

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ELEKTROMANYETİK KORUYUCU ÖZELLİKTE ÜÇ
BOYUTLU FONKSİYONEL ÖRME KUMAŞLARIN
GELİŞTİRİLMESİ**

**Hazırlayan
Elif Burcu ÖZKAN**

**Danışman
Doç. Dr. Levent ÖNAL**

Yüksek Lisans Tezi

**Eylül 2011
KAYSERİ**

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ELEKTROMANYETİK KORUYUCU ÖZELLİKTE ÜÇ
BOYUTLU FONKSİYONEL ÖRME KUMAŞLARIN
GELİŞTİRİLMESİ**

Hazırlayan
Elif Burcu ÖZKAN

Danışman
Doç. Dr. Levent ÖNAL

**Bu çalışma; SAN-TEZ tarafından 00381.STZ.2009-1 kodu ve Erciyes
Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBY-11-
3662 kodu ile desteklenmiştir.**

Eylül 2011
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı Elif Burcu Özkan

İmza :



ELEKTROMANYETİK KORUYUCU ÖZELLİKTE ÜÇ BOYUTLU FONKSİYONEL
ÖRME KUMAŞLARIN GELİŞTİRİLMESİ adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes
Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak
hazırlanmıştır.

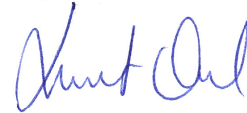
Tezi Hazırlayan

Elif Burcu Özkan



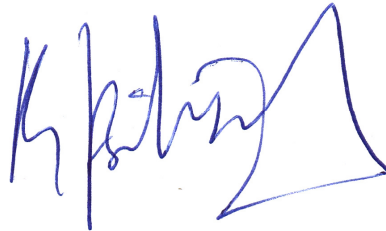
Danışman

Doç. Dr. Levent Önal



Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdülkadir Bilişik



Doç. Dr. Levent ÖNAL danışmanlığında **Elif Burcu ÖZKAN** tarafından hazırlanan “**Elektromanyetik Koruyucu Özellikte Üç Boyutlu Fonksiyonel Örmeye Kumaşların Geliştirilmesi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

30.09.2011

JÜRİ:

Başkan : Prof. Dr. Yusuf ULCAY

Üye :Doç. Dr. Levent ÖNAL

Üye :Doç. Dr. Nazım PAŞAYEV

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 25/10/2011 tarih ve 2011/39-27 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

25/10 / 2011

Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli Hocam Sayın Doç. Dr. Levent Önal'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullanılan kumaşların üretilmesinde verdikleri destekten dolayı KARSU Tekstil San. Tic. A.Ş. Ür-Ge Şefi Bilgehan Ülger Bey'e, Örgü kumaş sorumlusu Musa Bağlar Bey'e teşekkür ederim.

Bu çalışmaya 00381.STZ.2009-1 kodlu proje ile finansal destek sağlayan Sanayi Bakanlığı'na; FBY-11-3662 kodlu proje ile finansal destek sağlayan Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'ne teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Elif Burcu ÖZKAN

Kayseri, Eylül 2011

ELEKTROMANYETİK KORUYUCU ÖZELLİKTE ÜÇ BOYUTLU FONKSİYONEL ÖRME KUMAŞLARIN GELİŞTİRİLMESİ

Elif Burcu ÖZKAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2011

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Levent ÖNAL

ÖZET

Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte teknolojik ürünlerin kullanımı artmaktadır. Çevremizde yer alan elektrikli aletler, yüksek gerilim hatları, televizyon ve bilgisayarlar, radyo antenleri, cep telefonları elektromanyetik (EM) alan oluşturmaktadır. Oluşan elektromanyetik alan canlılara zarar vermektedir. Hatta elektromanyetik girişim (EMI) oluşturarak diğer elektronik ürünlere zarar vermektedir. Bu çalışmada elektromanyetik koruyucu özellikte üç boyutlu boşluklu örme (ÜBBÖ) kumaşlar fonksiyonel iplikler kullanılarak üretilmiş ve üretilen kumaşların konfor özellikleri araştırılmıştır.

ÜBBÖ kumaşların üretiminde kesikli Pamuk/Karbon ipliği, kesikli Pamuk/Gümüş ipliği, gümüş filament ipliği iletken iplik olarak kullanılmıştır. Thermolite®, Coolmax®, Promodal®, Thermocool®, Tencel® fonksiyonel liflerinden üretilen Ne40 numara iplikler ise ÜBBÖ kumaşların ön, arka ve bağlantı bölgesinde kullanılmıştır. Kumaşların tene temas eden yüzeyinde termofizyolojik konfor sağlamak amacıyla fonksiyonel iplikler kullanılmıştır.

Üretilen kumaşların elektromanyetik kalkanlama testleri yapılmıştır. Elektromanyetik kalkanlama özelliğine iletken iplik yüzdesi, iletken iplik yerleşim yeri ve iletken iplik üretim yönteminin etkisi araştırılmıştır. Kesikli Pamuk/ Karbon ve Pamuk/Gümüş ipliklerden örülen kumaşların EMK özellikleri, filament haldeki iletken ipliklerden örülen kumaşların EMK özelliklerinden daha düşük seviyededir. İletken ipliklerin

ÜBBÖ kumaş içindeki yüzdesinin %19 olduğu ve iletken ipliklerin bağlantı bölgesinde beslendiği numunenin en iyi kalkanlama özelliğine sahip numune olduğu belirlenmiştir.

İletken lif yüzdesi %6 olan numunelere ve içeriğinde iletken iplik bulunmayan numunelere çeşitli konfor testleri uygulanmıştır. Bu testler Permetest cihazı ile su buharı geçirgenliği testi, GATS ile yatay kılcallık testi, kuruma hızı testi ve hava geçirgenliğidir. Bu testler sonucunda fonksiyonel ipliklerin yerleşim yerlerinin konfor parametreleri üzerinde etkisi araştırılmış ve en etkin termofizyolojik konforu sağlayan yapı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üç Boyutlu Boşluklu Örne Kumaş, Elektromanyetik Kalkanlama, Su Buharı Geçirgenliği, Kılcallık, Kuruma Hızı.

DEVELOPMENT OF ELECTROMAGNETIC SHIELDING PROPERTIES OF FUNCTIONAL 3D KNITTED SPACER FABRICS

Elif Burcu ÖZKAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, September 2011

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Levent ÖNAL

ABSTRACT

There is an increasing use of technology with the development of technological products in recent years. The electrical equipment around us, the high voltage power lines, televisions and computers, radio antennas, mobile phones are create electromagnetic (EM) field. The consisting electromagnetic field is damaging organisms. In fact creating by electromagnetic interference (EMI) is damaging other electronic products. In this study, electromagnetic shielding 3D knitted spacer fabrics were produced by using functional yarns and comfort properties were investigated.

Ring Cotton/ Carbon yarn, ring Cotton/Silver yarn, silver filament yarn were used for conductive yarn to producing 3D knitted spacer fabrics. 3D knitted spacer fabrics made from functional fibers like Thermolite ®, Coolmax®, Promodal®, Thermocool ®, Tencel ® . Fuctional Ne40 yarns were used the part of the fabrics face layer (front), face layer (reverse) and binding layer. In face layer (reverse) of fabrics to provide thermo-physiological comfort functional yarns were used.

Electromagnetic shielding tests were carried out fabrics. The effects of conductive yarn percent, conductive yarn location in fabric and conductive yarn production method on electromagnetic shielding effectiveness were investigated. As a result, which fabrics have 19% conductive fiber percentage and conductive yarns were located in binding layer has highest electromagnetic shielding effectiveness.

Various comfort tests were carried out which fabrics have 6% of conductive fiber. These tests were Water vapour permeability with Permetest, transverse wicking with

GATS, drying rate and air permeability. As a result of these tests location of functional yarns were investigated effects of comfort parameter and the most effective structure which is provide thermo physiological comfort was determined.

Keywords: 3D Knitted spacer fabric, Electromagnetic shielding effectiveness, Water vapor permeability, Capillarity, Drying rate

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	viii
KISALTMA VE SİMGELER.....	xiv
TABLolar LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Üç Boyutlu Boşluklu Sandviç Kumaşlar	3
1.1.1. Kumaş Yapısı	4
1.1.2. Üç Boyutlu Boşluklu Sandviç Kumaşların Üretim Yöntemleri.....	6
1.1.2.1. Atkılı Örmek Teknolojisi	7
1.1.2.1.1.Düz Örmek Makinelerinde ÜBBÖ Kumaş Üretimi	7
1.1.2.1.2. Yuvarlak Örmek Makinelerinde ÜBBÖ Kumaş Üretimi	8
1.1.3. ÜBBÖ Kumaşların Özellikleri.....	13
1.1.4. ÜBBÖ Kumaşların Kullanım Alanları.....	17
1.2. Tekstilde Termal Konfor.....	18

1.2.1. Termofizyolojik Konfor	18
1.2.1.1. Giysi ve Kumaşların Termofizyolojik Konfor Özellikleri.....	23
1.2.1.2. Termofizyolojik Konforu Tanımlayan Parametreler	25
1.2.1.2.1. Hava Geçirgenliği	25
1.2.1.2.2. Su Buharı Geçirgenliği.....	26
1.2.1.2.3. Kılcallık.....	27
1.3.Elektromanyetik Kalkanlama ve Tekstil.....	30
1.3.1.Elektromanyetik Alan Kavramı	30
1.3.1.1.Elektromanyetik Spektrum	31
1.3.1.2. Elektromanyetik Dalgaların İnsan Üzerindeki Etkileri.....	32
1.3.1.3. Elektromanyetik Kalkanlama.....	37
1.3.2.İletken Tekstil Yüzeyleri ve Elektromanyetik Kalkanlama	39
1.3.2.1. Tekstil Yüzeylerinde Kullanılan İletken Lifler ve İplikler	40
1.3.2.1.1.Gümüş İplikler	41
1.3.2.1.2. Metal (Inox)	41
1.3.2.1.3. Karbon Lifler.....	42
1.3.2.2.Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği.....	43
1.3.2.3.Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği Standartları ve Ölçüm Yöntemleri	48
1.3.2.3.1.MIL-STD-285 Standardı.....	48
1.3.2.3.2.IEEE STD 299 Standardı	49
1.3.2.3.3.TS. EN 50147-1 Standardı	49
1.3.2.3.4.ASTM D4935-99 Standardı	50

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç	52
2.1.1.İplikler ve Özellikleri	52
2.1.2.ÜBBÖ Kumaş Üretimi ve Kumaş Özellikleri.....	55
2.2. Yöntem.....	57
2.2.1. Boyutsal Stabilite	57
2.2.2. Testler.....	57
2.2.2.1. Kumaş Testleri	57
2.2.2.1.1. İlmek Sıklığı.....	57
2.2.2.1.2.İlmek İplik Uzunluğu	57
2.2.2.1.3.Kumaş Gramajının Tayini.....	58
2.2.2.1.4. Kumaş Kalınlığının Tayini.....	58
2.2.2.1.5.Termal Konfor Testleri	59
2.2.2.1.5.1. Su Buharı Geçirgenliğinin Ölçümü.....	59
2.2.2.1.5.2.Yatay Kılcallık Ölçüm Düzeneği(GATS).....	61
2.2.2.1.5.3. Kumaş Kuruma Hızı	62
2.2.2.1.5.4. Hava Geçirgenliği Testi	62
2.2.3.Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği (EMSE) Ölçümü.....	63
2.2.4. Mikroskopik Analiz	64
2.2.5. İstatistiksel Analiz.....	65

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. ÜBBÖ Kumaşların Özellikleri.....	66
3.2. Elektromanyetik Kalkanlama Test Sonuçları	71
3.2.1. İletken İplik Tipinin EMK'ye Etkisi	74

3.2.2. Kullanılan Metal Lif Oranının EMK'ye Etkisi	75
3.2.3. Kullanılan İletken İpliğin Bulunduğu Yerin EMK'ye Etkisi.....	77
3.2.4. Ölçüm Yönünün EMK'ye Etkisi.....	81
3.3. Konfor Testi Sonuçları.....	81
3.3.1. GATS ile Yatay Kılcalılık İncelenmesi	82
3.3.2. Kuruma Hızı.....	89
3.3.3. Permetest ile Su Buharı Geçirgenliği Testi.....	91
3.3.4. Hava Geçirgenliği Testi	94

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. TARTIŞMA-SONUÇ	95
4.2. ÖNERİLER.....	98
EKLER.....	99
EK-1. Testlerde Kullanılan Standartlar Tablosu	99
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMA VE SİMGELER

ÜBBÖ	: Üç Boyutlu Boşluklu Örme
EM	: Elektromanyetik
EMK	: Elektromanyetik Kalkanlama
GATS	: Gravimetric Absorbency Testing System
RF	: Radio Frequency (Radyo Frekansı)
IR	: Infrared (Kızıl Ötesi)
SAR	: Specific Absorbtion Rate (Özgül Soğurma Oranı)
ELF	: Extremely Low Frequency (Aşırı Düşük Frekanslı Alanlar)
SE	: Shielding Effectiveness (Kalkanlama Etkinliği) (dB)
PAN	: Poliakrilonitril
OFCY	: Open-end Friksiyon ile Core-Spun İplik
EMSE	: Electromagnetic Shielding Effectiveness (Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği) (dB)
ESD	: Electrostatic Discharge (Elektrostatik Deşarj)
SS	: Paslanmaz Çelik Kesikli Lifler
SW	: Paslanmaz Çelik Tel
PET	: Polietilen teraftalat
UHF	: Ultra High Frequency
SEM	: Scanning Elektron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
Al	: Aliminyum
PAni	: Polianilin
PPy	: Polipirol
ASTM	: American Society for Testing and Materials (Amerikan Test ve Malzeme Derneği)

IEEE	: The Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik-Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)
MIL-STD	: Military (Askeri) Standartlar
E_0	: Ekranlama Olmadan Ölçülen Alan Şiddeti (volt/m)
E_1	: Ekranlama Olduğunda Ölçülen Alan Şiddeti (volt/m)
TEM	: Transverse Electromagnetic (Enine Elektromanyetik Alan)
S_{11}	: Yansıma Sabiti
S_{21}	: İletim Sabiti
P	: Pamuk Lifi
Ag	: Gümüş Lifi
C	: Karbon Lifi
v	: Akış Hızı
η	: Viskosite (g/cms)
PERM	: Geçirgenlik (cm ²)
P	: Hidrostatik Basıncı (Pa)
l	: Radyal Akış Mesafesi (cm)
Q	: Akış Hızı (cc/s)
T	: Numune Kumaş Kalınlığı (cm)
ΔP	: Hidrostatik Basıncı (g/s ² cm)
ρ	: Sıvı Yoğunluğu (g/cm ³)
g	: Yerçekimi İvmesi (cm/s ²)
r	: Ortalama Gözenek Çapı (cm)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Çözümlü ve atkılı örme üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaş özelliklerinin karşılaştırılması	14
Tablo 1.2. Raschel, düz ve yuvarlak örgü makinelerinde üretilen ÜBBÖ kumaşların sahip oldukları avantaj ve dezavantajları	16
Tablo 1.3. Vücudun farklı aktivitelerde ürettiği enerji miktarları.....	19
Tablo 1.4. Termofizyolojik konforda etkili çevresel faktörlerin yapılan işe göre değişimi.....	21
Tablo 1.5. Bazı maddelerin termal iletkenlikleri değerleri	25
Tablo 1.6. Radyasyon ve Bilinen Etkileri	26
Tablo 1.7. Piyasada satışa sunulan bazı gümüş lif ve ipliklerinin ticari isimleri	41
Tablo 1.8. . PAN esaslı karbon lifinin özellikleri	43
Tablo 2.1. İpliklerin özellikleri	55
Tablo 3.1. Üretilen ÜBBÖ kumaşların iplik besleme yerleri.....	67
Tablo 3.2. Üretilen ÜBBÖ kumaşların fiziksel özellikleri	68
Tablo 3.3. Üretilen numunelere ait belirli veri aralıkları için EMK test sonuçları	72
Tablo 3.4. Numunelerin hesaplanan geçirgenlik ve ortalama gözenek çapı büyüklüğü.....	86
Tablo 4.1. Numunelerin test sonuçları	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. ÜBBÖ Kumaşın Yapısı	5
Şekil 1.2. Kapalı ve Açık Yüzeyli ÜBBÖ Kumaşın Yandan Görünümü	5
Şekil 1.3. V Yataklı Düz Örme Makinesinde Üretilen Jakar Desenli ÜBBÖ Tekstil Görünümü	7
Şekil 1.4. Atkı örme sandviç tekstil yapıları ve farklı bağlama tabakaları tipleri	8
Şekil 1.5. Atkı örme sandviç tekstil örnekleri.....	8
Şekil 1.6. Üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaşın arka yüz (a); Ön yüz (b) Arka Yüz ve (c) Bağlantı bölgesinden görüntüleri.....	9
Şekil 1.7. Mayer & Cie firması tarafından geliştirilen spacer aparatı.....	11
Şekil 1.8. Technit D3 makinesinde kam yatakları	12
Şekil 1.9. Havlı sandviç örme kumaşlardan ısı, hava ve nem naklinin şematik gösterimi.....	13
Şekil 1.10. Deriden çevreye olan ısı transferi diyagramı	20
Şekil 1.11. Ara yüzey gerilimleri ve yüzey temas açısı	28
Şekil 1.12.Farklı temas açıları a) Büyük temas açısı b) Küçük temas açısı.....	28
Şekil 1.13. Kılcallık modelleri a) Yatay Kılcallık b) Dikey Kılcallık	29
Şekil 1.14. Elektromanyetik Spektrum	31
Şekil 1.15. Kalkanlamanın tanımı ve formülü	38
Şekil 1.16. Kalınlığı t olan bir duvarın kalkanlama etkinliği bileşenleri	39
Şekil 1.17. Tekstil Liflerinin Elektriksel İletkenlikleri	40
Şekil 1.18.MIL-STD-285 test standardının modifiye edilmiş ölçüm düzeneği	48
Şekil 1.19. Manyetik alan (elektrik alanı) ölçmesi için deney düzeneği	50
Şekil 1.20. ASTM D4935 standardında kullanılan test ölçüm düzeneği şekli	51
Şekil.1.21.Farklı uzunluklardaki (3 m ve 10 m) yankısız oda resimleri.....	51

Şekil 1.22. Çeşitli TEM hücre ölçüm sistemleri	52
Şekil 1.23. Koaksiyel Tutucu Metodu.....	53
Şekil 2.1. Terrot UP 372 Tipli örme makinesinin ayarlar yapılırken resmi.....	56
Şekil 2.2.ÜBBÖ kumaş desen raporu	56
Şekil 2.3. Tautex Digital Crimp Tester Cihazı.....	58
Şekil 2.4. Kumaş kalınlık ölçer cihazı	58
Şekil 2.5. Permetest Su Buharı Geçirgenliği Test Cihazı	60
Şekil 2.6. Permetest cihazı şematik gösterimi.....	60
Şekil 2.7. Yatay Kılcallık Ölçüm Düzeneği.....	62
Şekil 2.8. TexTest FX 3300 Labotester Cihaz Resmi.....	63
Şekil 2.9. ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm düzeneği.....	64
Şekil 3.1. Üretilen numunelere ait 0,03- 1,16 GHz aralığındaki EMK test sonuçları ...	71
Şekil 3.2. Üretilen numunelere ait 1,10- 1,95 GHz aralığındaki EMK test sonuçları ...	80
Şekil 3.3. Sıra ve Çubuk yönünde yapılan ölçüm	81
Şekil 3.4. Geçirgenlik ölçüm düzeneği numune geometrisi	83
Şekil 3.5. Numunenin 2 cm pozitif basınç altında sıvı almasını gösteren ölçüm	84
Şekil 3.6. Numunelerin Geçirgenlik Miktarları	84
Şekil 3.7. Numunelerin Ortalama Gözenek Çapı.....	86
Şekil 3.8. ProM, EMSE1 ve EMSE10 numunelerinin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği	87
Şekil 3.9. COOL ve EMSE8 numunelerinin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği	87
Şekil 3.10. KON2, KON3, KON5, KON6 Numunelerinin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği	88
Şekil 3.11. TLITE ve KON4 numunelerin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği	88
Şekil 3.12. Numunelerin kuruma hızı grafiği.....	89

Şekil 3.13. Numunelerin ağırlıkça kuruma süresi grafiği	90
Şekil 3.14. Numune kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği	92
Şekil 3.15. Numune kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları	94

GİRİŞ

Üç boyutlu boşluklu örme (ÜBBÖ) kumaşlar, örme kumaş teknolojisinde en hızlı gelişen ve üzerinde en çok araştırma yapılan örme kumaş yapıları arasındadır. Üç boyutlu boşluklu örme (ÜBBÖ) kumaşlar hav iplikleriyle bağlanmış iki örme kumaş yüzeyinin (zemin kumaşları) oluşturduğu ve temel olarak iki ana yapıdan müteşekkil bir üç boyutlu tekstil yapısıdır [1]. Konfeksiyondan kompozit endüstrisine kadar çok geniş bir kullanım alanına sahip olan bu kumaşların en belirgin özellikleri yüksek hava geçirgenliği ve ısı özellikleri (termofizyolojik konfor), kalınlığı boyunca yayılma özelliği (resilience), yalıtım (ses ve ısı) özelliği, eğilme performansı ve dökümlülüktür. Bu farklı özellikler sayesinde ÜBBÖ kumaşlar çok değişik alanlarda kullanım potansiyeline sahiptir.

Günlük hayatta kullanılan elektronik cihazlar, elektromanyetik (EM) alan yaratmaktadır. Elektronik cihazlardan yayılan elektromanyetik dalgaların gücü ister yüksek, ister düşük olsun, bu dalgaların insan vücuduna olumsuz etkileri olmaktadır. EM kalkanlama, yüksek ve düşük frekanstaki dalgaların soğurularak veya yansıtılarak zayıflatılması ve hedef bölgedeki alan şiddetinin düşürülmesidir. Elektronik aletlerin günlük yaşamda kullanımı arttıkça elektromanyetik koruma sağlayan ürünlerin kullanımı da artış göstermektedir. EM koruma amaçlı çeşitli tekstil yüzeyleri önem kazanmaktadır. EM koruma sağlayan kumaşlar ağırlıklı olarak dokuma ve örme yöntemleri ile üretilmektedir. Bu bağlamda kullanım alanı kumaşın üretim yöntemi üzerinde belirleyicidir.

İnsan vücudu ile direkt temas halinde olan kumaşların, oluşan ısıyı ve nemi transfer edebilecek kabiliyete sahip olması gerekmektedir. Böylece gerekli termofizyolojik konfor elde edilmiş olacaktır. Kişinin kendini konforlu hissedebilmesi için ortam

sıcaklığı, nem seviyesi, hava geçirgenliği gibi çevresel faktörlerle uyum içerisinde olması gerekmektedir. Kumaşın ısı ve nem geçirgenlik özelliğinin yüksek olmasına bağlı olarak iyi bir termofizyolojik konfordan bahsedilir. Kumaş katları arasında sıkışan hava, giysinin dar olmaması ve deriye yapışmaması gibi özellikler de termofizyolojik konforu etkileyen diğer unsurlardır.

Elektronik aletlerden yayılan düşük ve orta frekanstaki elektromanyetik dalgalarından koruma amaçlı üretilen bu tekstil ürünleri iletken iplikler kullanılarak üretilmektedirler. Bu bağlamda kullanım alanı, kumaşın üretim yöntemi üzerinde belirleyicidir.

Bu yüksek lisans tezi kapsamında elektromanyetik kalkanlama (EMK) özelliğine sahip fonksiyonel ÜBBÖ kumaşlar geliştirilmiştir. İç giyimde kullanılması hedeflenen bu kumaşların hem termofizyolojik konfor özellikleri sağlaması hem de EMK özelliğine sahip olması amaçlanmıştır. Çeşitli fonksiyonel lifler kullanılarak ÜBBÖ yapıda EMK özelliğine sahip termofizyolojik konfor özelliği olan kumaşlar oluşturulması bu çalışmanın başlıca amacıdır.

İlk olarak fonksiyonel liflerden EMK özelliğini ve konfor özelliğini sağlaması amaçlanan kompozit iplikler üretilmiş ve bu ipliklerin mekanik ve fiziksel özellikleri test edilmiştir. Üretilen ipliklerden oluşturulacak ÜBBÖ kumaş yapısının içerisinde bu ipliklerin dağılımı belirlenmiş ve ÜBBÖ yapıları üretilmiştir.

Üretilen ÜBBÖ yapıların EMK testleri yapılmıştır. Bu testler sonucunda istenilen kalkanlama özelliğine sahip yapılar oluşturulduğu belirlendikten sonra ÜBBÖ kumaşın aynı zamanda giysi konforunu da sağlayacak şekilde tasarımı sağlanmıştır.

Kumaşların konfor testleri sonucunda ipliklerin yerleşim yerlerinin konfor parametreleri üzerinde etkisi araştırılmış ve en etkin termofizyolojik konforu sağlayan yapı belirlenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Üç Boyutlu Boşluklu Sandviç Kumaşlar

Örme kumaşlar, üstün elastikiyet, yaylanma, gözeneklilik gibi özelliklerinden dolayı birçok teknik uygulamada esas ya da takviye yapı olarak kullanılmaktadır.

Üç boyutlu boşluklu örme (ÜBBÖ) kumaşların üretimi çok yeni olmadığı halde teknik tekstillerdeki gelişmelere bağlı olarak bu kumaşlara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Üç boyutlu boşluklu kumaşlar konusunda yapılan araştırma ve çalışmalar bu kumaşların değişik uygulama alanlarında kullanılmasına olanak sağlamıştır. Üç boyutlu boşluklu kumaşlar spesifik özelliklere sahip olmasından dolayı değişik alanlarda kullanılabilmektedir ve geleneksel tekstillerin sahip olmadığı özellikleri göstermektedir. Üretiminde çok çeşitli hammaddelerin kullanılabiliyor olması ve üç boyutlu yapıları bu kumaşları teknik alanlarda kullanıma uygun hale getirmektedir. Üç boyutlu boşluklu kumaşların üretiminde dokuma, atkılı ve çözümlü örme teknikleri kullanılabilmektedir. Farklı üretim teknolojileri değişik olanaklara yol açmakta ve değişik kullanım yerlerinden istenen özelliklere uygun tekstiller üretilebilmektedir. ÜBBÖ kumaşlar son dönemde spor, savunma ve giysi tekstillerinde, kompozit yapılarda, filtreleme işlemlerinde, medikal uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır [2,3].

ÜBBÖ kumaşlar, teknik örme kumaşlar içerisinde üzerinde en fazla çalışma yapılan ve araştırılan yapılar arasında yer almaktadır. İki örme kumaş yüzeyi ile açığı yapan hav iplikleri, bu iki örme yüzeyini birbirine bağlayarak üç boyutlu bir yapı oluşturmaktadır. Hav ipliği olarak multifilament ve/veya monofilament sentetik iplikler tercih edilmektedir. Monofilament ipliklerin kullanılması ile kumaş kalınlığı boyunca daha rijit ve stabil bir yapı elde edilmektedir. ÜBBÖ kumaşların en belirgin özellikleri, yüksek basma dayanımı, hava geçirgenliği, esneme özelliği, yalıtım özelliği, eğilme

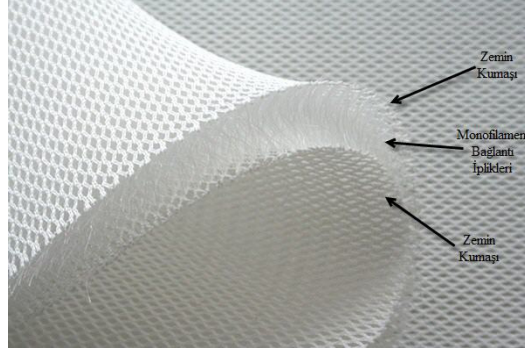
performansı ve dökümlülük olarak sıralanabilir. Ticari olarak 60 mm kalınlığa kadar üretilen üç boyutlu boşluklu örme kumaşlar bulunmaktadır.

ÜBBÖ kumaşların tarihsel gelişimine bakıldığında, 1868 yılında üç boyutlu kumaş ile ilgili ilk ticari patente rastlanmıştır [4]. Raschel çözgülü örgü makinelerinde, çift yüz olarak üretilen kadife kumaşlar da aynı yöntemle üretilmekte, sonradan kesilerek kadife efekti oluşturulmaktadır. Üç boyutlu kumaşta ise bu kesme işlemi ortadan kaldırılmış ve yüz yüze bakan iki kumaş tabakasının birbirine hav iplikleriyle bağlandığı bir kumaş ortaya çıkmıştır. 1982 yılında bu kumaşlardan sütyen astarı üretimi yapılmış ve Alman A.W. Fischer bu üretim için patent almıştır. Daha sonra otomotiv, tıbbi tekstil, jeotekstil, koruma tekstili, spor tekstili gibi alanlarda uygulamalar artarak devam etmiştir.

Atkılı örme makineleri kullanılarak üretilen ÜBBÖ kumaşlar ile ilgili yapılan araştırmalarda çoğunlukla düz örme makineleri kullanılmıştır. Araujo ve ark. [5], düz örme makinelerinde üretilen üç boyutlu boşluklu düz örme kumaş yapılarını kullanarak multifonksiyonel yapılar elde etmişlerdir. Multifonksiyonel yapıları iki yaklaşımla elde etmişlerdir: Birinci yaklaşımda tek bir bölge içerisinde bütün özelliklerin barındırıldığı yapı, ikinci yaklaşımda ise her bir bölgede farklı bir özellik barındıran yapıların birbirine birleştirilmesiyle multifonksiyonel yapı oluşturulmasıdır. Bu amaçla üst yüzeye farklı bir özellik, hav ipliklerine farklı bir özellik ve alt yüzeye farklı bir özellik verilerek multifonksiyonel yapılar oluşturmuşlardır [6].

1.1.1. Kumaş Yapısı

ÜBBÖ kumaşlar hav iplikleriyle bağlanmış iki örme kumaş yüzeyinin (zemin kumaşları) oluşturduğu ve temel olarak iki ana yapıdan müteşekkil bir üç boyutlu tekstil yapısıdır [1](Şekil 1.1). Kumaş en genel manada iki kat zemin kumaş ve bunları birbirine bağlayan hav ipliklerinin bir bileşimidir. Hav iplikleri sırasıyla her iki zemin kumaşına askı ilmekleri ile üretim işlemine dahil olarak, havlı kumaş yapısını oluştururlar. Bu yeni kumaş, örme ve sandviç yapıların bir yapısal birleşimidir.



Şekil 1.1. ÜBBÖ kumaşın yapısı [7]

Yüksek performanslı liflerin (cam, karbon, Kevlar®, Spectra® vb.) de kullanılabileceği multifilament veya monofilamentin de yer aldığı çok değişik tipte iplikler kumaşın üretiminde kullanılabilmektedir. Monofilament iplikler özellikle havlı bölgede kumaşın stabil yapısını ve rijitliğini kalınlık yönünde artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Multifilament veya kesikli liflerden üretilmiş iplikler ise havlı bölgede de kullanılabilmekle birlikte, daha çok zemin kumaşlarında kullanılmaktadır.

ÜBBÖ kumaşlar hem çift plakalı Raschel çözgülü örme makinelerinde, hem de çift plakalı yuvarlak örme makinelerinde üretilmektedir. Havlı bölgenin kalınlığı Raschel çözgülü örme makinelerinde 60 mm ye kadar çıkarken yuvarlak örme makinelerinde üst limit 15 mm'dir. Bu yenilikçi örme kumaşın en dikkat çeken özelliği artırılabilir kalınlığıdır.



(a)

(b)

Şekil 1.2. a) Kapalı yüzeyli çözgülü örme ÜBBÖ kumaşın yandan görünümü b) Açık yüzeyli çözgülü örme ÜBBÖ kumaşın üstten görünümü.[8]

ÜBBÖ kumaşları açık ve kapalı yüzeyli olmak üzere iki şekilde üretmek mümkündür (Şekil 1.2). Zemin kumaşının açık ve kapalı yüzeyli olarak üretilmesi farklı kullanım alanlarının doğmasını sağlamıştır. Bu iki farklı kumaş yapısının fiziksel ve mekanik özellikleri birbirinden farklıdır.

Kapalı yüzeyli ÜBBÖ kumaşlardaki zemin kumaşları süprem örgü veya onun türevleri olacak şekilde ajursuz üretilmişlerdir. Bu tip sandviç örme kumaşların hav yoğunluğu ve örtücülüğü daha yüksektir.

Açık yüzeyli ÜBBÖ kumaşlardaki zemin kumaşları altıgen veya paralelkenar (rhombic) şeklinde örülebilir. ÜBBÖ kumaşların yapısı, kalınlık yönünde maksimum düzeyde hava geçişine imkân sağlayacak şekildedir. Üstelik dökümlülüğü ve deformasyon kabiliyeti de diğer yapıya nazaran daha yüksektir.

Hav ipliklerinin sırasıyla her iki zemin kumaşına bağlantı yapmasıyla havlı sandviç yapıyı oluşturur. Havlı bölgenin kalınlığı Raschel çözgülü örme makinelerinde 60 mm'ye kadar çıkarken, yuvarlak örme makinelerinde üst limit 15 mm olmakla birlikte efektif olarak 8 mm kabul edilir.

ÜBBÖ kumaşların yapısal özellikleri dikkate alındığında, kumaş özelliklerine etki eden en önemli parametreler: hav ve zemin ipliği tipi, hav ve zemin ipliği lif tipi, hav sıklığı ve hav bağlantı şeklidir. ÜBBÖ kumaşlar dikkate alındığında, aşağıdaki özellikleri ön plana çıkar:

- Değişken kalınlıkta sandviç yapı oluşturabilme
- Her bir kumaş katmanın birbirinden bağımsız olarak tasarlanabilmesi
- Hafiflik
- İçten-içe ve dıştan-içe hava akımına imkan veren kumaş yapısı
- Kalınlık yönünde elastik esneyebilme/yaylanma kabiliyeti
- Termal konforu sağlayabilecek kumaş yapısı

1.1.2.Üç Boyutlu Boşluklu Sandviç Kumaşların Üretim Yöntemleri

Üç boyutlu boşluklu kumaşları dokuma, atkılı örme, çözgülü örme üretim teknikleri ile üretmek mümkündür. Çözgülü örme ile ilgili ÜBBÖ kumaşların üretilmesi yaygın olarak bilinen ve kullanılan bir yöntemdir. Çözgülü örme yöntemi ile üretilen ÜBBS

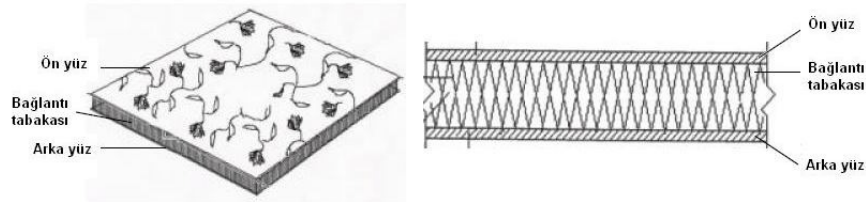
kumaşların fiziksel ve fizyolojik özellikleri geleneksel dokuma ve örmeye göre daha geniş bir şekilde incelenmiştir [9]. Çözgülü örme ile üretilen ÜBBÖ kumaşlar genellikle çift iğne raylı Raschel makinelerinde üretilirler. Son yıllarda atkılı örme ile de ÜBBÖ kumaş üretimi yaygınlaşmaktadır.

1.1.2.1.Atkılı Örme Teknolojisi

ÜBBÖ kumaşlar hem düz örme makinelerinde hem de yuvarlak örme makinelerinde üretilme imkânına sahiptir. Atkılı örme makinelerinde üretilbilmesi ayrı yataklardaki iki iğne grubu ve spacer aparatının makinede bulunmasıyla sağlanmaktadır.

