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	18	2138,1111		
Viskon-1,7dtex-0,6mm	18	2185,5000		
Floksuz yapıştırıcılı	18		2280,2222	
Ham kumaş	6			3551,6667
Sig.		,469	1,000	1,000

Çizelge 4.15. Farklı flok lifi ve kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz farklılıklarının gösterimi (Devamı)

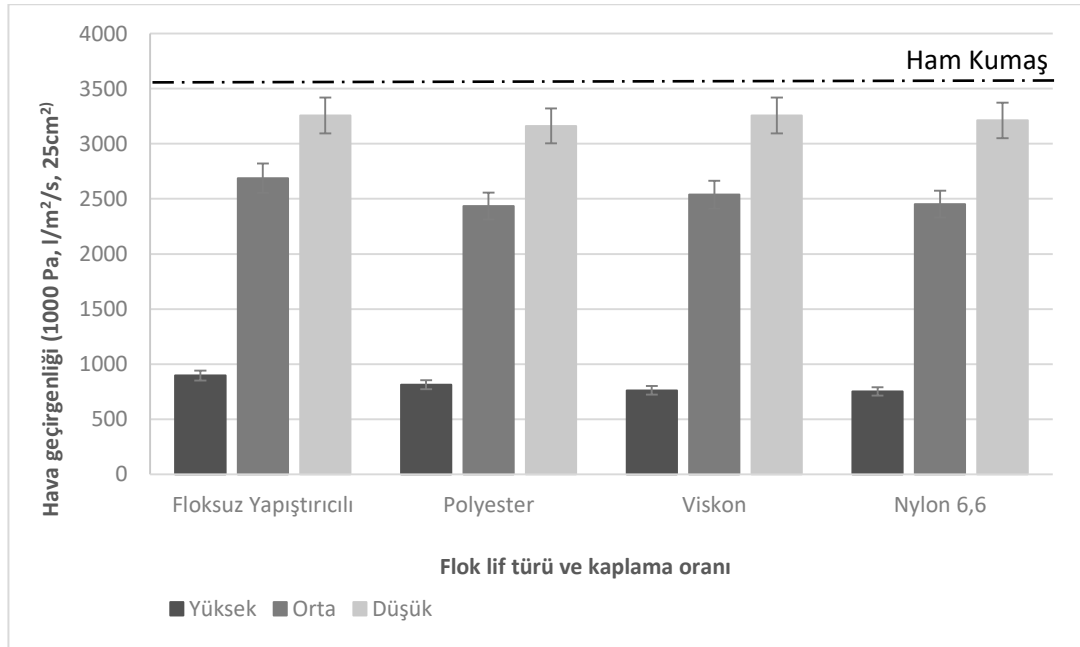
Kaplama oranı	Ölçüm sayısı	a	b	c
Yüksek	24	805,6250		
Orta	24		2527,9167	
Düşük	24			3221,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000

(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif tipinin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Kaplama oranının hava geçirgenliği üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri ise Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı flok lif türü ve kaplama oranına göre kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri

Flok kaplama yönteminin hava geçirgenliği üzerine etkisi incelendiğinde flok kaplama yönteminin hava geçirgenliği üzerinde azaltıcı bir etkisi olduğu görülmüştür. Ham kumaş, floksuz yapıştırıcı sonrası flok kaplı numunelerin ölçüm sonuçlarını değerlendirdiğimizde hava geçirgenliğini etkileyen parametrenin yapıştırıcı olduğu görülmektedir. Çünkü yapıştırıcı uygulandıktan sonra hava geçirgenliği değeri ciddi bir şekilde düşmüştür. Ancak flok lifi ile kaplandıktan sonra değerler floksuz yapıştırıcı numunelere yakın olmuştur. Flok lifinin hava geçirgenliği üzerinde az da olsa etkisi bulunmuştur ancak asıl etkisi olan parametre yapıştırıcıdır. Flok lif türleri arasında karşılaştırma yapıldığında en yüksek sonuç polyester, en düşük sonuç Nylon 6,6'da görülmüştür. Ancak flok lifleri arasında görülür bir değişik gözlemlenmemiştir.

Kaplama oranı hava geçirgenliği üzerinde etkisi incelendiğinde ise kaplama oranının etkisinin olduğu görülmüştür. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü kaplama oranı yüzeydeki gözeneklilik oranını etkilemektedir. Literatürde de belirtildiği gibi hava geçirgenliğini etkileyen en önemli parametrelerden biri gözenekliliktir. Bundan dolayı gözeneklilik arttıkça hava geçirgenliği artmıştır. Gözenekliliğin en yüksek olduğu şablon türü kaplama oranı en düşük olan 1D4B kaplama oranına aittir. Kaplama oranı en yüksek olan şablon türünde ise en düşük gözeneklilik oranı bulunmaktadır. Böylece hava geçirgenliği değerinin en yüksek olduğu şablon türü en düşük kaplama oranına sahip şablonda gözlemlenmiştir. Hatta düşük yoğunluk oranı ile üretilen flok kaplı numunelerin hava geçirgenliği değeri ham kumaşa çok yakın olarak bulunmuştur.

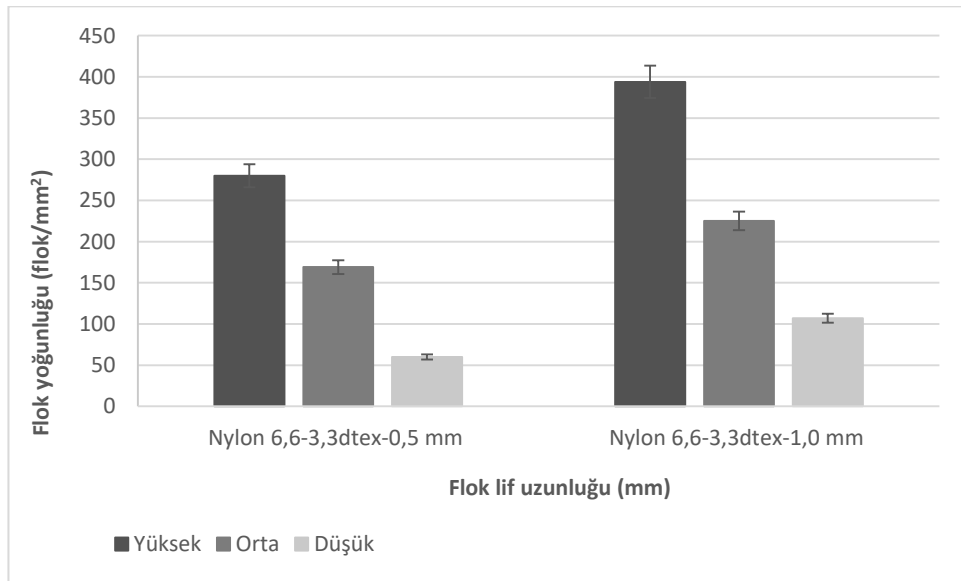
4.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Uzunluğunun Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi

Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçlarına etkisi bu bölümde incelenmiştir. Uzunluğun etkisinin incelenmesi için 3,3, dtex-1mm Nylon 6,6 ve 3,3 dtex 0,5 mm Nylon 6,6 flok liflerinin numunelerinin ölçüm sonuçları incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları

Numune Adı	Gramaj (g/m ²)	Flok yoğunluğu (flok/mm ²)
Ham Kumaş	104	-
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	148	-
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	120	-
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	112	-
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0 mm (4D1B)	240,1	280
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0 mm (1D1B)	176,1	169
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0 mm (1D4B)	131,7	60
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (4D1B)	212,6	394
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D1B)	157,3	225
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D4B)	129,6	107

Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğunun değişimi Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu değişimi

Yapılan ölçüm sonuçlarında uzunluk daha fazla olan flok lifi ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğunun daha yüksek olduğu görülmüştür.

Flok yoğunluğu incelenen farklı uzunluktaki flok liflerinin su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir.

4.3.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Uzunluğunun Su Buharı Geçirgenliği Üzerine Etkisi

Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarına etkisi bu bölümde incelenmiştir. Uzunluğun etkisinin incelenmesi için 3,3, dtex-1mm Nylon 6,6 ve 3,3 dtex 0,5 mm Nylon 6,6 flok liflerinin numunelerinin ölçüm sonuçları incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları

Numune Adı	PERMETEST SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ	
	Bağıl su buharı geçirgenliği (% p)	Su buharı direnci (m ² Pa/W)
Ham Kumaş	82,5	1,8
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	48,3	11,6
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	75,7	3,4
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	74,8	3,6
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0 mm (4D1B)	36,7	10,3
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0 mm (1D1B)	56,8	7,9
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0 mm (1D4B)	61,5	6,6
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (4D1B)	36,8	10,0
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D1B)	61,4	3,7
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D4B)	65,4	2,9

Farklı uzunluktaki flok lifleri kaplanmış numunelerin flok lif uzunluğun su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci test sonucuna etkisinin istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı uzunluktaki flok lifleri kaplanmış numunelerin flok lif uzunluğun bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci test sonucuna etkisinin istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Bağımsız Değişken	Tip III Kareler		Ortalama Kare	F	Sig.
		Toplamı	df			
Flok lif uzunluğu	Bağıl su buharı geçirgenliği	1776,647	2	888,324	348,909	,000
	Su buharı direnci	57,483	2	28,742	53,884	,000
Kaplama oranı	Bağıl su buharı geçirgenliği	6474,662	2	3237,331	1271,536	,000
	Su buharı direnci	352,632	2	176,316	330,552	,000
Flok lif uzunluğu * kaplama oranı	Bağıl su buharı geçirgenliği	64,649	4	16,162	6,348	,000
	Su buharı direnci	45,636	4	11,409	21,389	,000

Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

Bağıl Su buharı geçirgenliği				
Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	a	b	c
PES-1,7dtex-0,6mm	18	56,1556		
Nylon 6-1,7dtex-0,5mm	18	57,1389		
Viskon-1,7dtex-0,6mm	18	57,3611		
Floksuz yapıştırıcılı	18		66,2444	
Ham kumaş	6			82,6500
Sig.		,392	1,000	1,000

Çizelge 4.19. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi (Devamı)

Kaplama oranı	Ölçüm sayısı	1	2	3
Yüksek	24	42,4417		
Orta	24		66,0167	
Düşük	24			69,2167
Sig.		1,000	1,000	1,000

Su buharı direnci

Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	a	b	c
Ham kumaş	6	1,7833		
Floksuz yapıştırıcı	18		6,2111	
Viskon-1,7dtex-0,6mm	18			7,7111
PES-1,7dtex-0,6mm	18			8,0722
Nylon 6-1,7dtex-0,5mm	18			8,5500
Sig.		1,000	1,000	,070

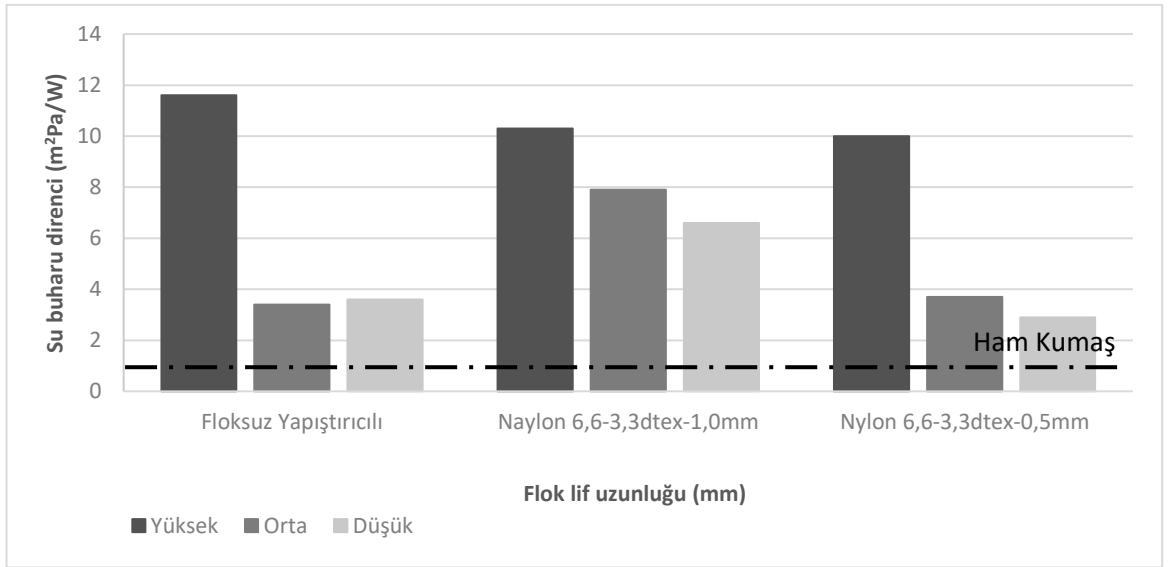
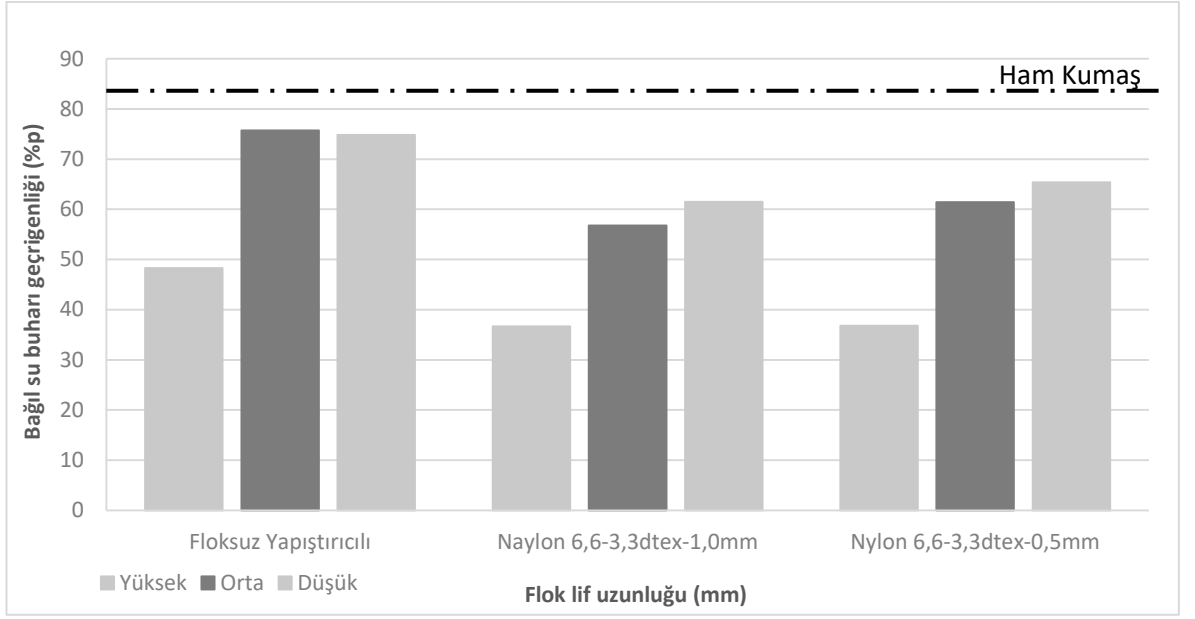
Kaplama oranı	Ölçüm sayısı	a	b
Düşük	24	4,3833	
Orta	24	5,0917	
Yüksek	24		13,4333
Sig.		,053	1,000

(a), (b), (c) ve (d) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif uzunluğunun bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür.