1.1.2.1.1. Düz Örme Makinelerinde ÜBBÖ Kumaş Üretimi

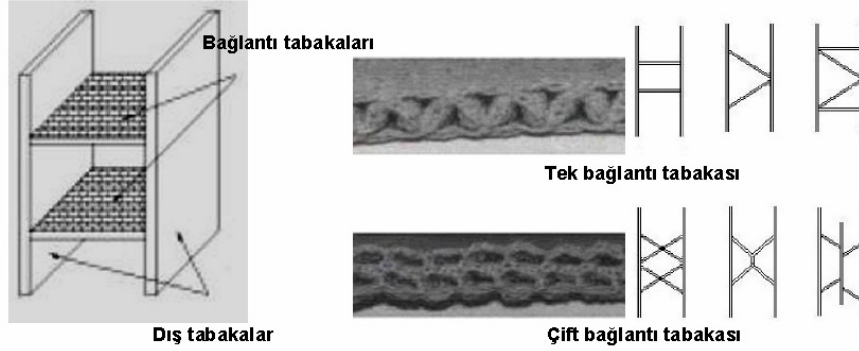
ÜBBÖ kumaşlar çift yataklı düz örme makinelerinde farklı şekillerde üretilmektedir. Bu makinelerde (1x1 rib makinelerinde) ÜBBÖ kumaşların alt ve üst yüzeyleri makinenin arka ve ön yataklarında örülmekte, bağlama iplikleriyle de örülen iki farklı yüzey birbirine bağlanmaktadır. Bu makinelerde üretilen kumaşların kalınlığı daha değişkendir. Kumaş kalınlığı özel tasarımlı makinelerde 60 mm'ye kadar yükselebilmektedir. Şekil 1.3'de V yataklı düz örme makinesinde üretilen bir ürün görülmektedir.



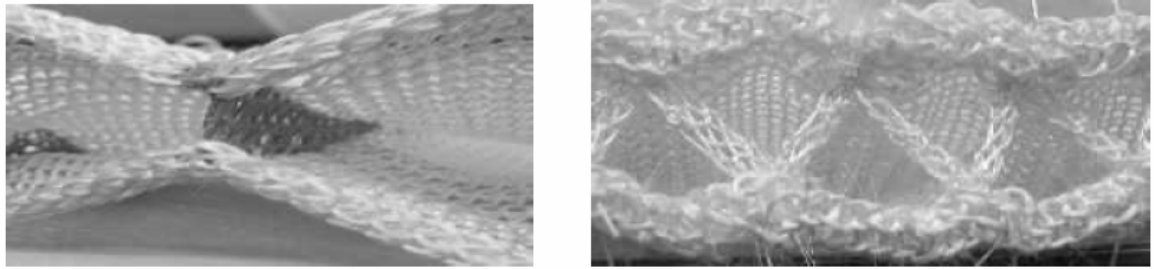
Şekil 1.3. V yataklı düz örme makinesinde üretilen jakar desenli sandviç tekstil görünümü [10]

Jakar desenlendirme tekniği kullanılarak desenlendirilen iki ayrı yüzey askı hareketi ile birbirine bağlanmıştır [10]. Burada üretilen yüzeyin meydana gelişi şu şekildedir: Alt ve üst tabakaların iğne yatağında örülmesinin ardından üretim belirli bir noktada durdurularak daha önceden desene göre seçilen iğneler askı hareketi yaptırılarak bağlantı tabakaları meydana getirilmiştir ve bu sayede ÜBBÖ kumaş üretilmiştir. Seçilen iğneler yalnızca bağlantı tabakasının oluşturulması sırasında kullanılmış olup kumaşın meydana gelmesinde başka bir görevleri yoktur. Bu yüzeylerde tek veya çift bağlantı tabakaları oluşturulabilmektedir. Şekil 1.4'de değişik bağlantı tabakaları

gösterilmektedir. Şekil 1.5’de atkılı örme tekniği ile üretilen ÜBBÖ kumaş görülmektedir.



Şekil 1.4. Atkılı örme sandviç tekstil yapıları ve farklı bağlama tabakaları tipleri [5,11]



Şekil 1.5. Atkılı örme sandviç tekstil örnekleri [12]

Bu yolla 20 mm’ye yaklaşan kalınlıkta yüzey elde etmek mümkündür. Farklı makine düzenlemeleri ile değişik bağlantı tabakası, değişik desene sahip kumaşlar elde edilebilir [13].

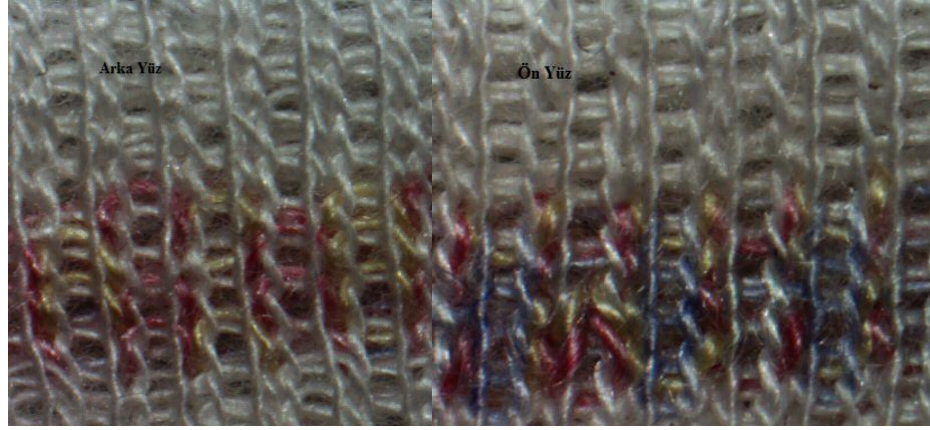
1.1.2.1.2. Yuvarlak Örme Makinelerinde ÜBBÖ Kumaş Üretimi

ÜBBÖ kumaşların çözgülü örme tekniğiyle ticari üretimi bilinen ve yaygınlık kazanmış olmakla birlikte yuvarlak örme makinelerindeki üretimle ilgili çalışmalar son 20 yılda artmıştır. Yuvarlak örme makinelerinde üretilen ÜBBÖ kumaş üretimi de giderek önem kazanmaktadır. Bu talebin artmasındaki faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Küçük partiler halinde üretim yapma imkânı, üretilen ürünlerin çözgülü örmeye göre elastikiyet özelliklerinin yüksek olması
- Üretim yapan firmalar için makinedeki iplik değişimlerinin kolay olması

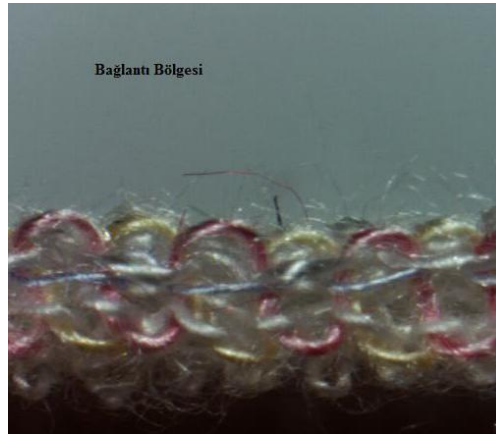
- Farklı özellikte iplikler kullanarak yeni ürünler geliştirmeye daha uygun olması
- Desen değişimlerinin daha kolay olması
- Yatırım maliyetlerinin daha uygun olması

Çift yataklı atkılı örme makineleri iki ayrı kumaş yüzeyini üretme donanımına ve bu iki yüzeyi askı hareketi ile birbirine bağlayacak donanıma sahiptir. İki kumaş yüzeyi arasındaki havlı bölgenin kalınlığı yuvarlak örme makinesindeki silindir ve kapak yatakları arasındaki mesafe ayarlanarak değiştirilebilmektedir. Aynı şekilde bağlantı ipliklerinin uzunlukları da bu mesafeyle doğru orantılıdır. Desen raporuna bağlı olarak atlama ve askı ilmekleri ile desenlendirme mümkündür. Kumaşın her iki yüzünde de çok renkli ve desenli jakarlı motifler uygulanabilir.



a)

b)



c)

Şekil 1.6. Üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaşın arka yüz (a); Ön yüz (b) Arka Yüz ve Bağlantı bölgesinden (c) görüntüleri

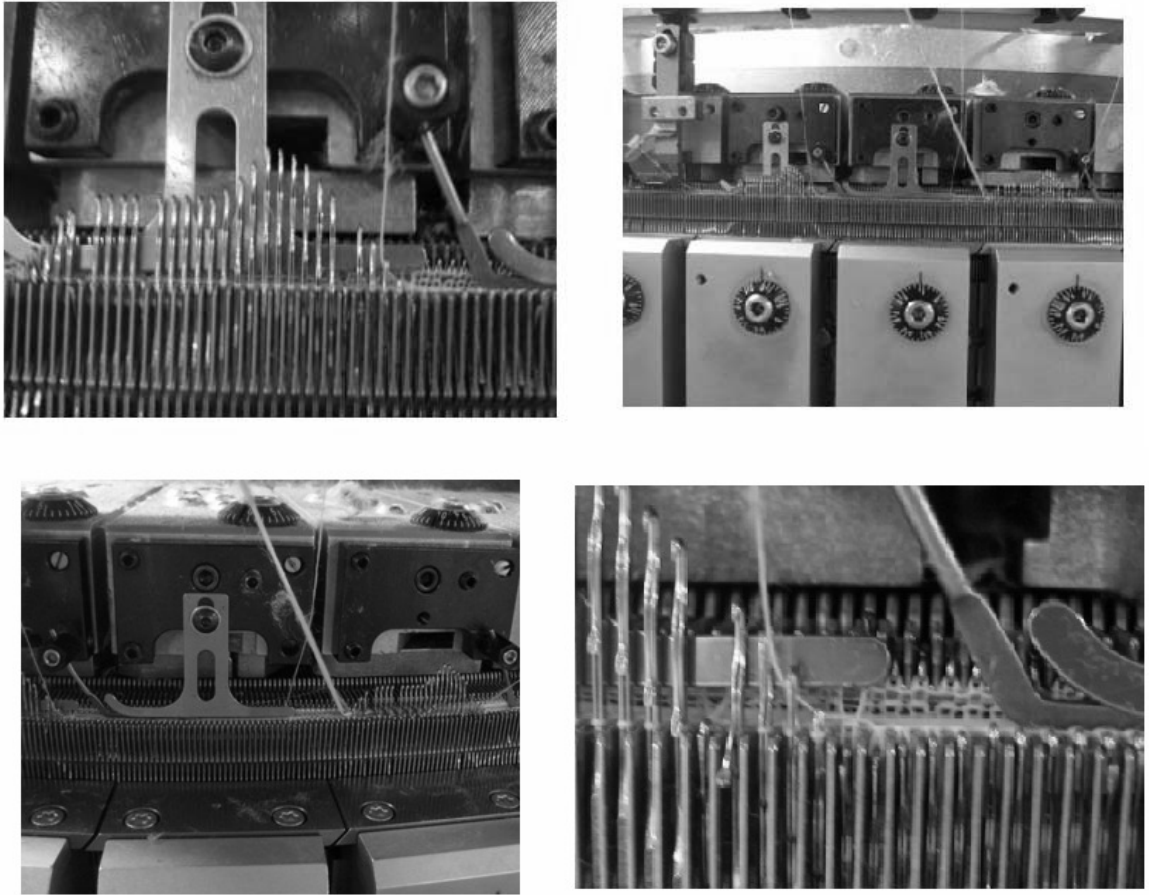
Üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaş üretimi için en az üç ayrı besleyici sisteminden iplik beslenmesi gerekmektedir. Bu besleyicilerden gelen iplikler kumaşın ön yüzünü, arka yüzünü ve bağlantıyı sağlayacak olan havlı bölgeyi oluşturmaktadır (Şekil 1.6).

Sandviç tekstillerin yuvarlak örme makinelerinde üretimi 2 farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Birinci yöntemde silindir ve kapaktaki kısa ve uzun iğnelerde sırasıyla ilmek oluşturularak sandviç tekstildeki iki dış yüzey üretilir, silindir ve kapaktaki kısa ve uzun iğnelerde sırasıyla askı hareketi yapılmasıyla birlikte iki yüzey birbirine bağlanmaktadır. İkinci yöntemde ise kısa ve uzun kapak iğnelerinde sırasıyla ilmek oluşumu vanize tekniği ile gerçekleştirilirken, kısa ve uzun silindir iğnelerinde sırasıyla ilmek oluşturulmaktadır. Bağlama ipliği kapak iğnelerinde ilmek oluşturmakta, silindir iğnelerinde askı yapmaktadır [10,14].

ÜBBÖ kumaşlar gerek interlok gerekse ribana yuvarlak örme makinelerinde üretilmektedir. Klasik tekstil üretiminde kullanılan yuvarlak örme makinelerinde plakalar arası mesafenin artırılma ihtiyacı fazla olmadığı için, yuvarlak örgü makinesi üreticileri bu konunun üzerine son dönemde yoğunlaşmaya başlamışlardır. Klasik makinelerde 1,5 - 5,5 mm'ye kadar çıkılabilen kumaş kalınlıkları, yeni makinelerde 10 mm'ye kadar yükseltilmiştir. Mayer & Cie, Monarch, Orizio ve Terrot firmaları, ÜBBÖ kumaş üretebilen özel donanımlı çift plakalı yuvarlak örme makine modelleri geliştirmişlerdir.

Mayer & Cie firması üç boyutlu kumaş üretimini kolaylaştırmak için makineler üzerine 'spacer aparatı' isimli özel bir parça geliştirmiştir (Şekil 1.7). Bu parça ön yüzey ve arka yüzeyde örülen ilmeklerin ötelenmesini sağlayarak ön ve arka yüzey kumaşlarının örgü oluşum bölgesine kaymasını önlemekte ve ara açıklığın sabit kalmasını sağlamaktadır.

Mayer & Cie firması ÜBBÖ kumaş üretimi için Technit D3 modelini geliştirmiştir [15]. Bu yeni modelde her beslemede 3 ipliği 3 kat örebilmek mümkündür. Birinci iplik tabakası kumaş yüzünde %50 görülmektedir, ikinci iplik tabakası ise kumaşın içine yerleştirilmiştir ve bu nedenle örtülmüştür. Bu ipliklerin ikisi de kumaşa fonksiyonellik kazandıracak fonksiyonel bir ipliğin eklenmesine izin vermektedir.

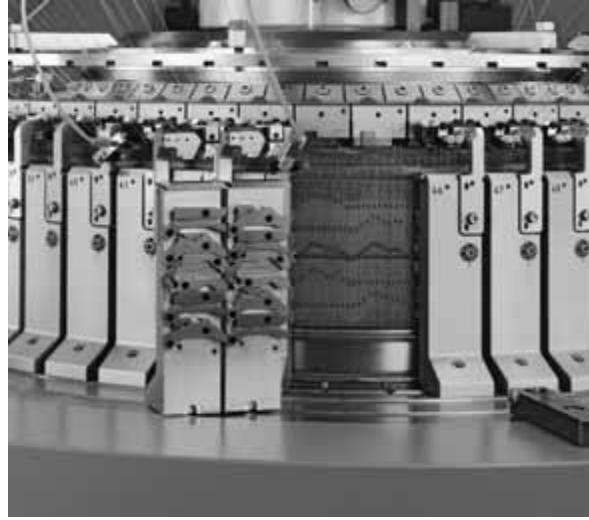


Şekil 1.7. Mayer & Cie firması tarafından geliştirilen spacer aparatı [15]

Technit D3, yuvarlak örme makinesi E18-22 makine incelikleri ve 30 - 34 inç çaplarında üretilmektedir. Makine üretim hızı 30 inç çapındaki makinede 18 rpm değerine kadar çıkabilmektedir.

Pozitif iğne tahriki ve düz kam açısı ile azaltılmış sürtünme, performans ve sağlamlılık için tasarlanmıştır. İğne topukları tamamen kapalı bir hatta hareket etmektedir, bu da çalışma güvenliğini ve örme kalitesini iğnelerin kullanım ömrü kadar artırmaktadır.

Silindir kam yatağında 4 iğne yolu ve kapak kam yatağında ise 2 iğne yolu bulunmaktadır (Şekil 1.8). Bu yapı makine için geniş bir üretim esnekliği sağlamaktadır.



Şekil 1.8. Technit D3 makinesinde kam yatakları[15]

Terrot firmasının üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaş üretimi için önerdiği modeli, I3P254 model çift plakalı yuvarlak örme makinesidir. 30 inç çapında 84 sistemli olan makine, silindirde 4 yollu, kapakta ise 2 yollu olarak tasarlanmıştır. Kumaş kalınlığı en fazla 5,5 mm olabilmektedir [16].

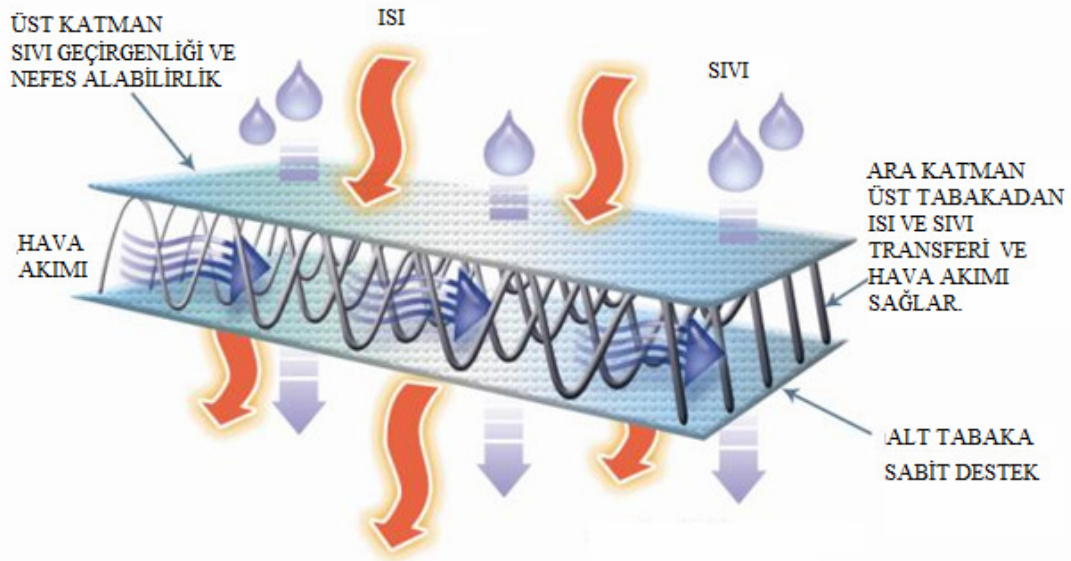
Orizio firmasının üretmiş olduğu bütün çift yataklı makineler üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaş üretiminde kullanılabilmekle birlikte özellikle CMO/E modeli önerilmektedir. Silindir iğneleri elektronik kontrollü olup 48 inç çapına kadar müşterilere sunulmaktadır. Üretilen üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaşların kalınlıklarının 10 mm yüksekliğe kadar ulaşabildiği belirtilmiştir [17].

Monarch firmasının LEC4B ve LEC4D elektronik kontrollü yuvarlak örme makineleri üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaşların üretimi için önerilmektedir. LEC4B serisi makinelerin silindir iğneleri elektronik olarak kontrol edilebilen 3 yol tekniği ile kapak iğneleri ise iki yollu desenlendirme yapabilmektedir. LEC4D 38 inç çapında ve 60 besleme olarak sunulmaktadır [18].

1.1.3.ÜBBÖ Kumaşların Özellikleri

ÜBBÖ tekstil yapıları geleneksel tekstil ürünlerinin sahip olmadığı özelliklere sahiptir. Bu yapıların hava ve nem geçirgenliği çok iyidir bu nedenle yüzeyin nefes alabilirlik özelliği gösterirler. Sıkıştırılabilme dayanımı iyidir.

ÜBBÖ kumaşların termal düzenleyici fonksiyonları oldukça önemli bir özellik olup yeni uygulama alanları açmıştır. Bir tekstil yapısının termofizyolojik konforu kumaş tabakaları arasındaki ısı ve nem transferi ile ilişkilidir. Hava akımına imkân sağlaması da bir diğer dikkat çekici noktadır. Isının muhafaza edilmesi ve nem absorpsiyon oranı da bu listeye dahil edilebilir. Havlı sandviç örme kumaşların yapısı, köpüğe nazaran daha iyi ısı ve nem transferine (Şekil 1.9) imkân tanır [19].



Şekil 1.9. Havlı sandviç örme kumaşlardan ısı, hava ve nem naklinin şematik gösterimi.[20]

Yüzeye yapılan basıncı daha geniş alana yayarak noktasal etkileri en aza indirebilme özelliği ve üzerine gelen sıvıyı en kısa sürede zeminden orta kısma geçirmesi ÜBBÖ kumaşların dikkat çekici bir diğer özelliğidir. Ameliyathanelerde örtü olarak kullanılan elektriksel iletkenlik apresi verilmiş sandviç örme kumaşların, hastaların vücut sıcaklıklarındaki düşüşü yavaşlattığı tespit edilmiştir [21].

Tablo 1.1. Çözümlü ve atkılı örme üç boyutlu boşluklu yuvarlak örme kumaş özelliklerinin karşılaştırılması [22]

Özellik	Çözümlü Örme ÜBBÖ Kumaş)	Atkılı Örme ÜBBÖ Kumaş
Gramaj (g/m ²)	417,2	431,8
Kalınlık (mm)	2,9	2
Yoğunluk (g/m ³)	0,143	0,215
Mukavemet (N/Tex)		
Sıra yönünde	0,038	0,031
Çubuk Yönünde	0,037	0,031
45 derece açıda	0,033	0,032
Kopma Uzaması (%)		
Sıra yönünde	185,53	142,1
Çubuk Yönünde	137,96	153,3
45 derece açıda	167,66	132,2
Elastisite modülü(N/Tex)		
Sıra yönünde	1,85	1,41
Çubuk Yönünde	1,37	1,53
45 derece açıda	1,65	1,31
Konfor özellikleri (Alambeta)		
Termal direnç ((Km ² /W)/10 ³)		
Kuru	63,42	38
Yaş 0,5 ml	24,9	15,1
Yaş 1 ml	23,8	10,2
Termal Emicilik (W.s ^{1/2})/(m ² .K)		
Kuru	82,02	98,56
Yaş 0,5 ml	246,6	460,3
Yaş 1 ml	269,66	633,3
Su Buharı Geçirgenliği (%)	6,51	14,95

Özellikle nem absorpsiyonu, hava ve ısı naklinin gerekli olduğu tıbbi alanlardaki uygulamalar için sandviç örme kumaşlar süngere alternatif olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Havlı bölge vücut ile yüzey arasında bir çeşit mikroklima ortamı oluşturmaktadır. Kumaşı oluşturan her bir birimin farklı iplikler kullanılarak üretilmesi önemli bir avantajdır. Kumaş imal edilirken cilde temas eden kısmın sentetik iplikten yapılması nemin bu iç yüzeyden süratle ortadaki havlı bölgeye geçişini sağlar. Nem iletici özelliğe sahip hav ipliğinin kullanılması durumunda gelen nem dış yüzeydeki tabii elyaf tarafından emilerek cildin ıslaklık hissi duyması engellenmiş olur [23]. Bu bağlamda hav yüksekliği önem taşımaktadır [24].

Anand [22], çözgülü ve atkılı örme ÜBBÖ kumaşların boyutsal, konfor ve çekme-uzama özelliklerini karşılaştırmıştır. Her iki tip kumaşın da üretiminde aynı iplikleri kullanmıştır. Kumaşların ön ve arka yüzeyinde % 100 polyester ipliklerini, bağlantı iplikleri olarak ise monofilament iplikleri kullanılmıştır. Atkılı örme ÜBBÖ kumaşlar, çözgülü örme ÜBBÖ kumaşlara göre daha ağır, daha ince ve daha yoğundur. Kumaşların fiziksel ve termal özellikleri Tablo 1.1’ de verilmiştir.

Yaptıkları analizde çözgülü örme kumaşların, ısı yalıtım özellikleri ıslak ve kuru koşullarda atkılı örme kumaşlarınkinden daha iyi olduğunu ortaya koymuşlardır. Atkılı örme ÜBBÖ kumaşın, ısı emicilik özelliği, çözgülü örme kumaşından daha yüksektir. Hem çözgülü örme, hem de atkılı örme kumaşa dokunulduğunda, özellikle ıslak halde çözgülü örme kumaş deriye daha sıcak bir his verdiği belirtilmiştir. Su buharı geçirgenlik özelliği dikkate alındığında atkılı örme kumaş, çözgülü örme kumaştan daha iyidir. Bu özellik sayesinde atkılı örme ÜBBÖ kumaşların konfor özellikleri deri ile temas eden giysilerde kullanıldığı zaman, çözgülü örme kumaşlardan daha iyi olduğu ortaya konulmuştur.

Önal ve Korkmaz [25], üç katlı (kapitone) örme kumaş ile ÜBBÖ kumaşın boyutsal ve fiziksel özelliklerini kıyaslamışlardır. Ön ve arka yüzlerinde aynı ipliklerin kullanıldığı numunelerin boncuklanma özellikleri birbirleri ile aynı seviyede iken boyutsal özellikleri birbirlerinden farklı olduğu sonucu elde edilmiştir. ÜBBÖ kumaşın kalınlığı yıkama işlemi öncesi kapitone kumaştan fazla iken, yıkama sonrası kapitone kumaşın kalınlığı daha yüksek olmuştur. Kumaşların çekme özellikleri dikkate alındığında ise kapitone kumaşın boyuna çekmesi, ÜBBÖ kumaştan daha azken (kapitone kumaş

%18,3, ÜBBÖ kumaş %19,8), enine çekmesi bir miktar fazladır (kapitone kumaş %8,8, ÜBBÖ kumaş %8).

Shanna [4], Raschel, düz ve yuvarlak örgü makinelerinde üretilen üç boyutlu boşluklu örme kumaşların avantaj ve dezavantajlarını incelemiş ve inceleme sonucu Tablo 1.2’de verilmiştir [4].

Tablo 1.2. Raschel, düz ve yuvarlak örgü makinelerinde üretilen ÜBBÖ kumaşların sahip oldukları avantaj ve dezavantajları [4]

Kumaş Tipi	Avantaj	Dezavantaj
Raschel Örme	Yırtılmaz ve sökölmez.	Yatırım maliyeti yüksektir.
Raschel Örme	Yapıştırmaya ve laminasyona gereksinim yoktur.	Fazla miktarda yer ihtiyacı vardır.
Raschel Örme	Esnek, katlanabilir ve şeklini muhafaza eder	Desenlendirme imkanı sınırlıdır.
Raschel Örme	Ayarlanabilir kalınlık ve hacim özellikleri vardır.	Makine başına yüksek işçilik oranları vardır.
Raschel Örme	Hava ve nem geçirgenliği kontrol edilebilir.	Makine üretimi düşüktür.
Raschel Örme	Efektif bir nem transferi	Çökmeye karşı eğilimlilik gösterir.
Raschel Örme	Vücut şeklini alabilme özelliği vardır.	-
Raschel Örme	İzolasyon	-
Raschel Örme	Geniş enleri mevcuttur.	-
Düz Örme	Kumaş istenilen ebatlara kesilebilir	Düşük üretim hızı vardır.
Düz Örme	Farklı iplik tipleri	İplik besleme

Tablo 1.2. Raschel, düz ve yuvarlak örgü makinelerinde üretilen ÜBBÖ kumaşların sahip oldukları avantaj ve dezavantajları [4] Devamı

	kullanılabilir	sayısı düşüktür.
Düz Örme	Kolay ve sınırsız desenlendirme imkanı vardır.	Sökük ve kaçıklar meydana gelebilir.
Düz Örme	İki kumaş yüzeyi arasında dolgu ipliği besleyebilme özelliği vardır.	Makine yapısı karmaşıktır ve pahalıdır.
Yuvarlak Örme	Kalın iplikler kullanılabildiği için düşük iplik maliyeti	Sadece tek bir ende kumaş üretilir.
Yuvarlak Örme	Makine için yer gereksinimi azdır	Boyutsal stabilitesi düşüktür.
Yuvarlak Örme	Kesik elyaf iplikleri kullanılabilir	Monofilament kullanıldığında rijittir.
Yuvarlak Örme	Hızlı makine ayarlayabilme ve tip değiştirme imkanı vardır.	Sökük ve kaçıklar meydana gelebilir.
Yuvarlak Örme	Şekle girebilen yumuşak kumaşlar üretilir.	-
Yuvarlak Örme	Kolay desenlendirme imkanı vardır.	-
Yuvarlak Örme	Fazla kalifiye elemana ihtiyaç yoktur .	-

1.1.4.ÜBBÖ Kumaşların Kullanım Alanları

ÜBBÖ kumaşların kullanım alanları son yıllarda büyük oranda artmıştır. Endüstriyel tekstillerden giyim endüstrisine kadar çok çeşitli alanlarda uygulama alanı bulmuştur. Gerek çözümlü gerekse atkılı örme teknolojisi kullanılarak üretilmiş farklı uygulama alanları için ÜBBÖ kumaşlar geliştirilmiştir. ÜBBÖ kumaşın yapısı ve fiziksel özellikleri üretim teknolojisine göre büyük oranda değişmektedir. Çözümlü örme kumaşlar daha çok inşaat tekstilleri, kompozit malzeme üretimi, jeotekstiller, tıbbi tekstiller ve otomotiv döşemesi alanlarında yaygındır. Ancak atkılı örme teknolojisi ile

üretileen ÜBBÖ kumaşlar giyim endüstrisinin yanı sıra özellikle tıbbi tekstiller ve döşemecilik alanlarında çözgölü örme ile üretileen ÜBBÖ kumaşlarına rakip hale gelmişlerdir [26,27].

1.2.TEKSTİLDE TERMAL KONFOR

İnsan ve çevre arasındaki psikolojik, fizyolojik ve fiziksel harmoninin tatminkâr hali olarak tanımlan konforu; psikolojik konfor, fiziksel konfor ve termofizyolojik konfor olarak üçe ayırmak mümkündür [28,29]. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için çevre sıcaklığı, nem, rüzgar hızı, ışık gibi çevresel faktörlerle ilgili bir uyarının beyine iletilmemiş olması gerekir. Giysilerimiz veya psikolojik durumumuza bağlı olarak bu faktörlerden herhangi birine hissedilen rahatsızlık duygusu konforu ortadan kaldıracaktır [30].

1.2.1.Termofizyolojik Konfor

Fizyolojik veya termal konfor, termal çevre ile tatmin edici şekilde uyumlu olma hali olarak tanımlanmaktadır [31]. Li [32], tekstil kumaşlarının ısı ve nem iletimi özelliklerini kullanarak konforu, termal ve nemli durumu elde etmek olarak tanımlamıştır. Grabowska [33] fizyolojik konforun, hava geçirgenliği, termal izolasyon, buhar geçirgenliği, nem absorpsiyonu, nem iletimi gibi kumaş özelliklerinden etkilendiğini belirterek insan vücudunun çevresi ile arasındaki termal enerji dengesinin kurulması olarak açıklamıştır.

İnsanların kendilerini fizyolojik olarak konforlu hissetmeleri; sıcak iklimlerdeyken ya da faal durumda hareket halindeyken vücudun aşırı ısınmasının önlenmesine ve giysilerindeki terin buharlaşarak uzaklaştırılmasına bağlıdır. Vücudun aktivite düzeyi artınca nem buharlaştırılarak vücuttan (giysiden) uzaklaştırılır ve vücut konforunu korumuş olur [34].

Termofizyolojik konfor, uygun termal ve ıslaklık durumuna erişme hali olup, kumaşın ısı ve nem transfer özellikleri ile ilgilidir. Termofizyolojik konfor, kumaşların deri üzerinde oluşturdıkları his ve kumaş deri arasındaki mekanik etkileşime bağlıdır [30].

Termal konfora etki eden unsurları şu şekilde sıralamak mümkündür;

- a. Liflerin ve kumaş yapısında hapsolmuş havanın termal iletkenliği

- b. Liflerin özgül ısısı
- c. Kumaş kalınlığı
- d. Kumaşın hacim yoğunluğu
- e. Kumaş yüzeyi (lif tipi, örgü yapısı, tüylendirme zımparalama gibi yüzey işlemleri)
- f. Kumaş ve çevre yüzeyler arasındaki temas alanı
- g. Ciltten kumaşa iletimle gerçekleşen ısı kaybı
- h. Ciltten kumaşa ve kumaş yüzeyinden konveksiyon ile gerçekleşen ısı kaybı
- i. Işınım ile gerçekleşen ısı kaybı (cilt ve kumaş yüzeylerinin yayabilirlikleri)
- j. Ciltten ya da kumaştan su buharlaşmasıyla gerçekleşen ısı kaybı
- k. Kumaş tarafından su absorpsiyonundan dolayı gerçekleşen ısı kazanımı

Dış atmosfer koşulları (sıcaklık, göreceli rutubet, çevre havanın hareketi) [35].

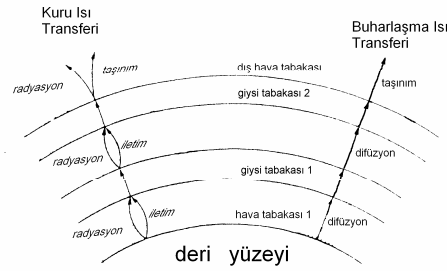
Termofizyolojik konfor kumaşın ısı ve nem geçirgenlik özelliklerinin yüksek olmasına bağlı olarak ortaya çıkar. Termofizyolojik konforu etkileyen diğer parametreler kumaş katları arasında sıkışan hava miktarı, giysinin çok dar olmaması ve giysinin deriye yapışmamasıdır [36].

Tablo1.3.Vücudun farklı aktivitelerde ürettiği enerji miktarları [29].

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

İnsanoğlunun hayatını devam ettirmesi ve günlük faaliyetlerini sürdürebilmesi için düzenli olarak enerji gereksinimi vardır. Alınan besinlerin, kanla taşınan oksijen

yardımıyla yakılması sonucu açığa çıkan enerji vücudun ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır. Vücut bu enerjiyi harcarken ısı açığa çıkar. Faaliyetin türüne bağlı olarak açığa çıkan ısı miktarı değişmektedir (Tablo 1.3). İnsan vücudunun ideal sıcaklığı 37°C'dir. Bu sıcaklığın sabit tutulması için çeşitli faaliyetler sonucu açığa çıkan ısı vücuttan dış ortama transfer edilir. Transfer işlemi önce vücudun en dış yüzeyi olan deriye, deriden de dış ortama taşınım, ışıınım, iletim veya terleme yoluyla gerçekleştirilir (Şekil 1.10). Vücut sıcaklığının, ideal sıcaklık olan 37 °C'nin 1 °C bile üzerine çıkması vücuttaki oksijen tüketimini % 15 artırmaktadır. Bu artış enerji ve sıvı ihtiyacını da artırmaktadır dolayısıyla insan vücudu daha fazla yorulmaktadır. İnsan vücudu için gerekli olan termofizyolojik konforu sağlamak amacıyla vücut ile direkt temas halinde olan giysilik kumaşların veya vücudun dolaylı olarak temas halinde olduğu ev tekstili kumaşlarının oluşan ısıyı ve nemi transfer edebilecek özelliğe sahip olması gerekmektedir [29,37].



Şekil 1.10. Deriden çevreye olan ısı transferi diyagramı [37].

Vücudun ürettiği enerji miktarı vücudun dışarıya attığı enerji miktarından büyük olduğu zaman vücutta sıcaklık hissi, küçük olduğu zaman ise serinlik hissi söz konusu olmaktadır [38].

Termofizyolojik konfor açısından insan yaşamında etkili olan çeşitli çevresel parametreler aşağıda sıralanmaktadır: [39]

- Havanın kuru sıcaklığı
- Relatif nem miktarı
- Havanın giysinin içinden geçiş hızı
- Yerkürenin sıcaklığı
- Gün ışığı

Termofizyolojik konforun sağlanmasında etkili çevresel faktörler, Tablo 1.4'te görüldüğü gibi farklı fiziksel aktivitelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Tablo 1.4. Termofizyolojik konforda etkili çevresel faktörlerin yapılan işe göre değişimi [38].

Fiziksel Aktiviteler	Havanın Kuru Sıcaklığı (°C)	Relatif Nem Miktarı (%)	Havanın Giysi İçinden Geçiş Hızı (m/sn)
Yöneticilik işi	21 ± 3	55 ± 15	0,1
Oturarak yapılan hafif işler	19 ± 3	55 ± 15	0,2
Ağır işler	18 ± 3	50 ± 15	0,4
Çok ağır işler	17 ± 3	50 ± 15	0,5

Termal konfor konusunda literatürde çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılan bu çalışmalar incelenmiştir.

Geraldes ve arkadaşları [40], fonksiyonel iki katmanlı örgü kumaşların koşucular üzerinde termal özelliklerini incelemişler ve iki katmanlı kumaşın insan derisi ile temas edecek yüzeyinde modifiye hidrofobik polipropilen (PP) ipliği, dış yüzeyinde ise hidrofilik yapılı bir iplik kullanılarak; inceleme sırasında farklı PP kesitleri denemiş ve yıldız kesitli lifin termal konfor açısından en iyi sonucu verdiğini gözlemlemişlerdir. Tasarlanan koşucu kıyafeti, terleme sonucunda ıslak kalmamış, hızlı bir şekilde kurumuştur. Bu sayede hem deri üzerinde bir serinlik hissi oluşmuş hem de kıyafet kuru kaldığından ıslaklığın kullanıcıya vereceği rahatsızlığın kısa sürede ortadan kalktığını belirlemişlerdir [40].

Uçar ve Yılmaz [41], 1x1, 2x2 ve 3x3 rib örgü yapısındaki kumaşların termal özelliklerini, kumaşların bağlantı sayılarının, yoğunluklarının ve hava geçirgenliklerinin değişimine bağlı olarak incelemişlerdir. İnceleme sonucunda rib bağlantı sayısı azaldıkça hapsedilen hava miktarının arttığını gözlemlemişlerdir. Bu duruma bağlı olarak ısı kaybının azaldığı gözlenmiştir. Hava yalıtkan bir özellik gösterdiğinden kumaş yoğunluğu, dolayısıyla kumaşın sıkılığı arttıkça hava geçirgenliğinin azalmasına

bağlı olarak taşınım yoluyla ısı kaybı miktarının düşüş gösterdiği sonucuna varmışlardır [41].

Güneşoğlu ve Meriç [42], değişik kalınlık, gramaj ve yoğunluğa sahip 40 farklı kumaşın termal absorbtivite özelliklerini incelemişlerdir. İnceleme sonucunda kumaş yoğunluğunun termal absorbtivite özelliğini etkilediğini tespit etmişlerdir. Yoğunluğu yüksek olan kumaşlar içerisinde hapsedilen hava yoğunluğu, düşük olan kumaşlardan azdır. Hava yalıtkan bir özellik gösterdiğinden dolayı yüksek yoğunluklu kumaşlar ısıyı daha fazla iletirler ve deri üzerinde soğuk his uyandırır. Düşük yoğunluğa sahip kumaşlar ise sıcak bir his verecektir. Termal absorbtivite özelliği ile termal iletkenlik özelliği arasında önemli bir bağlantı bulunmaktadır. Termal iletkenlik tekstil ürününün içerdiği nem miktarı ile doğru orantılıdır. Nem miktarı arttıkça termal iletkenlik artmakta ve vücut serinlemektedir [42].

Frydrych ve arkadaşları [43], doğal ve yapay selülozik liflerden üretilen kumaşların termal konfor özellikleri üzerine çalışma yapmışlardır. Doğal ve yapay selüloz lifleriyle üretilen iplikler, günümüz tekstil endüstrisinde uygun kullanım alanına sahip olan liflerden pamuk ve Tencel lifi ile imal edilmiş kumaşların ısı konfor özellikleri (ısı iletkenlik, emicilik, ısı direnç gibi) incelenmiştir. 6 adet pamuk ve 9 adet Tencel lifinden üretilen kumaş numunelerinin atkı ve çözgü iplikleri 20 tex'dir. Bezayağı, dimi ve bileşik olarak üç farklı yapıda üretim gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar dikkate alındığında; Tencel ipliği ile üretilen nihai kumaşın pamuk ipliği ile üretilen kumaşa göre daha düşük ısı iletkenlik ve ısı emiciliğe, daha yüksek ısı difüzyon ve ısı dirence sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca dokuma tipinin ısı özellikler üzerindeki etkisi pamuk ve Tencel ipliğinden üretilen tüm kumaşlar için gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, pamuktan üretilen kumaşların Tencel lifinden üretilen kumaşlara göre yazlık giysilerde kullanıldığı takdirde daha iyi ısı özelliklere sahip olduğu söylenebilir. Tencel lifinden üretilen kumaşların serinlik etkisi ve hava geçirgenliği daha iyidir. Bu nedenle kullanılacak hammadde çeşidi kumaşın hangi amaca yönelik üretileceğine göre belirlenmelidir [43].

Matusiak [44], çok katlı tekstil yapılarında termal konfor özelliklerini incelemiştir. Çevre koşulları, hava sıcaklığı, hava hareketleri, nem değerleri gibi birçok farklı etkenin termal konfor üzerinde etkisi vardır. Kumaşların mikro ve makro yapılarının termal konfora etkisi olduğu kadar hammadde tipinin de önemli etkisi vardır. Numune

kumaşların ısı konfor özellikleri, bu kumaşları oluşturan her bir materyalin özelliklerine ve kumaş içerisindeki kullanım yerine bağlı olarak değişmektedir. Çok katlı kumaşların termal iletkenlik değerleri, onları meydana getiren tek katlı kumaşların termal iletkenliklerinin ortalama değerine yakın olduğu belirlenmiştir. Gözenekli yapıdaki dokusuz yüzey kumaşın termal difüzyon değerinin, diğer kumaşlardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kumaş yüzeyinin en düzgün ve pürüzsüz olduğu bölgenin ısı soğurganlık değerinin en yüksek olduğu gözlenmiştir. Çok katlı kumaşın ısı difüzyon değeri, bu kumaşı meydana getiren tek katlı kumaşların dizilimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir [44].

Barkowiak [45], çift katlı örme yapıların sıvı emiciliği hakkında inceleme yapmış ve çift katlı kumaşın her bir katmanında farklı lifler kullanılarak lif tipinin etkisini incelemiştir. Çift katlı yapı meydana getirilirken, vücutla temas halinde olan kumaş yüzeyinin hızlı bir şekilde vücuttaki teri emmesi amaçlanmıştır. Diğer taraftan diğer katman birinci katman tarafından emilen sıvıyı hızlı bir şekilde dış ortama transfer etme özelliği gösterecek yapıda olması hedeflenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda viskon lifinin sıvı emicilik özelliğinin diğer liflerden daha iyi olduğu belirlenmiştir [45].

1.2.1.1. Giysi ve Kumaşların Termofizyolojik Konfor Özellikleri

Termal konforu ısı transferi ve kütle transferi ile nitel olarak izah etmek mümkündür.

Isı transferi, insan vücudunun termal dengesinin sağlanması için ilgili giysi faaliyetlerini içerirken, kütle transferi hava ve suyun giysi / kumaş içinden taşınabilmesiyle ilgilenir. Suyun taşınabilmesi, sıvı haldeki suyun ve buhar halindeki suyun iletimini kapsar [46].

İnsan vücudu, biyokimyasal parçalanmalar, kas titreşimleri, fiziksel aktivite gibi metabolik aktivitelerle sürekli ısı üreten termodinamik bir sistemdir. Vücudun termal dengesinin sağlanması için açığa çıkan ısıya eşit miktarda ısının vücuttan uzaklaştırılması gerekir. Vücutta termal dengenin sağlanamaması, deri sıcaklığındaki iniş-çıkışlara paralel olarak konfor problemlerine hatta hayati tehlikelere neden olabilir. İnsan vücudun termal dengesini bozan durumları şu şekilde sıralamak mümkündür: [30]

- Sıcaklık ve nem değerleri birbirinden çok farklı olan iki ortam arasında yer değiştirme
- Vücuttan kısa sürede büyük miktarlarda sıvının dışarı atılması
- Ani bir şekilde farklı bir fiziksel aktiviteye geçilmesi

Yüksek sıcaklıkta olan bölgeden düşük sıcaklıkta olan bölgeye doğru geçme eğiliminde olan bir enerji çeşidi olan ısıнын transferi aşağıda yer alan dört mekanizmadan birisiyle gerçekleşmektedir:

1. İletim (conduction): Yaygın olarak katı cisimlerde görülen mekanizmadır. Katı cisimlerde hızla hareket eden ya da titreşen, sıcak atom ve moleküllerin enerjilerini (ısılarını) temas halindeki komşu atom ve moleküllere aktarması şeklinde meydana gelen ısı iletimidir.
2. Taşınım (convection): Taşınım, gaz veya sıvı akışkan moleküllerin makroskobik hareketi sonucunda meydana gelir. Isı akışının doğal yollarda meydana geldiği duruma doğal taşınım, fan, pervane vb. cihazlarla meydana gelen ısı akışına ise zorlanmış taşınım adı verilir.
3. Işınım (radiation): Malzeme içindeki atom ve moleküllerin hareketlerinin bir sonucu olan ışıınımda yüklü parçacıklar ihtiva eden atom ve moleküllerin hareketi elektromanyetik emisyonla sebep olur ve bu emisyon malzeme yüzeyinden enerji taşır. Elektromanyetik emisyonun miktarı yüzey sıcaklığı yükseldikçe artar.
4. Yoğuşma: En az görülen ısı transfer mekanizmasıdır. Buhar halindeki sıvı, soğuk bir yüzeye temas ettiğinde yoğuşur, bu yoğuşma sonucu çevreye ısı salınır.

Giysi içinden ısıнын uzaklaşması; taşınım, ışıınım, iletim ve terleme yoluyla (buharlaşma) olabilir. Düşük aktivite düzeyinde, deri yüzeyinden ısı kaybının %75'i taşınım, ışıınım ve iletimle gerçekleşir [47]. Giysinin oluşan ısıyı, terin uzaklaşmasına izin verecek şekilde olması gerekmektedir. Ancak bu şartlardaki giysinin termofizyolojik konfor sağladığından söz edilebilir. Tablo 1.5.'te bazı tekstil liflerinin, suyun ve havanın termal iletkenlikleri yer almaktadır [48].

Tablo 1.5. Bazı maddelerin termal iletkenlikleri değerleri [48]

Lif Tipi	Termal 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
Poliamid 6,6.6	0,250
Viskoz, rayon	0,289
Pamuk	0,461
Su	0,600

1.2.1.2. Termofizyolojik Konforu Tanımlayan Parametreler

1.2.1.2.1. Hava Geçirgenliği

Kumaşın her iki yüzü arasında belirli bir basınç farkı bulunduğu zaman birim kumaş yüzeyinden geçen hava akımının hacmi, hava geçirgenliği olarak tanımlanmaktadır. Manometrede 10 mm'lik bir yükseklik farkına neden olacak basınçta 100 mm²'lik bir alandan bir saniyede geçen hava hacminin mm³ olarak ifadesi hava geçirgenliğinin teknik tanımıdır. Hava geçirgenliği, kumaş yapısından en çok etkilenen kütle transfer özelliğidir. Yoon ve Buckley'in hava geçirgenliğini kumaş yapısıyla ilişkilendirdikleri modele göre, hava akışı bilhassa iplikler arasındaki kumaş yüzeyine dik durumdaki silindirik boşluklar olan gözeneklerde gerçekleşmektedir [30, 49].

Kumaş içinde gerçekleşen hava hareketi viskozik sürüklenmeye bağlıdır; bu nedenle örgü sıkılaştıkça hava geçirgenliği azalmaktadır. Bunlara ek olarak sıkı dokunmuş kumaşlarda, hava geçirgenliği ile kumaş gözenekliliği arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Kumaş tabakası içinden geçen hava miktarını belirleyen kumaş yüzeyleri arasındaki basınç farkı, hava hızı ile ilişkilidir; bu ilişki, özellikle düşük hızlarda çok daha kuvvetlidir [50].

Hava geçirgenliği kumaşın bir çok konfor özelliğini etkilemektedir. Su buharı geçirgenliği ve sıvı su iletim özelliği hava geçirgenliği ile yakından ilişkilidir. Bunun nedeni havayı geçiren bir yüzey su buharını veya sıvı haldeki suyu da geçirmesidir. Ayrıca bir kumaşın termal direnci ile üzerindeki hareketsiz hava tabakası arasında ilişki vardır bu nedenle hava tabakası kumaşın hava geçirgenliğinden etkilenmektedir [46].

1.2.1.2.2. Su Buharı Geçirgenliği

Terin deriden buharlaşma yoluyla uzaklaşması ve vücudun hareket halindeyken aşırı ısınmasının önlenmesi, insanın kendini konforlu hissetmesi için gerekli bir durumdur. Su buharı geçirgenliği yüksek olan kumaşlardan üretilen giysiler vücut üzerinde ter birikmesini engeller ve terin vücuttan hızlı şekilde uzaklaşmasını sağlar, böylelikle vücut konforu korunmuş olur. Su buharı, giysi içinden etkili bir biçimde iletilmezse deri yüzeyinde bağıl nem değeri artmaya başlar bunun sonucunda kullanıcı ıslaklık hissetmeye başlar. Yüksek su buharı geçirgenliğine sahip kumaşlar, kullanım esnasında terleme ve buharlaşmadan kaynaklanan soğuma efektine yardımcı olur. Ayrıca soğuk iklimlerde yüksek su buharı geçirgenliği, giysilerde su birikmesini önlemek veya azaltmak için önem arz etmektedir [49,51,52].

Kumaş tabakasının çevresinde oluşan buhar basıncı farkı sayesinde su buharı iletimi ortaya çıkar. Buhar basıncı farkı su buharı konsantrasyonu farkına işaret etmektedir. Su buharının, kumaş içindeki hareketliliği kumaşın mikro gözenekli yapısına bağlıdır ve bu yapıyı değiştiren her işlem, kumaş ve giysilerin su buharı geçirgenliğini de değiştirir. Su buharı iletimi, iplikler arası hava gözeneklerinin oluşturduğu bir özelliktir. Gözenek büyüklüğü, iplik çapından, iplik çapı da lif birleşiminden etkilendiğinden su buharı geçirgenliğinin kumaş içerisindeki liflerin nem alma özelliğinden etkilendiği düşünülmektedir. Bir kumaş, bilinen çevresel şartlara bırakıldığında yoğunluk, gözeneklilik, kalınlık gibi parametreleri aynı olsa bile, su buharı geçirgenliği lif tipine göre büyük farklılık gösterebilir. Kumaş tabakası çevresindeki basıncı farkı liflerin su

buharı absorbsiyon özelliklerine bağlı olduğundan dolayı bu farklılık ortaya çıkmaktadır. Lifler, fiziksel birleşimlerine ve kimyasal yapılarına bağlı olarak bünyelerine su buharı alacaklardır. Su buharı absorbsiyon oranı yüksekse su buharı basınç farkı düşük olduğundan dolayı toplam su buharı geçirgenliği de düşük olacaktır. Kumaştaki gözeneklerden (boşluklardan) gerçekleşen su buharı iletimi ise lif tipinden etkilenmemektedir. Ayrıca kumaş yüzey özellikleri su buharı geçirgenliğini önemli şekilde etkilememektedir. İki kumaş tabakası arasındaki hava katmanının sıcaklığı, su buharı iletimi gerçekleştiğinde artmaktadır. Artış miktarı; kumaşların su buharı absorbsiyonu oranı ile de ilişkilidir. Diğer taraftan, sıvı haldeki su, kumaş ile temas halinde olduğunda (terlemede olduğu gibi), kumaş yüzeyinin ıslanabilirliği, kumaş tabakaları içinde gerçekleşen su buharı geçirgenliğini belirlemede etkili olmaktadır. Bu durumda, kumaşların kılcallık özelliği önem kazanmaktadır [46, 49, 53,54].

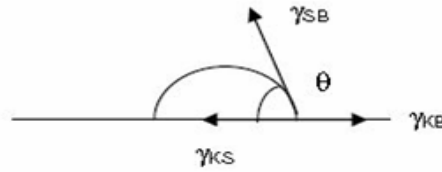
1.2.1.2.3. Kılcallık

Terden kaynaklanan ıslaklık hissinin ortadan kaldırılması için, giysiyi oluşturan kumaşın vücut yüzeyindeki teri buhar yoluyla uzaklaştırması ve aktivite sonrası kumaşta biriken, vücutla temas halindeki sıvı teri de mümkün olduğunca dağıtarak vücuttan uzaklaştırması gerekmektedir. Termofizyolojik konfor için gerekli olan ter emicilik ve çabuk kuruma özellikleri, bir ağacın köklerin aldığı suyu en uçtaki yapraklara kadar iletmesini sağlayan “kapilar (kılcal) kanal” doğa olayından yola çıkılarak geliştirilmiştir. Terin vücuttan ve giysi üzerinden uzaklaşması giysilerin gözenekliliğine ve kılcallık özelliklerine bağlıdır. Kılcallık, “sıvının kapilar kuvvetler etkisiyle gözenekli bir yapıda kapilar kanallar içinden hareketliliği” olarak [46] veya “kumaşların kapilar akış oluşturma yeteneği” şeklinde de tanımlanabilmektedir [55,56].

Lif yüzeyinin ıslanması, lif yapısına sıvının taşınması, lif yüzeyinde adsorbsiyon ve sıvının içteki liflere difüzyonu gibi birçok fiziksel davranış sıvıların tekstil malzemeleri ile etkileşimini içermektedir. Kumaş gibi lifli yüzeylerin ıslanmasında yayılma, emilme, adhezyon gibi çeşitli ıslanma davranışları görülür. ıslanma davranışlarıyla kumaş yapısına katılan sıvı, kapilar kanallar içinden ilerleyerek dağılır. ıslanma ve kılcallık birbirinden bağımsız olmayıp kapilar basınç etkisiyle ortaya çıkan sıvı akışıdır. Tekstil liflerini ıslatmayan sıvılar, kumaş içinde yayılamaz. Kılcallık, kapilar boşlukları bir sıvı ile ıslatılan yapılarda görülür bundan dolayı kılcallık için ön şart ıslanmadır [56,57].

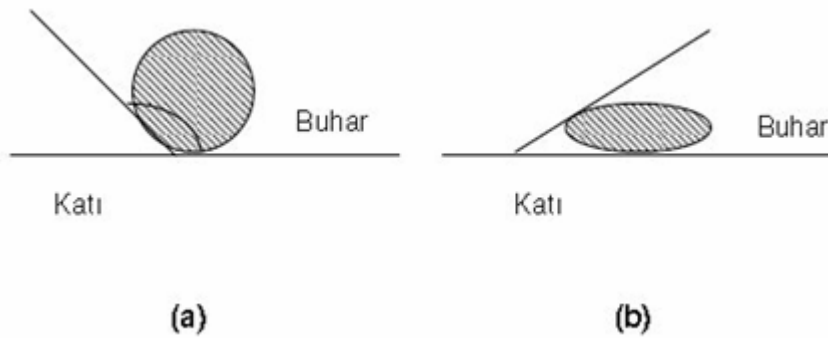
Islanma bir sıvının katı bir yüzey ile temas kurabilme becerisidir. Islanma sıvı ile katının bir ara yüzeyde bir araya geldiğinde oluşan moleküller arası etkileşmeden kaynaklanır. Islanma derecesi (ıslanabilirlik) adhesif ve kohezif kuvvetler arasındaki dengeyle belirlenir. Başka bir ifade ile ıslanma, katı-sıvı veya sıvı-hava ara yüzeyinin sıvı-sıvı ara yüzeyi ve katı-hava ara yüzeyinin katı-katı ara yüzeyiyle yer değişimidir. Doğal ıslanma, termodinamik denge boyunca sıvının katı yüzeyde migrasyonudur. Zorlanmış ıslanma ise, katı-sıvı ara yüzeyini genişletmek için uygulanan hidrodinamik veya mekanik kuvvetlerin etkisi ile gerçekleşir [46, 56,57].

Temas açısı, katı bir yüzeyin ıslanabilirliğinin ölçüsüdür. Katı bir yüzey üzerine sıvı damlası bırakıldığında, katı-sıvı-buhar ara yüzeyleri için enerji dengesi ve yüzey temas açısı Şekil 1.11’de görülmektedir [46].



Şekil 1.11. Ara yüzey gerilimleri ve yüzey temas açısı [46].

Temas açısı, sıvı-buhar ara yüzeyinin teğet doğrusu ile katı-sıvı ara yüzeyi arasındaki açıdır ve her üç ara yüzeyin kesiştiği bölgede (temas çizgisi) meydana gelir [46]. Temas açısının sıfıra yaklaşması, ıslanabilirliğin maksimum değere ulaştığı anlamına gelmektedir [56].



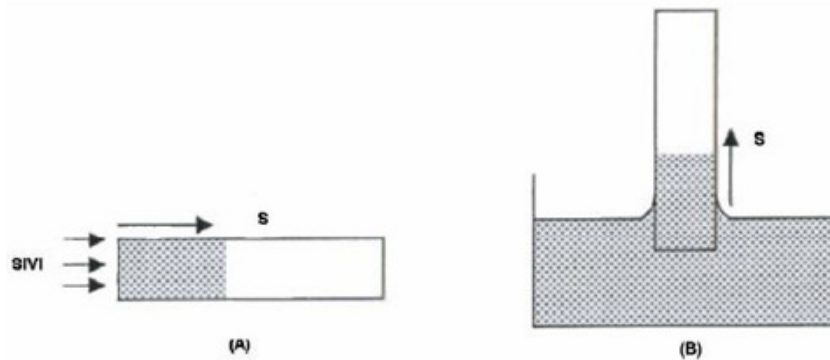
Şekil 1.12. Farklı temas açıları a) Büyük temas açısı b) Küçük temas açısı [46]

Temas açısı 90° ' den büyük olduğunda sıvı ve katı yüzeyi arasında ikincil bağlar oluşmuyor ve ıslanma meydana gelmiyor demektir. Yüzeye bırakılan sıvının su olduğu düşünülürse, ıslanmayan katı yüzeyin hidrojen bağı oluşturacak yapıda olmadığı anlaşılır. Bu nedenle, su moleküllerinin bünyelerinde bağ yapabildiği higroskop liflerin yüzeylerinin hidrofil karakterde olması beklenen bir durumdur [46]. Şekil 1.12'de farklı temas açısındaki sıvılar görülmektedir.

Kılcallık, ipliğin ya da kumaşın kısmen ya da tamamen sıvı içine daldırıldığında veya belli bir miktar sıvı ile temas ettiğinde meydana gelmektedir. İpliğe ya da kumaşa katılan sıvı miktarı ve sıvı-kumaş temasının şekline göre kılcallığı iki şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- Sınırsız bir sıvı haznesinden kaynaklanan kılcallık (sıvı içinde daldırılan iplik, kumaş bünyesinde gerçekleşen absorpsiyon, yüzeysel ve boyuna yönde sıvı ilerleyişi)
- Sınırlı (sonlu) sıvı haznesinden kaynaklanan kılcallık (ipliğe ya da kumaşa damlatılan tek damla suyun hareketi, birbiriyle temas halindeki ıslak iplikten ya da kumaştan kuru olana gerçekleşen sıvı transferi) [57].

İpliklerin ya da kumaşların sıvı iletim kapasitesini belirlemek için genellikle düzlemsel kılcallık ölçümü yapılır. Kumaşın içinde kılcallık, terleyen vücuttan alınan sıvı suyun giysi içindeki hareketine benzer bir şekilde, kumaş düzlemine dik ya da paralel doğrultuda gerçekleşebilir. Bu amaçla çeşitli ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümler kumaş yüzeyinin bir kenarını sıvı içine daldırmak ve kumaş yüzeyinin içinde sıvı hareketini, sıvının ilerlediği uç noktanın takip edilerek ya da sıvının kumaş içerisindeki kütleli veya hacimsel değişiminin belirlenmesi esasına dayanır [46].



Şekil 1.13. Kılcallık modelleri a) Yatay kılcallık b) Dikey kılcallık [46].

Yatay kılcallığı, yani sıvının kumaş düzlemine paralel hareketini ölçmeye yönelik farklı metotlar geliştirilmiştir. Kumaşın ortasına delik açılmış plaka üzerine yerleştirildiği ve altındaki suyun kumaşa transfer olan miktarının tartılarak bilgisayar programı yardımıyla belirlendiği GATS (Gravimetric Absorbency Testing System) metodu, yatay kılcallık belirleyen yöntemlerden biridir. Şekil 1.13’de, yatay ve dikey yönde düzlemsel kılcallık modeli görülmektedir.

Bu yöneme alternatif olarak çeşitli çalışmalarda, yatay kılcallığı ölçmek amacıyla su veya ıslatıcı çözeltisi seviyesinin kumaş yüzeyiyle temas edecek şekilde yükseltildiği ve kumaş tarafından emilen sıvı hacminin ölçüldüğü ıslanma testi, kumaşın ıslanabilirliğini ölçmek için yapılan batma-yüzdürme testi, kumaşın sıvı üzerine düşürüldüğü düşürme testi gibi metotlar kullanılmaktadır [56].

Dikey kılcallık, kumaşın belirli bir kısmının sıvı içine dikey olarak daldırıldığı ve çeşitli sürelerle ölçümlerin yapılması suretiyle gözlenmektedir. Bu yöntem sonucunda sıvının ilerleme mesafesi, gramaj ya da alan başına absorbe edilen sıvı miktarı ölçülerek dikey yöndeki kılcallık miktarı belirlenmektedir [56,57].

1.3. ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA VE TEKSTİL

1.3.1. Elektromanyetik Alan Kavramı

Elektriksel alanlar voltaj farklılıklarından meydana gelir ve voltaj ne kadar yüksekse, sonuçta oluşan elektriksel alan da o kadar güçlüdür. Manyetik alan da ise elektrik, akım halindeyken meydana gelir. Akım ne kadar büyükse, manyetik alan da o kadar güçlüdür. Elektriksel alan, hiçbir akım yokken bile mevcuttur. Eğer akım varsa, manyetik alanın gücü, güç tüketimine göre değişiklik gösterir. Ancak elektrik alanın gücü sabit kalacaktır [58].

Elektromanyetik (EM) alanlar tüm çevremizde mevcuttur ancak insan gözüyle görülemezler. Elektrik alanlar, atmosferdeki, fırtınalarla da bağlantı olarak, elektrik yüklerinin bölgesel birikmeleriyle meydana gelir.

Doğal kaynakların yanında, elektromanyetik spektrum aynı zamanda insan yapımı cihazlar tarafından oluşturulan alanları da içerir: X-ışınları, radyo dalgaları, TV antenleri, radyo istasyonları ve baz istasyonları örnek olarak verilebilir.

EM alanı tanımlayan ana özelliklerden biri, alanın frekansı ve dalga uzunluğunun yayımıdır. Farklı dalga boyundaki frekansların alanları, çeşitli yollar aracılığıyla vücutla etkileşime geçer. EM alanlar çok büyük bir hızda, ışık hızında hareket eden oldukça düzenli dalgalar serisi olarak da düşünülebilir. Dalga boyu bir dalga ile diğeri arasındaki uzunluğu tanımlarken, frekans kısaca her bir saniyedeki titreşim ve dolaşım sayısını tanımlar. Bu yüzden dalga boyu ile frekans ayrılmayacak şekilde birbirine bağlıdır. Frekans ne kadar yüksekse dalga boyu o kadar kısadır.

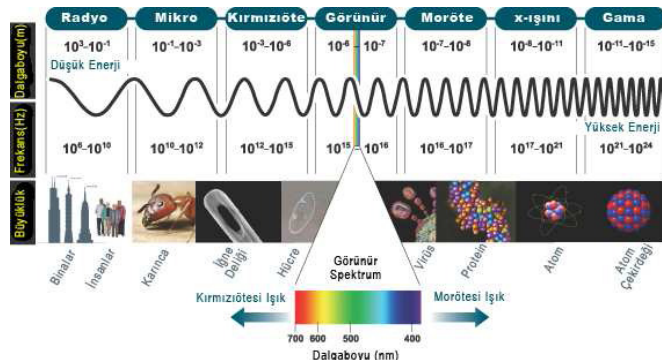
Manyetik alanlar yalnızca akım varken ortaya çıkarlar. Sonrasında, manyetik alanlar ve elektrik alanları oda çevresinde bir arada var olurlar. Akım ne kadar büyükse manyetik alan da o kadar güçlüdür.

Cep telefonları, televizyon, radyo vericileri ve radar radyo frekans (RF) alanları oluşturur. Bu alanlar uzak mesafeler arası bilgi aktarımını sağlamakta kullanılır ve tüm dünyada ana iletişim araçlarının çalışmasını sağlar. Mikrodalgalar, GHz civarında yüksek frekanslardaki RF alanlarıdır.

1.3.1.1. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik tayf veya elektromanyetik spektrum, evrenin herhangi bir yerinde fizik kurallarınca mümkün kılınan tüm EM radyasyonu ve farklı ışınım türevlerinin dalga boyları veya frekanslarına göre bu spektrumdaki rölatif yerlerini ifade eden kavramdır. Herhangi bir cismin EM spektrumu, o cisim tarafından çevresine yayılan karakteristik net EM radyasyonu ifade eder [59].

EM spektrum, dalga boylarına göre atom altı değerlerden başlayıp binlerce kilometre uzunlukta olabilecek radyo dalgalarına kadar birçok farklı radyasyon tipini içerir. Şekil 1.14'te EM spektrum ve dalga boyu özellikleri görülmektedir [59].



Şekil 1.14. Elektromanyetik spektrum [59]

Gamma ışınları: 0,01 nanometreden daha küçük dalga boyu ışınlarıdır. Bir atom çekirdeğinin çapından daha küçük dalga boyu dalgalar içerirler. Bu EM spektrumun en yüksek enerjili ve frekanslı bölgesidir [60].

X ışınları: 0.01 ile 10 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlarıdır (bir atomun boyu kadar). Sınıflandırmada nereye ait olduklarını bilinmediği için onlara X-Işınları adını vermiştir. Lambalar, X ışını tüpleri ve metal bir hedefe çarpan hızlı elektron kaynaklarıdır.

Morötesi (UV) radyasyon: 10 ile 310 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlarıdır. Kaynakları; lambalar, gaz deşarjları ve de yıldızlardır.

Görünür ışık: 400 ile 700 nanometre dalga boyları arasındaki ışınları kapsar. Işık diye hitap edilen EM spektrumun bu küçük bölümü insan tarafından görülebilir.

Kızılötesi (IR) radyasyon: 710 nanometreden 1 milimetre arası dalga boylarına sahip ışınları kapsar. Atomlar tarafından emildiklerinde maddeyi ısıtırlar, onun için ısı radyasyonu da denir. 37 °C sıcaklığa sahip olan vücudumuz 900 nanometrelik kızılötesi ışıma yapar.

Mikrodalga radyasyonu: 1 mm ile 1 metre arası dalga boylarına sahip ışınları kapsar. Radarlarda kullanılan çok kısa dalga boyuna sahip radyo dalgalarıdır. Aynı zamanda mikrodalga fırınlarda ve kablo gerektirmeyen uzak mesafe iletişimlerde kullanılır.

Radyo dalgaları: 1 milimetreden uzun dalgalarıdır. En uzun dalga boyuna sahip olduklarından en düşük enerjiye ve sıcaklığa da sahipler [60].

1.3.1.2.Elektromanyetik Dalgaların İnsan Üzerindeki Etkileri

Günlük yaşantımızda ne kadar sık ve uzun süreli kullandığımızın farkına bile varmadığımız elektronik cihazlar, elektromanyetik alan yaratmaktadır. Elektronik cihazlardan üretilen elektromanyetik dalgaların gücü ister yüksek, ister düşük olsun, bu dalgaların insan vücuduna olumsuz etkileri olmaktadır. EM dalgalar vücuttaki dokulara ya ısıtarak ve/veya kimyasal değişimlere yol açarak zarar verirler. Yüksek güçlü EM dalgalar ısıya bağlı zarar verirken, düşük voltajlı EM dalganın uzun süre alınmasıyla, dokularda kimyasal değişimler nedeniyle zararlı etkiler ortaya çıkar.

RF alanlarının ısınma sonucunda çeşitli sağlık sorunları oluşturduğu bilinmektedir. RF alanları, 1 MHz'in üzerindeki frekanslardaki primer etkisi bulunduğu ortamda iyonları

ve su moleküllerini ortaya doğru hareket ettirerek ısınmaya neden olur. RF'nin çok küçük değerlerinde bile az miktarda ısı oluşur. Ancak bu ısı kişi fark etmeden vücudun normal ısı düzenleyici mekanizması tarafından uzaklaştırılır. 1 MHz'in altındaki frekanslardaki RF alanların primer etkisi sinir ve kas dokularındaki hücreleri uyaran elektrik yüklerini ve akımlarını etkilemektedir. Elektrik akımı yaşam için gerekli kimyasal reaksiyonların bir parçası olarak vücut içinde zaten vardır. Eğer RF alanları, vücudun normal seviyesinden daha yüksek oranda akım oluşturlarsa bunun sonucunda önemli sağlık sorunları ortaya çıkabilir [58].

EM alanlara maruz kalma 20. yüzyılda, cihazların gelişimi sonucunda ve giderek artan elektrik talebi, sürekli ilerleyen teknoloji ve sosyal davranış değişikliklerinin daha yapay kaynaklar ortaya çıkarmasıyla düzenli bir şekilde artışa geçmiştir. Birçok insan, işyerinde ve evde, iletişim ve yayın amaçlı ev cihazları ve endüstriyel donanımlarının elektrik üretimi ve iletimiyle ortaya çıkan zayıf elektrik ve manyetik alanların karışımına maruz kalmaktadır.

Cep telefonlarının ve baz istasyonlarının yaydığı radyasyonun, insan dokularında oluşturduğu zararları, ısı etkisini, ifade etmek üzere, SAR (spesifik soğurma hızı) değeri kavramı ortaya çıkmıştır. Temel standart olarak ortalama insan vücut sıcaklığını 1°C arttıran EM enerjinin zararlı olduğu kabul edilmektedir. Diğer taraftan alternatif akımla çalışan bütün cihazların civarında veya üzerinden alternatif akım geçen yüksek gerilim hatlarının etrafında bir EM alan oluşmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar, EM alana maruz kalan deney hayvanlarında her türlü olumsuz etkiyi belirlemektedir. Ayrıca EM alana maruz kalan meslek grupları üzerine yapılan epidemiyolojik çalışmalar, bu gruplarda lösemi ve beyin kanseri ölümlerinin normal halktan anlamlı biçimde yüksek olduğunu göstermektedir. Burada ifade edilen manyetik alanlar, 50.000 Volt üzerinde alternatif akım taşıyan yüksek gerilim hatları veya indirme merkezlerinde yapılan çalışmalardır.

Yapılan çalışmalarda EM alanların kanserojen etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Çeşitli araştırmacılar yetişkin kanserleri ile elektrik hatları arasındaki bağı incelemişlerdir. Wertheimer [61]; elektrik hatlarının beyin kanserine yol açtığı ancak lösemiye neden olmadığını belirtirken; Li [62] yaptığı çalışmada lösemiye sebep olduğunu tespit etmiştir. Çocukluk çağı kanserlerini inceleyen bir çalışmada, yüksek gerilim hatlarından, 50 metre uzaklığa kadar olan alanlar içerisinde yaşayan çocuklar

incelenmiş ve lösemi oranında artış gözlenmiştir [63]. Elektrik hatlarında çalışanların beyin kanserine yakalanma oranı 7 kat fazla olduğu belirtilmiştir [64].

Bilim ve teknolojinin hızla geliştiği ve bunun sonucu olarak canlıların daha çok EM alana maruz kaldığı günümüzde, yapılan epidemiyolojik çalışmalar yüksek gerilim hatları ve elektrikli ev aletlerinin kanser riskini arttırdığını göstermektedir [65]. Günlük yaşamda maruz kalınan EM alanların beyin tümörlerini, özellikle erkeklerde, lösemi ve akut myeloid lösemiye arttırdığı rapor edilmektedir [66]. Yüksek gerilim hatlarına 100 metrelik mesafe içerisinde yaşayan yetişkinlerde yapılan incelemede, lösemide artış bulunmuştur [62].

Aşırı düşük frekans alanlarına (ELF) mesleki olarak maruz kalmanın sonucunda, hem erkek hem de kadınlarda, akciğer kanserinde artma olduğu tespit edilmiştir [67]. Kanada'da yapılan bir çalışmaya göre çocukluk çağı lösemileri ile elektrik alana maruz kalınması arasında ilişki olduğu görülmüştür [68,69].

Ahlbom [70] tarafından yayınlanan rapora göre; ortalama 0.4 microTesla (μT) veya daha yüksek manyetik alana 24-48 saat süresince maruz kalan çocuklarda, eğer toplanan manyetik alanın uzun süreli ölçümleri yapılırsa, istatistiksel olarak lösemi ve manyetik alan arasında kayda değer bir etkileşim olduğunun görüldüğü belirtilmiştir.