Farklı flok lif uzunluğundaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri ise Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Farklı uzunluktaki flock lifleri ile kaplanmış numunelerin bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında bütün flock kaplı numunelerin su buharı geçirgenliği ham kumaştan düşük çıkmıştır. Farklı flock lif uzunluğundaki numunelerin karşılaştırması yapıldığında su buharı geçirgenliğinde belirgin bir fark görülmemiştir. Ancak su buharı direncinde düşük oranlı kaplama yapılan numunelerde uzun olan flock lifi ile kaplanan numunenin su buharı direnci arttığı görülmüştür. Bunun nedeninin lif uzunluğu arttıkça

kalınlığın artmasından dolayı su buharı direncinin artmasına sebep olması düşünölmektedir.

4.3.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif Uzunluğunun Termal Konfor Üzerine Etkisi

Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarına etkisi bu bölümde incelenmiştir. Uzunluğun etkisinin incelenmesi için 3,3 dtex-1mm Nylon 6,6 ve 3,3 dtex 0,5 mm Nylon 6,6 flok liflerinin numunelerinin ölçüm sonuçları incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları

	Isıl İletkenlik*10 ³	Isıl Soğurganlık	Isıl Direnç*10 ⁻³	Kalınlık
Numune Adı	λ W/mK	b Ws ^{1/2} /m ² K	R m ² K/W	h mm
Ham Kumaş	35,12	186,20	7,11	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	39,43	231,7	6,97	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	38,76	198,9	7,04	0,272
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	38,56	196,30	7,03	0,271
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (4D1B)	57,09	142,78	13,97	0,80
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D1B)	49,77	111,67	14,73	0,73
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D4B)	42,18	87,93	16,74	0,71
Nylon 6,6-3,3dtex-1 mm (4D1B)	47,67	75,34	23,78	1,13
Nylon 6,6-3,3dtex-1 mm (1D1B)	70,38	140,10	17,59	1,237
Nylon 6,6-3,3dtex-1 mm (1D4B)	58,31	102,07	20,60	1,20

Farklı uzunluk ve incelikteki flok lifleri kaplanmış numunelerin flok lif uzunluğun termal konfor ölçüm sonucuna etkisinin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı uzunluktaki flok lifleri kaplanmış numunelerin flok lif uzunluğunun termal konfor ölçüm sonucuna etkisinin istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Flok lif uzunluğu	Isıl iletkenlik	5395,935	2	2697,968	2152,014	,000
	Isıl soğurganlık	137380,356	2	68690,178	12,460	,000
	Isıl direnç	6432,864	2	3216,432	6,188	,003
	Kalınlık	11,366	2	5,683	60708,302	,000
Kaplama oranı	Isıl iletkenlik	2190,645	2	1095,322	873,676	,000
	Isıl soğurganlık	16489,614	2	8244,807	1,496	,230
	Isıl direnç	1958,092	2	979,046	1,884	,159
	Kalınlık	,057	2	,029	306,601	,000
Flok lif uzunluğu * kaplama oranı	Isıl iletkenlik	1105,400	4	276,350	220,429	,000
	Isıl soğurganlık	16390,223	4	4097,556	,743	,565
	Isıl direnç	3068,212	4	767,053	1,476	,217
	Kalınlık	,029	4	,007	77,362	,000
Hata	Isıl iletkenlik	100,296	80	1,254		
	Isıl soğurganlık	441029,616	80	5512,870		
	Isıl direnç	41580,856	80	519,761		
	Kalınlık	,007	80	9,361E-5		
Total	Isıl iletkenlik	215814,470	90			
	Isıl soğurganlık	2773406,170	90			
	Isıl direnç	76687,040	90			
	Kalınlık	55,925	90			
Düzeltilmiş Toplam	Isıl iletkenlik	10398,691	89			
	Isıl soğurganlık	620910,145	89			
	Isıl direnç	53819,516	89			
	Kalınlık	13,366	89			

Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletken, ısı soğurganlık, ısı direnç ve kalınlık ölçüm sonuçlarının grafikleri ayrı olarak verilmiştir ve ısı iletkenlik ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kapanmış numunelerin ısı iletkenlik istatistiksel farklılıklarının gösterimi

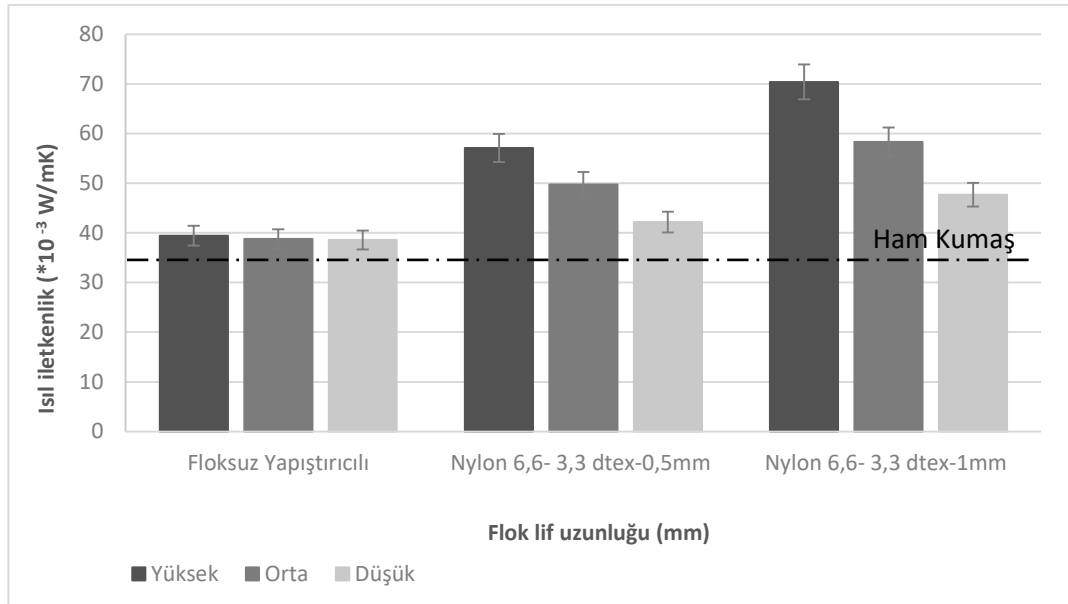
Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Ham kumaş	9	35,1000			
Floksuz yapıştırıcı ılı	27		38,9481		
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27			49,6778	
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0mm	27				58,9222
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

(a), (b), (c) ve (d) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif uzunluğunun ısı iletkenlik ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görölmüştür.

Farklı flok lif uzunluğundaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm değerleri ise Şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında daha uzun flok lifi ile kaplanmış numunenin ısı iletkenlik değeri daha yüksek çıkmıştır. Flok uzunluğunun ısı iletkenlik üzerinde ciddi bir artışa sebep olmuştur. Bunun sebebinin flok yoğunluğu olduğu düşünülmektedir. Çünkü flok yoğunluğunun artmasıyla ısı iletkenlik artmaktadır.

Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı soğurganlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı soğurganlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

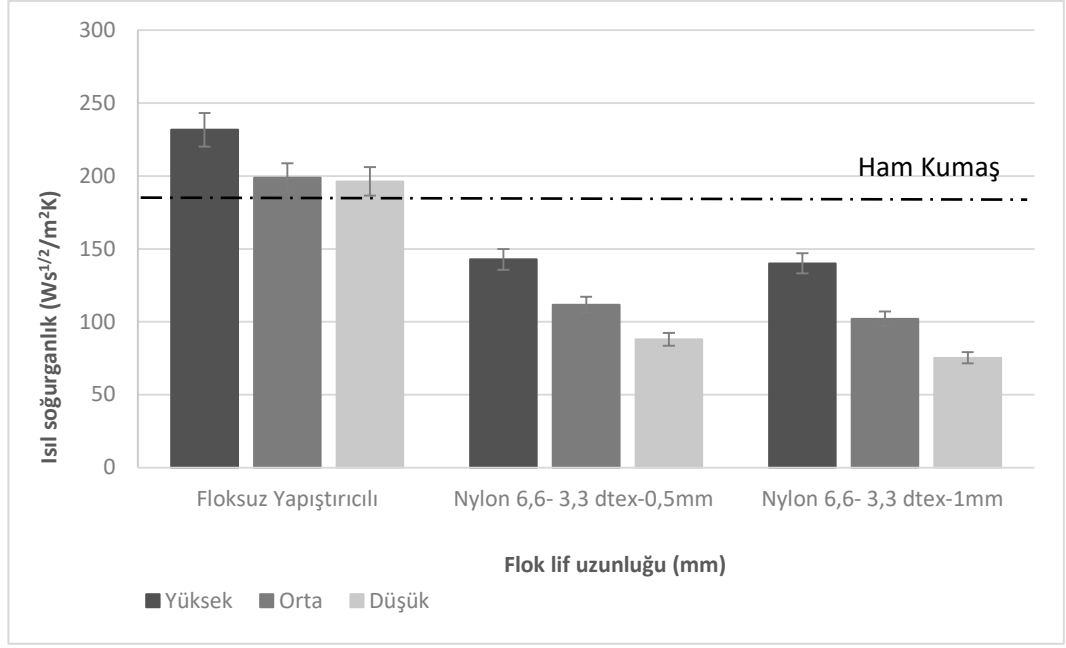
Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	a	b
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27	114,0778	
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0mm	27	130,9037	
Ham kumaş	9		185,6667
Floksuz yapııştırıcı	27		208,6296
Sig.		,499	,356

(a) ve (b) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif uzunluğunun ısı soğurganlık ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür.

Farklı flok lif uzunluğundaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı soğurganlık ölçüm sonuç değerleri ise Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl soğurganlık ölçüm değerleri

Ölçüm sonuçlarına bakıldığında flok lif uzunluğunun ısıl soğurganlık üzerinde görülür bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin ısıl soğurganlığı etkileyen parametrelerin kumaş yumuşaklığı, tüylülüğü ve lif inceliği vs. kumaş özelliklerinden kaynaklı olması düşünülmektedir. Ayrıca ısıl soğurganlık ısıl iletkenlikle doğru orantılıdır. Bu yüzden kaplama oranının etkisi ısıl iletkenlikle aynıdır.

Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl direnç ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.24'te verilmiştir.

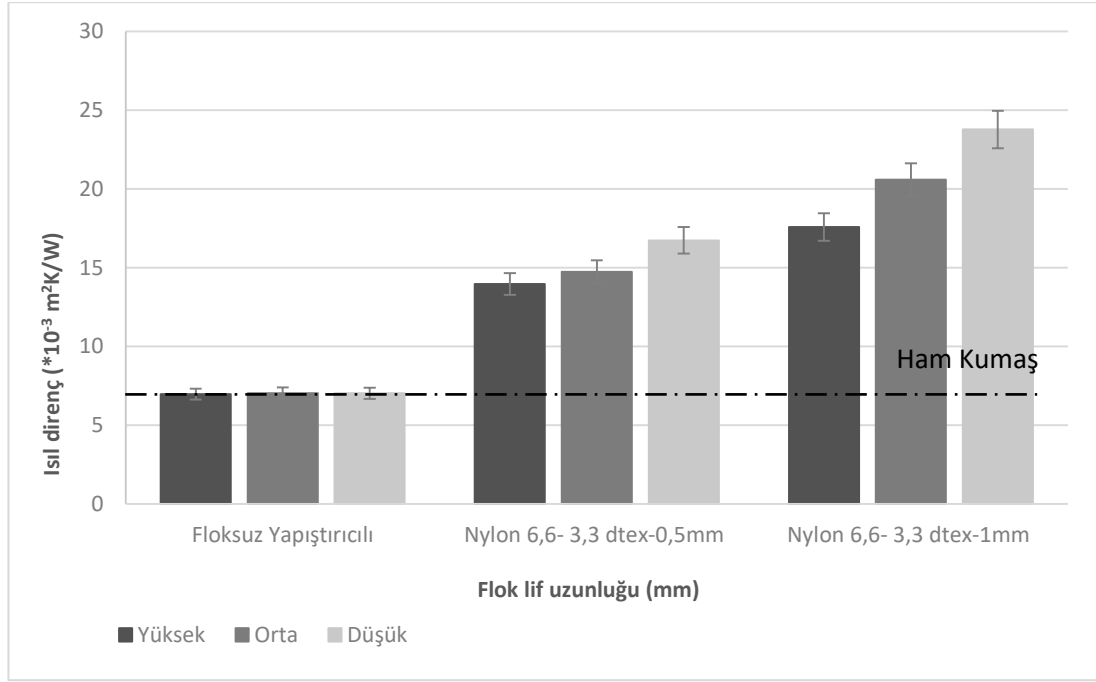
Çizelge 4.24. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl direnç ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	a	b
Floksuz yapıştırıcı	27	7,0037	
Ham Kumaş	9	7,1111	
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27	15,1444	15,1444
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0mm	27		28,6148
Sig.		,535	,080

(a) ve (b) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir. * %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif uzunluğunun ısı direnç ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı flok lif uzunluğundaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı direnç ölçüm değerleri ise Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.15. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı direnç ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında flok lif uzunluğunun artmasıyla ısı direnç değeri artmıştır. Bunun nedeni literatürde de belirttiği gibi lif uzunluğunun artmasıyla yüzey içerisine absorpsiyonlanan hava miktarının artmasıdır. Hava miktarının artmasıyla ısı direnç değeri de artmıştır.

Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

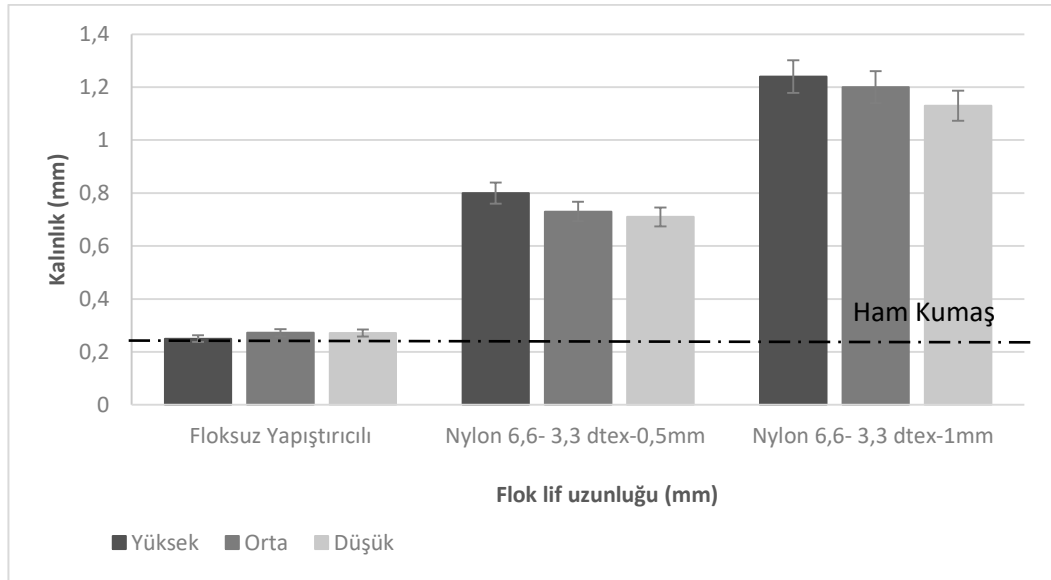
Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Ham kumaş	9	,2511			
Floksuz yapıştırıcılı	27		,2726		
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27			,7459	
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0mm	27				1,1900
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

(a), (b), (c) ve (d) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif uzunluğunun kalınlık ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı flok lif uzunluğundaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri ise Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri

Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm sonuçlarına bakıldığında uzunluğun kalınlık üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Tahmin edildiği gibi uzunluk artmasıyla kalınlık artmıştır.