ELF hatlarına 0-600 metre aralığında oturan insanlarda, lösemi oranında artış bulunmaktadır [65]. Elektromanyetik alanların; doğum ve üreme anomalileri, davranış değişiklikleri ve nöroendokrin sistemde değişikliklere neden olduğunu bildirmiştir [66]. Yüksek gerilim hatları ile düşük doğum yapma arasında, yükselen bir risk ilişkisi bulunmaktadır [71,72]. Elektrikli battaniye kullanan Afrikalı ve Amerikalı kadınlar üzerinde yapılan araştırmada, battaniden yayılan manyetik alanın, göğüs kanserinin oluşmasında etkili olduğu belirlenmiştir [73].

Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmada, 2000 μT alana 52 hafta boyunca haftada 30 saat süreyle maruz kalınmasının deri tümörüne neden olduğu bildirilmiştir [74]. 15-22 hafta boyunca 15 μT 'da 50 Hz alana maruz bırakılan farelerde lösemiye yakalanma oranlarında kayda değer artışlar olduğu gözlenmiştir [75].

Yüksek gerilim hatları yakınındaki evlerde yaşayan çocuklarda, çocukluk çağı kanserlerindeki artışın epidemiyolojik olarak gösterilmiştir. 1996 yılında yüksek gerilim

hatları yakınında yaşayan çocuklarda lösemi görülme riskinin diğerlerine göre 1.5 katı fazla olduğu Amerikan Bilimler Akademisi tarafından kabul edilmiştir [76].

Trafolar ve yüksek gerilim hatları yakınında yaşayanlar üzerinde yapılan çalışmalarda elektromanyetik alanların bağışıklık sistemini etkilediği, beyin ve merkezi sinir sisteminde güçlü hormonal mekanizmaları etkilediği, anne karnında bulunan bebeğin gelişimini etkilediği, genetik mekanizmaları etkilediği, halusinasyon, baş ağrısı, depresyon oranlarında artışa neden olduğu, melatonin sentezini yavaşlatarak uyku düzeninin bozulmasına neden olduğu elde edilmiştir (Tablo 1.6) [77].

Cep telefonu kullanımı ile Malign beyin tümörleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için 317 vaka-692 kontrol Malign beyin tümörlerinde Analog cep telefonlarda 2,6 kat, 10 yıldır kullananlarda 3,5 kat digital cep telefonlarında 2,7 kat, 10 yıldır kullananlarda 3,6 kat artışa neden olduğu gösterilmiştir. Malignastrositomada analog, digital ve telsiz telefonu 10 yıllık sürede birlikte kullananlarda 5,1 kat artış olduğu gösterilmiştir [79,80].

50 Hz frekans altında 100 μ T manyetik alana maruz kalan insanlar üzerinde yapılan incelemede, tepki zamanlarında bir değişiklik olmadığı ancak hafıza üzerinde olumsuz etkiler yarattığı belirtilmektedir [81]. Fareler üzerinde yapılan araştırma sonunda, 200 μ T manyetik alana maruz kalan deneklerde hafıza zayıflığı gözlenmiştir [82].

Telefondan yayılan EM dalgaların etkileri üzerine yapılan bir araştırmada yaklaşık 250 farklı model telefondan yüzde 30'unun ,10-15 cm'den kalp pillerini etkilediği saptanmıştır. Termal kamerayla yapılan ölçümlerde, 20 dakikalık cep telefonu konuşmasının yaklaşık 2 derece ısı artışına sebep olduğu saptanmıştır. Bu ısı kulağın dokularına ve iç yapılarına zarar vermektedir. Uveal melenoma adı verilen kanser türü uzun süreli ve yoğun cep telefonu kullanıcılarında 5 kata yakın bir risk artışı sergiliyor [83,84].

Bir diğer araştırmada cep telefonlarından çıkan yüksek radyasyonun kulak içerisindeki sinirleri olumsuz etkileyerek kansere yol açtığı ifade edilmektedir [84]. Araştırmalar başta akustik nöroma adı verilen ve duyma sinirlerinde oluşan tümör olmak üzere pek çok beyin tümörünün oluşabileceğini gösteriyor [84].

Tablo 1.6. Radyasyon ve Bilinen Etkileri [78]

İYONİZE RADYASYON						İYONİZE OLMAYAN RADYASYON				
Frekans Aralıkları	RADYO FREKANSLARI VE MİKRODALGALAR					Görünür ışık	Mor Ötesi	X-GAMA IŞINLARI		
	Çok Çok Düşük Frekanslar	Düşük Frekanslar	Radyo Frekansları	Mikro Dalgalar	Kızıl Ötesi			Yumuşak X Işınları	Sert X Işınları	Gama Işınları
Tipik Uygulamalar	Taşıma, Dağıtma, İç Tesisat, Endüstride Kullanılan Cihazlar, Endüstride Kullanılan Cihazlar	Denizcilik ve haberleşme cihazları	Haberleşme cihazları	Haberleşme cihazları, radar, fırın	Flüoresan lambalar		Flüoresan lambalar	Medikal	Nükleer Patlama	
Bilinen Etkiler	Kan Hastalıkları, Lösemi, Kanser, Hücre büyümesi, Embriyo Etkileri	Merkezi Sinir Sistemi Etkileri, İmmün sistem Etkileri, Hücre Zarı Etkileri	Katarakt, Doğumsal Zararlar, Merkezi sinir sistemi	Katarakt, Düşük, Doğumsal Zararlar, Genetik Hasar	Katarakt	Göz yorulması ve Göz gerilemesi	Deri kanseri, Katarakt	Kanser, Genetik hasar, Erken doğum		

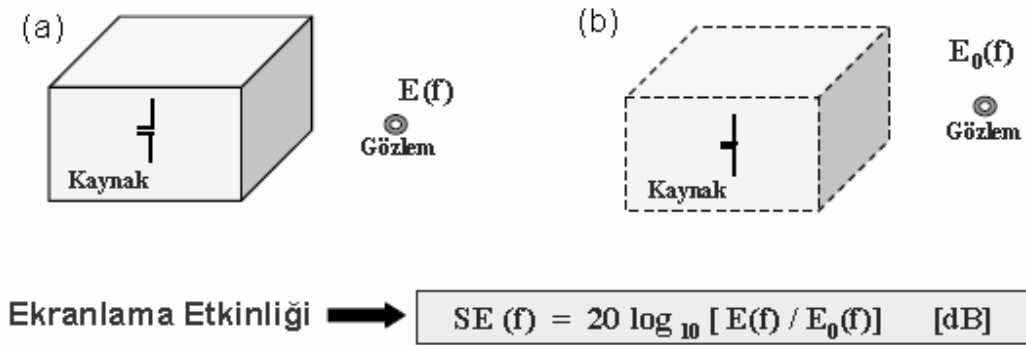
Elektromanyetik alanların hamile hanımlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. San Francisco’da 969 hamile bayan üzerinde yapılan çalışmada; bütün katılımcılar günlük faaliyetleri sırasında EM alan takibini yapan bir cihaz taşımıştır. Katılımcılar, düşük nedeni olabilecek diğer etmenler yönünden standardize edilmiştir. Belli bir değer üzerinde etkilenenlerde düşük riskinin yaklaşık 2 kat fazla olduğu bulunmuştur [71,85,86].

1.3.1.3. Elektromanyetik Kalkanlama

EM alan kalkanlama yüksek ve düşük frekanstaki dalgaların soğurularak veya yansıtılarak zayıflatılması ve hedef bölgedeki alan şiddetinin düşürülmesidir [87].

EM alan kalkanlamada temel prensip Faraday kafesidir. 1800’lerin ikinci yarısında İngiliz bilim adamı Faraday tarafından bulunan bu özellik; bir iletken kafesin elektrik yüküyle yüklendiğinde elektronların aynı yük etkileşimiyle birbirlerine en uzak konumda, dış kısımda toplanması olayıdır. Bu prensibin tersten uygulanmasında ise bir kafese gelen elektromanyetik dalgaların özellikle kafes iletken ve toprakmışsa yansıma ve soğurmalar sebebiyle kafes içerisine oldukça zayıflayarak girmesi gözlemlenir. Bu sebeplerden dolayı etkin bir kalkanlama için etkin bir iletken kullanılmalıdır. Burada ilk akla gelen iyi iletkenler metaller ve metallerden de altın, gümüş, bakır ve nikeldir. Bazı formlarında karbon lifi de çok iyi bir iletken olarak metal dışı elementlere örnek olarak verilebilir.

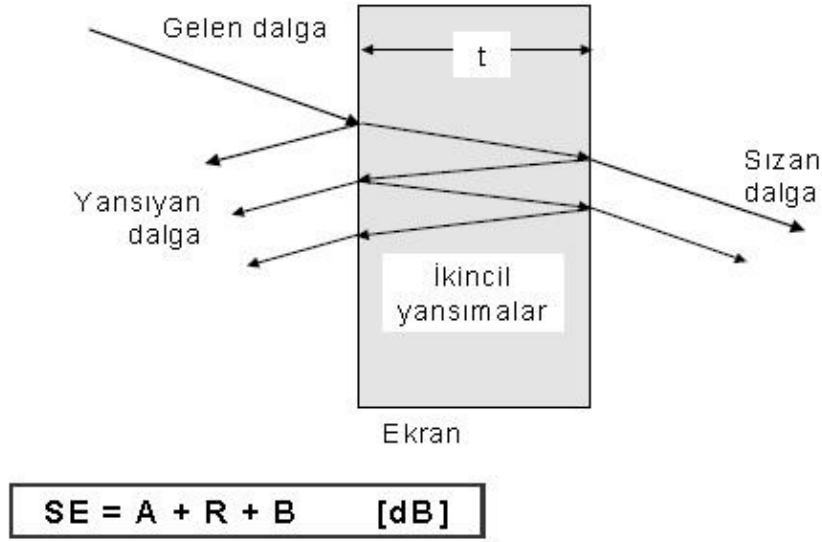
Kart, devre ya da cihaz düzeyinde iki ortamın birbirinden elektromanyetik anlamda izole edilmesi kalkanlama olarak tanımlanır [88]. Kalkanlama çevremizde elektromanyetik dalgaların zararlı etkilerini ortadan kaldırmak veya gidermek anlamına gelmektedir [89]. Ekranlamanın bir ölçüsü olan ekranlama etkinliği (SE, Shielding effectiveness), kaynak ile maruz kalan arasında ekran yok iken oluşan alan şiddetinin, ekran varken oluşan alan şiddetine oranı olarak tanımlanmakta ve kullanılmaktadır [89]. Şekil 1.15’te ekranlama etkinliğinin tanımı ve formülü verilmiştir.



Şekil 1.15. Kalkanlamanın tanımı ve formülü [88]

Şekil 1.16’da gösterilen elektriksel kalkanlama mekanizmasında kalınlığı t olan bir duvarda EM dalgalar üç farklı şekilde zayıflar. Bunlar duvardan yansıma, duvar içindeki zayıflama (yutulma) ve duvar içerisindeki ardışık yansımalar şeklindedir.

EM kalkanlamada önemli olan bazı noktalar vardır. Kalkanlama genelde bu noktalar çerçevesinde gerçekleşir. Elektrik alan düşük frekanslarda yansıtılırken yüksek frekanslarda yutulur. Ekranlamada manyetik alan düşük frekanslarda yutulur. İletkenliğin yüksek olması yansıma ve yutulmayı olumlu yönde etkiler. Frekansı çok düşük olan manyetik kaynakların ekranlanması yüksek manyetik geçirgenlikli malzemeler kullanılarak sağlanır. Manyetik ekranlama frekansının arttığı durumlarda artar [88].



A : Yutulma kaybı, R : Yansıma kaybı, B : İkincil yansıma etkileri

Şekil 1.16. Kalınlığı t olan bir duvarın kalkanlama etkinliği bileşenleri [88]

Manyetik ekranlama düşük frekanslarda ($f < 30$ MHz olduğunda) önemlidir ve zayıflama, frekans arttıkça artar. Elektriksel ekranlama ise ($f > 30$ MHz) olan yüksek frekanslarda önemlidir [89].

1.3.2. İletken Tekstil Yüzeyleri ve Elektromanyetik Kalkanlama

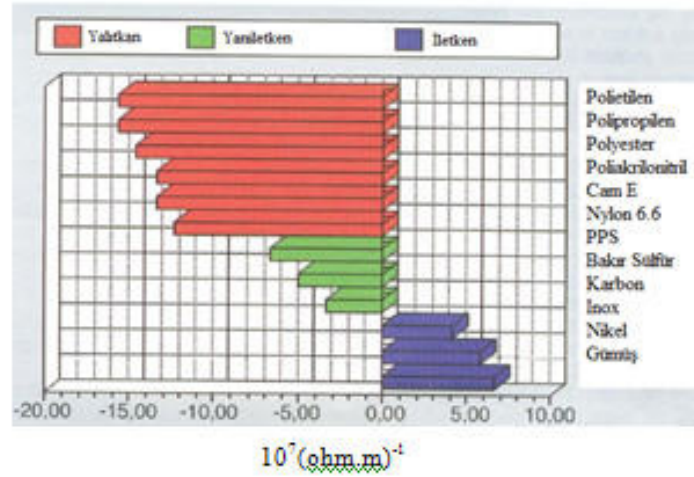
Elektromanyetik kalkanlama etkinliği spesifik frekanslardaki elektromanyetik girişimin kalkanlama derecesi olarak tanımlanır. Elektromanyetik enerji bazı materyallerle hem absorbe edilir hem de yansıtılır veya iletilir. Tüm elektromanyetik kalkanlama tekstillerinde en önemli faktör iletken ipliklerin veya diğer iletken bileşenlerin uygun miktarda iletken materyalden elektromanyetik dalgaları yansıtan özellik içermesidir. Bu nedenle, elektromanyetik kalkanlama uygulamalarından yararlanmak için tasarlanan materyaller elektriksel iletken özellikte olmalıdır. Pürüzsüz yüzeyler daha iyi kalkanlama etkinliğine sahiptirler. Elektromanyetik kalkanlamada kullanılan en iyi materyallerin metal esaslı maddeler olduğu bilinmektedir. Metallerin, radyo dalgalarının, elektromanyetik ve elektrostatik alanların etkilerini azalttığı bilinmektedir.

Bu materyallerin etkililiği, kullanılan materyalin tipine, iletken ağırlık bağlantısına ve elektromanyetik dalgaların frekansına bağlıdır. Bununla birlikte, metal esaslı

materyallerin rijitlik, yüksek ağırlık ve son üründe zayıf konfor özellikleri gibi dezavantajları vardır. Ticari uygulamalarda termoplastikler, yüksek esneklik, düşük ağırlık, düşük maliyet gibi özelliklerinden dolayı gittikçe artarak kullanım alanı bulmaktadır [90].

1.3.2.1. Tekstil Yüzeylerinde Kullanılan İletken Lifler ve İplikler

Metal iplikler; fantezi iplikler ve metal lif içeren iplikler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Günümüzde de metal takviyeli iplikler, diğer geleneksel ipliklerle birlikte metal liflerden üretilmektedir. Tekstil alanında sınırlı olarak kullanılmakta olan metal liflerin ya saf yumuşak metallere ya da metal alaşımlarından, ince filamentler biçiminde çekilmektedir. Gerekğinde plastikte örtülerek dış etkenlerin zararlarından da korunurlar. Metal lifleri öteki sentetik lifler gibi yumuşatılmış polimerin düze deliklerinden ya da benzer biçimde ince uzun teller halinde yan yana fakat birbirine yapışmadan, monofilament halinde çekilirler. Normalde sert olduklarından doğrudan dokuma veya örmede kullanılmaları güçlükler yaratır. Ancak stapel halde kesilerek, doğal veya sentetik liflerle karıştırılarak kullanılmaları bu güçlükleri kısmen azaltmıştır.



Şekil 1.17. Tekstil liflerinin elektriksel iletkenlikleri [91].

Metallerin elektrik iletkenliği 5×10^7 (ohm.m)⁻¹ civarındadır [92]. Bu nedenle de metaller iletken iplik üretiminde kullanılmaktadır. Şekil 1.17’de çeşitli liflerin elektriksel iletkenlikleri verilmektedir.

1.3.2.1.1.Gümüş İplikler

Gümüş lifini kontinu veya kesikli olarak da gümüş ipliği haline getirmek mümkündür. Kesikli haldeki lifler istenirse diğer liflerle karıştırılarak da iplik haline getirilebilir. Karışım işlemi üretime göre değişmektedir (harman karışımı, cer karışımı gibi).

Gümüş iyonunun, çeşitli hastalıklara sebep olan 650'den fazla mikroorganizmaya karşı etkili olduğu klinik deneylerle kanıtlanmıştır [93]. Bu nedenle gümüş lifi iletkenliğinin yanında antibakteriyel özelliği ile de öne çıkmaktadır. Piyasada satışa sunulan bazı gümüş ipliklerinin ticari isimleri Tablo 1.7'de yer almaktadır.

Tablo 1.7. Piyasada satışa sunulan bazı gümüş lif ve ipliklerinin ticari isimleri

Ticari İsim	Üretici Firma
X Static	X Static
Silvertex	Silvertex
Shieldex	Statex
Trevira CS Bioactive	Trevira
AgION TM	Agion
Odourshield	Advansa
Aircell	AIR-CELL

1.3.2.1.2.Metal (Inox)

Paslanmaz çelikler, bileşimlerinde en az %11 krom içeren bir çelik çeşididir. Bu çeliklerin yüksek korozyon dayanımını sağlayan asıl unsur; yüzeye kuvvetle tutunmuş, yoğun, sünek, çok ince ve saydam bir oksit tabakasının varlığıdır. Çok ince olan bu amorf tabaka sayesinde paslanmaz çelikler, kimyasal reaksiyonlarda pasif davranarak korozyona karşı dayanım kazanırlar.

Lif imalinde en yaygın olarak kullanılan paslanmaz çelikler, ostenitik ve ferritik olanlardır. Ferritik paslanmaz çelikler düşük karbonlu olup %12-18 krom içerirken,

ostenitik paslanmaz çelikler temel olarak %18 krom ve % 8 nikel içerirler. Tekstil amaçlı paslanmaz çelikler bünyelerinde en az %10 oranında nikel içermelidir [94].

Inox iplikler çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Metal iplikler mükemmel ve sürekli iletkenlik özellikleri nedeni ile malzemelerin bazı endüstriyel işlemler esnasında veya birbiriyle sürtünmeleri veya ayrıştırılmaları esnasında oluşan elektrostatik yükleri iletme ve boşaltma işlevi grrleri. Inox karışımı ipliklerden yapılan kumaşlar, anti-statik özellikler göstermekte ve EM alan oluşumuna engel olmaktadır [94].

Bakır lifleri tıpkı Inox lifleri gibi teksilde kullanım olanağı bulmaktadır. Fakat bakır lifinden üretilen tekstillerin yıkama sonrası renk vermesi, tekstil malzemelerini sarartması bu liflerin kullanımını sınırlayan bir durumdur.

1.3.2.1.3.Karbon Lifler

Karbon, en hafif elementlerden birisidir ve termal özelliğini 2000°C'ye kadar korumasından dolayı periyodik tabloda önemli bir yer tutar. Doğada saf karbonun, grafit ve elmas olmak üzere iki kristal hali vardır. Karbon kristallerinde atomlar birer ağı örgüsü ile birbirlerine kimyasal bağılarla kenetlenmiş olurlar. Tablo 1.8'de Poliakrilonitril (PAN) esaslı karbon liflerinin özellikleri yer almaktadır [95].

Karbonun elmas biçimindeki kristallerinde atomlar her yönde sıkı yapılı üç boyutlu bir ağı örgüsü oluşturduklarından bu madde son derece sert ve karardır. Bu nedenle yeni bir biçime sokulması güçtür. Karbon lifleri, yapılarında en az kütlece %90 karbon bulunan liflerdir. Selülozik (pamuk, viskoz rayon, modal, Tencel vs) ve yapay (polietilen, polipropilen, akrilik, naylon 6, nylon 6.6) liflerin veya dokumaların kontrollü ısıl bozunmaları (piroliz) yöntemi ile elde edilirler. Karbon lifi aynı zamanda zift (pitch) 'ten de elde edilmektedir ve bu tür lifler 'mesophase pitch based carbon fiber' olarak bilinmektedir. Karbon lifleri oldukça düşük yoğunluklu, kırılgan ve kimyasal açıdan inertsirler [95,96,97].

Tablo 1.8. PAN esaslı karbon lifinin özellikleri [95]

Özellik	Ticari		UzayEndüstrisi		
	Birim	Standart Modül	Standart Modül	Orta Modül	Yüksek Modül
Germe Modülü	GPa	228	220-241	290-297	345-448
Germe Dayanımı	MPa	380	3450-4830	3450-6200	3450-5520
Kopma Uzaması	%	1,6	1,5-2,2	1,3-2,0	0,7-1,0
Elektriksel Özdirenç	$\mu\Omega\text{cm}$	1650	1650	1450	900
Isıl iletkenliği	$\text{W/m}^2\text{K}$	20	20	20	50-80
Eksen yönünde elektriksel uzama katsayısı	10^{-6}K	-0,4	-0,4	-0,55	-0,75
Yoğunluk	g/cm^3	1,8	1,8	1,8	1,8
Karbon içeriği	%	95	95	95	99
Lif çapı	μm	6-8	6-8	5-6	5-8

1.3.2.2. Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği

İletken lifler, iplikler kullanılarak, çeşitli tekstil yüzeyleri üretilmiş ve bu yüzeyler EM kalkanlamada kullanılmıştır.

T.H. Ueng ve K.B. Cheng'nin [98] çalışmasında open-end friksiyon ile core-spun iplikler (OFCY) ile üretilen iletken dokuma kumaşların elektrostatik boşalması ve elektromanyetik uygulamalardaki kullanımı incelenmiştir. Paslanmaz çeliğin dokunmasını kolaylaştırmak ve hammadde maliyetini düşürmek için başlangıçta OFCY iplikler çelik tel core ve polyester ve paslanmaz çelik staple liflerden DREF 3 open-end friksiyon eğirme metoduyla üretilmiştir. Electromagnetic Shielding Effectiveness (EMSE) ve Electrostatic Discharge (ESD) çeşitliliğinin dokuma kumaşın yapısına, paslanmaz çeliğin karışım oranına bağlı olduğu ve EMSE ve ESD azalması dokuma kumaşlarda kumaş yapısı, yoğunluk, iletken materyallerin miktarına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. İletken dokuma kumaşlar yarı otomatik dokuma makinelerinde ve

iletken OFCY iplikler open-end friksiyon metoduyla geliştirilmiştir. Dokumadaki bükülmez maddeleri örneğin paslanmaz çeliği ve open-end friksiyon yöntemiyle üretilen core-spun ipliklerdeki bükülmez lifler ve esnek liflerin dokumada farklı dokuma yapılarındaki özellikleri ilişkilendirilmiş ve dokuma farklılıklarının elektromanyetik kalkanlamadaki etkinliği değerlendirilmiştir. Elektromanyetik kalkanlama etkisi ve elektrostatik boşalmasının dokuma kumaşlardaki etki azalması çeşitli yollarla uygun hale getirilmiştir. Bunlar kumaş yoğunluğu, kumaş yapısı ve kumaştaki iletken madde miktarıdır.

Ching-Iuan Su ve Jin-Tsair Chern 'in çalışmasında [99] paslanmaz çeliğin iletken materyal olarak seçilmesi sonucunda, paslanmaz çelik (SS) ipliklerden dokuma kumaşlar üretilmiştir. İletken malzemeler kullanılarak bu kumaşın elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçülmüştür. Deneysel sonuçlar daha yoğun yapının daha yüksek EMSE gösterdiğini kanıtlanmıştır. Core ipliklerden yapılan kumaşların EMSE özelliklerinin kaplı iplik ve katlı ipliklerden yapılanlara göre daha iyi olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte bu kumaşın EMSE özelliklerinin farklı tür paslanmaz çelikten üretildiğinde optimum EMSE değeri farklı frekanslarda ölçülmüştür. Dokuma tipleri analiz edildiğinde, bez ayağı dokumanın diğer dokuma tiplerine göre daha iyi EMSE özelliği gösterdiği ifade edilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda, yapı içinde bulunan paslanmaz çelik miktarının EMSE özelliklerinin doğrudan etkilediği gözlenmiştir [99]. Yoğun olarak paslanmaz çelik içeren kumaşlarda EMSE değerleri yüksektir fakat kumaş sadece bir yönde, atkı veya çözgü yönünde SS içerirse, EMSE değeri düşük çıkmıştır. Farklı cinslerde SS iplikleri optimum EMSE değerine farklı ölçüm frekanslarında sahiptir. İplik yapısının etkisine bakıldığında core iyonlardan üretilen kumaşların EMSE değerlerinin cover yarn ve katlı ipliklere göre çok daha iyi olduğu gözlenmiştir. Dokuma tipine bakıldığında, 1/1 bezayağı dokuma yapısının optimum EMSE değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Lin ve Lou'in [100] çalışmasında kaplama ile paslanmaz çelik ipliklerden elde edilen yüzeyler üzerine araştırılma yapılmıştır. 170 °C de 60, 90, 120 ve 150 saniyede laminasyon uygulanan termoplastik karışımli kumaşların elektriksel özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada yüzey direnci 10^3 - 10^5 omn/alan olan numuneler % 3,65-4,89 wt paslanmaz çelik filamentler, termoplastik laminasyon kaynaşımında iletkenliği

belirlemek için kullanılmışlardır. Kalkanlama etkinliğinin 30- 60 dB arasında olduğu belirtilmiştir.

Örme yüzeyler, hava geçirgenliği, esnekliği ve konfor özellikleri sayesinde tercih sebebi olmaktadır. R. Perumalraj, B.S. Dasaradan [101] çalışmasında bakır iletken dolgu malzemesi olarak seçilmiş ve bakır iplikler örme kumaş yapımında kullanılmıştır. Bu kumaşların elektromanyetik kalkanlama etkinliği 20-18000 MHz frekans aralığında network analiz cihazı ile ölçülmüştür. Sıra ve çubuk yoğunluğu, sıklık faktörünün artışının elektromanyetik kalkanlamayı artırdığı gözlemlenmiştir. İnterlok örgü tipinin elektromanyetik koruyuculuğunun rib ve plain örgüden daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bakır tel çapındaki artışın kalkanlamayı artırdığı gözlemlenmiştir.

K.B.Cheng'nin [102] çalışmasında, paslanmaz çelik/polyester örme kumaşların elektromanyetik dalgalardan korumada kullanımı incelenmektedir. Yaptıkları deneysel çalışmalarda paslanmaz çelik/polyester (SS/PET) karışımli ring ve open-end sistemiyle üretilmiş iplikler kullanılmıştır. %20 ve %30 SS gibi farklı karışım oranlarında kullanılmıştır. Elde edilen ipliklerden üretilen 14 G ve 16 G yarı otomatik düz örme makinelerinde örülen 1x1,1x2 rib örgü ve düz örgü kumaşların EMSE'leri ölçülerek core spun ipliklerin EMSE deki etkinliği değerlendirilmiştir. Üretilen kumaşlardan S37 kodlu, 1x1 rib örülen, bileşiminde 30/70 SS/PET olan 21,9 tex ring sistemiyle üretilen ipliklerden yapılan kumaşın EMSE'sinin en yüksek olduğu yine S36 kodlu, 1x1 rib örülen, bileşiminde 20/80 SS/PET olan 24,1 tex ring sistemiyle üretilen ipliklerden yapılan kumaşın EMSE'sinin düşük olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda karışım oranlarının, lineer yoğunlukların, örgü tiplerinin, örgü türünün, çubuk ve sıra yoğunluklarının etkileri araştırılmıştır. İplikteki SS miktarı ve örgü yoğunluğu arttıkça EMSE'nin arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda 750-3000 MHz aralığında (UHF Ultra High Frequency) 30/70 SS/PET ring ipliğiyle üretilen ipliklerden örülen kumaşların EMSE korumasının iyi olduğu gözlemlenmiştir.(%12.3 26.3/61.4) SS/SW/PET open-end yöntemiyle üretilen ipliklerden örülen kumaşların (SE>20 dB) EMSE si (orta aralıkta) 300 kHz ile 180 MHz arasında çok iyi olduğu belirtilmiştir [102].

Koprowska ve Pietranik'in [103] çalışmasında ise elektromanyetik kalkanlama amaçlı nonwoven yüzeyler araştırılmıştır. Çalışmada nonwoven kumaşlar, poliüretan yapıştırıcı, ferromanyetik güç ve grafit kullanılarak çeşitli kaplama kumaşlar elde

edilmiş ve bunların elektromanyetik kalkanlama etkileri ölçülmüştür. Bu deneylerin sonunda elde edilen kumaşların askeri uygulamalarda kamuflaj amaçlı olarak kullanılması amaçlanmıştır [103].

Dhawan, Seyam, Ghosh'un [104] çalışmalarında ise elektromanyetik kalkanlama amaçlı esnek dokuma kumaşlar geliştirilmeye çalışılmıştır, üretilen bu kumaşların elektronik tekstilde kullanılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada, elektrik iletken devresi temelli dokuma kumaşlar tanımlanmış ve iletken ipliklerden dokunan (bakır- polyester iletken ipliklerinden) kumaşlar SEM mikroskobuyla görüntülenmiş ve elektrik iletkenlikleri ölçülmüştür [104].

Katsutoshi ve Masanori'in [105] çalışmalarında polipropilen nonwoven kumaşların korono deşarj yöntemiyle, iç ve dış yüzeyindeki elektrik iletkenlikleri ölçülmüştür. Kaplama yöntemiyle elde edilen nonwoven kumaşların, geleneksel yöntemle üretilen polipropilen kumaşlara göre elektrik iletkenlikleri karşılaştırılmıştır [105].

Brzeziński ve arkadaşlarının çalışmalarında [106], elektromanyetik radyasyondan korunma amaçlı çok katlı kumaşlar üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmadaki kumaşların hafif, kalınlığı az olan, yüzey yoğunluğu (sıklığı) az olan elastik şekil alabilen, ferromanyetik maddelerle elektromanyetik radyasyondan koruma amaçlı kumaşlar tasarlanmıştır. Çalışmada polyester- dokuma kumaş, multifilament iplikler, çapraz bağlantı yapmayan akrilik veya poliüretan polimeri kullanılmış ve polianilin temelli kaplama yapıştırıcısı, nano ve mikro karbon, Al, bakır, nikel metalleri, paslanmaz çelik lifler, gümüş kaplamalı poliamid lifleri, Al, Bakır/Al metalleriyle kaplı folyolar kullanılarak çok katlı kumaşlar elde edilmiş ve bu kumaşların elektromanyetik radyasyon korumaları test edilmiştir [106].

Dasaradan ve arkadaşları [107] bakır özlü ipliklerden dokunmuş dokuma kumaşların elektromanyetik kalkanlama özelliğini ölçen bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada core iplik üretilmiş ve core olarak bakır seçilmiştir. Çalışmadaki kumaşlar 20–18,000 MHz frekans aralığında ASTM D4935-99 test metoduna göre teste tabii tutulmuştur. Çalışmada iletken kumaş yüzeyi, üretilen ipliklerin inceliği, çözgü yoğunluğu, atkı yoğunluğu, örtü faktörü EMSE'yi etkileyen faktörler olarak bulunmuştur [107].

Lai ve arkadaşları [108] metal filamentleri polyester kaplayarak ürettikleri kumaşların EMSE özelliklerini araştırmışlardır. 250–2650 MHz frekans aralığında ürettikleri kumaşların EMSE özelliklerini değerlendirmişlerdir. Ürettikleri kumaşların farklı kaplama maddelerine olan etkilerini ölçmüşlerdir. Gümüş kaplama membranının en yüksek, titanyum kaplama maddesinin ise en düşük EMSE özelliklerine sahip olduğunu yaptıkları çalışmalar sonunda görmüşlerdir. Daha ince kaplamanın daha yüksek EMSE sağladığını çalışmaları sonucu gözlemlemişlerdir. Ayrıca dokuma desenin de EMSE'yi etkilediği çalışmalar sonucunda belirlenmiştir [108].

Kim ve arkadaşları [109], dokuma kumaş ve dokusuz yüzeylerdeki EMSE üzerinde çalışma yapmışlardır. Elektriksel iletkenliği sağlamak için iletken liflerden yararlanmışlardır. Metal kaplı karbon lifleri ve metal kaplı polimer liflerini kullanmışlardır ve en yüksek EMSE korumasını 53 dB ile 1,0 Hz frekans aralığında metal kaplı polimer kumaşın sağladığını görmüşlerdir. Çalışılan kumaşlardaki EMSE etkinliğinin kumaşın inceliğine bağlı olduğu sonucuna varmışlardır [109].

Neelakandan ve arkadaşları [110] polianilin/ polyester kumaşın kat sayısı değiştirilerek elde edilen farklı kumaş yapılarındaki kumaşların yüzey direnç özelliğini araştırmışlardır. Kumaş direncinin kumaşın kat sayısının artmasıyla azaldığı bununla birlikte bez ayağı örgü yapısına sahip kumaşların dişi ve saten kumaşlardan daha yüksek yüzey direncine sahip olduğu sonucuna varmışlardır [110].

Onar ve arkadaşları [111] yaptıkları çalışmada pamuklu kumaşları kimyasal oksidatif polimerizasyon yöntemiyle polianilin(PAni) ve Polipirol(PPy) polimeriyle kaplanmışlar ve PAni ve PPy ile kaplanmış pamuklu kumaşların yapısal, elektrik ve elektromanyetik özelliklerini inceleyip karşılaştırmışlardır. PAni ve PPy ile kaplanmış pamuklu kumaşların direnç değerleri sırasıyla 350 Ω ve 512 Ω olarak belirlenmiştir.. PAni ile kaplanmış pamuklu kumaşların ortalama EM kalkanlama etkinliği ve ortalama absorblama değerleri sırasıyla 3,8 dB ve %48 absorblama ve PPy ile kaplanmış pamuklu kumaşların ortalama EM kalkanlama etkinliği ve ortalama absorblama değerleri ise sırasıyla 6 dB ve %50 absorblama olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda PAni ve PPy ile kaplanmış pamuklu kumaşların direnç değerleri ve EM absorblama miktarları arasında çok büyük farklar olmadığını ortaya koymuşlardır [111].

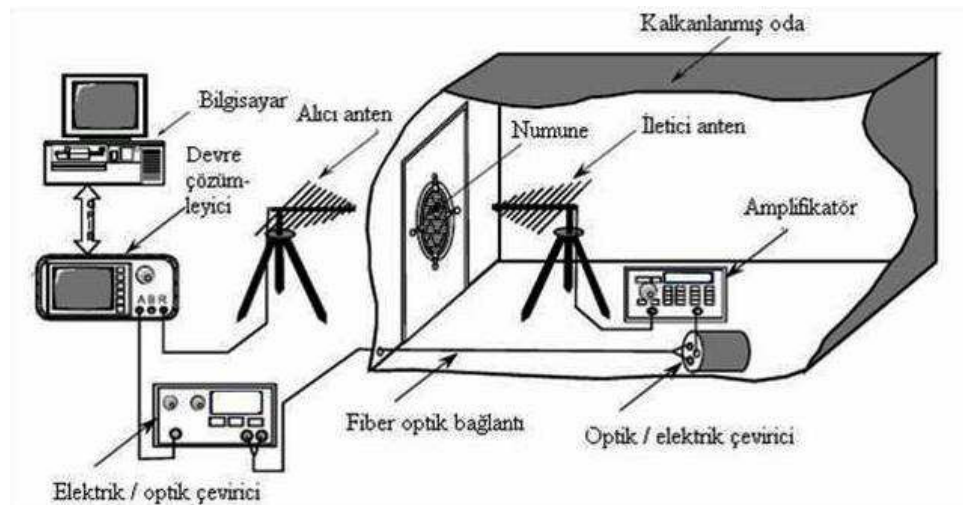
Dağ [112] yaptığı çalışmada; pamuk ipliğini farklı inceliklerdeki bakır, çelik, gümüş teller ile katlayarak, katlamalı iplikler üretilip ardından bu ipliklerden dokuma ve örme kumaşlar haline getirip iletken yüzeyler elde etmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda iletkenin cinsi, inceliği, örgü yapısı, iplik numarası ve sıklık değerlerinin değişiminin elektromanyetik özelliklerin değiştiğini gözlemlemiştir [112].

1.3.2.3. Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği (EMSE) Standartları ve Ölçüm Yöntemleri

Elektromanyetik kalkanlama etkinliğinin ölçümü çeşitli standartlar belirlenerek yapılmaktadır. IEEE Std 299-1997, Mil-Std- 285, NSA 65-6, EN 50147-1, ASTM D 4935-99 standartları tekstil yüzeylerinde (düzlemsel materyallerin) elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümünde kullanılmaktadır [89].

1.3.2.3.1. MIL-STD-285 Standardı

1956 yılında Amerika’da MIL-STD-285 askeri amaçlar için elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümü için yayınlanmıştır. Bu standart ile 100 kHz-10 Ghz arasındaki frekans aralığı için bu standart kullanılmaktadır [113]. Bu standardın içeriği dahilinde frekans aralıkları ve elektrik bileşenleri tanımlanmıştır. Bu standartta belirlenen EMSE ölçüm yöntemleri daha sonra IEEE-299 olarak değiştirilmiştir. Bu standart kapsamında EMSE değeri numune ile yapılan ölçüm ile numune bulunmadığı durumda yapılan ölçüm üzerinden hesaplanmaktadır. Bu standarttan türetilen bir deney düzeneği Şekil 1.18’de yer almaktadır.



Şekil 1.18.MIL-STD-285 test standardının modifiye edilmiş prensip ölçüm düzeneği

Bu yöntem iptal edilmiş bir standart olup, iki ayrı yalıtımlı odacık (ya da bir yalıtımlı odacık) içerisine yerleştirilen alıcı ve verici antenler ile ölçüm yapılacak olan numune iki odacık arasına yer alan bir pencereye yerleştirilmektedir. Standartta yer alan sinyal kaynağından üretilen sinyal, verici anten yardımıyla atmosfere yayılmakta ve alıcı anten aracılığıyla alınan sinyalin büyüklüğü ölçülmektedir. Sinyal üretiminde sinyal jeneratörü ve amplifikatör kullanılmaktadır. Alınan sinyalin büyüklüğü spektrum analiz cihazı ile ölçülmektedir. Bu standartta yalıtımlı odaların kullanılması ile ortamda bulunan cihazlardan kaynaklanan sinyallerin ölçümü etkileme olasılığı ortadan kaldırılmaktadır.

1.3.2.3.2. IEEE STD 299 Standardı

IEEE-STD-299 standardı 1969 da yayınlanmıştır. 2006 yılında yayınlanmış olan son uyarlaması yürürlükte bulunmaktadır. Bu standardın 2005 yılından önceki uyarlamalarında SE ölçümlerinde yer alan belirsizlik tam olarak açıklanmamaktadır.

IEEE-STD-299'un 1997 yılında yayınlanan uyarlamasında ölçüm aralığı üç alt aralığa bölünmüştür. Bu aralıklar:

Düşük aralık- 9 kHz (50 Hz) den 20 MHz -Manyetik bileşen (H) için

Rezonans aralık-20 MHz den 300 MHz'e -Elektriksel bileşen (E) için

Yüksek aralık-300 MHz den 18 GHz'e -Düzlem dalga gücü için (P) için [113].

1.3.2.3.3. TS EN 50147-1 Standardı

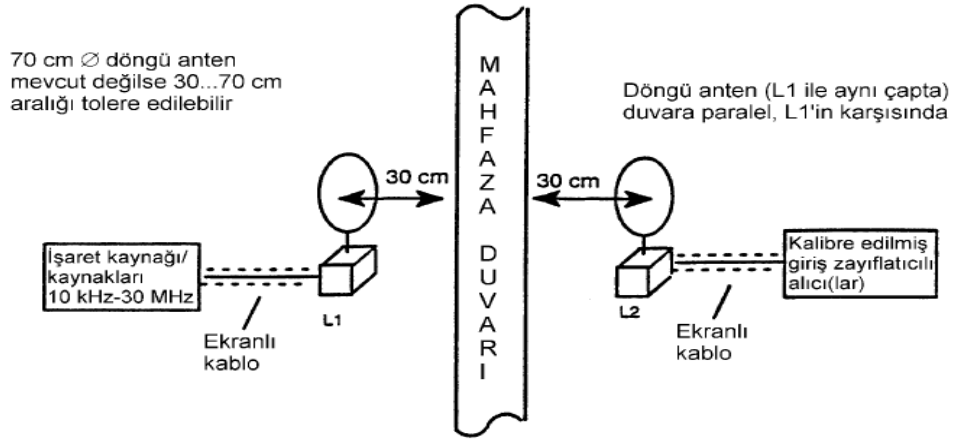
TS EN 50147-1 standardı, kalkanlanmış odalarda ekranlama etkisini ölçmek için 9 kHz ile 40 GHz frekans aralığında kullanılmaktadır. Ekranlama etkinliği hesabında

$$EMSE = 20 \log E_0 / E_1 \quad (2.1)$$

$$EMSE = 20 \log H_0 / H_1 \quad (2.2)$$

formülleri kullanılmaktadır. Bu formüllerde EMSE kalkanlama etkinliğini dB cinsinden ifade etmektedir. E_0 ve H_0 verici ve alıcı antenler arasında kalkanlama olmaması durumundaki değerleri, E_1 ve H_1 alıcı ve verici antenler arasında ekranlama olması durumundaki değerleri göstermektedir. Bu standart kapsamında antenler birbirinin karşısına yerleştirilerek ve birbirlerinden Şekil 1.19'da yer alan uzaklığa duvar kalınlığı da eklenerek elde edilen bir aralıkla ayrılmışken yapılmalıdır. Manyetik alanlar ile bir

duvar paneline paralel ve doğrudan birbirlerinin karşısındaki döngü antenlerle ölçüm gerçekleştirilmelidir. Manyetik alanlar için kullanılması tavsiye edilen frekanslar 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz, 20 MHz'dir [114].

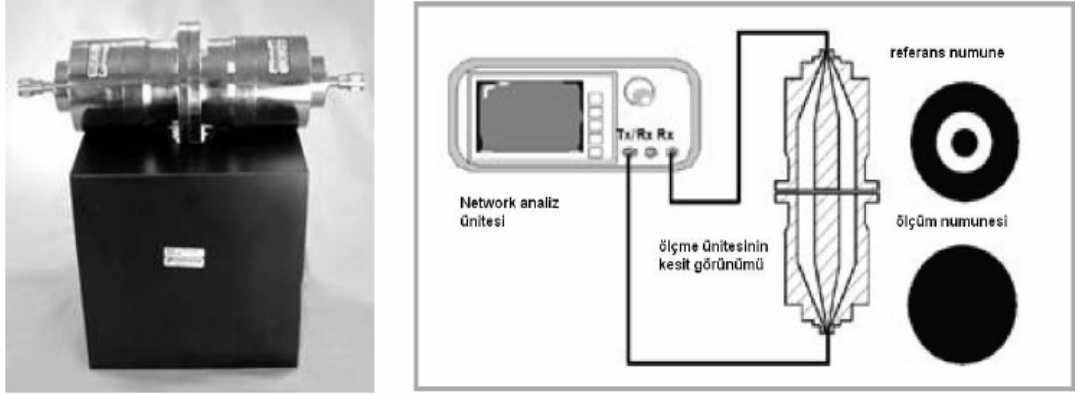


Şekil 1.19. Manyetik alan (elektrik alanı) ölçmesi için deney düzeneği [114].

1.3.2.3.4. ASTM D4935-99 Standardı

ASTM D4935; 1989 yılında ASTM tarafından düzlemsel malzemelerin elektromanyetik kalkanlama etkinliğini ölçmek için geliştirilen bir standarttır. 1999 yılında yenilenen sürümü 2005 yılında iptal edilmesine rağmen hala bir çok güncel çalışmada kullanılan bir ölçme yöntemidir [113]. 30 MHz ile 1,5 GHz frekans aralığında elektromanyetik kalkanlama ölçümleri gerçekleştirilen bu standartta, kalkanlanma etkinliğinin yansıma ve diğer kayıpları göz önünde bulundurularak test numunesi ile referans numune arasındaki Shielding Effectiveness (SE) değerleri farkı belirlenmek suretiyle hesaplanmaktadır. Yaklaşık 133 mm çaplı disk şeklindeki malzeme sinyal jeneratörü ve alıcı arasındaki özel olarak tasarlanmış koaksiyel iletim hattı arasına yerleştirilerek ölçülmektedir. Referans numune kapasitif kuplajı dengelemek amacıyla test aparatına yerleştirilmekte 133/76 mmlik halka içerisinde 33 mm çapında hazırlanan referans numune ölçülmektedir. Daha sonra ölçüm numunesi 133 mmlik çapta hazırlanarak ölçülmektedir. Yapılan referans ölçüm ile numune ölçümü arasındaki fark SE değeri olarak belirlenmektedir [112,113].

ASTM D4935 standardına ait ölçüm düzeneği şekil 1.20'de gösterilmektedir.

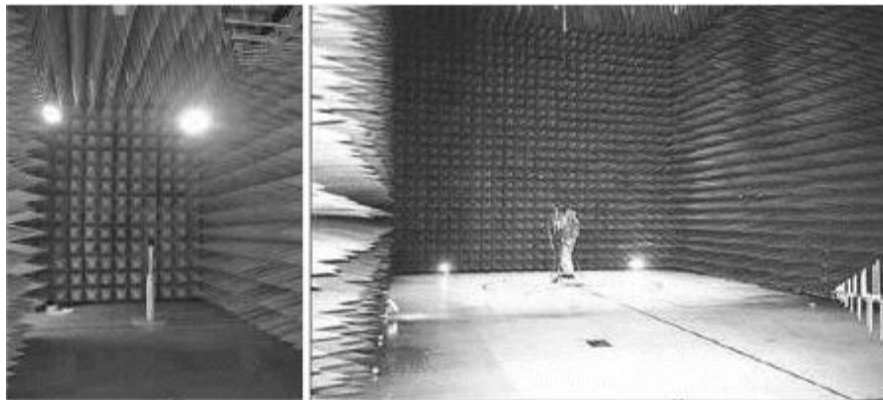


Şekil 1.20. ASTM D4935 standardında kullanılan test ölçüm düzeneği şekli [113]

EMSE ölçümleri; yankısız oda yöntemi, çift TEM hücre ölçüm yöntemi ve koaksiyel tutucu yöntemi gibi ölçüm yöntemleriyle yukarıda bahsedilen standartlar kullanılarak yapılmaktadır.

Yankısız Oda Yöntemi

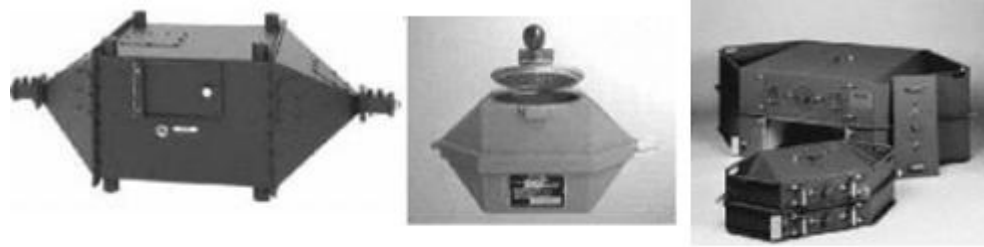
Yankısız odaların elektromanyetik ekranlama ölçümlerinde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu odaların iç duvar yüzeyleri karbon kaplı absorbe edici konikler ya da ferrit duvar döşemeleri kullanılarak kaplanmaktadır. Ölçülecek test numunesinin antene olan mesafesinin 1 m'den fazla olması gerekmektedir. Bu odalarda gerçekleştirilen ölçümler absorbe edici etkilerin düşük olması sebebiyle düşük frekanslarda (80 MHz'den düşük) ölçüm için uygun olmamaktadır [112,115]. Şekil 1.21'de yankısız oda görülmektedir [115].



Şekil.1.21.Farklı uzunluklardaki (3 m ve 10 m) yankısız oda resimleri [115].

TEM Hücre Ölçüm Yöntemi

TEM hücresi yayılan ışınlarla karşı yayılım analizinde kullanılan küçük odalardır. Bu ölçüm yönteminde bir sinyal jeneratörü ve bir alıcı ünite kullanılmaktadır. Bu üniteler ile veri toplama arasındaki iletişim bilgisayar kontrollü bir sistem tarafından sağlanmaktadır. Dışarıdan yayılan ışınımına karşı bir ekranlama gereksinimi duyulmadan ölçüm gerçekleştirilmektedir. Burada yapılan ölçümlerde kalibrasyon için dönüştürülmüş sinyal güç seviyesi açıklığının boş olduğu durumda ölçülmekte ardından açıklığa numune yerleştirilerek ölçüm yapılmaktadır [116,117]. Şekil 1.22’de çeşitli TEM hücre ölçüm sistemleri görülmektedir.

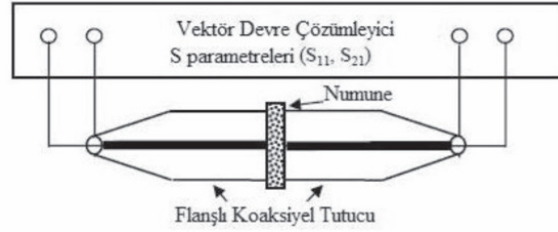


Şekil 1.22. Çeşitli TEM hücre ölçüm sistemleri [115]

Koaksiyel Tutucu Yöntemi

Kontrollü ortamda temel ölçüm yöntemi koaksiyel tutucu metodudur. Bu metotta bir tutucu iletim kablosu ve vektör devre çözümleyici yardımıyla ölçüm yapılmaktadır. Numune flanşlı koaksiyel tutucunun içine yerleştirilerek sabitlenir. S parametreleri aracılığıyla (S_{11} ve S_{21} yansıma ve iletim sabitleri) toplam ekranlama etkinliği içerisinde soğurma ve yansımanın etkilerini belirlemek mümkün olmaktadır [118].

Koaksiyel tutucu metodunda genellikle ölçüm aralığı 90-100 dB olup çalışma frekansı 2 GHz civarındadır. Maksimum çalışma frekansının artışı test aparatının, koaksiyel kablo boyutlarının ve numune boyutlarının azalışına sebep olmaktadır [118]. Şekil 1.23’te koaksiyel tutucu metodunun şekli yer almaktadır.



Şekil 1.23. Koaksiyel tutucu metodu [117,118]

Bu ölçüm yöntemi bilgisayar aracılığıyla veri işlemeye imkan sağlamaktadır. Bu ölçüm yöntemiyle yaşanan önemli zorluk numune hazırlamaktır. Özellikle yüksek frekans aralıklarında numune boyutlarının küçük olması gerekmektedir. Kontrollü test alanındaki ölçümlerin olumsuz yönlerinden biri açılal yansımanın tanımlanmasında yaşanan zorluklardır [118]. Bu yöntem, düzlemsel materyallerin SE'sini ölçmek için geliştirilip yayınlanan ASTM D4935 standardına dayanmaktadır [119].

Literatür dikkate alındığında, EMK çalışmalarının daha ziyade dokuma ve kompozit yapılar üzerine yoğunlaştığı gözlenmiştir. Örme yapılarıdaki çalışmalarda ise yüzeylere ya kaplama yapılarak iletkenlik kazandırılmıştır ya da bakır, çelik gibi metallerle katlamalı iplikler kullanılarak iletken yüzeyler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda örme kumaşlarda EMK değerlerinin dokuma ve kompozit yapılara oranla örme ilmeğinin yapısı sebebiyle daha düşük çıktığı gözlenmiştir.

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde özel iplikler kullanılarak, yuvarlak örme teknolojisi ile üretilen giyilebilir ÜBBÖ kumaşlarda EMK özelliği olan bir kumaş yapısı geliştirilmediği ve EMK özelliği olan kumaşların konfor özelliklerinin araştırılmadığı gözlenmiştir. Bu çalışma kapsamında bu boşluğun doldurulması hedeflenmiştir.

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. GEREÇ

2.1.1. İplikler ve Özellikleri

ÜBBÖ kumaşların üretiminde kullanılacak kompozit iplikler, Karsu A.Ş. üretim tesislerinde bulunan ring iplik eğirme sistemi kullanılarak üretilmiştir. Bu ipliklerin üretiminde pamuk, gümüş ve karbon lifleri farklı karışım oranlarında üretilmişlerdir. İplik yapısındaki liflerin karışımını tam olarak temin edebilmek amacıyla, karıştırma işleminin harman-hallaç dairesinde yapılması uygun görülmüştür. İlk denemede, kesikli gümüş lifi ile pamuk lifi harmanda %10 gümüş %90 pamuk lifi olacak şekilde karıştırılarak iletken ring iplik üretilmiştir. Benzer şekilde kesikli karbon lifi ile pamuk lifi yine harmanda %7 karbon %93 pamuk lifleri karıştırılarak iplik formuna dönüştürülmüştür.

Harman-hallaç dairesine balya formunda getirilen pamuk lifleri balya yolucu otomat tarafından emilerek hatta beslenmesiyle başlamıştır. Liflere açma, temizleme ve karıştırma işlemleri uygulanmıştır. Harman-hallaç dairesinin son kısmındaki kademeli karıştırıcıda pamuk lifi diğer lifler ile karıştırılmıştır. Daha sonra taraklara beslenen karışım lifleri tarama işleminin ardından şerit formuna getirilerek cer makinesine sevk edilmiştir. Tarak şeritlerine uygulanan cer işlemi üretim sistemi gereği iki pasaj cer olarak uygulanmaktadır. Cer makinesinden çıkan lifler fitil makinesine girerek fitil haline getirildikten sonra ring makinesine beslenmiştir. Çekim sistemine giren fitiller, alt ve üst silindirler arasında sıkıştırılarak çekime tabii tutulmuştur. Üretilen ipliklerin özellikleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1’de P simgesi pamuk lifini, Ag simgesi gümüşü, C simgesi karbonu temsil etmektedir.

Tablo 2.1 İpliklerin Özellikleri

İplik Türü	İplik Numarası (Ne)	İplik Numara CV	Büküm sayısı (büküm/inç)	Rkm	E%	U%	H%
%93 P %7 C	30	0,91	20,8	13,62	4,17	-	-
%90 P %10 Ag	30	1,5	21,8	15,26	5,32	-	-
Coolmax	40	1,57	24,4	15,64	17,39	11,39	4,81
Tencel	40	0,8	23,6	23,46	5,88	10,34	5,87
Promodal	40	1,26	23,6	25,03	7,41	9,74	4,69
Gümüş Filament	70 denye	-	-	-	-	-	-
Thermocool	40	1,28	23,9	16,53	16,28	11,54	4,27
Thermolite	40	1,38	23,2	15,95	15,87	11,91	4,95

Üretilen kompozit iplikler Uster Tester ile ölçüme tabii tutulamamıştır. Bunun temel sebebi ipliklerin içerisinde bulunan metal liflerinin Uster Tester cihazını etkilemesi sonucu sağlıklı ölçüm yapılmamasıdır. Bu nedenle verilen tabloda Uster ölçümleri yer almamaktadır.

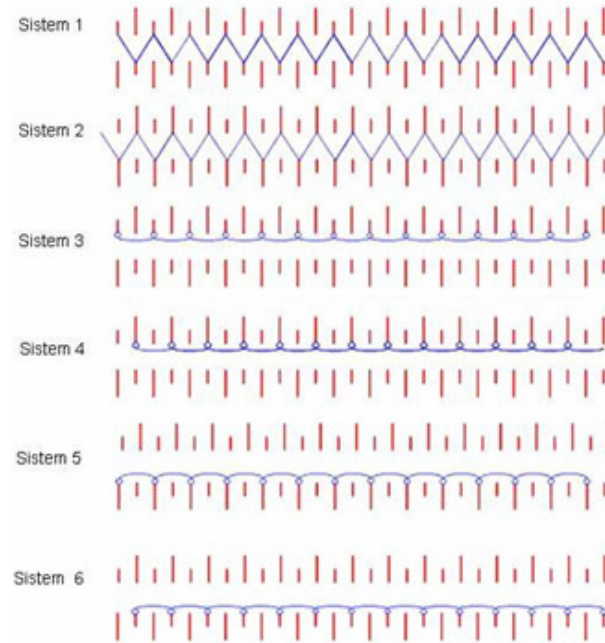
2.1.2. ÜBBÖ Kumaş Üretimi ve Kumaş Özellikleri

ÜBBÖ kumaşların üretimi Karsu A.Ş. 'de yapılmıştır. Kumaşlar Terrot UP 372 Tip 18 E Jakarlı kayış tahrikli pozitif besleyicili 72 beslemeli makinede üretilmiştir. (Şekil 2.1) Makine ribana ayarında çalıştırılmış ve sıklık ayarları yapılmıştır. Kapak ve silindir

arasındaki mesafe ayarlanarak kumaşın istenilen özelliklerinin sağlanabilmesi için çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Örgü desen raporu, çelik raporu ve kam raporu çıkarılarak makine üzerinde çalışmalar tamamlanmıştır. (Şekil 2.2.)



Şekil 2.1 Terrot UP 372 Tipli örme makinesinin ayarlar yapılırken resmi



Şekil 2.2 ÜBBÖ kumaş desen raporu

2.2. YÖNTEM

Kullanılan test yöntemleri ile ilgili tüm standartlar Ek-1’de yer almaktadır.

2.2.1. Boyutsal Stabilité

Üretilen kumaş numuneleri boyutsal stabiliteye ulaşmaları için kuru dinlendirme işlemine tabii tutulmuşlardır. Bu amaçla üretilen kumaşlar 21 °C’de %60 nispi nemde 24 saat bekletilmişlerdir. Dinlendirme işleminin ardından kumaşlar üzerinde ölçümler yapılmış ve üretilen kumaşların özellikleri belirlenmiştir.

2.2.2. Testler

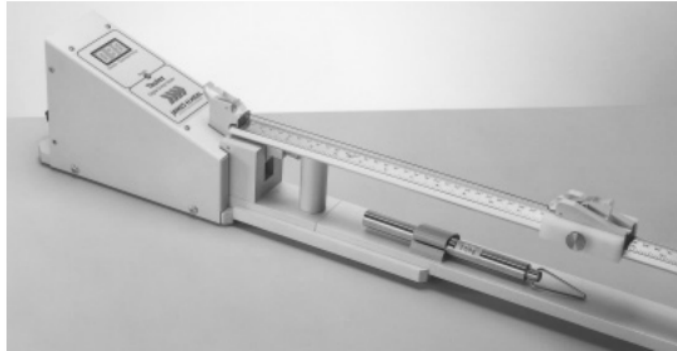
2.2.2.1. Kumaş Testleri

2.2.2.1.1 İlmek Sıklığı (Sıra ve Çubuk Sıklığı)

Örme kumaşlarda sıklık TS 250 EN 1049-2 standardına göre belirlenmiştir. İlmek sıklığı örme kumaşın belli bir uzunluğundaki ilmek sayısıdır. İlmek sıklıklarının tespitinde lüp kullanılmıştır. İlmek sıklığı, çubuk ve sıra sıklığı şeklinde ifade edilmektedir. Deney numunesi düz olarak serbest bir halde yüzeye serilmiştir. Kumaşın çubuk ve sıra yönü belirlenmiştir. Lüpün alt çerçevesi kumaş yüzeyine çubuk ve sıralarla tam dik açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Birim uzunlukta kumaşın farklı bölgelerinden 5 adet çubuk yönünde 5 adet sıra yönünde sayım yapılmıştır. Bu ölçümlerin ortalaması alınarak birim uzunluktaki çubuk ve sıra sıklığı elde edilmiştir.

2.2.2.1.2. İlmek İplik Uzunluğu

TS 254 test standardına göre gerçekleştirilmiştir. 100 ilmek çubuğu kumaş işaretlenerek çubuk boyunca kesilmiştir. Her bir numunede ilmek iplik uzunluğu tespit edilecek 20 sıra iplik sökülüştür. Sökülen iplikler Tautex Digital Crimp Tester cihazına yerleştirilmiştir. (Şekil 2.3.) Cihazın ekranında 10 sayısı görülene kadar iplik gerdirilmiştir. 10 sayısı kumaşın 10 gramlık bir ağırlık ile gerdirildiğini göstermektedir. Daha sonra ekranda 10 sayısı sabitlendikten sonra ölçülen uzunluk o ipliğin serbest haldeki uzunluğudur. Her bir numunedeki 20 iplikte değer belirlenmiştir. Ölçülen değerlerin ortalaması alınmıştır. Daha sonra elde edilen değer 100’e bölünerek bir ilmeğin ilmek iplik uzunluğu bulunmuştur.



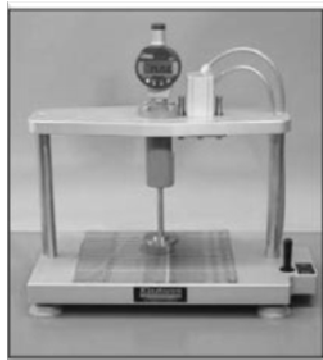
Şekil 2.3. Tautex digital crimp tester cihazı

2.2.2.1.3. Kumaş Gramajının Tayini

TS 251 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Kumaş gramaj kesme aparatı (100 cm^2 alanında) ile kesilen 5 adet numune dijital göstergeli hassas terazide tartılarak gramaj belirlenmiştir. Sonuçlar kumaşın m^2 cinsinden ağırlığının elde edilmesi için bulunan değer 100 ile çarpılmıştır. 5 numunenin ortalaması alınarak kumaşın g/ m^2 ağırlığı belirlenmiştir.

2.2.2.1.4. Kumaş Kalınlığının Tayini

Kumaş kalınlığı ölçümü TS 7128 EN ISO 5084 standardı esas alınarak yapılmıştır. Kalınlık ölçme cihazını çalıştırılarak baskı ayağı ile referans plaka arasının temizliği kontrol edildikten sonra, baskı ayağı milinin serbestliği kontrol edilmiştir. Ekranda 0 sayısı okunduktan sonra kumaş yerleştirilmiştir. Kumaşın 5 farklı bölgesinden ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Elde edilen değer o numunenin mm cinsinden kalınlığını vermektedir. Şekil 2.4'te Elastocon markalı Pneumatic Thickness Gauge EV 07 kodlu kumaş kalınlığı tayini cihazı yer almaktadır.



Şekil 2.4. Kumaş kalınlık ölçer cihazı

2.2.2.1.5.Termal Konfor Testleri

2.2.2.1.5.1. İnsan Cildinin Simülasyonu ile Su Buharı Geçirgenliğinin Ölçümü

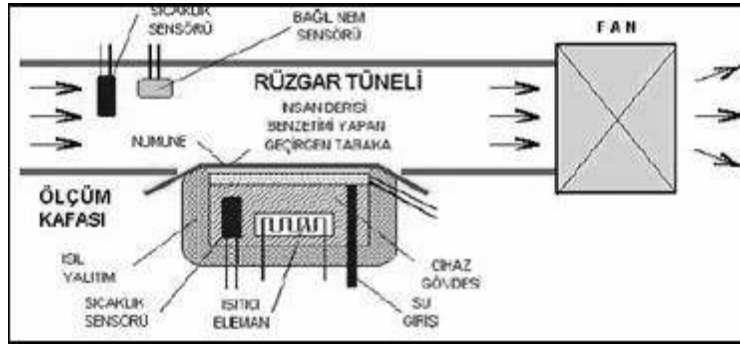
Permetest Su Buharı Geçirgenliği test cihazı su buharı geçirgenliği testinde kullanılmıştır. (Şekil 2.5) Permetest, termal eylemsizliği insan derisine benzer olan özel bir ısı akış ölçüm sistemine sahiptir ve kuru haldeki ısı geçirgenliği (veya direnç) değerini ölçebilmektedir. Aynı sistem, cihaza yerleştirilen kumaşın ıslak ölçüm platformundan difüzyona açık konumda absorbe ettiği su (sıvı) miktarındaki en küçük değişimi de belirleyerek su buharı geçirgenliğini ölçmektedir. Permetest, ISO 11092 standartına göre yapılan su buharı geçirgenliği ölçümlerinde çalışılan ve insan derisini simule eden 35⁰C sıcaklık ve %40 bağıl nem değerlerinde kondüsyonlanma yerine, laboratuvar ortamında kolaylıkla temin edilen 20⁰C sıcaklık ve %60 bağıl neme sahip, kumaş yüzeyine paralel hava akısı altında ölçüm yapmaktadır. Ölçüm için gerekli numune boyutları 10 cm x 10 cm.den daha küçüktür. Permetest ile daha küçük numune boyutlarında ve çok daha kısa sürede (2-3 dakika) tamamlanan su buharı ölçüm sonuçları ile ISO 11092'e göre yapılan ölçümler arasındaki korelasyon katsayısının 0,92 olduğu belirtilmektedir. Permetest cihazının şematik gösterimi Şekil 2.6'da yer almaktadır. Permetest cihazının teknik parametreleri ve ölçüm aralığı şu şekilde sıralanabilir: [120,121].

Permetest cihazı teknik özellikleri

Su Buharı Direnci	1-100 m ² Pa/W
Bağıl Su Buharı Geçirgenliği	1-% 100
Termal Geçirgenlik	1-50 W/ m ² K
Kumaş Kalınlığı	0,1-7 mm
Ayarlanabilen Paralel Hava Akış Hızı	3 ve 5 m/s
Voltaj	220 V 50-60 Hz, 60 W giriş
Boyutlar	460 x 240 x 130 mm, 9 kg ağırlığında



Şekil 2.5. Permetest su buharı geçirgenliği test cihazı [120]



Şekil 2.6. Permetest cihazı şematik gösterimi [120].

Numune kumaşlar standart atmosfer koşullarında kondüsyonlanmıştır, teste başlamadan ve numune kumaşı yerleştirmeden önce cihaz çalıştırılarak ısı akış değeri ' q_o ' not edilmiştir. Numune kumaşın yerleştirileceği bölge insan vücudunu simüle etmesi için nemlendirilmiştir, nemlendirilen bölgenin üstüne sefon denilen bir malzeme konulduktan sonra numune kumaş yerleştirilmiştir. Cihaz üzerinde bulunan fan vasıtasıyla numune kumaş belli bir hızdaki hava akışına maruz bırakılmıştır. Dışarı çıkan buharlaşma ısı akış miktarı entegre bir sistemle ölçülmüştür. Ölçülen bu değer de q_s olarak kaydedilmiştir. Bu iki değerden yola çıkılarak bağıl su buharı geçirgenliği (P) % olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değerden de faydalanılarak R_{et} (metrekare x Pascal/Watt) su buharı direnci hesaplanmıştır.

$$P = 100(q_s / q_0) \quad (2.2)$$

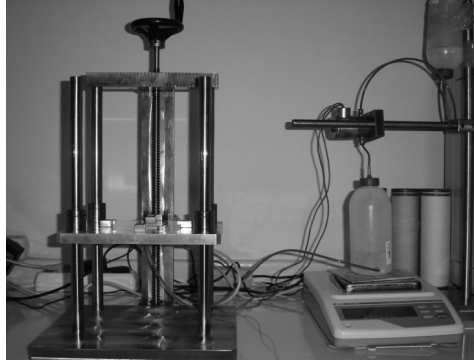
$$R_{et} = \frac{P_m - P_a}{q_s - q_o} \quad (2.3)$$

Denklem 2.3'deki P_m ve P_a , t_a çevre sıcaklığı için Pascal cinsinden doymuş kısmi su buharı basıncını ve laboratuardaki gerçek kısmi su buharı basıncını göstermektedir. Her bir numune kumaş için 3 ölçüm yapılmıştır ve sonuçların ortalaması alınarak kaydedilmiştir [121].

Su buharı basıncının hava akımı aracılığıyla deriye yansıtıldığı bir model olan Permetest'te su buharı miktarı 21 C°'de % 60 nem koşulların sağlanarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan 3 ölçümün ortalaması alınmıştır ve cv değeri % 2'den daha düşük çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

2.2.2.1.5.2.Yatay Kılcallık Ölçüm Düzeneği (GATS)

GATS düzeneğinin bir benzeri olarak Şekil 2.7'deki düzenek hazırlanmıştır. Deney düzeneğinin çalışma prensibi GATS düzeneğinkine benzemektedir [122]. Bu düzenek sayesinde yatay kılcallık ölçümleri yapılmaktadır. Hazırlanan bu test düzeneği; su deposu, hassas tartı, tartı üzerindeki su deposundaki su miktarına göre aşağı yukarı hareket ettirilebilen, 2 mm çapında deliği bulunan bir sistemden meydana gelmektedir. Verileri kaydetmek için sisteme uyumlu bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu programdan alınan veriler Matlab® programına aktararak grafikler oluşturulmaktadır. Sistemde yer alan elektronik sensör sayesinde su haznesinde yeterli su bulunmadığında bilgisayar uyarı vermektedir. Bu sensör alınan su miktarını otomatik olarak algılamaktadır. Bu sayede kumaş belirli hızda alabileceği maksimum miktarda suyu almakta ve su haznesinde yeterli su bulunmadığında sistem kendini durdurmaktadır [122]. Şekil 2.7'de ölçümlerde kullanılan GATS düzeneği yer almaktadır. Şekil 2.7'de yer alan düzenekte 2 cm basınç ile test numunelerine su verilmiştir. Bu sayede test numunelerinin yatay kılcallık seviyesi zamana bağlı grafiklerle görülmüştür.



Şekil 2.7. Yatay kılcallık ölçüm düzeneği

2.2.2.1.5.3. Kumaş Kuruma Hızı

Test için öncelikle 10x10 cm boyutlarında her kumaş tipinden 6 adet kesilen kumaş numunelerinin hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kesilen her kumaş tipinden 1 adet numune 24 saat saf su içerisinde bekletilerek ıslatılmıştır. Islatma suyundan çıkarılan numuneler 15 saniye boyunca asılı vaziyette tutulmuştur. Ardından 2 dakika süreyle 2 kat kurutma kağıdı üzerinde bekletilerek yüzey suyu kumaş yüzeyinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra tartılarak her numunenin aldığı su miktarı belirlenmiştir. Her numunenin bünyesine aldığı maksimum su miktarı bulunmuştur. Maksimum su miktarı belirlendikten sonra en az miktarda hangi kumaşın su aldığı bulunmuştur. Şırınga yardımıyla belirlenen birim miktardaki su diğer kuru numunelere verilmiştir. 37 °C'deki etüv içerisinde yerleştirilen numuneler her 10 dakikada bir etüvden çıkarılarak ağırlıkları tartılmıştır. Numunelerin ağırlıkları, kuru ağırlıklarının % 105'ine ulaştıklarında son verilmiştir. Elde edilen süreler toplamı o kumaş numunesinin kuruma hızını vermiştir.

2.2.2.1.5.4. Hava Geçirgenliği Testi

Kumaşın hava geçirgenliği, kumaşın içerisinde hava geçişine ne derecede verdiğinin ölçüsüdür. Hava geçirgenliği, kumaşın verilen bir alanından dikey yönde geçen hava akışının hızı, verilen bir zaman aralığında, kumaşın deney alanı içindeki basınç farkında ölçülür. Temelde kumaşın gramajı, kalınlığı ve gözenekliliğe bağlı olmaktadır. Kumaş gözenekliliği kumaş içindeki hava boşluğunun yüzde olarak gösterilmesidir. Ayrıca giysilerin ısı özellikleri ve vücut ile etkileşimleri göz önüne alındığında hava geçirgenliği etkisi olmaktadır. Şekil 2.8'de kullanılan test aleti görülmektedir.

TS 391 EN ISO 9237 standardı esas alınarak hava geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır. 20 cm² deney yüzey alanında 100 Pa basınç farkında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Numunenin kendi düzleminde bozulmamasına dikkat edilerek, varsa buruşukluklar giderilmek suretiyle yeterli gerilim uygulanarak dairesel numune tutucusuna tutturulmuştur ardından cihaz çalıştırılıp test sonunda cihazın göstergesinden numunenin hava geçirgenliği değeri okunmuştur. Her bir kumaş tipi için 5 kez tekrarlanan ölçüm sonucunda ortalama ve standart sapma hesaplanmıştır.



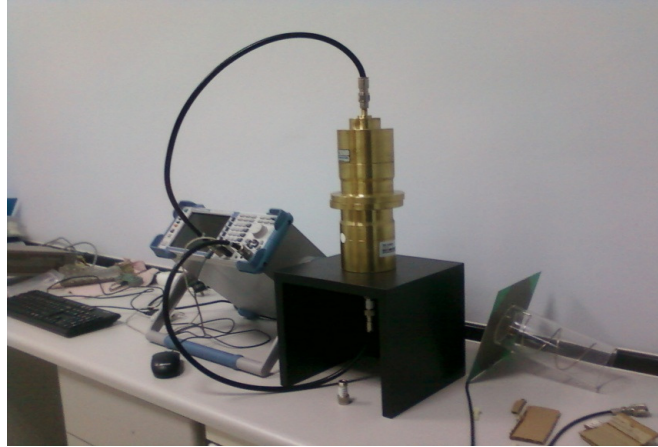
Şekil 2.8. TexTest FX 3300 labotester cihaz resmi

2.2.3. Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği (EMSE) Ölçümü

EM kalkanlama, elektromanyetik alan yoğunluğunun, kalkanlama materyalinin kurulumundan önceki ve sonraki ölçüm oranları ile ifade edilir. Kalkanlama etkinliğinin ölçümü karmaşık bir işlem olup ölçüm standartları konusunda bazı belirsizlikler bulunmaktadır.