4.3.3. Flok Kaplı Yüzelerde Flok Lif Uzunluğunun Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi

Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına etkisi bu bölümde incelenmiştir. Uzunluğun etkisinin incelenmesi için 3,3, dtex-1mm Nylon 6,6 ve 3,3 dtex 0,5 mm Nylon 6,6 flok liflerinin numunelerinin ölçüm sonuçları incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı uzunluklarına sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Numune Adı	Hava Geçirgenliği 1000 Pa, 25 cm², 1/m²/s
Ham Kumaş	3552
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	897
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	2687
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	3257
Nylon 6,6-3,3 dtex 0,5 mm (4D1B)	750
Nylon 6,6-3,3 dtex 0,5 mm (1D1B)	2162
Nylon 6,6-3,3 dtex 0,5 mm (1D4B)	3033
Nylon 6,6-3,3 dtex 1 mm (4D1B)	841
Nylon 6,6-3,3 dtex 1 mm (1D1B)	2402
Nylon 6,6-3,3 dtex 1 mm (1D4B)	2965

Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel ölçümleri yapılmış ve istatistiksel ölçüm sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz ölçüm (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Flok uzunluğu	848367,148	2	424183,574	37,364	,000
Kaplama oranı	48323410,037	2	24161705,019	2128,299	,000
Flok uzunluğu * kaplama oranı	326430,963	4	81607,741	7,188	,000

Farklı uzunluktaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

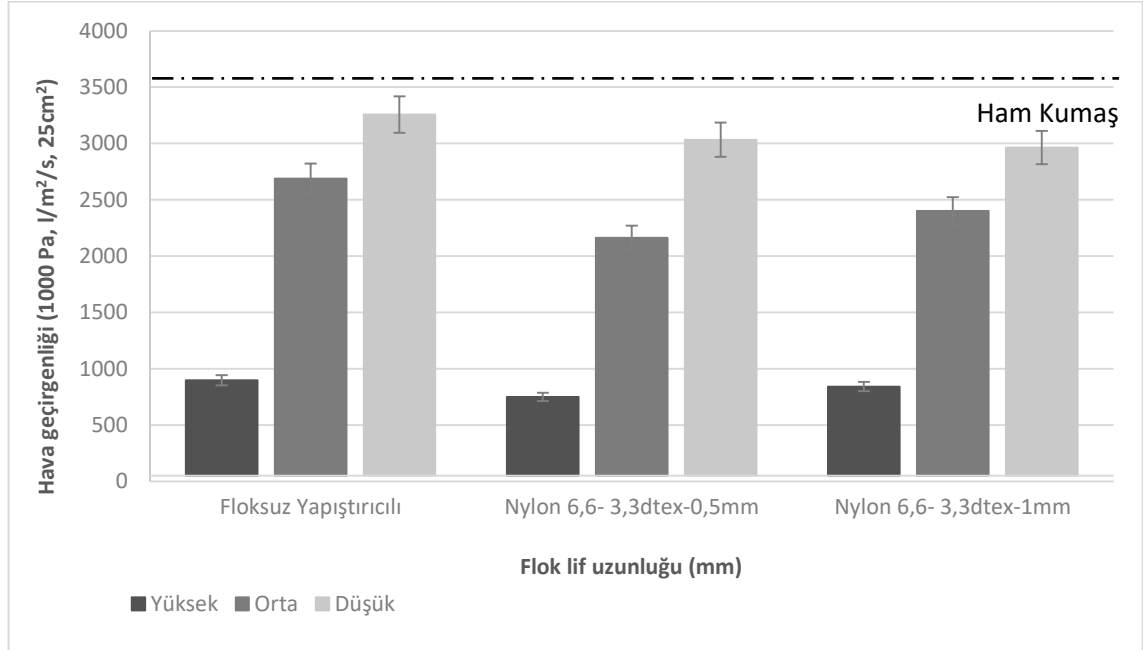
Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	18	1981,5556			
Nylon 6,6-3,3dtex-1,0mm	18		2069,2778		
Floksuz yapıştırıcı	18			2280,2222	
Ham kumaş	6				3551,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Flok lif uzunluğu	Ölçüm sayısı	1	2	3
Yüksek	18	829,3889		
Orta	18		2416,6667	
Düşük	18			3085,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir. * %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif uzunluğunun hava geçirgenliği ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı flok lif uzunluğundaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuç değerleri ise Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında uzunluğun ölçüm sonuçlarında fazla belirgin görülmemektedir. Flok lif uzunluğu arttıkça numune kalınlığı artmaktadır ve literatürde yapılan çalışmalarda kalınlığın artmasıyla hava geçirgenlik değerinin azaldığı belirtilmektedir. Ancak yaptığımız çalışmada bu görülmemiştir. Bunun nedeninin 0,5 mm ile 1 mm uzunluk değerinin birbirine yakın olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

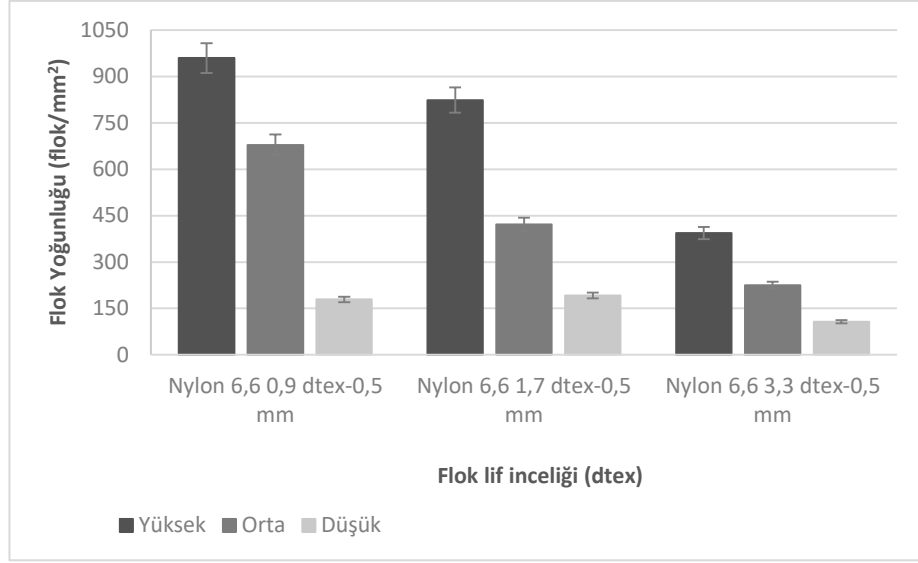
4.4. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi

Farklı incelikteki flok liflerinin gramaj ve flok yoğunluğu üzerine etkisini incelemek için 1,7 dtex-0,5 mm Nylon 6,6, 3,3, dtex-0,5 mm Nylon 6,6 ve 0,9 dtex-0,4 mm Nylon 6,6 flok liflerden üretilmiş numuneler incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları

Numune Adı	Gramaj (g/m ²)	Flok yoğunluğu (flok/mm ²)
Ham Kumaş	104	-
Floksuz yapıştırıcı (4D1B)	148	-
Floksuz yapıştırıcı (1D1B)	120	-
Floksuz yapıştırıcı (1D4B)	112	-
Nylon 6,6 1,7 dtex-0,5 mm (4D1B)	217,6	824
Nylon 6,6 1,7 dtex-0,5 mm (1D1B)	156,1	422
Nylon 6,6 1,7 dtex-0,5 mm (1D4B)	128,3	192
Nylon 6,6 3,3 dtex-0,5 mm (4D1B)	212,6	394
Nylon 6,6 3,3 dtex-0,5 mm (1D1B)	157,3	225
Nylon 6,6 3,3 dtex-0,5 mm (1D4B)	129,6	107
Nylon 6,6 0,9 dtex-0,5 mm (4D1B)	191,7	960
Nylon 6,6 0,9 dtex-0,5 mm (1D1B)	144,6	679
Nylon 6,6 0,9 dtex-0,5 mm (1D4B)	118,4	179

Farklı inceliklerdeki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18.Farklı inceliklerdeki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında flok lif inceliğinin azalmasıyla flok yoğunluğunun arttığı görülmüştür.

Flok yoğunluğu incelenen farklı incelikteki flok liflerinin su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir.

4.4.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Su Buharı Geçirgenliği Üzerine Etkisi

Farklı incelikteki flok liflerinin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci üzerine etkisini incelemek için 1,7 dtex-0,5 mm Nylon 6,6, 3,3, dtex-0,5 mm Nylon 6,6 ve 0,9 dtex-0,4 mm Nylon 6,6 flok liflerden üretilmiş numuneler incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları

Numune Adı	PERMETEST SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ	
	Bağıl su buharı geçirgenliği (% p)	Su buharı direnci (m ² Pa/W)
Ham Kumaş	82,65	1,78

Çizelge 4.30. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları (Devamı)

Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	48,25	11,6
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	75,7	3,38
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	74,78	3,65
Nylon 6,6 1,7 dtex-0,5 mm (4D1B)	38,1	15,6
Nylon 6,6 1,7 dtex-0,5 mm (1D1B)	63,8	5,9
Nylon 6,6 1,7 dtex-0,5 mm (1D4B)	68,9	4,5
Nylon 6,6 3,3 dtex-0,5 mm (4D1B)	36,76	9,98
Nylon 6,6 3,3 dtex-0,5 mm (1D1B)	61,36	3,72
Nylon 6,6 3,3 dtex-0,5 mm (1D4B)	65,36	3,12
Nylon 6,6 0,9 dtex-0,5 mm (4D1B)	38,4	3,06
Nylon 6,6 0,9 dtex-0,5 mm (1D1B)	37,36	9,26
Nylon 6,6 0,9 dtex-0,5 mm (1D4B)	68,86	2,44

Farklı inceliklerdeki flok lifleri kaplanmış numunelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Bağımsız Değişken	Tip III Kareler		Ortalama		Sig.
		Toplamı	df	Kare	F	
Flok lif inceliği	Bağıl su buharı geçirgenliği	1231,655	3	410,552	134,777	,000
	Su buharı direnci	117,393	3	39,131	65,792	,000
Kaplama oranı	Bağıl su buharı geçirgenliği	10303,664	2	5151,832	1691,258	,000
	Su buharı direnci	836,121	2	418,061	702,896	,000
Flok lif inceliği * Kaplama oranı	Bağıl su buharı geçirgenliği	49,074	6	8,179	2,685	,024
	Su buharı direnci	35,555	6	5,926	9,963	,000

Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi grafik Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

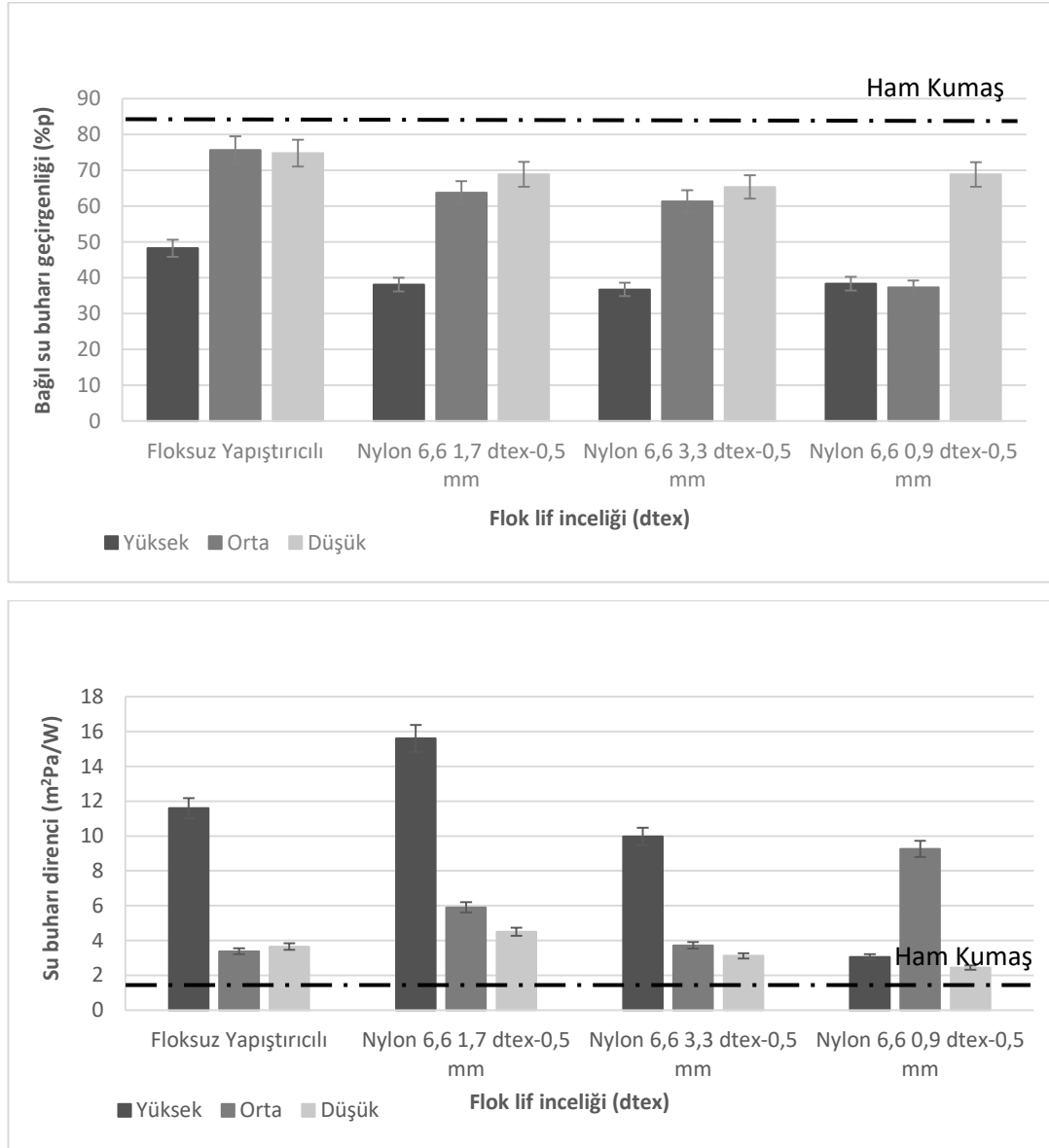
Bağıl su buharı geçirgenliği					
Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	15	54,4933			
Nylon 6,6-0,9dtex-0,4mm	15		56,4333		
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	15		56,9200		
Floksuz yapıştırıcılı	15			66,2000	
Ham Kumaş	5				82,5400
Sig.		1,000	,522	1,000	1,000
Kaplama oranı	Ölçüm sayısı	1	2	3	
Yüksek	20	40,1150			
Orta	20		65,7700		
Düşük	20			69,6500	
Sig.		1,000	1,000	1,000	
Su buharı direnci					
Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Ham kumaş	5	1,7800			
Nylon 6,6-0,9dtex-0,4mm	15		4,9200		
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	15			5,6067	
Floksuz yapıştırıcılı	15			6,2267	
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	15				8,6333
Sig.		1,000	1,000	,068	1,000
Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	a	b	c	
Düşük	20	3,3600			
Orta	20		4,0700		
Yüksek	20			11,6100	
Sig.		1,000	1,000	1,000	

(a), (b), (c) ve (d) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif inceliğinin bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı flok lif inceliğindeki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri ise Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri

Farklı incelikteki flok lifleri kaplanmış numunelerde su buharı geçirgenliğinde flok lif inceliğinin etkisi orta oranlı kaplama sahip numunelerde net şekilde görülmüştür. 3,3 dtex ve 1,7 dtex inceliğindeki flok kaplı numuneler benzer özellik gösterirken 0,9 dtex inceliğindeki flok kaplı numune en düşük su buharı geçirgenliği özelliğine sahiptir.

Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerde su buharı direnci bakıldığında ise su buharı geçirgenliğindeki sonuçların tam tersi sonuçları vermiştir. Bu beklenen bir durumdur. Hatta 0,9 dtex inceliğindeki flok lifinin su buharı direnci ham kumaşa çok yakın bir değer vermiştir.

4.4.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Termal Konfor Üzerine Etkisi

Farklı incelikteki flok liflerinin ısı iletkenlik, ısı soğurganlık, ısı direnç ve kalınlık üzerine etkisini incelemek için 1,7 dtex-0,5 mm Nylon 6,6, 3,3, dtex-0,5 mm Nylon 6,6 ve 0,9 dtex-0,4 mm Nylon 6,6 flok liflerden üretilmiş numuneler incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları

	Isıl İletkenlik*10 ³	Isıl Yayılım*10 ⁶	Isıl Direnç*10 ⁻³	Kalınlık
Numune Adı	λ W/mK	a m ² /s	R m ² K/W	h mm
Ham Kumaş	35,12	186,20	7,11	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	39,43	231,7	6,97	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	38,76	198,9	7,04	0,272
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	38,56	196,30	7,03	0,271
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (4D1B)	63,51	168,00	12,500	0,795
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (1D1B)	50,76	116,70	15,08	0,766
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (1D4B)	42,78	89,04	17,290	0,733
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (4D1B)	57,09	142,78	13,97	0,80

Çizelge 4.33. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları (Devamı)

Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D1B)	49,77	111,67	14,73	0,73
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D4B)	42,18	87,93	16,74	0,71
Nylon 6,6-0,9 dtex-0,4 mm (4D1B)	60,26	160,00	11,41	0,69
Nylon 6,6-0,9 dtex-0,4 mm (1D1B)	48,78	117,11	13,36	0,65
Nylon 6,6-0,9 dtex-0,4 mm (1D4B)	41,02	89,40	15,33	0,62

Farklı inceliklerdeki flok lifleri kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.34’te verilmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı inceliklerdeki flok lifleri kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları

Source	Bağımsız Değişken	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Lif inceliği	ısı iletkenlik	2883,594	3	961,198	1478,815	,000
	ısı soğurganlık	158802,317	3	52934,106	3222,261	,000
	ısı direnç	1185,030	3	395,010	5583,348	,000
	kalınlık	4,431	3	1,477	2507,987	,000
Kaplama oranı	ısı iletkenlik	3611,312	2	1805,656	2778,024	,000
	ısı soğurganlık	66996,682	2	33498,341	2039,147	,000
	ısı direnç	151,127	2	75,564	1068,069	,000
	kalınlık	,042	2	,021	35,759	,000
Lif inceliği * kaplama oranı	ısı iletkenlik	1163,461	6	193,910	298,333	,000
	ısı soğurganlık	5392,657	6	898,776	54,711	,000
	ısı direnç	59,636	6	9,939	140,491	,000
	kalınlık	,036	6	,006	10,288	,000
Hata	ısı iletkenlik	67,598	104	,650		
	ısı soğurganlık	1708,473	104	16,428		
	ısı direnç	7,358	104	,071		
	kalınlık	,061	104	,001		

Çizelge 4.34. Farklı inceliklerdeki flok lifleri kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları (Devamı)

Toplam	ısı iletkenlik	264240,190	117			
	Isıl soğurganlık	2736737,160	117			
	ısı direnç	19072,450	117			
	kalınlık	44,887	117			
Düzeltilmiş	ısı iletkenlik	9038,699	116			
Toplam	Isı soğurganlık	248368,409	116			
	ısı direnç	1655,730	116			
	kalınlık	5,621	116			

Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıkların gösterimi Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık istatistiksel farklılıkların gösterimi

Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	Isıl iletkenlik			
		a	b	c	d
Ham Kumaş	9	35,1000			
Floksuz Yapıştırıcı	27		38,9148		
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27			49,6778	
Nylon 6,6-0,9dtex-0,4mm	27			49,7519	
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	27				52,3370
Sig.		1,000	1,000	,776	1,000

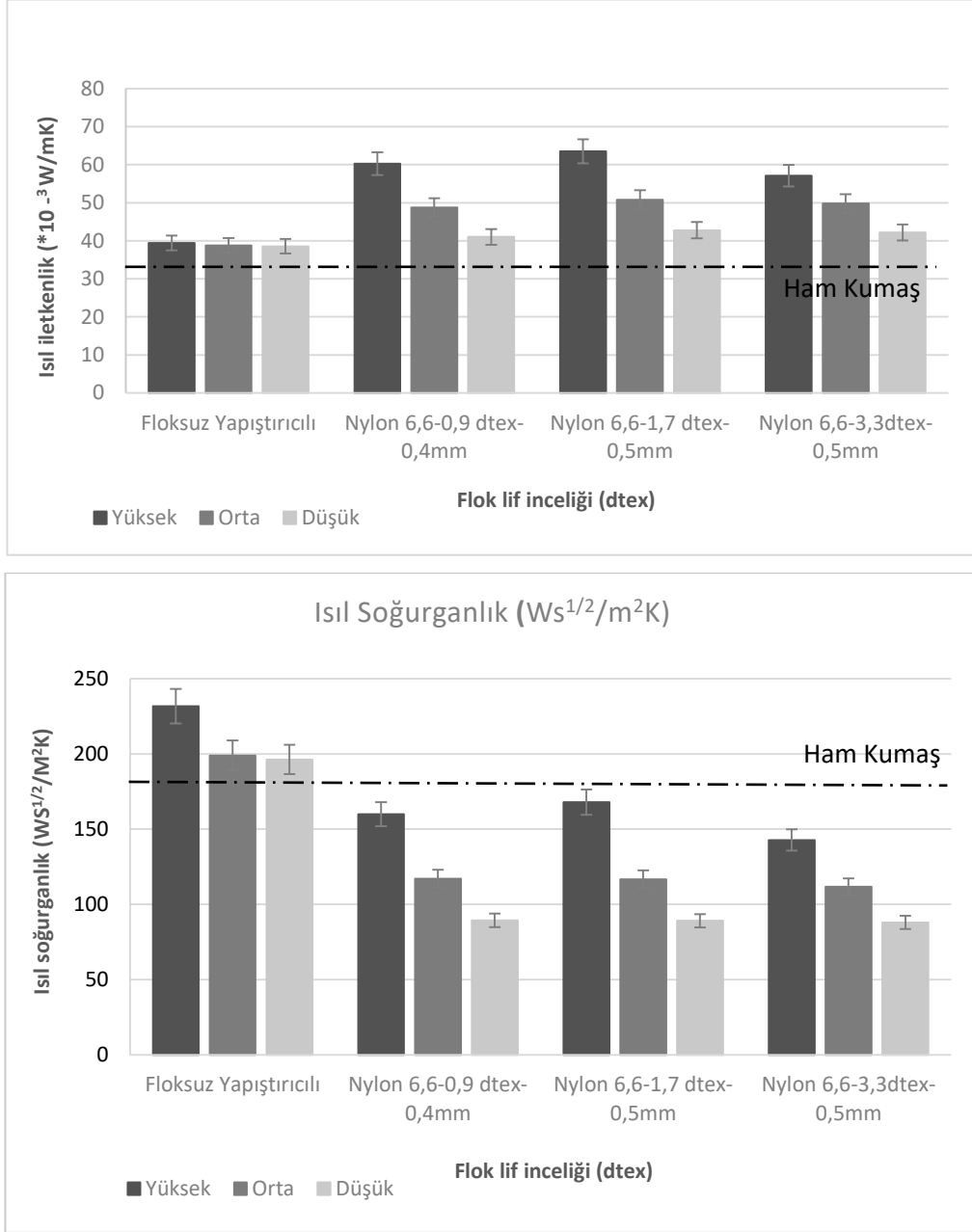
Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	Isıl soğurganlık				
		a	b	c	d	e
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27	114,0778				
Nylon 6,6-0,9dtex-0,4mm	27		122,1704			
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	27			125,2630		
Ham Kumaş	9				185,6667	
Floksuz Yapıştırıcı	27					208,5556
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(a), (b), (c), (d) ve (e) SNK testine göre istatistiksel farklılıklarını göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif inceliğinin ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı flok lif inceliğindeki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ve ısı ıoğurganlık ölçüm sonuç grafik gösterimi ise Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ve ısı ıoğurganlık ölçüm değeri

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda farklı inceliklere sahip flok liflerinden üretilmiş flok kaplı numunelerde flok lif inceliğinin etkisi görülmüştür. Sadece 0,9 dtex ve 1,7 dtex flok lifleri ile üretilmiş numunelerin arasında ufak bir artış görülmüştür.

Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı direnç ve kalınlık ölçüm sonuç grafikleri verilen numunelerin istatistiksel farklılıkların gösterimi Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı direnç ve kalınlık ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıkların gösterimi

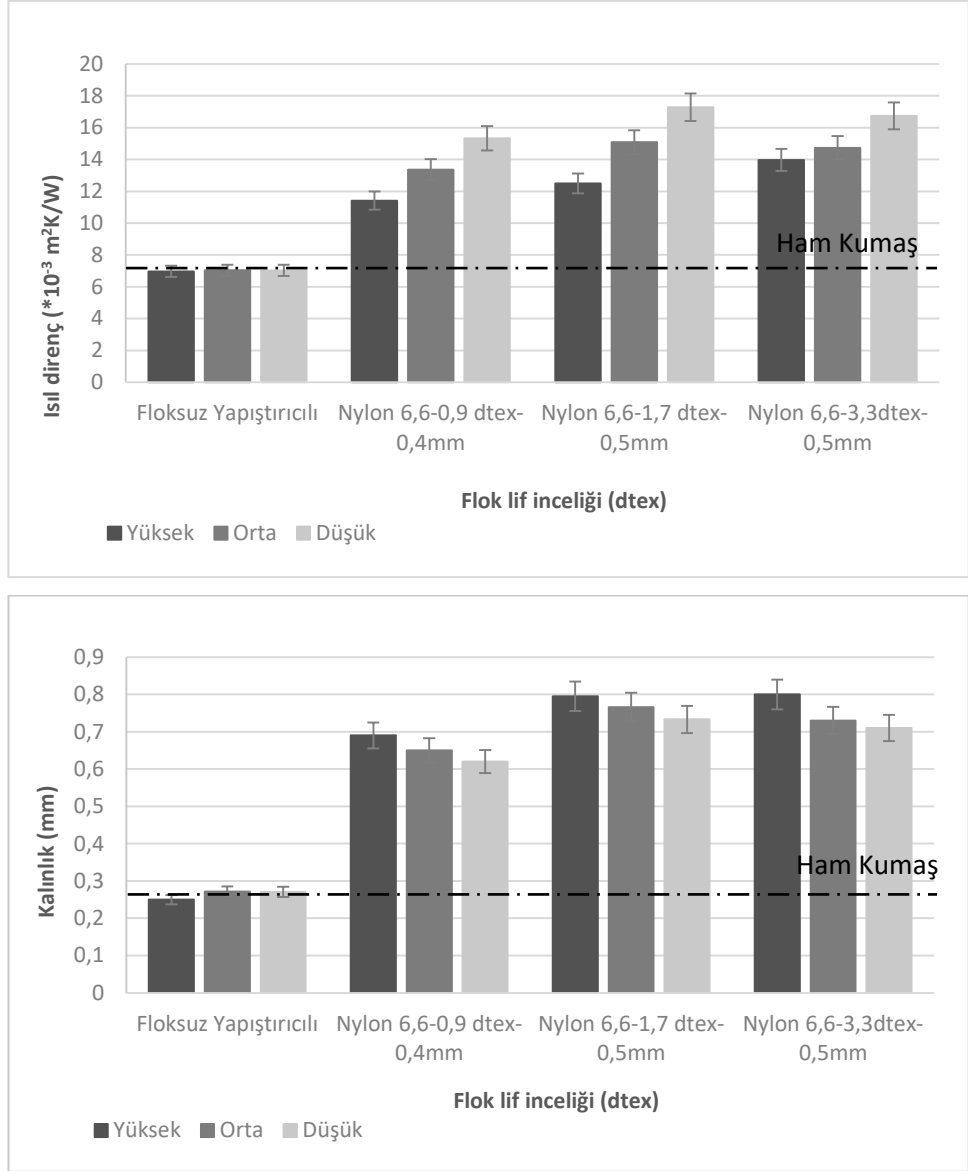
Isıl direnç					
Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Floksuz yapıştırıcı	27	7,0148			
Ham kumaş	9	7,1111			
Nylon 6,6-0,9dtex-0,4mm	27		13,3667		
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	27			14,9741	
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27				15,1444
Sig.		,264	1,000	1,000	1,000

Kalınlık					
Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Ham Kumaş	9	,2511			
Yapıştırıcı	27	,2637			
Nylon 6,6-0,9dtex-0,4mm	27		,6522		
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	27			,7459	
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	27				,7648
Sig.		,110	1,000	1,000	1,000

(a), (b), (c), (d) ve (e)) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Farklı flok lif inceliğindeki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı direnç ve kalınlık ölçüm değerleri ise Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21. Farklı incelikteki flock lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı direnç ve kalınlık ölçüm değerleri

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda flock lif inceliğinin ısı direnç değeri üzerinde etkisi bulunmaktadır. Flock lif kalınlığı arttıkça ısı direnç artmaktadır.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda flock lif inceliğinin kalınlık üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. En yüksek kalınlık değeri 3,3 dtex ile 1,7 dtex inceliğe sahip numunelerde ölçülürken 0,9 dtex inceliğe sahip numunenin kalınlık değeri diğer numunelere göre biraz daha düşüktür.