ASTM D4935-99 (Standard Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials) standardı 2005 yılında iptal edilmiş olan bir standart olmasına rağmen hala yaygın olarak kullanılan bir ölçüm yöntemidir. Düzlemsel

malzemelerin elektromanyetik kalkanlama etkinliğini ölçmek için geliştirilen bir standart olan ASTM D4935-99'a göre yaklaşık 5,24 inç (13,3 cm) çaplı disk halinde hazırlanmış olan malzeme sinyal jeneratoru ve alıcı arasındaki özel olarak tasarlanmış bir koaksiyel iletim hattı arasına yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır. Şekil 2.9 'da bu düzenek görülmektedir [119].



Şekil 2.9. ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm ünitesi ve ölçüm düzeneği

EMSE referans dalga gücü değeri ile numuneden geçen elektromanyetik dalga gücü arasındaki değişim ile ölçülmekte ve bu yöntem kullanılarak yapılan ölçümlerde frekans aralığı 1 GHz'in üzerine çıkamamaktadır. Dolayısıyla bu yöntemle cep telefonlarının çalışma alanlarından olan 900 MHz bölgesi için kullanılabilen ancak 1800 MHz bölgesi için ölçüm yapılamamaktadır [119].

ASTM D4935-99 test standardına göre yapılan testin değerlendirilmesi ise FTTS-FA-003 test standardına göre yapılmıştır [119,123]. Buna göre genel ve profesyonel kullanım olmak üzere iki ayrı tip değerlendirme yapılmıştır.

2.2.4. Mikroskopik Analiz

İpliklerin ve kumaşların mikroskopik analizleri yapılmıştır. Olympus CX31 sistem mikroskobu kullanılarak ipliklerin boyuna yüzey görüntüleri ve iplik kesit görüntüsü elde edilmiştir. Kumaşların yüzey görüntüleri, kalınlık boyunca görüntüleri, örgü yapıları Olympus marka stereo mikroskop altında incelenerek, elde edilen görüntüler

üzerindeki sayısal ölçümler BAB® Bs200Doc görüntü işleme ve analizi yazılım programı aracılığıyla yapılmıştır.

2.2.5. İstatistiksel Analiz

Tek yönlü varyans analizi, tek değişken ile birbirinden ayrılan ikiden çok bağımsız grubu karşılaştırmak için yapılır.

$$E(Y_{ij}) = \mu + \alpha_i, \quad i = 1, 2, 3 \quad j = 1, 2, \dots, n_i \text{ olmak üzere,} \quad (2.4)$$

gözlemler

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}, \quad i = 1, 2, 3 \quad j = 1, 2, \dots, n_i \quad (2.5)$$

modeli çerçevesinde ele alınabilir.

Burada, μ parametresi deneyin ortak etkisini, $i = 1, 2, 3$ için α_i parametresi i . düzeyin etkisini, ε_{ij} terimi i . düzeydeki j . birimin Y_{ij} gözlemindeki rasgele hatayı ifade etmektedir. Bu tür deneylere (modellere) bir etkenli tamamen rasgeleleştirilmiş deneyler (modeller) denir.

İki yönlü varyans analizi, iki veya daha çok değişken ile birbirinden ayrılan ikiden çok bağımsız grubu karşılaştırmak için yapılır.

$$E(Y_{ijk}) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij}, \quad i = 1, 2, 3 \dots j = 1, 2, 3 \dots k = 1, 2, \dots, n_{ij}, \quad (2.6.) \text{ olmak üzere,}$$

gözlemler

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk(i)}, \quad i = 1, 2, 3 \dots j = 1, 2, 3 \dots k = 1, 2, \dots, n_{ij} \text{ modeli çerçevesinde ele alınabilir.}$$

μ genel ortalamayı, α_i A faktörünün etkisini, β_j B faktörünün etkisini, γ_{ij} ortak etkiyi ifade etmektedir.

Farklı kumaş türlerinin farklı içeriklerinin çeşitli frekanslarda EMK değerleri üzerine etkisi ve konfor özellikleri one way ve two way ANOVA kullanılarak Tukey çoklu karşılaştırma testleriyle karşılaştırılmış ve etkileri yorumlanmıştır.

İstatistiksel değerlendirme için SAS 8.0 paket programı kullanılmıştır.

($P < 0.05$) de farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 ÜBBÖ KUMAŞLARIN ÖZELLİKLERİ

Üretilen ÜBBÖ kumaşların hepsi benzer desen raporu ve makine ayarları kullanılarak üretilmiştir. Kumaşların içeriklerinde bulunan lif tipleri ve iletken lif yüzdesi Tablo 3.1’de; kumaş kalınlığı, ilmek iplik uzunluğu, sıra ve çubuk yönünde ilmek sıklığı, ilmek yoğunluğu, kumaş gramajı ise Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.1’de yer alan P/C kesikli Pamuk/Karbon ipliğini, P/Ag kesikli Pamuk/Gümüş ipliğini ve Ag.f ise gümüş filament ipliğini temsil etmektedir. TLITE kodlu numune %100 Thermolite ® lifi kullanılarak üretilmiştir. Bağlantı ipliği, ön yüz ve arka yüzey iplikleri olarak Ne40 numara Thermolite ® iplik kullanılmıştır. COOL kodlu numune %100 Coolmax® lifi kullanılarak üretilmiştir. Bağlantı iplikleri ön yüz ve arka yüzeyde Ne40 numara Coolmax® iplik kullanılmıştır. ProM kodlu numunede bağlantı iplikleri ön yüz ve arka yüzeyde Ne40 %50 Pamuk %50 Promodal® lifi karıştırılarak üretilen iplik kullanılmıştır. K numunesinde ön yüzeyde P/C kesikli iplikleri, arka yüzeyde ve bağlantıda Promodal® iplikleri kullanılmıştır. L numunesinde bağlantı ipliği olarak Promodal®, ön yüzeyde P/Ag kesikli iplikleri, arka yüzeyde ise P/C kesikli iplikleri kullanılmıştır. M numunesinde ön yüzeyde ve arka yüzeyde P/Ag kesikli iplikleri, bağlantı ipliği olarak ise Promodal ® kullanılmıştır. (Tablo 3.1)

Tablo 3.1. Üretilen ÜBBÖ kumaşların iplik besleme yerleri

Kumaş Kodları	İletken lif yüzdesi (%)		Ön Yüz İpliği	Bağlantı İpliği	Arka Yüz İpliği
	Karbon	Gümüş			
EMSE1	0	6	Tencel, Ag.f	Tencel	Tencel
EMSE2	0	19	Tencel, Ag.f	Tencel, Ag.f	Tencel
EMSE3	0	12	Tencel, Ag.f	Tencel, Ag.f	Tencel
EMSE4	2	5	Tencel, P/C	Tencel, Ag.f	Tencel, P/C
EMSE5	0	19	Tencel	Tencel, Ag.f	Tencel
EMSE6	0	19	Tencel	Tencel, Ag.f	Tencel
EMSE7	0	12	Tencel	Tencel, Ag.f	Tencel
EMSE8	0	6	Coolmax, Ag.f	Coolmax	Coolmax
EMSE9	1	6	Tencel, Ag.f	Tencel, P/C	Coolmax
EMSE10	0	6	Tencel	Tencel, Ag.f	Tencel
EMSE11	0	10	Tencel	Tencel, Ag.f	Tencel
EMSE12	0	12	Tencel	Tencel, Ag.f	Tencel
KON1	0	6	Thermocool	Thermocool, Ag.f	Thermocool
KON2	0	6	Thermocool	Thermocool, Ag.f, Tencel	Tencel
KON3	0	6	Thermocool, Tencel	Thermocool, Ag.f, Tencel	Tencel
KON4	0	6	Thermolite	Thermolite, Ag.f	Thermolite
KON5	0	6	Thermolite	Thermocool, Ag.f, Tencel	Tencel
KON6	0	6	Thermolite, Thermocool	Thermocool, Tencel, Ag.f	Tencel
TLİTE	0	0	Thermolite	Thermolite	Thermolite
COOL	0	0	Coolmax	Coolmax	Coolmax
ProM	0	0	Promodal	Promodal	Promodal
K	2,1	0	P/C	Promodal, P/C	Promodal
L	1,5	1	P/Ag	Promodal	Promodal, P/C
M	0	2,8	P/Ag	Promodal	P/Ag

Tablo 3.2. Üretilen ÜBBÖ kumaşların fiziksel özellikleri

Kumaş Kodları	Gramaj (g/m ²)	İlmeğin İplik Uzunluğu (mm/ilmeğin)			Kalınlık (mm)	İlmeğin Yoğunluğu (ilmeğin/cm ²)	Çubuk Sıklığı (ilmeğin/cm)	Sıra Sıklığı (ilmeğin/cm)
		Ön	Bağlantı	Arka				
EMSE1	226,91(0,03)	0,19(0,02) *	0,21(0,08)	0,27(0,02)	1,42(0,01)	133,62(5,68)	13,1 (0,22)	10,2(0,44)
EMSE2	214,98(0,07)	0,20(0,02)	0,22(0,06)	0,28(0,01)	1,36(0,02)	131,3(4,57)	13(0,35)	10,1(0,22)
EMSE3	220,39(0,07)	0,21(0,03)	0,23(0,01)	0,30 (0,02)	1,36(0,03)	132(9,39)	13,2(0,27)	10(0,61)
EMSE4	295,48(0,06)	0,20(0,03)	0,22(0,05)	0,29 (0,03)	1,57(0,02)	134,64(5,32)	13,2(0,27)	10,2(0,44)
EMSE5	217,56(0,06)	0,19(0,02)	0,21(0,04)	0,27 (0,02)	1,36(0,02)	139,36(4,56)	13,4(0,54)	10,4(0,22)
EMSE6	215,42(0,01)	0,20(0,02)	0,22(0,04)	0,28 (0,02)	1,36(0,01)	134,64(6,39)	13,2(0,45)	10,2(0,44)
EMSE7	224,17(0,01)	0,20(0,02)	0,22(0,05)	0,28 (0,01)	1,35(0,01)	136,68(5,04)	13,5(0,22)	10,2(0,27)
EMSE8	230,96(0,04)	0,22(0,01)	0,23(0,07)	0,31 (0,02)	1,48(0,01)	133,62(5,33)	13,1(0,22)	10,2(0,27)
EMSE9	280,73(0,06)	0,20(0,02)	0,22(0,07)	0,27 (0,02)	1,42(0,01)	136,24(0,67)	13,1(0,22)	10,4(0,22)
EMSE10	238,37(0,09)	0,20(0,02)	0,22(0,02)	0,29(0,02)	1,41(0,01)	134,6 (6,39)	13,2(0,22)	10,2(0,44)
EMSE11	233,53(0,06)	0,20(0,02)	0,22(0,06)	0,30(0,01)	1,37(0,01)	132,6(3,56)	13(0,35)	10,2(0,22)
EMSE12	229,03(0,05)	0,21(0,03)	0,23(0,01)	0,29(0,02)	1,33(0,02)	140 (6,28)	13,6(0,27)	10,3(0,61)

KON1	242,5(0,10)	0,21(0,05)	0,22(0,04)	0,30 (0,04)	1,32(0,01)	139,2 (5,35)	13,4(0,27)	10,2(0,44)
KON2	230(0,14)	0,21(0,02)	0,23(0,04)	0,31 (0,01)	1,34(0,01)	136,6(6,15)	13,4(0,54)	10,2(0,22)
KON3	228,2(0,09)	0,21(0,02)	0,22(0,06)	0,30 (0,02)	1,36(0,05)	133,65(5,33)	13,1(0,45)	10,2(0,44)
KON4	243,4(0,06)	0,21(0,03)	0,23(0,05)	0,31 (0,02)	1,35(0,06)	136,8(10,54)	13,4(0,22)	10,2(0,27)
KON5	245,13(0,01)	0,22(0,01)	0,23(0,07)	0,32 (0,03)	1,45(0,03)	133,3(4,68)	13,2(0,22)	10,1(0,27)
KON6	224,63(0,05)	0,21(0,02)	0,22(0,08)	0,31 (0,02)	1,37(0,02)	134,6(6,38)	13,2(0,22)	10,2(0,22)
TLİTE	250,4(0,08)	0,21(0,03)	0,22(0,08)	0,31 (0,02)	1,34(0,01)	138,6(4,98)	13,6(0,55)	10,2(0,44)
COOL	247,83(0,07)	0,20(0,01)	0,21(0,08)	0,28 (0,02)	1,45(0,01)	128,52(9,47)	12,6(0,55)	10,2(0,44)
ProM	254,97(0,04)	0,20(0,02)	0,23(0,07)	0,28 (0,01)	1,47(0,02)	129,28(5,91)	12,8(0,45)	10,1(0,22)
K	305(0,06)	0,16(0,02)	0,22(0,03)	0,27 (0,02)	1,57(0,03)	124,8(6,37)	12,2(0,44)	10,4(0,54)
L	311,02(0,06)	0,19(0,04)	0,22(0,06)	0,27(0,04)	1,66(0,06)	126,8(6,26)	12,5(0,50)	10(0,70)
M	312,63(0,07)	0,18(0,02)	0,21(0,04)	0,29 (0,04)	1,69(0,03)	126,2(4,14)	12,5(0,50)	10,1(0,22)

* Standart Sapma değerleri parantez içinde verilmiştir.

Üretilen numune kumaşların Tablo 3.2’de fiziksel özellikleri verilmiştir. Silindirden beslenen ipliklerin ilmek iplik uzunluğunun, kapakta beslenen ipliklere ve bağlantı ipliklerine göre daha uzun olduğu görülmüştür. Silindirden beslenen ipliklerin ilmek iplik uzunluklarının daha büyük çıkmasının nedeni silindirdeki iğneler örme hareketi yaparken kapaktaki iğnelerin birer atlama yapmasıdır.

Kumaş kalınlıklarının 1,3 – 1,7 mm aralığında olduğu görülmektedir. Kesikli P/C ipliğinin kullanıldığı numunelerde (EMSE4, K, L, M) kalınlığın 1,57 ile 1,69 arasında değiştiği görülmüştür. (Tablo 3.2) P/C ve P/Ag ipliklerinden üretilen numuneler olan EMSE4, K, L, M numunelerinin kalınlığının diğer kumaşlardan daha yüksek çıkması kesikli iplik olan P/C ve P/Ag’nin daha kalın iplik olmasından kaynaklanmaktadır. Bu numuneler dışındaki numunelerde kalınlık çok değişiklik göstermemiştir. Bu kalınlıklar giyilebilir bir üç boyutlu yapı için maksimum kalınlık değeri olarak değerlendirilmiştir.

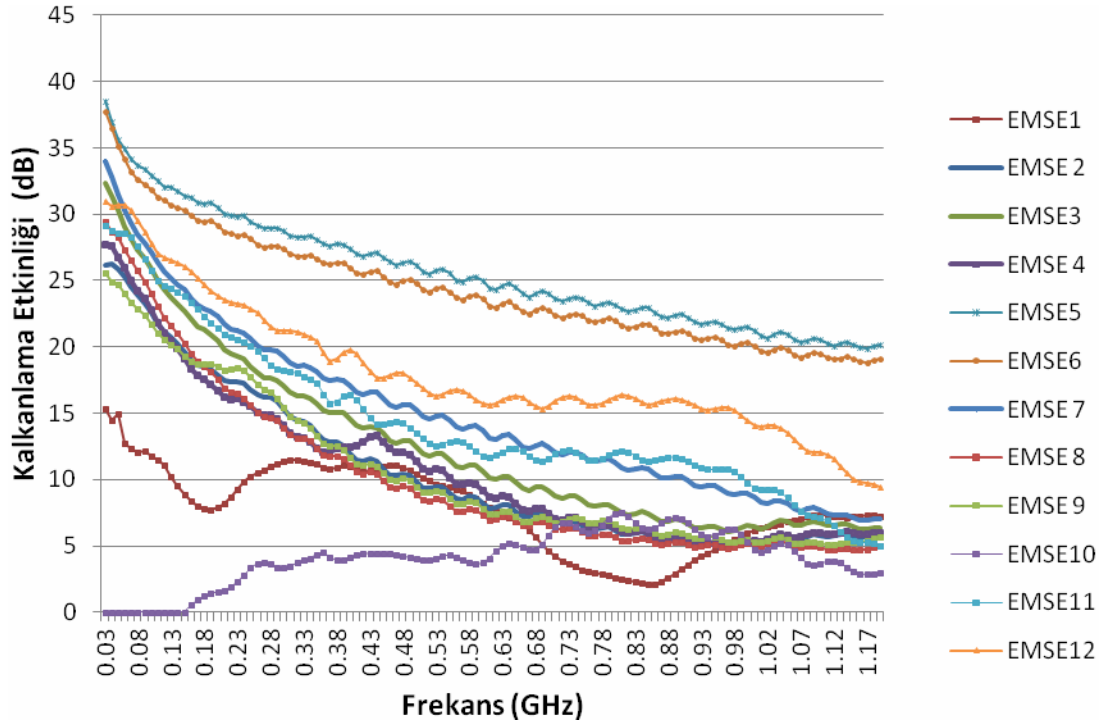
Aynı makine ayarlarında üretim gerçekleştirildiğinden ilmek sıklıkları çok büyük değişim göstermemiştir. İlmek yoğunluğu kesikli P/C ve P/Ag ipliğinin kullanıldığı numunelerde (K, L, M) iplik kalınlıklarının artması ilmek yoğunluklarının azalmasına neden olmuştur. Kesikli karbon ipliklerinin kullanıldığı numunelerde sıklıklar azalma göstermektedir.

Kumaş gramajı 214 g/m^2 ile 312 g/m^2 arasında değişmektedir. P/C ve P/Ag içeren ipliklerin gramajı diğer kumaşlara göre büyük farklar göstermektedir. (EMSE4, EMSE9, K, L, M) Bunun nedeni kesikli P/C ve P/Ag ipliklerinin içinde bulunan pamuk lifinin yoğunluğunun Coolmax®, Tencel®, Thermocool®, Thermolite® ve Gümüş filamentten daha yüksek olmasıdır. İçeriğinde pamuk lifi bulunan kumaşların kumaşların gramajları diğer kumaşlardan daha yüksek değerlerde çıkmıştır.

Pamuk lifi yoğunluğu $1,50\text{-}1,54 \text{ g/cm}^3$; polyester esaslı liflerin yoğunluğu $1,38 \text{ g/cm}^3$ ‘tir. Bu nedenle içeriğinde pamuk lifi bulunan numunelerin gramajı fazladır.

3.2. ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA (EMK) TEST SONUÇLARI

ASTM D4935-99 (Standard Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials) standardına göre uygulanan EMSE testleri 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır. Her bir numuneyi temsil eden test sonucu Şekil 3.1 deki grafikte verilmiştir.



Şekil 3.1 Üretilen numunelere ait 0,03- 1,16 GHz aralığındaki EMK test sonuçları.

Üretilen numunelerin EMK özellikleri iletken ipliklerin üretim yöntemi, iletken ipliklerin kumaş içerisinde yerleşim yeri, kullanılan iletken ipliklerin kumaş içerisinde bulunma oranı ve EMK testinin sıra ve çubuk yönünde yapılması açısından farklı frekans aralıklarında değerlendirilmiştir.

FTTS-FA-003 test standardına göre değerlendirme yapıldığında genel kullanımda üretilen numune kumaşların hepsinin %99 koruma sağladığı görülmektedir.

Bu ölçüm değerlerinin belirli frekans aralıklarındaki minimum değerleri, maksimum değerleri, ortalama EMK değerleri dB olarak Tablo 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 3. Üretilen numunelere ait belirli veri aralıkları için EMK test sonuçları

Kumaş Kodları	0,4-0,85 GHz aralığı			0,85-1,2 GHz aralığı			1,2-1,7 GHz aralığı			1,7-1,9 GHz aralığı		
	Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.	Max.
	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer
	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
EMSE 1	6,68	10,44(4,87)*	17,09	3,45	6,24(2,38)	8,23	2,50	5,33(2,12)	7,94	3,68	6,24(1,73)	8,66
EMSE 2	5,62	16,62(6,27)	21,55	4,97	12,68(1,15)	16,42	4,07	11,02(1,21)	18,89	2,96	13,28(1,03)	17,02
EMSE 3	6,63	10,42(2,17)	14,53	6,11	8,55(0,26)	9,63	5,13	6,17(0,35)	7,80	5,79	5,42(0,44)	6,18
EMSE 4	6,07	8,83(2,21)	13,09	5,14	5,62(0,27)	7,23	4,51	5,34(0,30)	7,63	3,46	4,04(0,30)	4,50
EMSE 5	17,72	21,40(0,74)	27,37	13,49	17,37(1,56)	21,83	15,82	17,84(0,55)	20,03	13,79	18,35(0,31)	20,42
EMSE 6	21,20	24,39(6,98)	26,00	19,78	22,04(2,41)	24,82	15,06	17,79(2,55)	19,01	13,02	18,07(2,03)	20,2

EMSE 7	8,27	13,96(6,71)	17,08	5,55	11,98(2,02)	15,31	5,79	7,09(3,32)	10,01	6,94	8,09(1,49)	9,02
EMSE 8	5,52	11,85(5,78)	14,12	4,68	6,98(1,78)	8,25	3,87	4,91(1,70)	6,96	3,51	6,04(1,62)	8,58
EMSE 9	6,04	9,01(1,78)	12,00	5,13	5,36(0,25)	6,26	3,78	5,65(0,70)	6,31	3,62	3,93(0,15)	4,21
EMSE1 0	3,93	5,42(0,92)	7,63	2,56	5,05(2,78)	7,28	2,31	5,83(1,93)	9,48	1,90	5,80(2,00)	9,36
EMSE1 1	10,43	12,06(1,25)	15,99	3,92	8,08(2,34)	11,43	6,27	6,61(2,48)	8,32	1,52	6,00(4,59)	10,51
EMSE1 2	15,14	16,38(2,31)	19,51	9,20	13,05(2,15)	15,91	6,07	9,52(2,01)	10,06	6,18	9,03(2,62)	13,75
K	0,0	1,02(0,32)	3,2	0,5	1,90(0,16)	2,4	3,6	4,24(3,80)	5,1	6,2	4,58(1,11)	9,4
L	0,0	3,56(0,19)	4,1	2,1	3,48(0,13)	4,7	2,6	3,40(0,16)	4,8	1,6	2,93(0,36)	4,5

* Standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir.

3.2.1. İletken İplik Tipinin EMK'ye Etkisi

K ve L numuneleri kesikli P/C ve kesikli P/Ag ipliklerden ring iplik üretim yöntemiyle üretilmiştir. Tablo 3.3. incelendiğinde 0,4-0,85 GHz aralığında en düşük EMSE değerlerinin K ve L numunelerine ait olduğu görülmektedir. 0,85- 1,2 GHz aralığında yine en düşük EMSE değerinin K ve L numunelerine ait olduğu görülmüştür. 1,2-1,7 GHz ve 1,7-1,9 GHz aralıklarında da en düşük EMK değerlerinin K ve L numunelerine ait olduğu Tablo 3.3. aracılığıyla görülmektedir. Kesikli liflerden oluşan ipliklerin iletkenlik değerinin düşük olması bu ipliklerden yüzey oluşumunda elektromanyetik kalkanlama seviyesinin düşmesine neden olmaktadır. Tablo 3.3. incelendiğinde K numunesine ait en yüksek EMK etkinliği değerinin 1,7-1,9 GHz aralığında 4,58 dB olduğu bu seviyenin de korunamadığı gözlenmiştir. L numunesine ait en yüksek kalkanlama seviyesinin 0,85- 1,2 GHz aralığında 4,7 dB olduğu ve bu değer için çok kısa süreli etkin olduğu görülmüştür.

İçeriğinde hem filament halinde gümüş hem de kesikli P/C ipliği bulunan EMSE4 ve EMSE9 numunelerinin de tüm frekans aralıklarında diğer numunelerden daha düşük EMSE özelliği gösterdiği görülmektedir. EMSE4 numunesi 0,4-0,85 GHz aralığında maksimum 13,09 dB koruma sağlarken EMSE9 numunesi aynı aralıkta 12 dB koruma sağlamaktadır. 0,85-1,2 GHz aralığında EMSE4 numunesi maksimum 7,23 dB koruma sağlarken EMSE9 numunesi maksimum 6,26 dB koruma sağlamaktadır. 1,2-1,7 GHz aralığında EMSE4 numunesi maksimum 7,63 dB koruma sağlarken EMSE9 numunesi aynı aralıkta maksimum 6,31 dB koruma sağlamaktadır. 1,7-1,9 GHz aralığında EMSE4 numunesi maksimum 4,50 dB koruma sağlarken EMSE9 numunesi 4,21 dB koruma sağlamaktadır. Bu sonuçlar kesikli liflerin etkinliğinin filament ipliklere oranla düşük olduğunu göstermiştir. EMSE4 ve EMSE9 numuneleri arasındaki P/C lif yüzdesi istatistiki olarak kıymet göstermemektedir. EMSE4 ve EMSE9 numunesi EMSE1 ve EMSE8 numunesine benzer oranda gümüş içermektedir. EMSE4 ve EMSE9 numunelerinde EMSE1 ve EMSE8 numunelerine ek olarak kesikli P/C ipliği de bulunmaktadır. Fakat EMSE4 ve EMSE9'un EMK özelliği EMSE1 ve EMSE8'den düşüktür. Bu durumun nedeni daha hacimli olan P/C liflerinin, filament Ag.f ipliklerinin kumaş içi konumlanmasını bozması olarak düşünülmüştür.

K ve L numuneleri EMSE4 ve EMSE9 ile birlikte değerlendirildiğinde EMSE9 ve EMSE4 numunesinin içeriğinde filament gümüş ipliğinin bulunmasının o numunelere

içeriğinde kesikli liflerden iplik haline getirilen numunelere göre daha yüksek EMK özelliği sağladığı görülmüştür. Tablo 3.3. incelendiğinde K numunesinin ulaşabildiği en yüksek koruma değeri 9,4 dB'dir. K numunesinin 0,85-1,2 GHz aralığında sahip olduğu maksimum koruma 2,4 dB'dir. 0,85-1,2 GHz aralığında maksimum 7,23 dB değeri ile EMSE4'ün koruma sağladığı görülmektedir. 1,2-1,7 GHz aralığında maksimum EMSE4'ün 7,63 dB değeri ile EMSE9, K, L numunelerinden daha yüksek koruma sağladığı görülmüştür.

Şekil 3.1. incelendiğinde EMSE4 ve EMSE9 numunelerine ait grafiklerde yüksek frekanslara çıkıldığında kalkanlama etkinliğinin büyük oranda düşüşler gösterdiği görülmektedir. Bu durum yüksek frekanslarda kumaş yapısındaki iletken ipliklerin EMK dalgalarına karşı yeterli örtücülüğü sağlayamadığını düşündürmüştür.

3.2.2. Kullanılan Metal Lif Oranının EMK'ye Etkisi

Tablo 3.2. incelendiğinde her bir numunenin ağırlıkça metal lif yüzdesinin farklı olduğu görülmektedir. Bu farklara göre numuneler değerlendirildiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır.

K ve L numunelerinin içerdikleri metal lif oranı %2,1 ve %2,5tir. En düşük EMK değeri tüm frekans aralıklarında K ve L numunelerine aittir. Tablo 3.3 incelendiğinde K numunesine ait en yüksek EMK etkinliği değerinin 1,7-1,9 GHz aralığında maksimum değerinin 9,4 dB olduğu gözlenmiştir. 0,40-0,85 GHz aralığında, K numunesinin en yüksek 3,2 dB koruma sağladığı, L numunesinin bu aralıkta 4,1 dB koruma sağladığı görülmüştür. L numunesine ait en yüksek kalkanlama seviyesinin 0,85- 1,2 GHz aralığında, 4,7 dB olduğu ve bu değer çok kısa süreli etkin olduğu görülmüştür. Yüksek frekans aralıklarına çıkıldıkça L numunesinin etkinliğinin azaldığı görülmüştür.

EMSE1, EMSE8 ve EMSE10 kodlu numuneleri %6'lık metal lif oranına sahiptir. Bu numunelerden EMSE10 0,4-0,85 GHz frekans aralığında, 0,85-1,2 GHz aralığında ve 1,2-1,7 GHz aralığında EMSE8 ve EMSE1'e göre düşük EMK özelliği göstermektedir.

EMSE8 0,4-0,85 GHz frekans aralığında, 0,85-1,2 GHz aralığında ve 1,2-1,7 GHz aralığında EMSE1'e göre yüksek EMK özelliği göstermektedir. 1,7-1,9 GHz aralığında ise EMSE8 EMSE1'den yüksek EMK değerine sahiptir.

EMSE9 kodlu numune EMSE1 ve EMSE8'den daha yüksek oranda iletken lif içermesine rağmen sadece 1,2-1,7 GHz aralığında EMSE1 ve EMSE8'e göre yüksek koruma sağlamaktadır. EMSE4 numunesi daha yüksek oranda metal lif içermesine rağmen 0,85-1,2 GHz aralığında ve 1,7-1,9 GHz aralığında EMSE9'dan yüksek koruma sağlamaktadır. Bu durumun nedeni daha hacimli olan P/C liflerinin, filament Ag.f ipliklerinin kumaş içerisindeki konumlanmasını bozması olarak düşünülmüştür.

EMSE11 numunesi %10 oranında iletken lif içermektedir. EMSE11 numunesinin %6 iletken lif içeren tüm numunelerden daha yüksek oranda EMK özelliği gösterdiği tablo 3.3.'de görülmektedir.

EMSE3, EMSE7 ve EMSE12 numuneleri %12 oranında metal lif içermektedir. 0,85-1,2 GHz aralığında ve 1,7-1,9 GHz aralığında EMSE3, EMSE7 ve EMSE12 kodlu numuneler EMSE1, EMSE8, EMSE9, EMSE10 ve EMSE4'ten yüksek kalkanlama özelliği göstermektedir. EMSE3 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 10,42 dB kalkanlama sağlamaktadır. Bu değer 0,85-1,20 GHz aralığında 8,55 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 6,17 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 5,42 dB kalkanlama özelliği göstermektedir.

Tablo 3.3 incelendiğinde tüm frekans aralıklarında EMSE7'nin EMSE1, EMSE3, EMSE4, EMSE8, EMSE9'dan daha yüksek EMK özelliği gösterdiği görülmektedir. EMSE7 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 13,96 dB, 0,85-1,20 GHz aralığında 11,98 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 7,09 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 8,09 dB koruma göstermektedir. Tablo 3.3 incelendiğinde en yüksek koruma değerinin 0,4-0,85 GHz aralığında 17,08 dB olarak ölçüldüğü görülmektedir. EMSE12 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 16,38 dB kalkanlama sağlamaktadır. Bu değer 0,85-1,20 GHz aralığında 13,05 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 9,52 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 9,03 dB olarak ölçülmüştür. EMSE3, EMSE7 ve EMSE12'nin aynı oranda metal lif içermesine rağmen farklı oranlarda EMK özelliği göstermesi gümüş ipliklerinin yerleşim yerinden ve sıklığından kaynaklanmaktadır.

EMSE2, EMSE5 ve EMSE6 numunesi, EMSE1, EMSE3, EMSE4, EMSE7 EMSE8, EMSE9, EMSE10, EMSE11'den yüksek oranda (%19) metal lif içermektedir. Bu oran EMSE1, EMSE3, EMSE4, EMSE7 EMSE8, EMSE9, EMSE10, EMSE11'den yüksek EMK özelliği göstermelerini sağlamaktadır. EMSE2, EMSE5 ve EMSE6'nın tüm frekans aralıklarında daha yüksek koruma sağladığı Tablo 3.3.'te görülmektedir. EMSE2 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 16,62 dB; 0,85-1,20 GHz

aralığında 12,68 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 11,02 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 13,28 dB koruma göstermektedir. Tablo 3.3 incelendiğinde EMSE2'nin en yüksek koruma değerinin 0,4-0,85 GHz aralığında 21,55 dB olarak ölçüldüğü görülmektedir. EMSE2 numunesi 0,85-1,2 GHz aralığında EMSE12'den düşük EMK özelliği göstermiştir. Bu durumun ipliklerin yerleşim düzeninden kaynaklandığı bölüm 3.3.3. de açıklanmıştır. EMSE6 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 24,39 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 22,04 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 17,79 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 18,07 dB koruma göstermektedir. EMSE5 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 21,40 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 17,37 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 17,84 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 18,35 dB koruma göstermektedir. Tablo 3.3 incelendiğinde en yüksek koruma değerinin EMSE5'e ait olup; 0,4-0,85 GHz aralığında 27,37 dB olarak ölçüldüğü görülmektedir. EMSE5 numunesinin kalkanlama özelliğinin tüm frekans aralıklarında çok büyük düşüşler göstermediği şekil 3.1'de görülmektedir. Bu durumun sebebi iletken ipliklerin kumaş içerisindeki sık yerleşim düzenidir. EMSE6'nin en yüksek koruma değerinin 0,4-0,85 GHz aralığında 26,00 dB olarak ölçüldüğü görülmektedir. EMSE6 numunesinin kalkanlama özelliğinin tüm frekans aralıklarında en düşük değerinin 1,7-1,9 GHz aralığında 13,02 dB olduğu Tablo 3.3'te görülmektedir. EMSE2, EMSE5 ve EMSE6 numuneleri en yüksek oranda EMK özelliği gösteren numunelerdir.

EMSE2, EMSE5 ve EMSE6 numuneleri kendi aralarında değerlendirildiğinde, aynı oranda metal lif içermelerine rağmen farklı frekans aralıklarında farklı EMK değerlerine sahip olmaları ipliklerin yerleşim düzeninden kaynaklanmaktadır. İletken iplikler sık aralıklarla yerleştirildiğinde EMK özelliği artmaktadır.

İçerdiği metal lif oranının farklı frekanslarda EMK etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde $p < 0.001$ olduğundan %95 güven aralığında anlamlı bulunmuştur.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde kumaş içinde yer alan iletken iplik miktarının artmasının EMK özelliğini artırdığı görülmüştür.

3.2.3.Kullanılan İletken İpliğin Bulunduğu Yerin EMK'ye Etkisi

İletken iplikler numunelerde bağlantı ipliği olarak ya da ön yüzeyde beslenmiştir. Tablo 3.1'de ipliklerin beslendikleri yerler ifade edilmiştir.

EMSE2, EMSE5 ve EMSE6 numuneleri %19 oranında metal lif içermektedir. Bu numunelerin kendi aralarındaki farkı metal ipliklerin yerleşim yeridir. EMSE2 numunesinde iletken iplikler hem ön yüzeyde hem de bağlantı bölgesinde EMSE5 ve EMSE6 ile aynı oranda beslenmiştir. EMSE2 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 16,62 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 12,68 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 11,02 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 13,28 dB koruma göstermektedir. Aynı oranda fakat kumaş içerisinde seyrek aralıklarla yerleşim düzeninde yerleşmesi EMK özelliğinin EMSE5 ve EMSE6'dan daha düşük çıkmasını sağlamıştır. (Şekil 3.2.) İletken ipliklerin birbirleriyle olan temas yüzeyinin ve temas sayısının artması EMK özelliğini artırıcı unsurdur.

EMSE2, EMSE5 ve EMSE6 numuneleri kendi aralarında değerlendirildiğinde, aynı oranda metal lif içermelerine rağmen farklı frekans aralıklarında farklı EMK değerlerine sahip olmaları ipliklerin yerleşim düzeninden kaynaklanmaktadır. İletken iplikler sık aralıklarla yerleştirildiğinde EMK özelliği artmaktadır.