4.4.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Flok Lif İnceliğinin Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi

Farklı incelikteki flok liflerinin hava geçirgenliği üzerine etkisini incelemek için 1,7 dtex-0,5 mm Nylon 6,6, 3,3, dtex-0,5 mm Nylon 6,6 ve 0,9 dtex-0,4 mm Nylon 6,6 flok liflerden üretilmiş numuneler incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı incelikteki flok lifler ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Numune Adı	Hava Geçirgenliği 1000 Pa, 25 cm ² , 1/m ² /s
Ham Kumaş	3552
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	897
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	2687
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	3257
Nylon 6,6-0,9 dtex-0,4 mm (4D1B)	769
Nylon 6,6-0,9 dtex-0,4 mm (1D1B)	2128
Nylon 6,6-0,9 dtex-0,4 mm (1D4B)	3164
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (4D1B)	751
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (1D1B)	2452
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5 mm (1D4B)	3212
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (4D1B)	750
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D1B)	2162
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5 mm (1D4B)	3033

Farklı inceliklerdeki flok lifleri kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları

Faktör	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Flok lif inceliği	967507,182	3	322502,394	42,963	,000

Çizelge 4.38. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz (ANOVA ve SNK) sonuçları (Devamı)

Kaplama oranı	68651719,852	2	34325859,926	4572,774	,000
Flok lif inceliği * kaplama oranı	523543,181	6	87257,197	11,624	,000

Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının istatistiksel farklılıklarının gösterimi

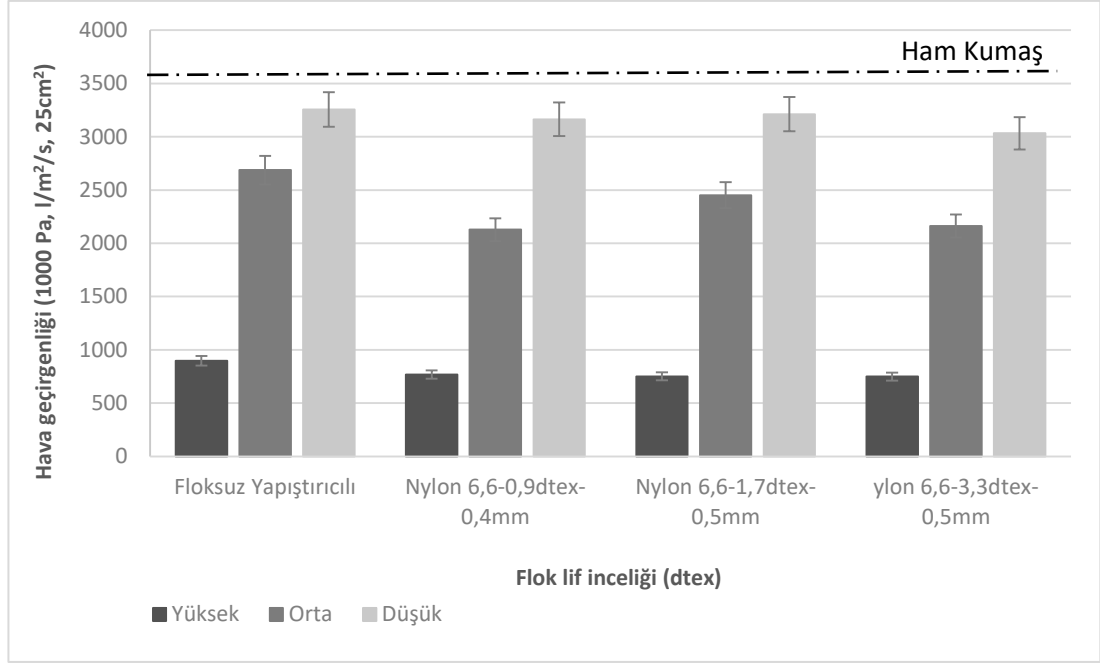
Flok lif inceliği	Ölçüm sayısı	a	b	c	d
Nylon 6,6-0,9dtex-0,4mm	17	1953,0588			
Nylon 6,6-3,3dtex-0,5mm	18	1981,5556			
Nylon 6,6-1,7dtex-0,5mm	18		2138,1111		
Floksuz yapıştırıcı	18			2280,2222	
Ham kumaş	6				3551,6667
Sig.		,409	1,000	1,000	1,000

(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

* %5 anlamlılık seviyesi

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında flok lif inceliğinin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı flok lif inceliğindeki flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ve ısı ısoğurganlık ölçüm değerleri ise Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Farklı incelikteki flock lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarından flock lif inceliğinin hava geçirgenliği üzerinde etkisi az görülmüştür. Değerler birbirine çok yakın çıkmıştır.

4.5. Flock Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flock Liflerinin Konfor Parametreleri Üzerine Etkisi

Bu bölümde 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flock lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flock yoğunluğu ölçüm sonuçları verilmiştir. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flock lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flock yoğunluğu ölçüm sonuçları Çizelge 4.40'ta verilmiştir.

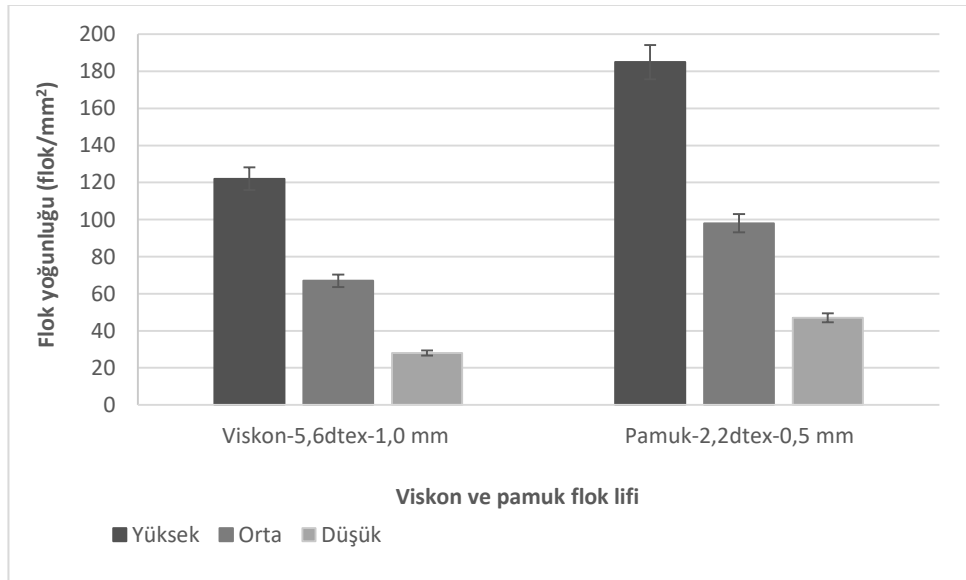
Çizelge 4.40. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flock lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flock yoğunluğu ölçüm sonuçları

Numune Adı	Gramaj (g/m ²)	Flock yoğunluğu (flok/mm ²)
Ham Kumaş	104	-
Floksuz yapıştırıcı (4D1B)	148	-

Çizelge 4.40. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu ölçüm sonuçları (Devamı)

Floksuz yapıştırıcı (1D1B)	120	-
Floksuz yapıştırıcı (1D4B)	112	-
Viskon-5,6dtex-1,0 mm (4D1B)	216,5	122
Viskon-5,6dtex-1,0 mm (1D1B)	159,0	67
Viskon-5,6dtex-1,0 mm (1B4D)	127,9	28
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (4D1B)	168,3	185
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D4B)	130,8	98
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D4B)	117,7	47

2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu ölçüm değerleri Şekil 4.23'te verilmiştir.



Şekil 4.23. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin flok yoğunluğu ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında her bir flok lifi kendi içinde değerlendirildiğinde kaplama oranı arttıkça flok yoğunluğunun arttığı görülmüştür.

Pamuk ve viskon flok lifleri ile üretilen numunelerin su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği sonuçları alt başlıklar halinde incelenmiştir.

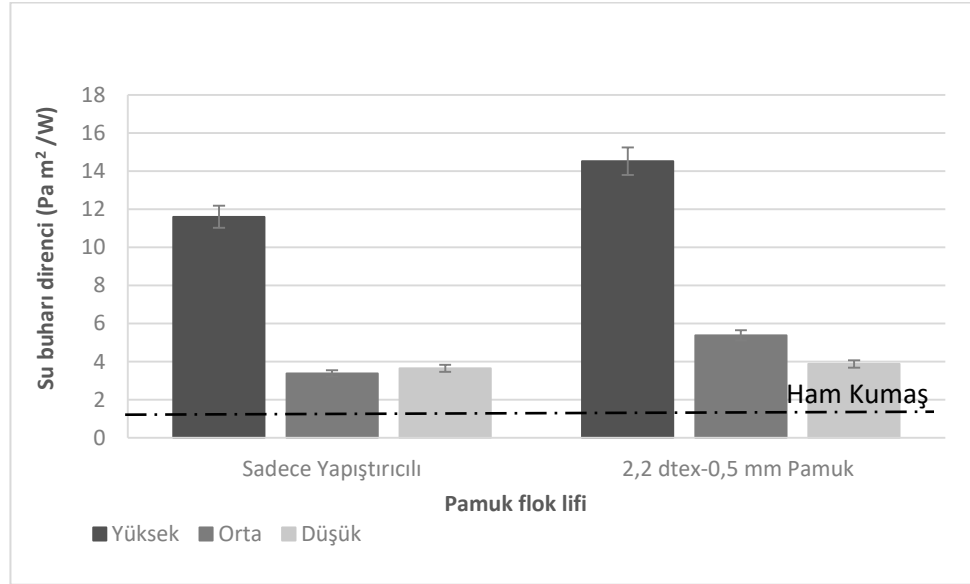
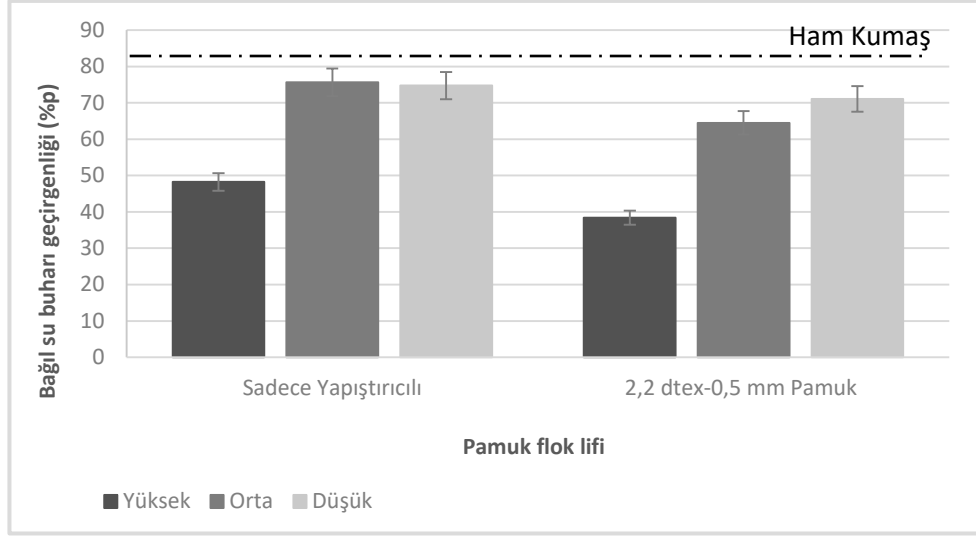
4.5.1. Flok Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flok Liflerinin Su Buharı Geçirgenliği Üzerine Etkisi

2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları verilmiştir. Her bir lif ham ve floksuz yapıştırıcılı kumaş ile karşılaştırılmıştır. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm sonuçları

Numune Adı	PERMETEST SU BUHARI GEÇİRGENLİĞİ	
	Bağıl su buharı geçirgenliği (% p)	Su buharı direnci (R _{et})
Ham Kumaş	82,65	1,78
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	48,25	11,6
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	75,7	3,38
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	74,78	3,65
Viskon-5,6dtex-1,0 mm (4D1B)	40,2	14,1
Viskon-5,6dtex-1,0 mm (1D1B)	60,4	6,6
Viskon-5,6dtex-1,0 mm (1B4D)	63,9	5,6
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (4D1B)	38,4	14,52
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D4B)	64,5	5,38
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D4B)	71,1	3,88

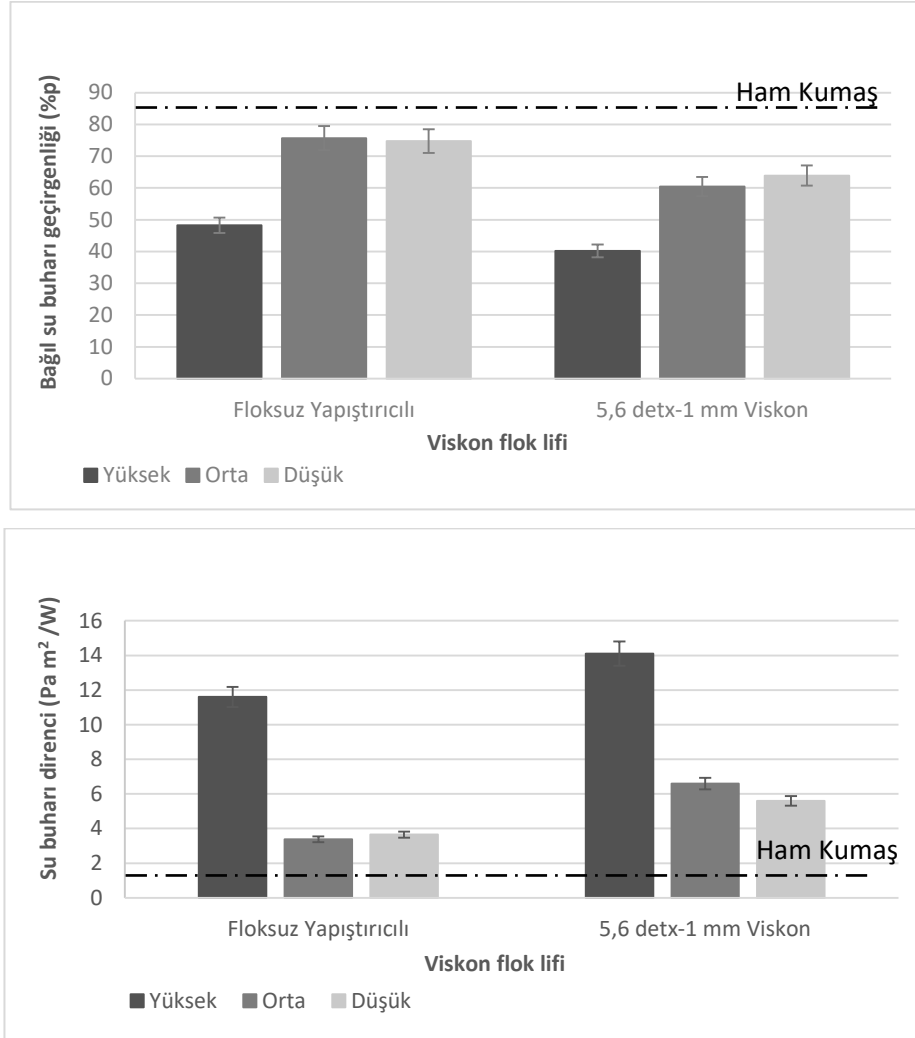
2,2 dtex-0,5 mm pamuk flok lifi ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri ise Şekil 4.24’te verilmiştir.



Şekil 4.24. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk flock lifinin ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri

2.2 dtex-0,5 mm pamuk flock lifi ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği sonuçları ham kumaşa kıyasla daha düşük çıkmıştır. Literatürde yapılan araştırmalara bakıldığında Cimili ve ark. 2010 yılında pamuklu kumaşlar üzerine su buharı geçirgenliği üzerine araştırmalar yapmıştır ve pamuklu kumaşların su buharı geçirgenliği sonuçlarının düşük olduğunu belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada da görüldüğü üzere pamuk flock lifi ile kaplanmış numuneler ham kumaşa nazaran daha düşük su buharı geçirgenliği özelliğine sahiptir. Bunun nedeni ise pamuk flock lifinin nem absorplama özelliğinin olduğu düşünülmektedir. Su buharı direnci ise ham kumaşa göre daha yüksek çıkmıştır.

5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri ise Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.25. 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci ölçüm değerleri

5,6 dtex-1mm viskon flok lifi ile kaplanmış floklu numunelerin su buharı geçirgenliği sonuçları ham kumaşlara göre daha düşük değer vermiştir. Çünkü viskon flok lifi de pamuk flok lifi ile benzer özellik gösterip nemi absorbe etmek özelliğine sahiptir. Literatürdeki çalışma (Cimili ve ark.) bunu desteklemektedir. Su buharı direnci de su buharı geçirgenliği ile ters bir sonuç verecektir. Viskon flok lifinin su buharı direnci ham kumaşa göre daha yüksektir.

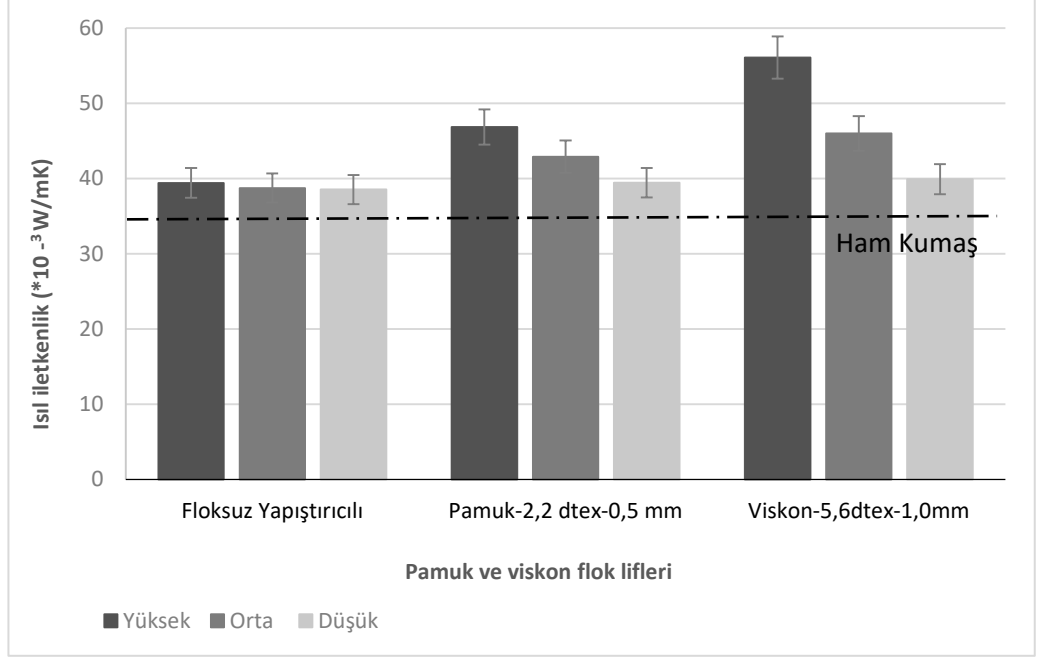
4.5.2. Flok Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flok Liflerinin Termal Konfor Üzerine Etkisi

Bu bölümde 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları verilmiştir. Her bir lif ham ve floksuz yapıştırıcılı kumaş ile karşılaştırılmıştır. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları

	Isıl İletkenlik*10 ³	Isıl Soğurganlık	Isıl Direnç*10 ⁻³	Kalınlık
Numune Adı	λ W/mK	b Ws ^{1/2} /m ² K	R m ² K/W	h mm
Ham Kumaş	35,12	186,20	7,11	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	39,43	231,70	6,97	0,25
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	38,76	198,90	7,04	0,27
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	38,56	196,30	7,03	0,27
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (4D1B)	46,88	123,50	13,74	0,64
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D1B)	42,93	122,60	11,65	0,50
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D4B)	39,46	130,30	10,32	0,40
Viskon-5,6 dtex-1,0 mm 4D1B)	56,11	109,47	19,47	1,09
Viskon-5,6 dtex-1,0 mm (1D1B)	46,00	80,62	21,45	0,99
Viskon-5,6 dtex-1,0 mm (1D4B)	39,92	71,22	21,44	0,86

Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm değerleri Şekil 4.26’da verilmiştir.

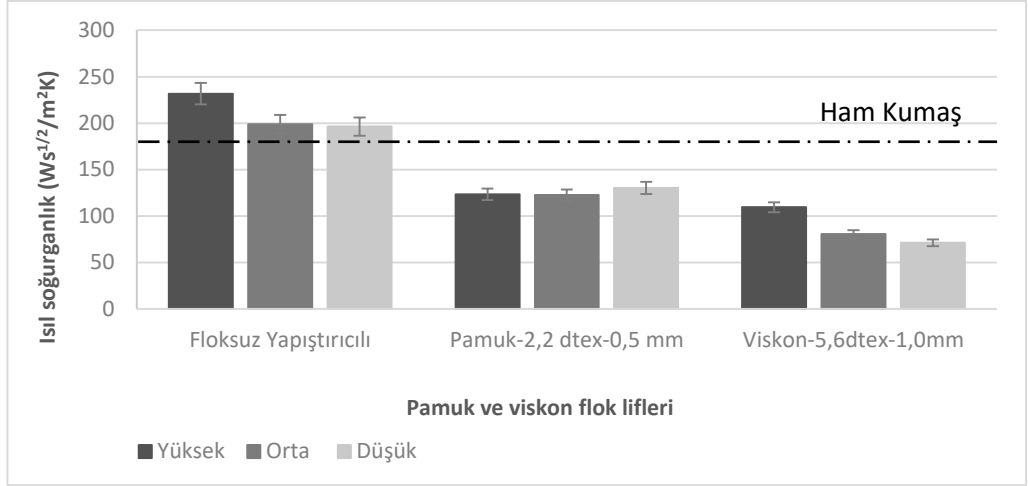


Şekil 4.26. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik ölçüm değeri

Pamuk flok lifi ile üretilen numunenin ısı iletken değeri üzerine etkisi olduğu görülmüş ve ısı iletkenlik değeri arttığı görülmüştür. Bunun nedeninin pamuk lifi ile kaplanmış numunelerde yoğunluğun artmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Viskon flok lifi ile kaplanmış numune baktığımızda ise ısı iletkenlik değeri ciddi ölçüde arttığı görülmektedir. Bunun nedeninin yüksek incelik-uzunluk değerine sahip olması ve gözenek yapısından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kaplama oranı gözenek yapısını etkileyen parametredir. Kaplama oranı arttıkça gözeneklilik azalmaktadır. Böylece yüzey içerisinde hapsedilen hava sayısı azalmakta ve ısı iletkenlik değeri artmaktadır.

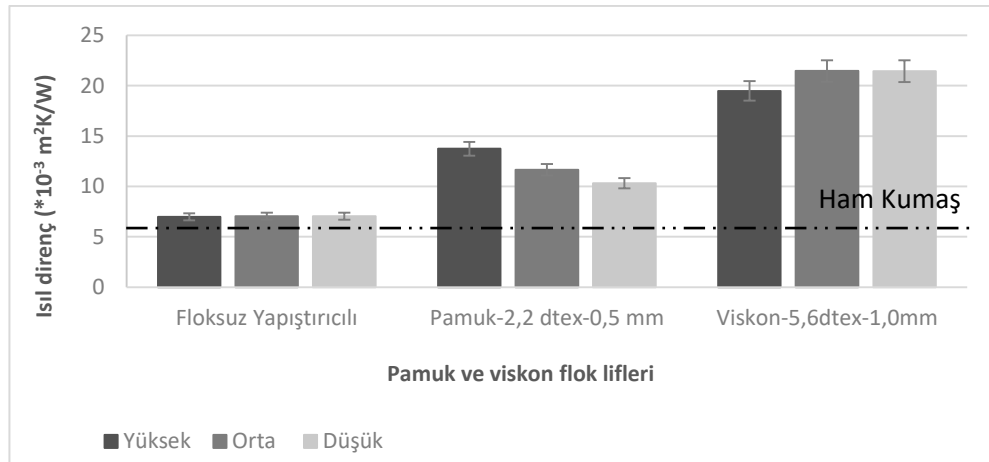
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı soğurganlık ölçüm değeri Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.27. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl soğurganlık ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında viskon ve pamuk flok lifi ile kaplanmış numunelerin ısıl soğurganlık değerleri ham kumaştan daha düşük çıkmıştır. Daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi ısıl soğurganlık değerinin düşmesi beklenen bir durumdur. Çünkü yüzey yapısı yumuşak ve tüylüdür. Bu da floklu kumaşla temas eden bir kişinin sıcak hissedeceği anlamına gelmektedir.

Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl direnç ölçüm değerleri Şekil 4.28’de verilmiştir.

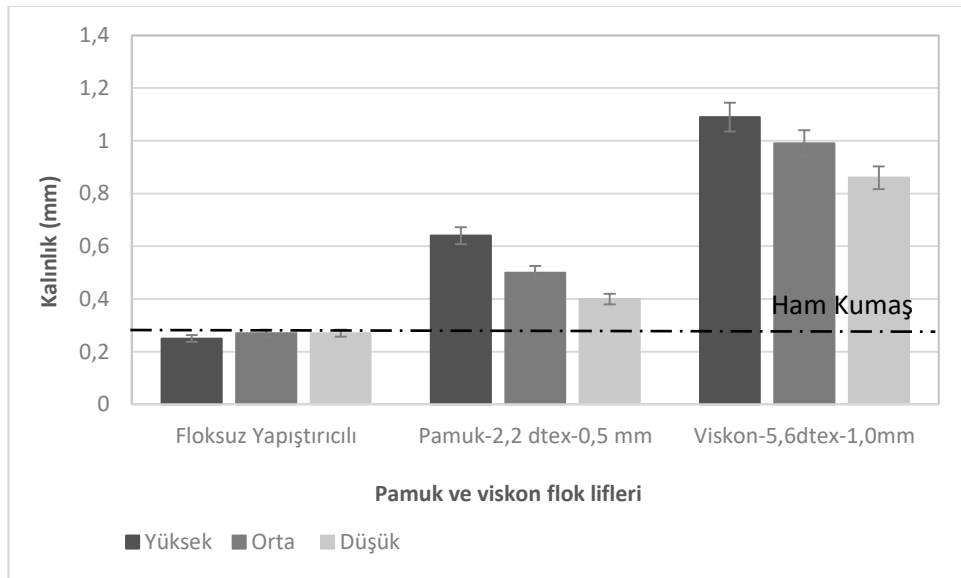


Şekil 4.28. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısıl direnç ölçüm değerleri

Flok tiplerinin ısı direnç üzerine etkisine bakıldığında viskon flok lifi ile kaplanmış flok kaplı numunelerinin ısı direnç değerlerinin ham kumaştan yüksek olduğu görülmüştür. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü ham kumaş üzerine boşluklu katman oluşturacak flok lifleri ile kaplandığında yüzeydeki yalıtkanlık özelliği arttırılmaktadır. Böylece ısı direnç arttırılmış olmaktadır ve ısı iletkenlik değerleri ile ters orantı olduğu kaplama oranları arasındaki değişimde görülmektedir.

Pamuk flok lifi ile kaplanmış numunelerin ısı direnç değerlerine bakıldığında ham kumaşa göre değerler daha yüksek çıkmıştır. Bu beklenen bir durumdur. Ancak ısı iletkenlik değeri ile ısı direnç değerleri kaplama oranında ters etki oluşturması beklenmektedir. Ama bu durum gözlemlenmemiştir. Bunu ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerini kendi içinde değerlendirilmesi gerektiği olarak açıklanmıştır. Yani ısı iletkenlik değerini açıklarken bir önceki ısı iletkenlik değerleri göz önüne alınmamıştır. Pamuk flok lifi ile kaplanmış numunelerin ısı direnç değerinin artmasının sebebi yüzeyin kalınlığının artması ile alakalı olduğu düşünülmektedir.

Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri Şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4.29. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin kalınlık ölçüm değerleri

Kalınlık ölçüm sonuçları beklenildiği gibi flok kaplı numuneleri de değerlerin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ise flok lif uzunluğu ve flok liflerinin yapıya dik olarak yerleşmesidir. Viskon flok lifi ile kaplanmış numunelerde lif uzunluğu daha fazla olduğundan kalınlık artışı daha fazla olmuştur. Kaplama oranı fazla olan numunelerdeki artış daha fazladır. Bunun nedeni ise kaplama oranının etkisinin anlatıldığı bölümde açıklanmıştır.

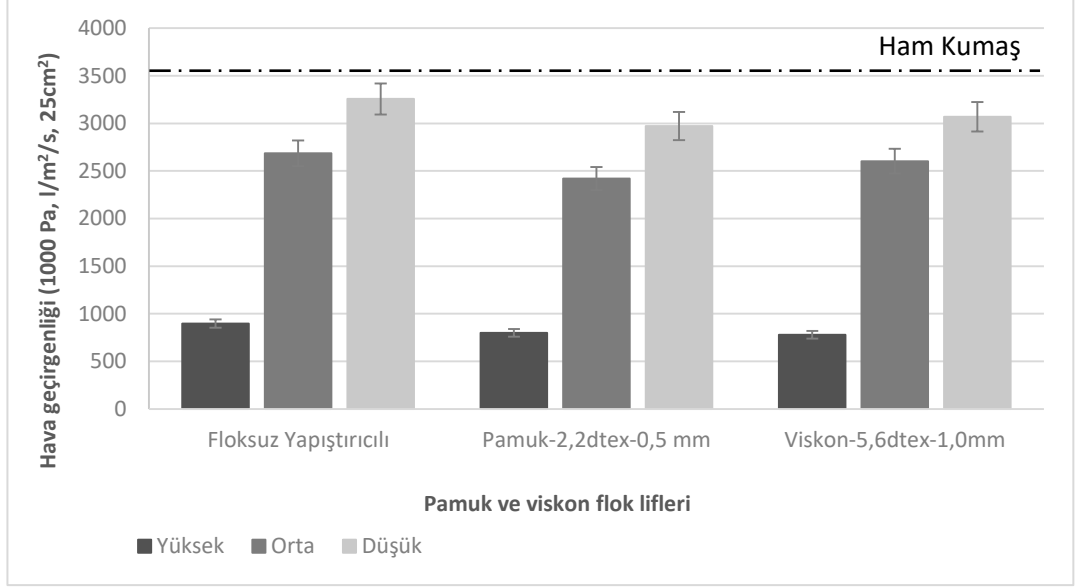
4.5.3. Flok Kaplı Yüzeylerde Viskon ve Pamuk Flok Liflerinin Hava Geçirgenliği Üzerine Etkisi

Bu bölümde 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları verilmiştir. Her bir lif ham ve floksuz yapıştırıcılı kumaş ile karşılaştırılmıştır. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları Çizelge 4.43'te verilmiştir.

Çizelge 4.43. 2,2 dtex-0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1mm viskon flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Numune Adı	Hava Geçirgenliği 1000 Pa, 25 cm ² , 1/m ² /s
Ham Kumaş	3552
Floksuz yapıştırıcılı (4D1B)	897
Floksuz yapıştırıcılı (1D1B)	2687
Floksuz yapıştırıcılı (1D4B)	3257
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (4D1B)	799
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D1B)	2422
Pamuk-2,2dtex-0,5 mm (1D4B)	2972
Viskon-5,6 dtex-1,0 mm (4D1B)	779
Viskon-5,6 dtex-1,0 mm (1D1B)	2603
Viskon-5,6 dtex-1,0 mm (1D4B)	3070

Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flok lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30. Pamuk-2,2dtex-0,5 mm ve Viskon-5,6 dtex-1,0 mm flock lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği ölçüm değerleri

Pamuk ve viskon lifleri ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenlik değerlerine bakıldığında kaplama sonucunda her iki numunenin de hava geçirgenliği değeri düşmüştür. Çünkü ikisinde de farklı kaplama oranları ile kaplama yapıldığı için gözeneklilik oranları değişmiştir. Buna bağlı olarak da hava geçirgenliği değeri düşmüştür. Hava geçirgenliği değerinin ham kumaş değerine en yakın olanı ise düşük kaplama oranına sahip numunelerde görülmüştür.