EMSE5 ve EMSE6 numunelerinde iletken iplikler aynı oranda ve hav bölgesinde beslenmiştir. EMSE6 ve EMSE5'te gümüş ipliği kumaş içerisinde hav bölgesinde fakat farklı sıklıklarla gerçekleştirilmiştir. EMSE5 numunesi 0,4-0,85 GHz aralığında ve 0,85-1,2 GHz aralığında EMSE6'dan düşük EMK özelliği göstermektedir. EMSE6 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 24,39 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 22,04 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 17,79 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 18,07 dB koruma göstermektedir. Tablo 3.3 incelendiğinde EMSE6'nin en yüksek en yüksek koruma değerinin 0,4-0,85 GHz aralığında 26,00 dB olarak ölçüldüğü görülmektedir. EMSE6 numunesinin kalkanlama özelliğinin tüm frekans aralıklarında en düşük değerinin 1,7-1,9 GHz aralığında 13,02 dB olduğu Tablo 3.3'te görülmektedir. EMSE5 numunesi 0,40-0,85 GHz aralığında ortalama 21,40 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 13,49 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 17,84 dB; 1,7-1,9 GHz aralığında 18,35 dB koruma göstermektedir. Tablo 3.3 incelendiğinde en yüksek koruma değerinin 0,4-0,85 GHz aralığında 27,37 dB olarak ölçüldüğü görülmektedir. EMSE5 numunesinin EMSE6 numunesine göre 1,2- 1,9 GHz aralığında daha yüksek EMK etkinliği sağladığı görülmüştür. Bu durum EMSE5 numunesinin hav bölgesinde gümüş ipliklerin daha sık aralıklarla beslenmesi sonucu oluşmuştur. EMSE6 numunesinde hav bölgesinde daha seyrek aralıklarla konumlandırılan gümüş iplikleri nedeniyle aynı iletken lif oranında gümüş iplik

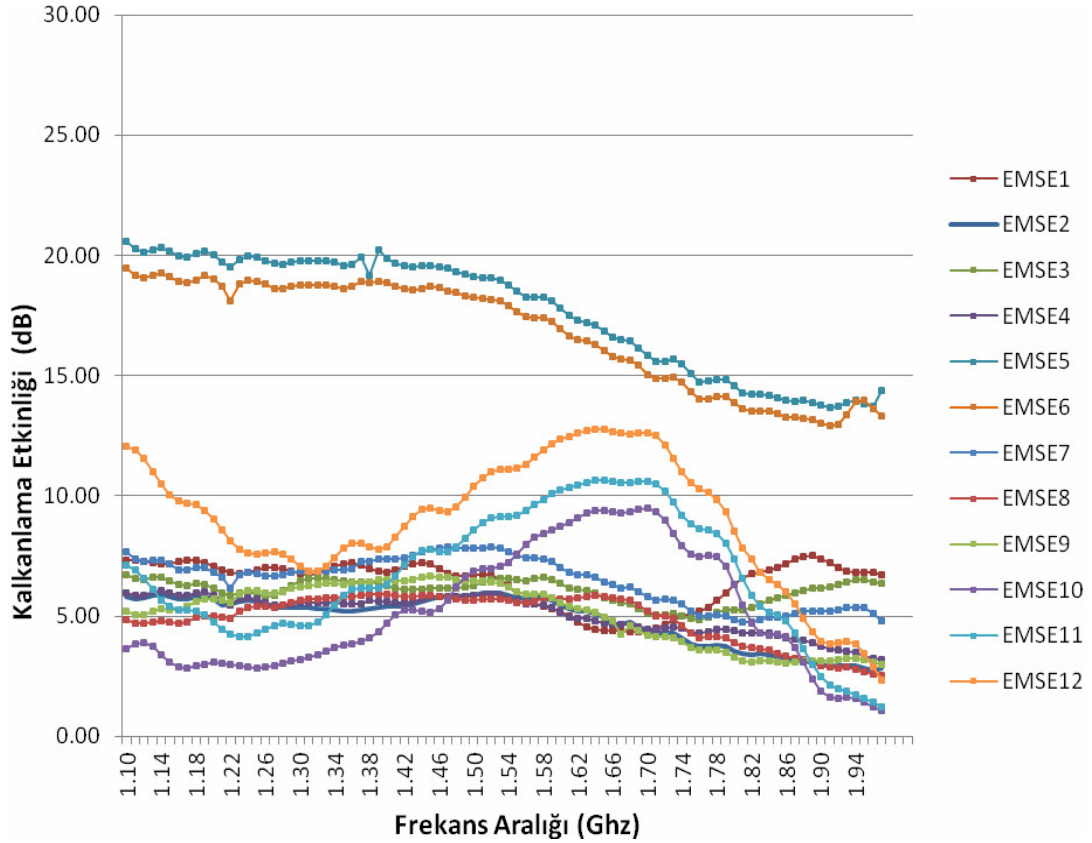
beslenmesine rağmen Şekil 3.2. de görülen EMK farkı ortaya çıkmıştır. Daha sık aralıklarla metal iplik beslenmesi temas yüzeyini ve temas sayısını artırmış bunun sonucunda da daha etkin koruma sağlamıştır.

EMSE3, EMSE7 ve EMSE12 aynı iletken iplik oranlarına (%12) sahip fakat iletken ipliklerin kumaş içindeki yerleşim düzeni farklı olan numunelerdir. EMSE12 numunesinde iletken iplikler sık aralıklarla bağlantı bölgesinde beslenirken; EMSE3 numunesinde iletken iplikler hem ön yüzeyde hem de bağlantı bölgesinde beslenmiştir. EMSE7 numunesinde ise iletken iplikler, hav bölgesinde, EMSE 12'den ve seyrek aralıklarla beslenmiştir. EMSE3 numunesi 0,4-0,85 GHz aralığında ortalama 10,42 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 8,55 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 6,17 dB ve 1,7-1,9 GHz aralığında 5,42 dB koruma sağlamaktadır. EMSE7 numunesi 0,4-0,85 GHz aralığında ortalama 13,96 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 11,98 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 7,09 dB ve 1,7-1,9 GHz aralığında 8,09 dB koruma sağlamaktadır. EMSE12 numunesi 0,4-0,85 GHz aralığında ortalama 16,38 dB; 0,85-1,20 GHz aralığında 13,05 dB; 1,2-1,7 GHz aralığında 9,52 dB ve 1,7-1,9 GHz aralığında 9,03 dB koruma sağlamaktadır. Aynı oranda metal iplik içermelerine rağmen ortaya çıkan farklılık metal ipliklerin sık aralıklarla hav bölgesinde beslendiğinde daha yüksek koruma sağladığını göstermiştir. En sık aralıklarla metal ipliklerin EMSE12 numunesinde yerleştirildiği ve EMK sonuçlarının EMSE3 ve EMSE7 ile kıyaslandığında en yüksek EMSE12 numunesine ait olduğu görülmektedir. (Tablo3.3) Bu etkin korumanın sık aralıklarla iletken iplik beslenmesi sonucu temas yüzeyinin ve temas sayısının artması sonucu olduğu görülmüştür. Bağlantı bölgesinde beslenen iletken ipliklerin sık aralıklarla beslendiğinde ön yüzeyde beslenen iletken ipliklerden daha etkin koruma sağladığı EMSE3 ile EMSE7 ve EMSE12 kıyaslandığında görülmüştür.(Şekil3.2.)

İletken ipliğin bulunduğu yerin farklı frekans aralıklarında EMK değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. $p < 0,001$ olduğundan iletken ipliğin bulunduğu yerin EMK üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

ÜBBÖ kumaş yapılarında EMK özelliğinin incelendiği bu tez çalışmasında yapılan testler hav bölgesinde iletken ipliklerin beslenmesi ön yüzeyde beslenmesinden daha etkin olabildiği sonucuna ulaşılmasını sağlamıştır. İletken ipliklerin yerleşim yerinin önemi bu çalışma ile görülmüştür. Kumaşın ön yüzeyinde iletken iplik beslenmesinin

yerine hav bölgesinde sık aralıklarla iletken iplik beslenmesinin daha etkin EMK özelliği gösterdiği düşünülmektedir.

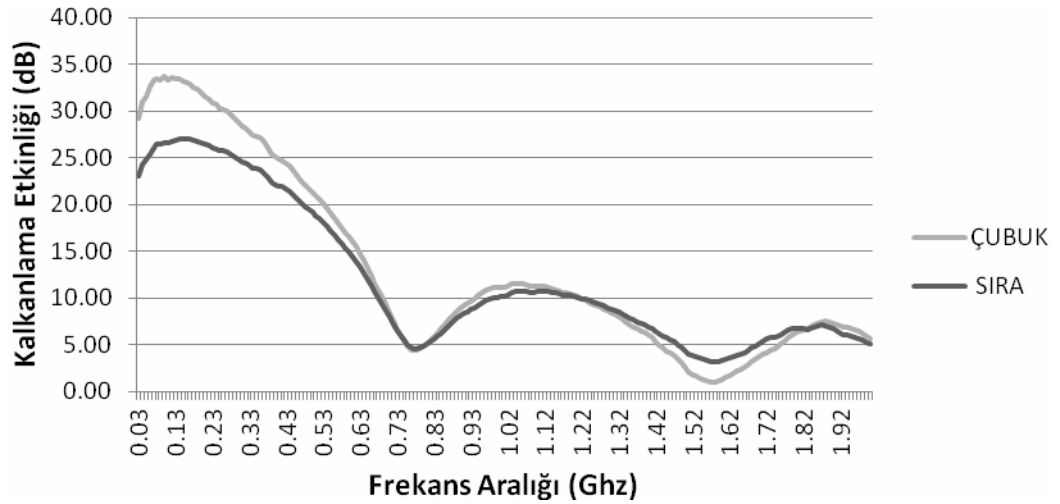


Şekil 3.2. Üretilen numunelere ait 1,10- 1,95 GHz aralığındaki EMK test sonuçları.

Örme yapıda üretilen EMK özelliği olan kumaşlarda 1,5 GHz aralığından sonra ÜBBÖ'lerde sağlanan koruma gözlenemezken; ÜBBÖ yapısının sağladığı farklılıkla yüksek frekans aralıklarında da etkin koruma sağlanmakta olduğu görülmektedir [101,102,116]. Bunun nedeninin ÜBBÖ kumaş yapısından kaynaklandığı görülmüştür. Özel iplik ile ÜBBÖ kumaşlardan üretilen EMK özelliği olan yapılar tekstil destekli polimerik kompozit yapılardan elde edilen EMK özelliği gösteren yapılara benzer özellik göstermektedir.(Şekil3.2.) Bunun nedeni ÜBBÖ kumaş yapısında bağlantı ipliklerinin iletkenlik seviyesini hep belli bir oranda tutması ve bunu sonucunda yapının koruma etkinliğini kaybetmemesidir.

3.2.4.Ölçüm Yönünün EMK'ye Etkisi

Yapılan EMK ölçümleri kumaşların hem sıra hem de çubuk yönünde gerçekleştirilmiştir. İçeriğinde % 6 iletken lif bulunan numunelere ait ölçüm sonuçları Şekil 3.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Sıra ve çubuk yönünde yapılan ölçüm

Sıra ve çubuk yönünde farklı ölçümler yapılması sonucu ölçüm yönünün ÜBBÖ kumaşlarda bir farklılık göstermediği Şekil 3.3. 'te verilmiştir.

3.3.KONFOR TESTLERİ SONUÇLARI

Üretilen numunelere çeşitli konfor testleri uygulanmıştır. Bu testler Permetest cihazı ile su buharı geçirgenliği testi, GATS ile yatay kılcalık testi, kuruma hızı testi ve hava geçirgenliğidir.

Konfor testleri uygulanan numuneler iletken lif yüzdesi %6 olan KON1, KON2, KON3, KON4, KON5, KON6 numuneleri ve %100 Coolmax ® lifi içeren COOL, %100 Thermolite ® lifi içeren TLITE ve %100 Promodal ® içeren ProM numuneleridir. Bu numunelerin örgü yapısı benzer olduğu için ilmek sıklığı, kumaş kalınlığı benzer olduğu için lif tipinin kuruma hızına, bağlı su buharı geçirgenliğine, yatay kılcalığa, hava geçirgenliğine etkisi incelenmiştir. Numuneler ÜBBÖ oldukları için kumaşın ön ve arka

yüzeyi ipliklerin yerleşim yerinden dolayı konfor testlerinde önem ifade etmektedir. Numunelerin arka yüzeyleri esas alınarak konfor testleri uygulanmıştır.

3.3.1.GATS İle Yatay Kılcallık İncelenmesi

GATS (Gravimetric Absorbency Testing System) aracılığıyla kumaşların yatay kılcallık özelliği belirlenmektedir. Bu sistemde sıvının kumaş düzlemine paralel hareketi, kumaşın kılcallık özelliği sıvının kumaş yüzeyi üzerinde yatay olarak ilerleme miktarı zamana bağlı olarak GATS düzeneği ile ölçülmektedir.

GATS test düzeneği aracılığıyla kumaşların yatay kılcallık özelliği ve geçirgenliği belirlenebilmektedir [124].

Darcy Yasası'na göre [125]

$$v = \frac{PERM}{\eta} \frac{dP}{dl} \quad (3.1)$$

Burada;

v : Akış Hızı

$PERM$ =Geçirgenlik

η = Viskosite

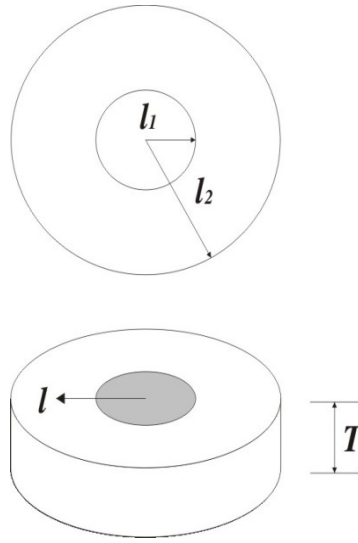
P = Hidrostatik Basınç

l =Radyal akış mesafesi

$$Q = 2\pi/Tv \quad (3.2)$$

Q = Akış hızı

T = Numune kumaş kalınlığı



Şekil 3.4. Geçirgenlik ölçüm düzeneği numune geometrisi

Denklem 3.1, 3.2’de yazılıp yeniden düzenlendiğinde;

$$dP = \frac{Q\eta}{2\pi T PERM} \frac{dl}{l} \quad (3.3)$$

Denklem 4.3 integre edildiğinde sınır koşulları olarak;

$$P = \Delta P \quad \text{de} \quad l = l_1$$

$$P = 0 \quad \text{da} \quad l = l_2 \text{ alınır.}$$

Geçirgenliği hesaplamak için; [124]

$$PERM = \frac{Q\eta \ln(l_2/l_1)}{2\pi T \Delta P} \quad (4.4) \text{ denklemi kullanılmıştır.}$$

GATS düzeneğinde $h_p = 2$ cm’lik basınçta ölçümler gerçekleştirilmiştir;

$$\Delta P = \rho g h_p \quad (3.5)$$

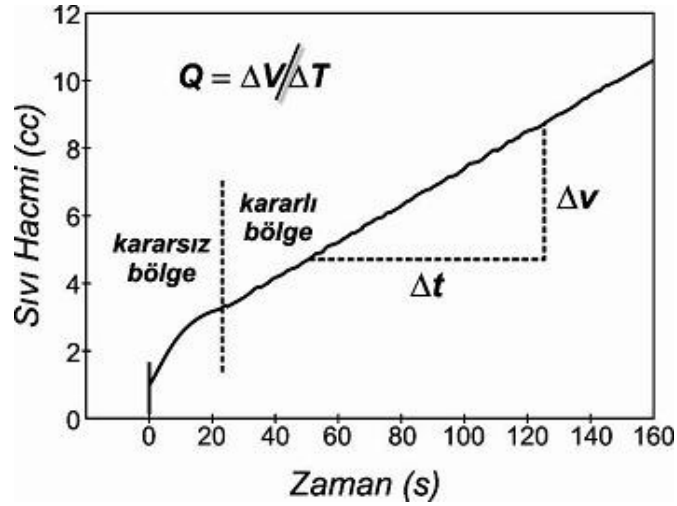
Burada

$$\Delta P = \text{Hidrostatik basınç}$$

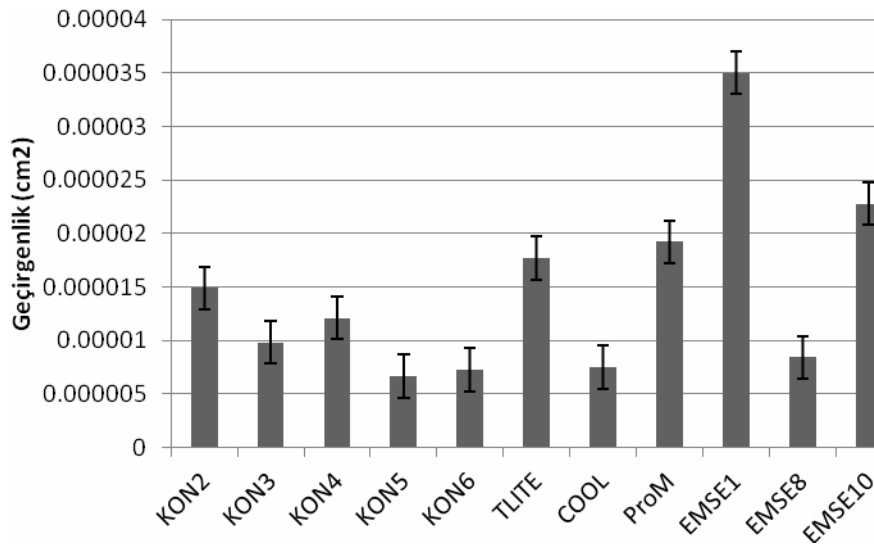
$$\rho = \text{Sıvı yoğunluğu}$$

$$g = \text{Yerçekimi ivmesi ni ifade etmektedir.}$$

Numuneler tamamen sıvıyla doyana kadar aldığı sıvı miktarını 2 cm basınç altında gösteren grafik Şekil 3.5.'da yer almaktadır.



Şekil 3.5. Numunenin 2 cm pozitif basınç altında sıvı almasını gösteren ölçüm [124]



Şekil 3.6. Numunelerin geçirgenlik miktarları (cm²)

Geçirgenlik değerlerinin verildiği Şekil 3.6 incelendiğinde en büyük geçirgenliğin EMSE1 numunesine ait olduğu görülmüştür.

EMSE10 numunesinin geçirgenlik değeri EMSE1 numunesinden düşüktür. Aynı lif içeriğine sahip olmasına rağmen bu iki numunede Ag.f ipliğinin beslendiği yer EMSE1’de ön yüzeyken EMSE10’da bağlantı bölgesidir. Şekil 3.6 incelendiğinde Ag.f ipliğinin ön bölgede beslenmesi geçirgenliği artırdığı gösterilmiştir. Tencel ® lifinin fibrilasyon özelliğinin geçirgenliği artırdığı düşünülmektedir.

ProM numunesinin geçirgenliği Tencel lifinden daha azdır. İçerdiği pamuk lifi su ile etkileşime girmesi sebebiyle geçirgenlik özelliği Tencel ® lifinden üretilen EMSE10 ve EMSE1’den düşük olan numunedir.

EMSE8 numunesinin 1,48 mm kalınlığında olduğu ve yüksek geçirgenlik değerine sahip olduğu görülmüştür. EMSE8 numunesinin içeriğinde bulunan Coolmax® lifinin geçirgenlik değerini artırdığı düşünülmektedir. COOL numunesi EMSE8’den daha az geçirgenlik özelliğine sahiptir.

Thermolite® lifinden üretilen TLITE numunesinin geçirgenlik değeri %6 oranında Ag.f ipliği içeren KON4 numunesinden fazladır bu durumun nedeninin kumaş yapısı ve ipliklerin yerleşim yerleri olduğu düşünülmüştür.

Kanal yapısı boyunca sıkıştırılmaz Newton laminar akış yasasına göre Poiseuille [125] tarafından,

$$v = \frac{r^2 \Delta P}{8\eta l} \quad (3.6.)$$

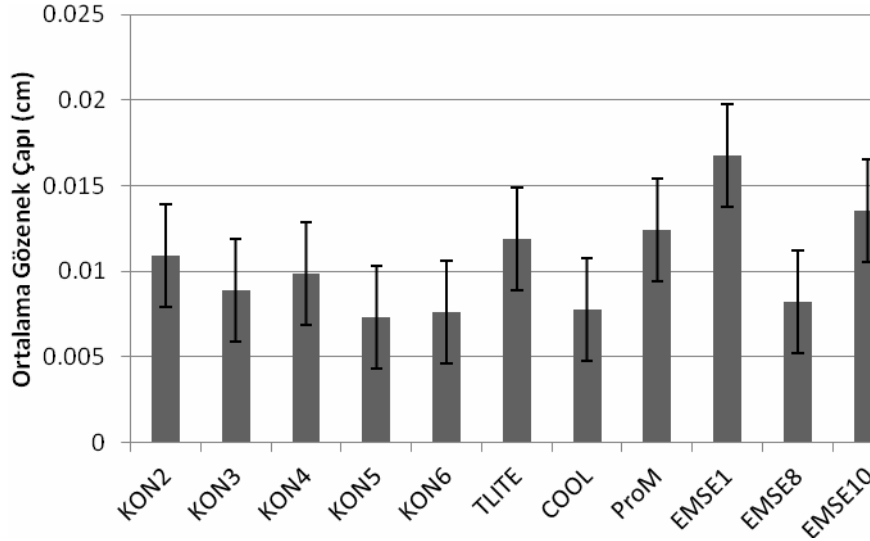
Darcy Yasası’ndan [125] denklem 3.1. ve Poiseuille [125] denklemi 3.6. ortalama gözenek çapı geçirgenlik üzerinden

$$r = \sqrt{8PERM} \quad (3.7.) \quad \text{olarak elde edilmiştir [124].}$$

Tablo 3.4. Numunelerin hesaplanan geçirgenlik ve ortalama gözenek çapı büyüklüğü

Kumaş Kodu	Q (cc/s)	PERM (cm ²)	r(cm)
KON2	0,69	0,0000149	0,010918
KON3	0,46	0,00000983	0,008868
KON4	0,563	0,0000121	0,009839
KON5	0,333	0,00000667	0,007305
KON6	0,342	0,00000725	0,007616
TLITE	0,818	0,0000177	0,0119
COOL	0,374	0,00000749	0,007741
ProM	0,972	0,00001922	0,0124
EMSE1	1,179	0,00003503	0,01674
EMSE8	0,429	0,00000842	0,008207
EMSE10	1,107	0,0000228	0,013506

Numunelere ait hesaplanan gözenek çapı büyüklüğü Şekil 3.7.'de verilmiştir.

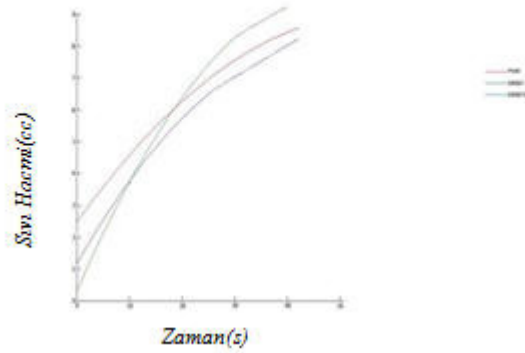


Şekil 3.7. Numunelerin ortalama gözenek çapı (cm)

Kumaş numunesi GATS düzeneğine yerleştirildikten sonra suyun kumaş üzerinde düzgün dağılımını incelemek için kumaş numunesi ile aynı büyüklükte 100 cm² alanında 111,34 gram ağırlığında cam konmuştur. Bu cam sayesinde kumaş üzerinde suyun dağılımı incelenmiştir. 2 cm pozitif hidrostatik basınç uygulanarak test

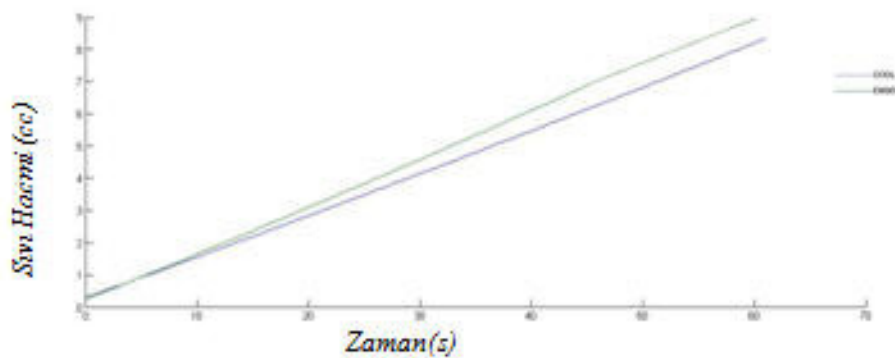
gerçekleştirilmiştir. Bu sayede numune kumaşların 2 cm basınç ile kılcallık ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar aracılığıyla Excel programına gönderilen veriler Matlab® ile grafik haline getirilmiştir. (Şekil 3.8, Şekil 3.9 , Şekil 3.10, Şekil 3.11)

EMSE1 ve EMSE10 numunelerinin içeriğinde %6 oranında Ag.f ve Tencel ® lifi bulunmaktadır. İki numune arasındaki tek fark Ag.f lifinin beslendiği yerdir. Şekil 3.8. 'de görüldüğü gibi bu iki numunenin yatay kılcallık özelliği benzerdir.



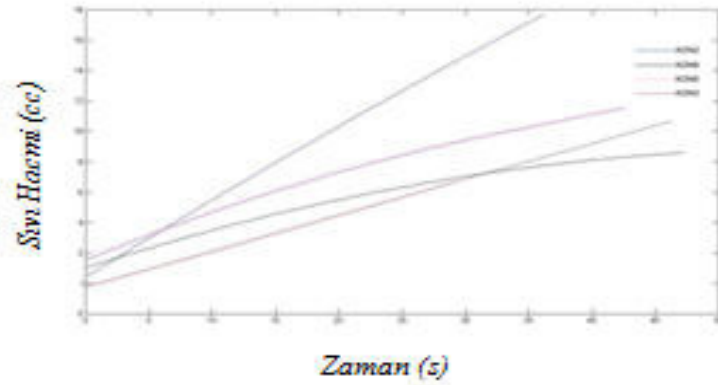
Şekil 3.8. ProM, EMSE1 ve EMSE10 numunelerinin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği

ProM numunesi ise %50 P, %50 Promodal® lifinden üretilmiştir. Bu numunenin şekil 3.8. 'de sunulan yatay kılcallık özelliğinin daha az olduğu yönündedir.



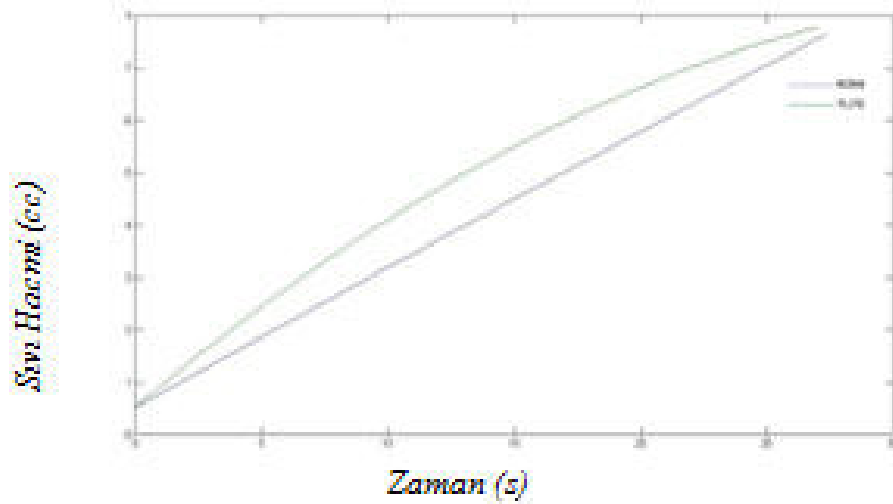
Şekil 3.9. COOL ve EMSE8 numunelerinin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği

Coolmax® ipliğinden ve %6 oranında Ag.f lifinden üretilen EMSE8 numunesi ve %100 oranında Coolmax® lifinden üretilen COOL numunesinin yatay kılcallık özelliğinin benzer olduğu Şekil 3.9'da görülmektedir.



Şekil 3.10. KON2, KON3, KON5, KON6 Numunelerinin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği

Bağlantı ipliği ve arka yüzeyde beslenen iplikleri aynı olan KON2, KON3, KON5, KON6 numunelerinin ön yüzeylerinde beslenen iplikler farklıdır. KON2 numunesinde ön yüzeyde Thermocool® lifi beslenmektedir. Bu numunenin yatay kılcallık özelliği KON3, KON5, KON6 numunelerinden daha iyidir. Ön yüzeyde Tencel® ve Thermocool® lifi beslenen KON3 numunesinin yatay kılcallık özelliği ise KON2, KON5, KON6 numunelerinden daha düşük olduğu görülmüştür. (Şekil 3.10)



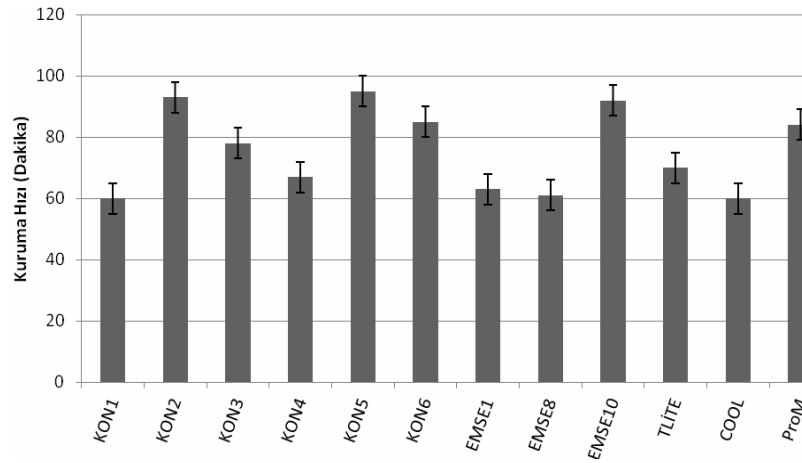
Şekil 3.11. TLITE ve KON4 numunelerin zamana bağlı olarak aldıkları sıvı miktarını gösteren GATS grafiği

Thermolite® ipliğinden ve %6 oranında Ag.f lifinden üretilen KON4 numunesi ve %100 oranında Thermolite® lifinden üretilen TLITE numunesinin yatay kılcallık özelliğinin benzer olduğu Şekil 3.11'de görülmektedir. İçeriğinde Ag.f lifi bulunmayan

TLITE numunesinin yatay kılcallık özelliğinin daha iyi olduğu Şekil 3.11.de sunulmuştur.

3.3.2.Kuruma Hızı

Numunelere birim miktarda su verilerek kuruma hızları tespit edilmiştir. 24 saat boyunca 10x10 cm boyutlarında saf su içerisinde bekletilen numunelerin maximum su alma miktarları belirlenmiştir. Her bir numuneye 6 ml su verilmiştir ve bu kumaşların 37 ° C’de ağırlığının %105’ine gelene kadar her on dakikada bir ölçüm yapılmıştır. Numunelerin kuruma zamanı yaklaştıkça ölçüm süresi değişmiştir. Ölçüm süresini gösteren grafik Şekil 3.12’de verilmiştir.



Şekil 3.12. Numunelerin kuruma hızı grafiği

COOL kodlu numunenin ve KON1 kodlu numunenin kuruma hızının en yüksek olduğu görülmektedir. (Şekil 3.12) Bunun nedeni Coolmax ® lifinin ve Thermocool® lifinin yapısıdır. Coolmax® lifi çabuk nem alan ve aldığı nemi aynı hızla dışarıya veren bir yapıya sahiptir. Bu nedenle çabuk kuruduğu görülmektedir. Dört kanallı yapısı sebebiyle suyu çabuk alıp bünyesinden çabuk uzaklaştırmaktadır.

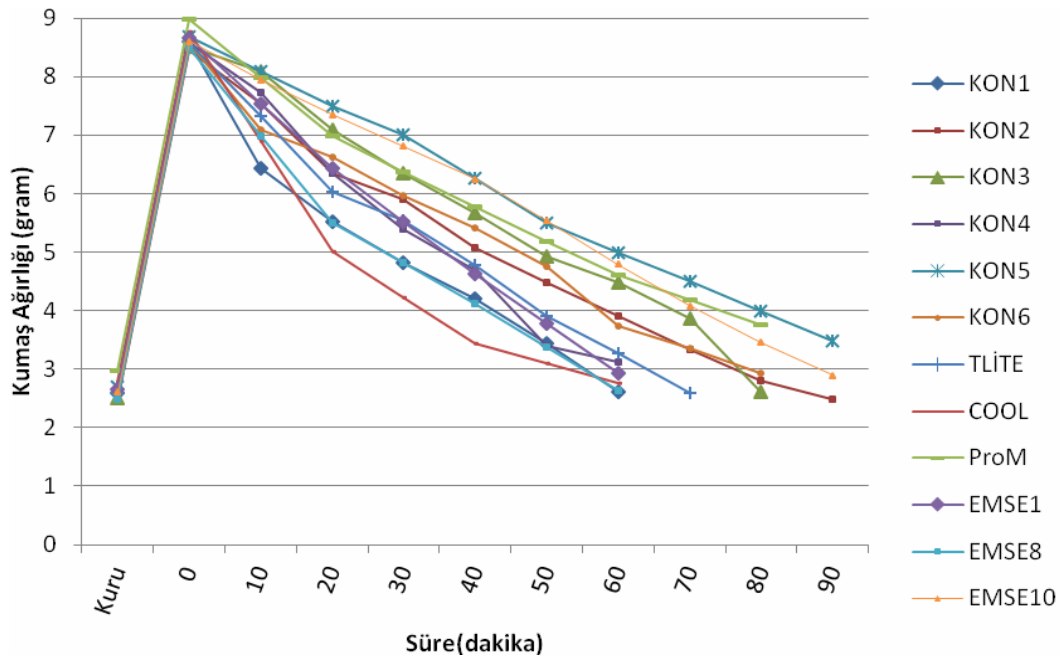
Thermocool® lifi ise hallow yapısı sebebiyle nemi çabuk uzaklaştırmaktadır. Bu nedenle KON1 numunesi kuruma hızı en yüksek olan kumaştır.

İçeriğinde % 6 Ag.f bulunan Coolmax® lifinden üretilen EMSE8 numunesinin 61 dakika kuruduğu görülmektedir. (Şekil 3.12.) Bu numunenin içeriğinde bulunan Ag.f lifi bu numunenin COOL numunesinden 1 dakika daha geç kurumasına neden olmaktadır.

KON4 numunesi 67 dakikada kurumaktadır. İçeriğinde bulunan Thermolite® lifi hızlı şekilde kurumasına neden olmaktadır. Thermolite® lifinin kesit yapısı ve kanallı yapısı hızlı kurumasını sağlamaktadır. TLITE numunesi %100 Thermolite ® lifi içermektedir. Bu numune ise 70 dakikada kurumaktadır. Aradaki fark gümüş ipliğin nem almaması ve nemin üzerinden kaybolması olduğu düşünülmektedir.

ProM numunesi 84 dakikada kurumuştur. Bu numune %50 oranında pamuk %50 oranında ProModal® lif içeren ipliklerden üretilmiştir. İçeriğinde bulunan pamuk kumaşın kurumasını geciktirmiştir. Pamuk lifinin ticari nem alma kapasitesi % 8,5'tir. Pamuk lifinde su selüloz ile etkileşime girerek lifin yapısına yerleşmektedir. Polyester esaslı liflerde (Thermocool®, Thermolite®, Coolmax® gibi) polyesterin nem alma kapasitesi %0,4 olduğu için lifin yapısına girmeyip yüzeyden uzaklaşmaktadır. Hallow liflerde ise kesit yapısındaki boşluklar lifin suyu uzaklaştırmasına hız kazandırmaktadır.

Şekil 3.13'te numune kumaşların aldıkları su miktarları gram cinsinden verilerek gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Numunelerin ağırlıkça kuruma süresi grafiği

Şekil 3.13. incelendiğinde kumaşların aynı ebatlarda kesilmesi sonucu kuru ağırlıkları benzer şekilde görülmektedir. Hepsine 6 gr su verildiği grafik aracılığıyla 0'ıncı dakikada görülmektedir. 10 ar dakika ara ile ölçümler yapılmıştır. Daha sonra

kumaşların ağırlıkları %105'lerine yaklaştıkça ölçümler sıklaştırılmış ve her numune ağırlıkça %105'ine gelince ölçüme son verilmiştir.

Şekil 3.13 incelendiğinde COOL numunesinin bünyesine aldığı suyu hızlı bir şekilde uzaklaştırdığı görülmektedir. Coolmax ® lifi nedeniyle numune suyu yapılan ölçüm sürelerinde büyük miktarlarda uzaklaştırmıştır. Ölçüm yapılan sürelerde COOL numunesinin ağırlık düşüşünün hızlı olduğu görülmüştür.