4.3. Tam Kaplama ile Kaplanmış Numunelerin Ölçüm Sonuçları

Tam kaplama ile Nylon 6,6 farklı uzunluk ve incelikteki flock lifleri ile üretim yapılmıştır. Kaplama yapılan lif türleri aşağıda verilmiştir:

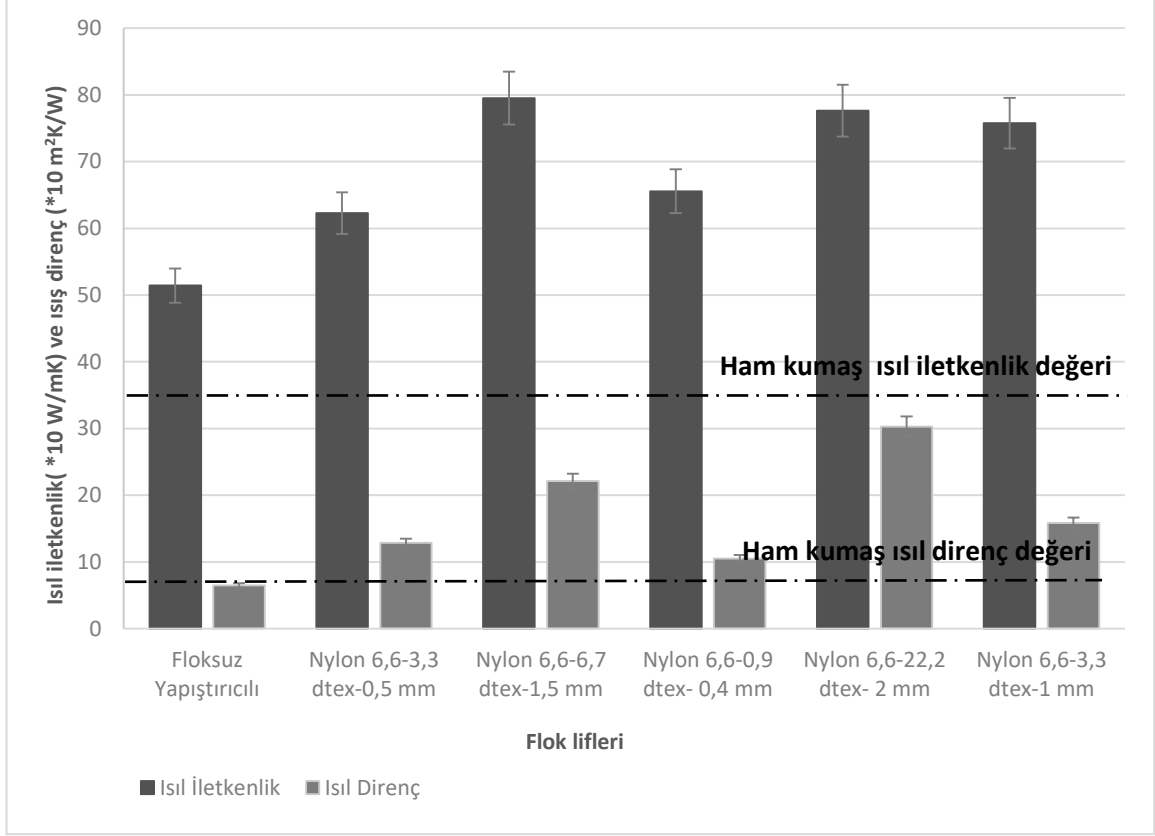
- Nylon 6,6-3,3 dtex-0,5 mm
- Nylon 6,6-6,7 dtex-1,5 mm
- Nylon 6,6-0,9 dtex- 0,4 mm
- Nylon 6,6-22,2 dtex- 2 mm
- Nylon 6,6-3,3 dtex-1 mm

Tam kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin yüzeyleri tamamen yapıştırıcı ile kaplandığı için hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği ölçümleri yapılmamış sadece termal konfor ölçümleri yapılmıştır. Çünkü yüzey yapıştırıcı ile tam kaplandığından su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının elde edilemeyeceği düşünülmüştür. Termal konfor ölçüm sonuçları ise Çizelge 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.44. Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin termal konfor ölçüm sonuçları

	Isıl İletkenlik*10 ³	Isıl Soğurganlık	Isıl Direnç*10 ⁻³	Kalınlık
Numune Adı	λ W/mK	b Ws ^{1/2} /m ² K	R m ² K/W	h mm
Ham Kumaş	35,12	186,20	7,110	0,25
Floksuz yapıştırıcı	51,433	328,67	6,47	0,33
Nylon 6,6-3,3 dtex-0,5 mm	62,29	159,60	12,86	0,75
Nylon 6,6-6,7 dtex-1,5 mm	79,53	136,30	22,12	1,76
Nylon 6,6-0,9 dtex- 0,4 mm	65,57	187,60	10,49	0,68
Nylon 6,6-22,2 dtex- 2 mm	77,65	131,40	30,28	2,35
Nylon 6,6-3,3 dtex-1 mm	75,78	153,80	15,84	1,20

Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin ısı iletkenlik ve ısı direnç ölçüm değerleri Şekil 4.31'de verilmiştir.

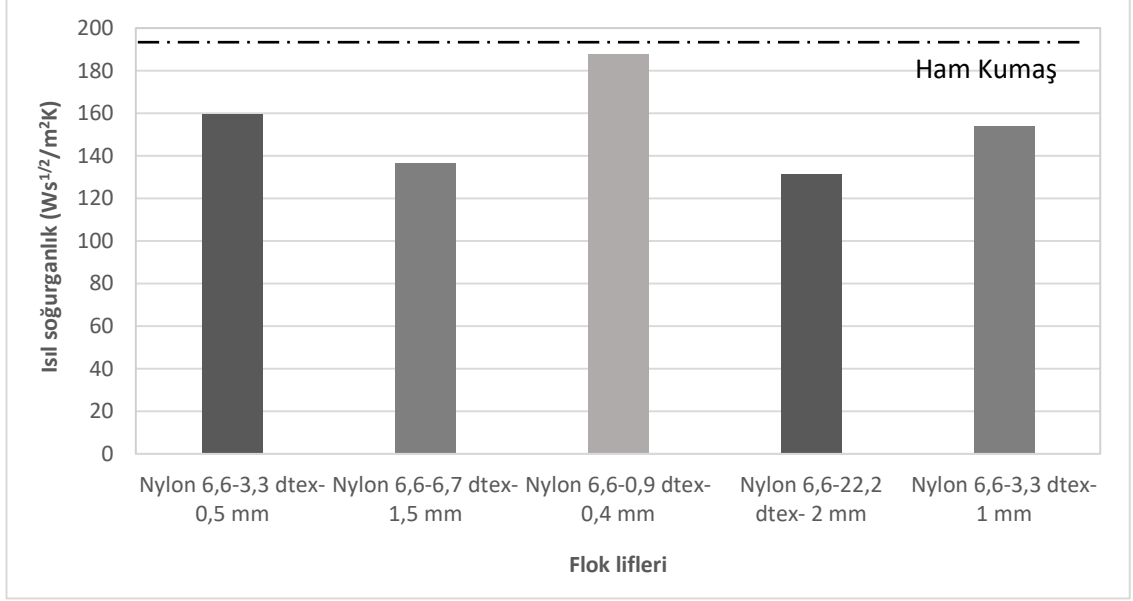


Şekil 4.31. Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin ısı iletkenlik ve ısı direnç ölçüm değerleri

Tam kaplama ile kaplanmış bütün numunelerin ısı iletkenlik değerleri ham kumaşın ısı iletkenlik değerinden yüksek çıkmıştır. Isıl direnç değerlerine bakıldığında ise bütün numunelerin ısı direnç değerleri ham kumaşa göre yüksek çıkmıştır. Çünkü flok kaplama ile yüzeyin kalınlığı artırılmış, böylece yüzeyin hapsediği hava artmıştır.

22,2 dtex-2 mm uzunluğunda Nylon 6,6 flok lifi ile kaplanmış numunelerin ısı direnç değerleri ham kumaşa göre çok yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin lif uzunluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü benzer artış 1,5 mm uzunluğundaki Nylon 6,6 flok lifinde de görülmüştür.

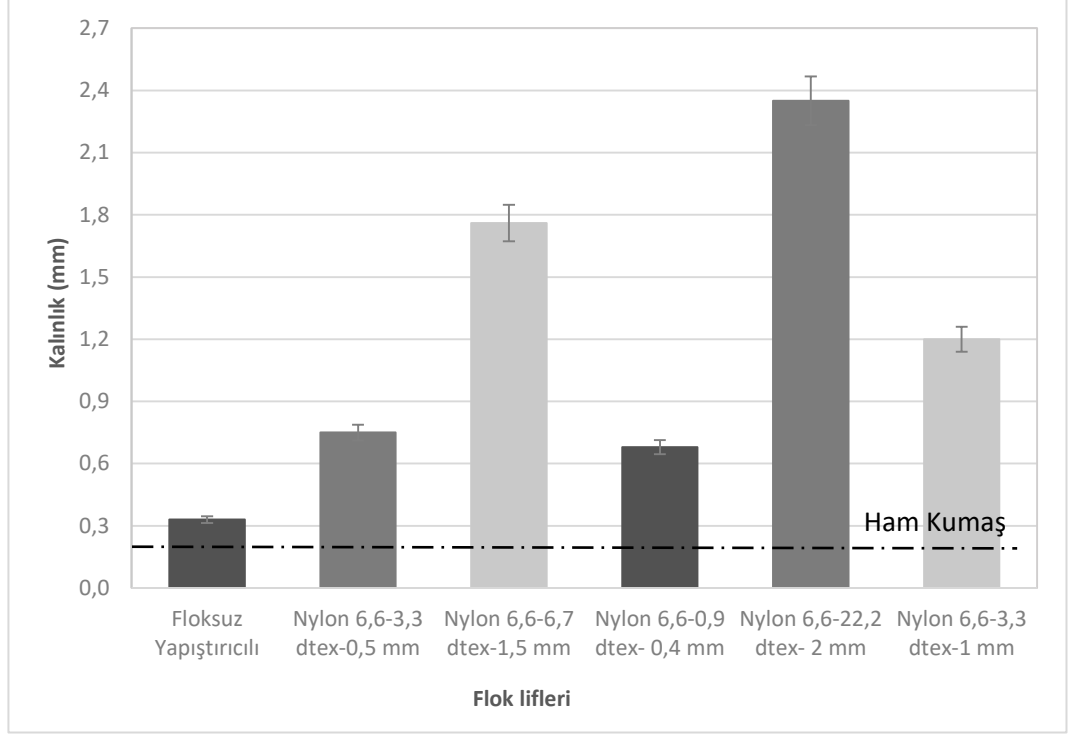
Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin ısı soğurganlık ölçüm değerleri Şekil 4.32’de verilmiştir.



Şekil 4.32. Tam kaplama ile kaplanmış farklı flock lifleri ile kaplı numunelerin ısı soğurganlık ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarına bakıldığında flock lifleri ısı soğurganlığı düşüren bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ham kumaş ile floksuz yapıştırıcılı numuneler karşılaştırıldığında ısı soğurganlığın arttığı görülmektedir. Ancak yüzey flock lifleri ile kaplandığında ısı soğurganlığın düştüğü ya da eş değer olabileceği görülmüştür. Böylece flock kaplı numuneler kişiyi daha sıcak hissettirecektir. Bunun sebebinin literatürde de belirtildiği gibi flock kaplı numunelerin yüzeylerinin yumuşak ve tüylü gibi olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Tam kaplama ile kaplanmış farklı flock lifleri ile kaplı numunelerin kalınlık ölçüm değerleri Şekil 4.33'te verilmiştir.



Şekil 4.33. Tam kaplama ile kaplanmış farklı flok lifleri ile kaplı numunelerin kalınlık ölçüm değerleri

Yapılan ölçüm sonuçlarında flok kaplı numunelerle ham kumaşın kalınlık değerlerine bakıldığında flok kaplı numunelerin kalın değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü yapıda kalınlığı belirleyen flok lifi ve flok lifinin uzunluğudur. Bundan 2 mm uzunluğundaki Nylon 6,6 flok lifinden üretilmiş numunelerinin kalınlık değeri en yüksekken 0,4 mm uzunluğundaki Nylon 6,6 flok lifinden üretilmiş numunelerinin kalınlık değeri en düşüktür.

5. SONUÇ

Flok kaplama yöntemi birçok alanda kullanılan bir kaplama yöntemidir. Ancak literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında flok kaplama yöntemi ile konfor alanında çalışılmadığı görülmüştür. Bu tez çalışması kapsamında ise farklı özelliklere sahip flok lifleri ile kaplanmış numunelerin gramaj, su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ön çalışmada tek tip flok lifi kullanılarak konfor testleri yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu çalışma ile farklı flok liflerinin konfor özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Birinci bölümde flok kaplama yöntemi ve konfor ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır.

İkinci bölümde tezin materyal ve yöntemlerin bahsedilmiştir. Taşıyıcı materyal olarak %100 pamuk dokuma kumaş, flok lifi olarak farklı özelliklere sahip flok lifleri ve yapıştırıcı olarak ise akrilik su bazlı yapıştırıcı kullanılmıştır. Floklama süresinin etkisi bir önceki çalışmada incelendiği için floklama süresi tez çalışmasında 12 sn'de sabit tutulmuştur. Hazırlanan numuneler farklı kaplama oranlarına sahip ve tam kaplama olacak şekilde iki ayrı grupta üretilmiştir. Farklı kaplama oranları olarak düşük, orta ve yüksek kaplama oranına sahip numuneler elde edilmiştir. Böylece kaplama oranının konfor özelliklerine etkisi incelenmiştir. Her bir parametrenin gramaj, su buharı geçirgenliği, termal konfor ve hava geçirgenliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tam kaplama ile üretilen numunelerde ise hiç boşluklu bir yapı oluşmadan yüzey %100 yapıştırıcı ile kaplanmıştır. Boşluklu bir yüzey oluşmadığı için bu numunelerin su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği ölçümleri yapılmamıştır. Sadece termal konfor ölçümleri yapılmıştır.

Üçüncü bölümde farklı kaplama oranlarına sahip ve tam kaplama ile kaplanmış numunelerinin konfor testleri yapılmıştır. Öncelikle kaplama oranı ile kaplanan numunelerin gramaj ve flok lif yoğununun etkisi incelenmiştir. İnceleme sonucunda şu sonuçlara elde edilmiştir:

- Kaplama oranının gramaj ve flok yoğunluğu üzerinde etkisi olduğu bulunmuştur. Kaplama oranı arttıkça gramaj ve flok yoğunluğu artmıştır. Bunun nedeni kaplama oranı arttığında yüzeye yapışan flok lif sayısının artmasıdır.
- Flok lif uzunluğunun etkisi ise uzunluk arttıkça gramaj ve flok yoğunluğunun artması yönündedir.
- Flok lif inceliğine bakıldığında ise incellemeyle gramaj-flok yoğunluğunun ters orantıda olduğu görülmüştür. Flok lif inceliği azaldıkça gramaj ve flok yoğunluğu artmıştır.
- 2,2 dtex-1,00 mm pamuk flok lifinden üretilmiş numunelere bakıldığında yüksek kaplama oranına sahip numunelerin gramaj ve flok yoğunluğu değerlerinin diğer kaplama oranlarına göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. 5,6 dtex-1,00 mm viskon flok lifinden üretilmiş numunelerde ise kaplama oranının artması ile gramaj ve yoğunluğun arttığı görülmüştür.

Farklı kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği test sonuçlarına bakıldığında su sonuçları elde edilmiştir:

- Yapılan ölçüm sonuçlarında flok kaplama yönteminin su buharı geçirgenliği üzerinde etkili olduğu görülmüş. Ham kumaş ile floksuz yapıştırıcılı numuneler karşılaştırıldığında su buharı geçirgenliğinde azalma olduğu görülmüştür. Ancak flok kaplı numunelerle bir değerlendirme yapıldığında flok liflerinin su buharı geçirgenliği üzerinde daha fazla etkili olduğu görülmüştür.
- Su buharı geçirgenliğinde flok lifinin etkili olduğu görülmüştür ancak flok lif türünün bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Benzer incelik ve uzunluktaki polyester, viskon ve Nylon 6,6 flok lifleri ile kaplanmış numuneleri benzer ölçüm sonuçları vermiştir.
- Kaplama oranının etkisi incelendiğinde kaplama oranının artması ile su buharı geçirgenliğinin azaldığı görülmektedir.
- Kaplama oranının su buharı direncine etkisi su buharı geçirgenliğine etkisinin tersi olarak elde edilmiştir. Su buharı direnci değeri en düşük ham kumaşa görülürken en yüksek değer yüksek kaplama oranına sahip flok kaplı numunelerde görülmüştür.

- Yapılan çalışmalar sonucunda su buharı direnci etkileyen en önemli parametrenin yapıştırıcı olduğu görülmüştür. Yapıştırıcı üzerine flok kaplandığında su buharı direncin de çok fazla değişmediği görülmemiştir. Ancak ham kumaş ile floksuz yapıştırıcı karşılaştırıldığında su buharı direncinin ciddi miktarda arttığı görülmüştür.
- Farklı uzunluklardaki flok lifleri ile kaplanmış numunelerde su buharı geçirgenliğinde belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Ancak flok lif uzunluğu arttıkça su buharı direncinin arttığı görülmüştür.
- Farklı incelikteki flok lifleri ile kaplanmış numuneler inceliğinde incelik arttıkça ısı direncin arttığı görülmüştür.
- 2.2 dtex-0,5 mm pamuk flok lifi ile kaplanmış numunelerin su buharı geçirgenliği sonuçları ham kumaşa kıyasla daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeninin pamuğun nemi absorbe etmesiyle alakalı olduğu düşünülmektedir.
- 5,6 dtex-1mm viskon flok lifi ile kaplanmış floklu numunelerin su buharı geçirgenliği sonuçları ham kumaşlara göre daha düşük değer vermiştir. Çünkü viskon flok lifi de pamuk flok lifi ile benzer özellik gösterip nemi absorbe etmek özelliğine sahiptir.

Farklı kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin termal konfor test sonuçlarına bakıldığında su sonuçları elde edilmiştir:

- Flok kaplama yöntemi ısı iletkenlik değeri üzerinde etkisi olmuştur. Etkisinin olmasının sebebi ise flok lifleridir. Farklı flok lifleri ile kaplanmış numunelerin ısı iletkenlik değerleri ham kumaşa göre daha yüksektir. Polyester ve Nylon 6,6 flok lifleri en yüksek değeri göstermektedir.
- Kaplama oranının ısı iletkenlik değeri üzerinde etkisi bulunmaktadır. Kaplama oranı arttıkça ısı iletkenlik değeri artmıştır.
- Isı soğurganlık değeri incelendiğinde ham kumaş ile yapıştırıcılı numuneler karşılaştırıldığında ısı soğurganlığın arttığı görülmüştür. Ancak yüzey flok lifleri ile kaplandığında ısı soğurganlığın ciddi bir oranda düştüğü görülmüştür.
- Kaplama oranı arttıkça ısı soğurganlık değerinin arttığı görülmüştür.
- Flok kaplama yöntemi ısı direnç değeri üzerinde etkili olmuştur. Ham kumaş ile floksuz yapıştırıcılı kumaş benzer değerler gösterirken flok kaplı numunelerde

ısıl direnç değeri ciddi şekilde artmıştır. Ancak flok lif türünün pek etkisi görülmemiştir.

- Kaplama oranının ısıl direnç üzerinde etkisi bulunmuştur. Kaplama oranı arttıkça ısıl direnç değeri artmıştır.
- Flok lifinin kalınlık üzerinde etkisi bulunmuştur. Ancak flok lif türünün etkisi bulunmamaktadır. Kaplama oranının kalınlık üzerinde ise etkisi bulunmaktadır. Kaplama oranı arttıkça kalınlık artmıştır.
- Flok lif uzunluğunun etkisine bakıldığında flok lif uzunluğu arttıkça ısıl iletkenliğin arttığı görülmüştür.
- Flok lif uzunluğunun ısıl soğurganlık değeri üzerinde etkisi bulunmamıştır.
- Flok lif uzunluğunun arttıkça ısıl direnç değeri ciddi şekilde artmıştır. Çünkü flok lif uzunluğu arttıkça kalınlık artmakta ve ısıl direnç artmaktadır.
- Yapılan istatistiksel analiz sonucunda farklı inceliklere sahip flok liflerinden üretilmiş flok kaplı numunelerde flok lif inceliğinin etkisi görülmüştür. Sadece 0,9 dtex ve 1,7 dtex flok lifleri ile üretilmiş numunelerin arasında ufak bir artış görülmüştür.
- İstatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında flok lif inceliğinin ısıl direnç ve kalınlık değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Flok lif inceliği arttıkça her iki değerinde arttığı görülmüştür.
- 2,2 dtex-0,5 mm pamuk flok lifi ile kaplanmış numunelerin ısıl iletkenlik değerlerinin arttığı görülmektedir. Aynı zamanda ısıl direnç değerinin de azaldığı görülmüştür. Ancak sonuçları yorumlama sırasında fark edilen durum kaplama oranının artmasıyla pamuk ısıl direnç değerinin azalmasıdır. Bunu ısıl iletkenlik ve ısıl direnç değerlerini kendi içinde değerlendirilmesi gerektiği olarak açıklanmıştır. Yani ısıl iletkenlik değerini açıklarken bir önceki ısıl iletkenlik değerleri göz önüne alınmamıştır. Pamuk flok lifi ile kaplanmış numunelerin ısıl direnç değerinin artmasının sebebi yüzeyin kalınlığının artması ile alakalı olduğu düşünülmektedir.
- 5,6 dtex-0,5 mm viskon flok lifinde ise beklenen durum gözlemlenmiştir. Isıl iletkenlik değeri ve ısıl direnç değeri kaplama ile artmıştır. Ancak kaplama oranı arttıkça ısıl direnç azalmıştır. Isıl iletkenlik ise kaplama oranı artışı ile birlikte artmıştır.

Farklı kaplama oranları ile kaplanmış numunelerin hava geçirgenliği özellikleri incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Flok kaplama yöntemi hava geçirgenliği değeri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Flok kaplı numunelerin hava geçirgenliği değerleri ham kumaşa göre daha düşüktür. Bunun nedeni yapıştırıcı olarak açıklanmış ve ispatlanmıştır. Çünkü azalma ham kumaş ile floksuz yapıştırıcılı numunelerde görülürken floksuz yapıştırıcılarla floklu numuneler arasında görünmemektedir.
- Kaplama oranının etkisi görülmüştür. Kaplama oranı arttıkça hava geçirgenliği değeri ciddi oranda düşmüştür.
- Flok lif uzunluğu ve inceliğinin hava geçirgenliği üzerinde çok az bir etkisi yoktur.
- 2,2 dtex 0,5 mm pamuk ve 5,6 dtex-1,00 mm viskon flok liflerinin hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına bakıldığında ham kumaşa göre düşük olduğu görülmüştür.

Tam kaplama ile kaplanmış numunelerin sadece termal konfor özellikleri incelenmiştir ve sonuçları şu şekilde elde edilmiştir:

- Tam kaplama ile kaplanmış bütün numunelerin ısı iletkenlik değerleri ham kumaşın ısı iletkenlik değerinden yüksek çıkmıştır. Isıl direnç değerlerine bakıldığında ise bütün numunelerin ısı direnç değerleri ham kumaşa göre yüksek çıkmıştır.
- 22,2 dtex-2 mm uzunluğunda Nylon 6,6 flok lifi ile kaplanmış numunelerin ısı direnç değerleri ham kumaşa göre çok yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin lif uzunluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü benzer artış 1,5 mm uzunluğundaki Nylon 6,6 flok lifinde de görülmüştür.
- Isıl soğurganlık değeri farklı kaplama oranlarına sahip kaplama ile aynı etkiyi göstermiştir. Tam kaplama ile kaplanan numunelerin ısı soğurganlık değeri düşmüştür.
- Yapılan kalınlık ölçüm sonuçlarına bakıldığında ham kumaşa göre tam kaplı floklu numunelerin kalınlık ölçüm sonuçları daha yüksektir. Genellikle uzunluk arttıkça kalınlık daha çok artmıştır. Ancak 22,2 dtex-2 mm Nylon 6,6 flok

lifinden elde edilen numunelerin kalınlık değerleri çok yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni tek uzunluk olamaz. Yüksek flok lif inceliği değerinden de kaynaklı olduğu düşülmektedir. Çünkü flok lif kalınlığı arttıka ölçüm anında flok liflerinin ezilerek kalınlığın düşük çıkma olasılığı düşmektedir.

Sonuç olarak yapılan çalışmada flok kaplama yönteminin tekstil yüzeylerinin konfor özellikleri üzerinde önemli etkileri olduğu ortaya koyulmuştur.

Gelecekteki çalışmalarda taşıyıcı materyal olarak kullanılan kumaş türlerinin etkisi yanında yapıştırıcı olarak polimer türünün etkisinin de araştırılması düşünmektedir.

Ayrıca flok kaplı numunelerin itfaiyeci kıyafetler gibi ısıya karşı dayanıklı koruyucu giysilerde kullanılmasına yönelik uygulamalı çalışmaların yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Baron, M. R., Carter, K. E., Hung, C. P. C., Davis, C. L., Hurd, R. P., Wise, L. M. 2009.** Article of Apparel Incorporating a Flocked Material. , 2(12):, 1–11.
- Basaran, B., Yorgancioglu, A., Onem, E. 2012.** A novel approach in leather finishing: Surface modification with flock fibers. Textile Research Journal, 82(15):, 1509–1516. <https://doi.org/10.1177/0040517512449048>
- GÜNEŞOĞLU, Sinem, B. M. 2005.** SPOR TİF AMAÇLI GİYSİLERİN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI DOKTORA TEZİ. , 46(2),(Neurofibroma, schwannoma or a hybrid tumor of the peripheral nerve sheath):, 113-116.
- Gutschik, E., Cited, R., Application, F., Data, P., Kendell, P. E. T. 1976.** FLOCK OF SYNTHETIC FIBERS FOR ELECTROSTATIC FLOCKING. , (19):, 5–9.
- Harry, K., Turner, J. C., Lofland, D., Madhusudhan, K. T., Salem, W.- 2010.** COMPARISON OF PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SELECTED CLINICAL SWABS. , (2003):, 56238.
- Heilig, M. L. 1994.** ELECTRICALLY CONDUCTIVE FLOCK FOR ELECTROSTATIC FLOCKING. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 28(2):, 131–134. <https://doi.org/10.1145/178951.178972>
- Hes, L., Williams, J. 2011.** improving comfort in clothing (G. Song, Ed.), Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857090645.1.114>
- Hitzbleck, M., Lovchik, R. D., Delamarche, E. 2013.** Flock-based microfluidics. Advanced Materials, 25(19):, 2672–2676. <https://doi.org/10.1002/adma.201204854>
- Is, W., Ton, C. O. T. A NATURAL FOR INNOVATION WHAT IS COT TON FLOCK ? . , 3–4.**
- Işıktaş, H. 2009.** Geri Kazanılan Yünlerden Elde Edilen Kumaşların Islak Haldeki Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. .
- Kamalha, E., Zeng, Y., Mwasiagi, J. I., Kyatuheire, S. 2013.** The Comfort Dimension; a Review of Perception in Clothing. Journal of Sensory Studies, 28(6):, 423–444. <https://doi.org/10.1111/joss.12070>
- Kaplangiray, B. 2003.** Uludağ Üniversitesi Giysi Konforu Ders Notu. , (76):, 147–173.
- Kesimci, M. O., Demirel, H., Özdemir, Ö., Kanık, M. 2022.** Influence of flock coating on the thermophysiological comfort properties of woven cotton fabric. Journal of the Textile Institute, 0(0):, 1–14. <https://doi.org/10.1080/00405000.2022.2043574>
- Kim, Y.K. 2011.** Flocked fabrics and structures, Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857093936.287>
- Kim, Yong K., Chalivendra, V. B., Lewis, A. F., Fasel, B. 2021.** Designing flocked energy-absorbing material layers into sport and military helmet pads. Textile Research Journal. <https://doi.org/10.1177/00405175211010689>
- Li, Y. 2001.** The science of clothing comfort. Textile Progress, 31(1–2):, 1–135. <https://doi.org/10.1080/00405160108688951>
- Liu, L., Xie, H., Cheng, L., Yu, J., Yang, S. 2011.** Optimal design of superfine polyamide fabric by electrostatic flocking technology. Textile Research Journal, 81(1):, 3–9. <https://doi.org/10.1177/0040517510376269>
- Orhaneddin, B., Özdemir, P. D. Ö. 2008.** PROTOTİP FLOKLAMA MAKİNESİ TASARIMI, İMALATI VE FLOK İPLİK ÜRETİMİ. , 1–37.
- Pray, R. W. 1980.** What You Always Wanted To Know About Infrared. Technical Paper - Society of Manufacturing Engineers. FC, (80–574):, 1–23.
- Steck, E., Bertram, H., Walther, A., Brohm, K., Mrozik, B., Rathmann, M., Merle,**

- C., Gelinsky, M., Richter, W. 2010.** Enhanced biochemical and biomechanical properties of scaffolds generated by flock technology for cartilage tissue engineering. *Tissue Engineering - Part A*, 16(12):, 3697–3707. <https://doi.org/10.1089/ten.tea.2009.0817>
- Troxler, M. D. 2015.** SUBSTRATES FOR COATED APPAREL APPLICATIONS. , 2(April 1973):, 214–218.
- Tümay Yulet NUR 2018.** YÜNLÜ KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA. , 192(4):, 121–130. Retrieved from http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/2006_05_05_consultation_en.pdf<http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2017.10.076><https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.07.087><https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.11.042><https://doi.org/10.1016/j>
- Walther, A., Bernhardt, A., Pompe, W., Gelinsky, M., Mrozik, B., Hoffmann, G., Cherif, C., Bertram, H., Richter, W., Schmack, G. 2007.** Development of Novel Scaffolds for Tissue Engineering by Flock Technology. *Textile Research Journal*, 77(11):, 892–899. <https://doi.org/10.1177/0040517507081283>
- Wilson, F. H., Fails, C., Tire, T. G., Company, R. 1977.** IN-LINE FLOCK CUTTING PROCESS. , (54):, 1–6. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US4003160A/en>
- Wong, A. S. W. 2006.** Clothing Biosensory Engineering. <https://doi.org/10.1201/9781439824276>
- Woodruff, F. A. 1993.** Developments in coating and electrostatic flocking. *Journal of Coated Fabrics*, 22(April):, 290–297. <https://doi.org/10.1177/152808379302200406>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hilal DEMİREL DÖNMEZ
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa/06.03.1995
Yabancı Dil : Orta

Eğitim Durumu
Lise : Ahmet Vefik Paşa Anadolu Lisesi/Bursa
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Yok

İletişim (e-posta) : demirelhilal95@gmail.com

Yayınları : 1) Kesimci M. O., Demirel H., Özdemir Ö., Kanık M.
2022. “Influence of flock coating on the
thermophysiological comfort properties of woven
cotton fabric.” Journal of the Textile Institute,
0(0);, 1–14.
<https://doi.org/10.1080/00405000.2022.2043574>
2) Flok kaplanmış kumaşlarda aşınma, yırtılma ve patlama
dayanımlarının incelenmesi (İTÜ Ulusal Tekstil Kongresi
ve II. Ar-Ge Günü, 11-12 Kasım 2020,
www.itutekstilkongre.itu.edu.tr)