KON1 numunesinde COOL numunesinden farklı olarak ilk on dakikada hızlı bir su kaybı gözlenmiştir. COOL numunesinde ise bu durum ilk 30 dakikada olmuştur. EMSE8 numunesinin de COOL numunesi ile benzer özellik gösterdiği görülmüştür. İçeriğinde bulunan Coolmax ® kuruma hızının büyük olmasını ve ağırlık kaybının büyük miktarlarda olmasını sağlamıştır ve ilk 30 dakikada bünyesindeki suyu uzaklaştırmıştır.

KON5 numunesinin bünyesine aldığı sıvıyı yavaş olarak uzaklaştırdığı Şekil 13'te görülmektedir.

ProM numunesi içeriğinde bulunan P lifi nedeniyle uzun sürede kurumuştur ve ölçüm aralıkları boyunca küçük miktarlarda su kaybetmiştir.

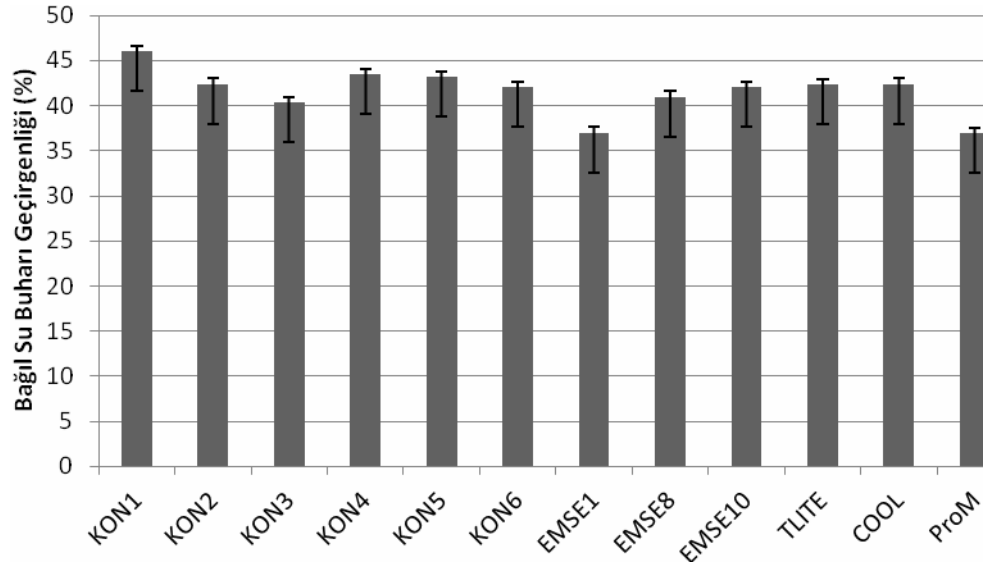
3.3.3.Permetest ile Su Buharı Geçirgenliği Testi

Permetest cihazı ile yapılan ölçüm sonuçları Şekil 3.14'te sunulmuştur.

Teste tabii tutulan TLITE, COOL ve ProM kodlu numuneler dışındaki numunelerin metal lif içeriği %6'dır. Numunelerde kullanılan lif tipinin bağıl su buharı geçirgenliğine etkisi incelenmiştir. (Şekil 3.14)

KON1 numunesinin en yüksek bağıl su buharı geçirgenliğine sahip numune olduğu görülmektedir. Thermocool ® lifi kullanılan numunenin su buharı geçirgenliği en yüksek olmuştur. (Şekil 3.14.) Bu durumun nedeninin kumaş yapısından ileri geldiği düşünülmektedir.

KON4 kodlu numunenin bağıl su buharı geçirgenliği değeri 2. sırada yer almaktadır. Thermolite ® lifinden üretilen numunenin Thermolite ® lifi sayesinde bağıl su buharı geçirgenliği değerinin yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 3.14. Numune kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği

KON5 kodlu numunenin Thermocool, Thermolite ve Tencel liflerinden üretildiği bağıl su buharı geçirgenliğinin KON4 numunesinden sonra geldiği görülmektedir.

Bağıl su buharı geçirgenliği en düşük numunelerden biri olan EMSE1 numunesi rejenere selülozik bir lif olan Tencel ® lifinden üretilmiştir. EMSE1 numunesinin EMSE10 numunesinden farkı gümüş ipliklerinin yerleşim düzenidir. Numunenin ön yüzeyine yerleştirilen gümüş iplikleri EMSE1'in daha düşük bağıl su buharı geçirgenliği değerine neden olmuştur.(Şekil 3.14.) İpliklerin yerleşim düzeninin de bağıl su buharı geçirgenliğinde etkisi olduğu düşünülmektedir. ÜBBÖ kumaş yapısı ve ipliklerin kumaş içerisindeki yerleşim yerleri kumaşın bağıl su buharı geçirgenliğini etkilemektedir.

KON6 numunesi ile aynı bağıl su buharı geçirgenliğine (% 42,1) sahip olan EMSE10 numunesinde KON6 numunesinin ön bölgesinde Thermolite®, Thermocool® iplikleri bulunmaktadır. Her iki numunenin de arka yüzeyi tamamen Tencel ® lifinden üretilmiştir.

Kumaş içeriğindeki Tencel ® lif miktarı arttıkça numunenin bağıl su buharı geçirgenliği düşmektedir. KON3 numunesinin ön yüzeyinde Thermocool® ve Tencel ® lifleri, bağlantı bölgesinde ise Ag.f, Tencel ® ve Thermocool® lifleri kullanılmıştır. KON5

numunesinde ise kumaşın ön yüzeyinde tamamen Thermolite ® kullanılmıştır. Bağlantı bölgesi ve arka yüzeyi KON3 numunesi ile aynı iplik yerleşim düzenine sahiptir. KON5 numunesi % 43,2 bağıl su buharı geçirgenliğine sahip iken KON3 numunesi % 40,3 bağıl su buharı geçirgenliğine sahiptir. Bu farkın Tencel® lifinden ve üç boyutlu kumaş yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

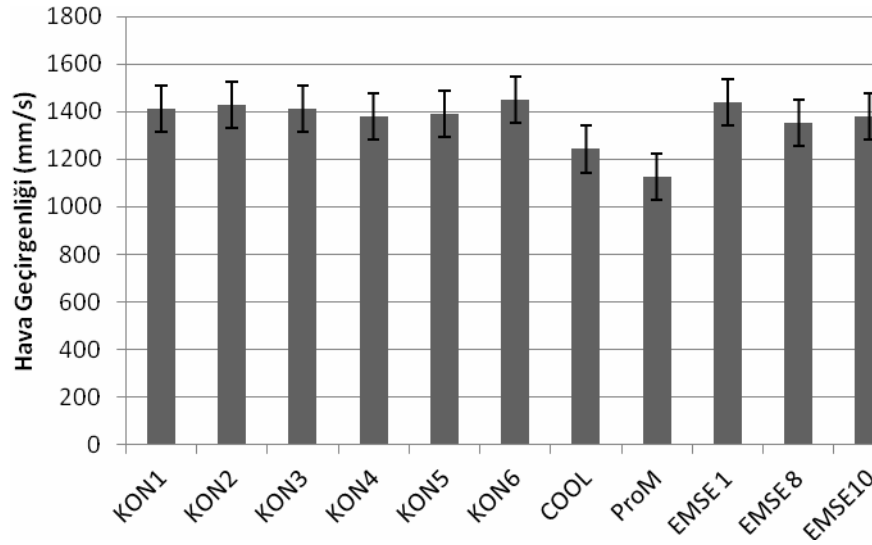
COOL numunesi %100 Coolmax® lifinden üretilmiş olup içeriğinde %6 metal lifi bulunan EMSE8 koldu numuneden daha yüksek değerde bağıl su buharı geçirgenliği değerine sahiptir. (Şekil 3.14.) COOL kodlu numune ile aynı bağıl su buharı geçirgenliği değerine sahip olan KON2 numunesinin arka yüzeyi Tencel® lifinden ön yüzeyi Thermocool® lifinden oluşmaktadır. Bağlantı bölgesinde ise Ag.f, Tencel ® ve Thermocool® lifi kullanılmıştır.

KON1 numunesi ile KON2 numunesinin bağıl su buharı geçirgenlikleri kıyaslandığında KON2 numunesinin içeriğinde bulunan Tencel ® lifinin bağıl su buharı geçirgenliği özelliğini düşürdüğü görülmektedir. Polyester esaslı Thermocool ® lifinin konfor özelliklerinin rejenere selüloz esaslı Tencel ® lifine oranla daha daha su buharı geçirgenliği özelliğine sahip olmasının bu durumun nedeni olduğu düşünülmektedir.

ProM numunesi en düşük bağıl su buharı geçirgenliğine sahip olan numunedir. Promodal® lifinin içeriğinde Tencel ® ve Modal® lif karışımı bulunmaktadır [126] . Promodal lifi pamuk ile %50 oranında karıştırılıp üretilen ProM kodlu numunenin bağıl su buharı geçirgenliğinin az olma sebebi lif içeriğinde pamuk lifinin bulunmasıdır. Pamuk lifi kesit yapısı sebebiyle büyük oranda su çeken ve su ile etkileşime giren bir liftir. Bu nedenle de bağıl su buharı geçirgenliği düşüktür.

3.3.4.Hava Geçirgenliği Testi

Numunelere yapılan hava geçirgenliği testi ölçüm sonuçları Şekil 3.15'te verilmiştir.



Şekil 3.15. Numune kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları

İçeriğinde Ag.f lifi bulunmayan COOL ve ProM numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları diğer numunelere göre düşük çıkmıştır. İçeriğinde filament bulunmayan numunelerinin kumaş kalınlıklarının fazla olmasının nedeni, kesikli ipliklerin hacimli olması ve bu hacimliliğin kalınlığı artırması nedeniyle 1,45 ve 1,47 mm kalınlığında olan COOL ve ProM numunelerinin hava geçirgenliği değeri diğer numunelere göre daha düşük seviyededir.

KON6 numunesinin hava geçirgenliği 1450 mm/s değeriyle diğer numunelere göre yüksek çıkmıştır.

Hava geçirgenliğini etkileyen en önemli parametrelerden biri kumaş kalınlığıdır. Üretilen tüm numunelerin kumaş kalınlığı benzer değerdedir kumaş kalınlığı en yüksek olan numune ProM kodlu numunedir. Bu numunenin hava geçirgenliği en düşük değerdedir.

Kumaş kalınlığının benzer olup 1,32-1,37 olduğu numunelerde (KON1, KON2, KON3, KON4, KON6) kumaş kalınlığı en düşük seviyededir ve bu numunelerin hava geçirgenliği ise en yüksek seviyededir. (Şekil 3.15)

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.TARTIŞMA- SONUÇ

Günümüzde elektronik araçların kullanımının yaygınlaşması ile birlikte elektromanyetik dalgaların zararları artmakta ve elektromanyetik dalgalardan korunma amaçlı tekstil yapıları geliştirilmektedir.

ÜBBÖ kumaşlar kullanılan iplik özelliklerine bağlı olmak üzere, hazır giyimden teknik tekstillere kadar çok geniş bir kullanım alanına hitap edebilen özel bir kumaş yapısına sahiptir. Bu kumaş yapısının yüksek hava geçirgenliği ve ısı özellikleri (termofizyolojik konfor), ısı yalıtımı gibi diğer kumaş yapılarına göre üstün özellikleri bulunmaktadır. Bu araştırmada EMK özelliği olan ÜBBÖ kumaş yapılarının çeşitli fonksiyonel iplikler kullanılarak konfor özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Öncelikle ÜBBÖ kumaş yapısı için üretim yapılacak yuvarlak örme makinesi üzerinde üretim için makine ayarları yapılmış daha sonra ÜBBÖ numuneler üretilmeye başlanmıştır. Farklı iletken iplikler farklı oranlarda ve farklı yerleşim düzeninde kullanılarak numune kumaşlar üretilmiştir.

Numune kumaşların içerdikleri iletken lif miktarları %2,1, %2,5, %2,8, %6, %7, %10, %12, %19 olmak üzere farklı tutulmuştur. Üretilen numunelerin EMK özellikleri ipliklerin kumaş içerisindeki yerleşim düzeni, içerdikleri iletken lif miktarları ve iletken iplik tipinin etkisine bakılarak değerlendirilmiştir.

Yapılan testler sonucunda ÜBBÖ yapısında EMK testlerinin yapılış yönünün çubuk veya sıra olmasının EMK özelliği açısından bir farklılık oluşturmadığı gözlenmiştir.

Benzer iletken lif yüzdesi içeren numunelerde iletken ipliğin kesikli ya da filament halde olmasının EMK özelliğini değiştirdiği sunucuna varılmıştır.

Yapılan testler sonucunda EMK özelliğinin iletken lif miktarı ile ilişkili olduğu, ÜBBÖ kumaş yapısı içerisinde iletken ipliklerin yerleşim düzenini EMK özelliğini değiştirdiği

görülmüştür. EMK özelliği en iyi olan numunenin EMSE5 kodlu numune olduğu belirli frekans aralıklarında yapılan testler sonucunda belirlenmiştir.

EMSE5 kodlu numunenin EMK özelliği en iyi numune olmasında, bu numunenin içerdiği %19 iletken lif oranının, iletken ipliklerin filament halde olması ve ÜBBÖ kumaş yapısı içerisinde iletken ipliklerin yerleşim düzeninden kaynaklandığı yapılan testler sonucunda görülmüştür.

Bu çalışmada farklı fonksiyonel iplikler kullanılarak üretilen EMK özelliği olan kumaşların konfor özellikleri incelenmiştir. Bu bağlamda üretilen numunelerin; GATS düzeneği aracılığı ile yatay kılcallık özellikleri, PERMETEST cihazı aracılığıyla bağlı su buharı geçirgenliği özellikleri, hava geçirgenliği ve kuruma hızı özellikleri değerlendirilmiştir.

Üretilen KON kodlu numunelerin içeriğinde Coolmax®, Thermolite®, Thermocool®, Tencel®, Promodal® fonksiyonel lifleri kullanılmıştır. Bu lifler ÜBBÖ kumaş yapısı içerisinde yerleşim düzeninde değişimler yapılarak kullanılmıştır. Kumaş yapısı içerisinde konfor özelliğinin etkisi incelenmiştir.

Konfor açısından üretilen numuneler değerlendirilirken; yapılan konfor testlerinin hepsinde ortak olarak en iyi sonucu veren kumaş belirlenmiştir.

Üretilen KON kodlu numuneler konfor testleri sonucunda değerlendirildiğinde KON1 kodlu Thermocool® lifi ile üretilen numunenin konfor özellikleri açısından en iyi olan numune olduğu görülmüştür.

EMK ve termofizyolojik konfor özellikleri birlikte değerlendirildiğinde EMK özelliği en iyi olan numunenin içerdiği iletken lif yüzdesinin fazla olması nedeniyle konfor açısından çok uygun olmadığı görülmüştür. Üretilen numunelerin içerisindeki fonksiyonel lif miktarının ve bu liflerin kumaş içerisindeki yerleşim yerinin konfor özelliğini artıran önemli unsurlardan biri olduğu yapılan testler sonucunda görülmüştür.

Termofizyolojik konfor ve EMK özellikleri birlikte değerlendirildiğinde EMSE10 kodlu numunenin içerisinde %6 oranında iletken lif bulunmakta ve bu iletken iplikler bağlantı bölgesinde yer almaktadır. İletken iplikler dışında EMSE10 numunesi Tencel® lifi içermektedir. Bu numunenin EMK ve konfor özelliklerini birlikte olarak yapısında bulundurduğu yapılan testler sonucunda görülmüştür.

Numunelere ait test sonuçları Tablo 4.1. de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Numunelerin test sonuçları

Kumaş Kodu	EMK Testi			Konfor Testleri			
	İletken İplik Yerleşim Düzeni	İletken İplik Tipi	Ölçüm Yönü	GATS ile Yatay Kılcallık	Kuruma Hızı	Su Buharı Geçirgenliği	Hava Geçirgenliği
KON1	+	0	0	+	+	+	+
KON2	+	0	0	+	-	+	+
KON3	+	0	0	+	+	-	+
KON4	+	0	0	+	+	+	+
KON5	+	0	0	+	-	+	+
KON6	+	0	0	+	-	+	+
COOL	-	-	-	+	+	+	-
ProM	-	-	-	+	-	-	-
TLITE	-	-	-	+	+	+	-
EMSE1	-	0	0	-	+	-	+
EMSE8	-	0	0	+	+	+	+
EMSE10	+	0	0	-	-	+	+

Bu çalışma kapsamında üretilen ÜBBÖ kumaş yapısının geleneksel kumaş yapılarına göre birçok üstün özelliğinin bulunduğu görülmektedir. Hem EMK özelliği sağlayan hem de konfor özelliği sağlayan kumaşlar üzerinde şimdiye kadar çalışmaya rastlanmamıştır.

Üretilen bu kumaşların hamile bayanların iç giyiminde, çocukların ve bebeklerin iç ve dış giyiminde, gün boyu bilgisayar, telefon vb gibi elektronik cihazlarla çalışan insanların iç giyiminde, hastanelerde radyoloji ünitesinde çalışanların iç giyiminde,

anjiyografi ünitesinde çalışan sağlık personellerinin iç giyiminde kullanılması hedeflenmektedir.

4.2. ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında üretilen numunelerin EMK ve termofizyolojik konfor özellikleri değerlendirildiğinde bundan sonra yapılacak çalışmalar için şu önerilerde bulunulabilir:

- İleride yapılacak çalışmalarda EMK özellikleri literatür çalışmasında bahsedilen farklı ölçüm yöntemleri ile ölçülüp çıkan sonuçlar farklı standartlarda değerlendirilebilir.
- Üretilen EMSE numunelerinde kesikli P/C liflerinin filament Ag.f ipliklerinin kumaş içi konumlanmasını bozduğu düşünülmektedir. Bu durumun nedeni ileride yapılacak çalışmalarda daha detaylı olarak incelenebilir.
- Farklı ÜBBÖ kumaş desenleri üretilip desenlendirmenin termofizyolojik konfor ve EMK özellikleri üzerine etkisi incelenebilir.
- Çalışma kapsamında üretilen ÜBBÖ kumaşlar benzer kalınlıkta ve benzer ilmek yoğunluğuna sahipti. Bundan sonraki çalışmalarda kumaş kalınlığı ve ilmek yoğunluğu değiştirilerek EMK ve termofizyolojik konfor üzerine etkisi incelenebilir.
- Çalışma kapsamında kullanılan iplikler boyanarak ÜBBÖ kumaşlar üretilip boyanın termofizyolojik konfor özellikleri üzerine etkisi incelenebilir.
- ASTM 4935-99 test standardı ile ÜBBÖ kumaş üzerine gönderilen elektromanyetik dalgaların ne kadarının soğurulup ne kadarının yansıtıldığı üzerine çalışma yapılabilir.

EKLER**Ek-1 Testlerde Kullanılan Standartlar Tablosu**

STANDART NO	STANDART ADI
TS 250 EN 1049-2	İplik Sıklık Tayini
TS EN 14970	İlmek İplik Uzunluğu
TS 251	Birim Alan Kütlesinin Tayini
TS 7128 EN ISO 5084	Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini
ISO 11092	Su Buharı Geçirgenliği
TS 391 EN ISO 9237	Kumaşlarda Hava Geçirgenliği Tespiti
DIN 53924	Kılcallık Tespiti
ASTM D 4935-99 ve FTTS-FA-003	EMSE
ISO 9073-12:2002	GATS Apparatus for Demand Absorbency

KAYNAKLAR

- 1- Önal, L., 2004, Structure and applications of 3d knitted spacer fabrics”, *II International Istanbul Textile Congress, Istanbul, Turkey, 22-24 April 2004,İstanbul.*
- 2- Karl Mayer Teknik Broşürü,1995 Warp knitted spacer fabrics-their production and applications.
- 3- Heide, M.,2001, Spacer fabrics: trends, *Kettenwirk-praxis*, 1, 45-48.
- 4- Shanna M. B.,2005, Three-Dimensionlly Knit Spacer Fabrics: A review of Production Techniques and Applications, *Journal of Apparel Technology and Management* 4, 1-29.
- 5- Araujo, M., Fanguero, R., Hong, H.,2004, Modelling And Simulation Of The Mechanical Behavior Of Weft Knitted Fabrics For Technical Applications, Part IV:3D FEA Model With A Mesh Of Tetrahedric Elements, *AUTEX Research Journal* 2.
- 6- Önal, L.,2009, Üç Boyutlu Boşluklu Sandviç Örne Kumaşlar Ve Üretim Teknolojisi,*Teknik Tekstil Frankfurt Fuarı Teknolojik Değerlendirme Raporu*,UİB Genel Sekreterliği,51-56.
- 7- <http://jon8595.en.made-in-china.com/product/QoMmXEVxVLhu/China-3D-Spacer-Fabric-5-20mm-Thickness-.html> DOA: 10.08.2011
- 8- <http://www.made-in-china.com/showroom/meili-jacky/product-detailrbjJSLpTYucV/China-Spacer-Fabric-Air-Mesh-Fabric-ML-101-.html> DOA:10.08.2011
- 9- Heide, M., Moehring, U.,2003, 3D effects: Pressure relief, microclimate, support, *Kettenwirk-praxis*, 1, 20-22.
- 10- Bruer, M., Powell, N., Smith, G.,2005, Three-Dimensionally Knit Spacer Fabrics: A Review of Production Techniques and Applications, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management* 4(4), 1-29.

- 11- Araujo, M., Hong, H., Fanguero, R., Ciobanu, O., Ciobanu, L., 2001, Developments in weft knitting textiles, *AUTEX Conference 1*, 253-262.
- 12- Unal, A., 2003, Flat Knitted Spacer Fabrics From Hybrid Yarns Or Sandwich Structures, DFG SFB 639 Subproject A3, [http://www.tudresden.de/mw/ilk/sfb639/tp_a3_en. Html](http://www.tudresden.de/mw/ilk/sfb639/tp_a3_en.Html).
- 13- Ciobanu, L., 2001, Developments On Knitted Sandwich Fabrics With Complex Shapes, *AUTEX Conference 1*, 270- 276.
- 14- Anand, S., 2003, Spacers-At the Technical Frontier, *Knitting International*, 110 (1305), 38-41.
- 15- Mayer&Cie. Circular Knit Machines, Technit D3 Catalogue.
- 16- Kunde, K., 2005, Terrot Strickmaschinen Gmbh, Stuttgart, Almanyia. <http://www.terrot.de/aktuelles/en/berichte/04-05.asp> , Ekim 2005.
- 17- Anon., 2003, Catering for New Nich Applications: The CMO/E from Orizio, *Pakistan Textile Journal*
- 18- http://www.fukuhara.com_DOA: Mayıs 2011
- 19- Pause, B., 2002, Studies on the Thermophysiological Comfort provided by Knitted Spacer Fabrics, *Melliand International* 8, 57-60.
- 20- <http://www.lookchina.com/news.html> DOA:15/12/2010
- 21- Heide, M, Siegert, D., Schurer, M., Hansel, R., Swerev, M. and Klein, P., 2002, Functional Warp-knitted Spacer Fabrics for operating Tables in the case of Long Term Operations, *Kettenwirk-Praxis*, 1, 25-28 .
- 22- Anand, S., 2003, Recent Advances in Knitting Technology and Knitted Structures for Technical Textiles Applications, *Proceedings of ISTEK 2003 Conference*, 96-113.
- 23- Heide, M., 1998, Functional Knitted Spacer Fabrics in medical Application, *Melliand Textilberichte* 79 (6), 107-110.

- 24- Kowalski, K.,1999, Structure and Features of a New Group of Knitted Spacer Fabrics, *Melliand Textilberichte* 80 (5), 98-99.
- 25- Önal, L., Korkmaz, M., 2006, Physical and Dimensional Properties of Multilayered Knitted Upholstery Fabrics, *1. Uluslararası Tekstil ve Tekstil Makineleri Kongresi*, Haziran.
- 26- Armakan, Mecit, H., D., 2007, Spacer Fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4.
- 27- Karl Mayer Teknik Broşürü, 2005, Warp knitted spacer fabrics-their production and applications
- 28- Hollies, N.R., L.Fourt, 1970, Clothing Comfort and Function, *Textile Research Journal*, 55, 394-399.
- 29- Çoban, S., Namlıgöz, E., S., 2005, Termofizyolojik Giysi Konforu ve Test Cihazları, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi* 4, 15.
- 30- Kaplan, S., Okur, A., 2005, Kumaşların Geçirgenlik-iletkenlik Özelliklerinin Giysi termal Konforu Üzerindeki Etkileri, *Tekstil Maraton*, Mart-Nisan:56-65.
- 31- ISO 7730 1994 Standartları
- 32- Li, Y., 2001, The Science of Clothing Comfort. Textile Progress, *The Textile Institute International*, 138.
- 33- Grabowska, K.E., 2001. Personal Protection by Textiles in the Focus of Stabilisation Thermal Conditions., *Texnitex Autex Conference*, 72-75 .
- 34- Barnes, J.C., B.V.Holcombe, 1996, Moisture Sorption and Transport in Clothing Wear. *Textile Research Journal* 66(12), 777-786 .
- 35- Radhakrishnainah, P., Tejatanalet, S., 1993, Handle And Comfort Properties Of Woven Fabrics Made From Random Blend And Cotton- Covered Cotton/ Polyester Yarns, *Textile Res. J.* 63, 573-579 .
- 36- Umbach, K.H., 1993, Spor Giyimde Giyim Fizyolojisi, Bekleidungsphysiologische Gesichtspunkte zur Entwicklung von Sportkleidung, *Wirkerei-und Stickerei-Technik*, 3, 108-114.

- 37- Güneşoğlu, S., 2003, Giysilerde Konfor Özellikleri, *Tekstil Konfeksiyon Teknolojisi*, 16, 64-72.
- 38- Hes L., 2004, "Clothing Comfort" Ders notları, Aralık.
- 39- Önder, E., Sarıer, N., 2003, Tekstillerde Dinamik Isı Yönetimi Olanakları, *Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu IX*, 93-109.
- 40- Geraldde, M., J., Hes, L., Araujjo, M., 2002, The Application of New High Performance Polypropylene Fibers in Functional Knit Structures, *1 st International Textile, Clothing & Design Conference*.
- 41- Uçar, N., Yılmaz, T., 2004, Thermal Properties of 1*1, 2*2, 3*3 Rib Knit Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 12, 34-38 .
- 42- Güneşoğlu, S., Meriç, B., 2005, Spor Giysilik Örme Kumaşların Termal Absorbtivite Özelliğinin Araştırılması, *Tekstil Maraton Dergisi* 2, 41-45.
- 43- Frydrych, I., Dziworska, G., Bilska, J., 2002, Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics Made Of Natural and Man-Made Cellulose Fibres, *Fibres& Textiles in Eastern Europe* 40-44.
- 44- Matusiak, M., 2006, Investigation of the Thermal Insulation Properties of Multilayer Textiles, *Fibres& Textiles in Eastern Europe* 14, 98-102 .
- 45- Bartkowiak, G., Szucht, E., 2002, Liquid Sorption in Two-Layer Packets of Structurally Differentiate Knitted Materials, *Fibres& Textiles in Eastern Europe*, 45-48.
- 46- Güneşoğlu, S., 2005, Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Bursa, 208 s.
- 47- Holcombe, B.V., N.Hoschke., 1983, Dry Heat Transfer Characteristics on Underwear Fabrics. *Textile Research Journal*, 53 (3), 368-374.
- 48- Holcombe ve Hoschke, 1983, *Fiber Science*, 231, Warner 1995.

- 49- Tarafdar, N.,1995, Selection of Appropriate Clothing in Relation to Garment Comfort, *Man-Made Textiles in India*, 17-20 .
- 50- Satsumoto, Y., Ishikawa,K., Takeuchi, M., 1997, Evaluating Quasi-Clothing Heat Transfer: A Comparison of the Vertical Hot Plate and the Thermal Manikin, *Textile Research Journal*, 67 (7),503-510 .
- 51- Gibson, P.W., 1993, Factors Influencing Steady-State Heat and Water Vapor Transfer Measurement for Clothing Materials. *Textile Research Journal* 63(12),749-764.
- 52- Zang, P.,Gong, R.H., 2001, Clothing Air Permeability And Moisture Regain On Human Thermal Regulation During Exercise, *Texnitex 2001 Autex Conference*. 216-226.
- 53- Yasuda, T., Miyama, M., Muramoto, A., Yasuda,H., 1994, Dynamic Water Vapour and Heat Transport Through Layered Fabrics- Part III., *Textile Research Journal* 64 (8),457-461.
- 54- Li, Y., Zhu, Q., Yeung, K.W.,2002, Influence of Thickness and Porosity on Coupled Heat and Liquid Moisture Transfer in Porous Textiles. *Textile Research Journal* 72 (5), 435-446.
- 55- Ghali, K., Jones, B., Tracy J., 1994 , Experimental Techniques for Measuring Parameters Describing Wetting and Wicking in Fabrics,*Textile Research Journal* 64(2),106-111.
- 56- Kissa, E., 1996, Wetting and Wicking, *Textile Research Journal* 66(10),660-668.
- 57- Wong, K.K., Tao, X.M., Yuen, C.W.M., Yeung, K.W., 2001, Wicking Properties of Linen Treated with Low Temperature Plasma, *Textile Research Journal* 71(1),49-56.
- 58- <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/print.html> DoA: 15.11.2009
- 59- http://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromanyetik_spektrum DoA: 20.11.2009.
- 60- Yücel,E.,Işık,RenkveElektromanyetikTayf,
www.akat.org/sizin_icin/elektromagnetik-tayf.pdf DoA: 20.11.2009.

- 61- Wertheimer, N., ve Leeper, E., 1982, Adult Cancer Related To Electrical Wires Near The Home, *Int J Epidem* **11**, 345-355.
- 62- Li, Cy., 1997, Residential Exposure To 60- Hertz Magnetic Fields And Adult Cancers In Taiwan, *Epidemiology* **8**, 25-30.
- 63- Feychting, M., Ahlbom, A., 1993, Magnetic Fields And Cancer In Children Residing Near Swedish High-Voltage Power Lines, *Am J Epidem* **7**, 467-481.
- 64- Şeker, S., Çerezci, O., 1993, Elektromanyetik Enerjinin Kullanımında Risk Analizi, *Elektrik Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi* **2**, 386-391.
- 65- Markov, M., 1994, Physics and Engineering Approaches Toward Environmental Importance of Electromagnetic Fields, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, *Physics in Medicine & Biology* **39**(I), 46 .
- 66- Frey, A., 1994, On the Nature of Elektromagnetic Field Interactions with Biological Systems, *Medical Intelligence Unit* **32** .
- 67- Floderus, B., Stenlund, C., 1999, Occupational Magnetic Field Exposure And Site Specific Cancer Incidence: A Swedish Cohort Study, *Cancer Causes Control* **10**, 323.
- 68- Green, LM., ve Miller, AB., 1999, A Case-Control Study Of Childhood Leukemia In Southern Ontario, Canada, And Exposure To Magnetic Fields In Residences, *Int J Cancer* **82**, 161-170 .
- 69- Green, L.M., ve Miller, A.B , 1999, Childhood Leukemia And Personal Monitoring Of Residential Exposures To Electric And Magnetic Fields In Ontario, *Cancer Causes Control* **10**, 233-243.
- 70- Ahlbom, A. ve Day, N., 2000, A Pooled Analysis Of Magnetic Fields And Childhood Leukaemia, *Brit J Cancer* **83**, 692-698.
- 71- Li, DK., Odouli, R., 2002, A Population-Based Prospective Cohort Study Of Personal Exposure To Magnetic Fields During Pregnancy And The Risk Of Miscarriage, *Epidem* **13**(1), 9-20.

- 72- Lee, GM. ve Neutra, RR, 2002, A Nested Case-Control Study Of Residential And Personal Magnetic Field Measures And Miscarriages, ***Epidem*** 13, 21-31.
- 73- Zhu, K., ve Hunter, S., 2003, Use Of Electric Bedding Devices And Risk Of Breast Cancer In African-American Women, ***Amer J Epidem*** 158, 798-806.
- 74- McLean, J., 1995, A 60-Hz Magnetic Field Increases The Incidence Of Squamous Cell Carcinomas In Mice Previously Exposed To Chemical Carcinogens, ***Cancer Letters*** 92, 121-125 .
- 75- Vallejo, D. Sanz, P., 2001, A Hematological Study In Mice For Evaluation Of Leukemogenesis By Extremely Low Frequency Magnetic Fields, ***Electro Magnetobio*** 20, 281-298 .
- 76- <http://www.emk.gazi.edu.tr/konferans.htm>, 1999, Prof. Dr. Nesrin Seyhan Atalay, Gazi Üniv. Tıp Fak. Biyofizik Abd. Başkanı Bilişim Toplumuna Giderken Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu DoA:12.10.2009
- 77- Ekiz, E. EMA Kirlenmesi, www.sagliklikentlerbirligi.org.tr/pdf/izmir_3_yil.../evrim_ekiz.pdf. DOA: 20.12.2010
- 78- Green, L.M., ve Miller, A.B , 1999, Childhood Leukemia And Personal Monitoring Of Residential Exposures To Electric And Magnetic Fields In Ontario, ***Cancer Causes Control*** 10, 233-243 .
- 79- Hardell, L., Calberg M., Mild, K.H, 2006, Case Control Study Of The Celluler And Cordless Phones And Malign Brain Tumours Diagnosed During 2000-2003, ***Environmental Research*** 100, 232-241 .
- 80- Elhasoğlu, D., 2006, Elektromanyetik Kirliliğin Zararlı Etkileri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, Adana
- 81- Podd, J., Abbott, J., 2002, Brief Exposure To A 50 Hz, 100 Mt Magnetic Field: Effects On Reaction Time, Accuracy, And Recognition Memory, ***Bioelectromag*** 23, 189-195 .

- 82- Mostafa, R.M., 2002, Effects Of Exposure To Extremely Low Frequency Magnetic Field Of 2G Intensity On Memory And Corticosterone Level In Rats, *Physiol Behavior* 76, 589-595.
- 83- Dr. Yağmur, F., Bozbıyık, A., Hancı, İ.H., 2003, Elektromanyetik Dalgaların İnsan Biyokimyası Üzerine Etkileri, *sted* 12(8), 297.
- 84- Şeker, S., 2009, Cep Tehlikesi, Hayy Kitap, 58-61.
- 85- Ezel, R.A., Balk S.J., WHO What are electromagnetic fields? <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index3.html> Handbook of Pediatric Environmental Health, American Academy of Pediatrics, 1999 DoA:20.12.2009,
- 86- Li D.K, Checkoway H., Mueller B.A., 1995, Electric Blanket Use During Pregnancy In Relation To The Risk Of Congenital urinary Tract Anomalies Among Women With A History Of Subfertility, *Epidemiology* 6(5), 485-489 .
- 87- http://tr.wikipedia.org/wiki/EMF_kalkanlama DoA: 27.12.2009
- 88- Sevgi, L., 2004, EMC ve Korunma yöntemleri: (I) Ekranlama, Endüstriyel & Otomasyon, Eylül www3.dogus.edu.tr/lsevgi/LSevgi/E&O/EO_Ekim04.pdf DoA:24.12.2009
- 89- Palamutçu, S. ve Dağ, N., 2009, Fonksiyonel Tekstiller I : Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Tekstil Yüzeyleri, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 3(1), 87-101 (2009).
- 90- Kadoğlu, H., Conductive Yarns and Their Use in Technical Textiles, AUTEX Sunumu.
- 91- Tex Innovation, 2009, TechTextil Sempozyumu, **Tex Club Tec**, 42-43.
- 92- Prof.Dr. Zor, M., Maddenin Elektriksel İletkenlik Özellikleri DoA:09.01.10 www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2279/unite06.pdf -
- 93- Süpüren, G., Kanat, E. Z., Çay, A., Tarakçıoğlu, I., 2006, Antimikrobiyal Lifler, **Tekstil ve Konfeksiyon** (2): 80-89

- 94- <http://www.fiberinoks.com>. DoA:15.01.2010
- 95- Walsh P.J., Carbon Fibers, ASM Handbook, 2001, 21, 35-40
- 96- Yaman,N., Öktem,T., Seventekin, N., 2007, Karbon Liflerinin Özellikleri Ve Kullanım Olanakları, *Tekstil Ve Konfeksiyon* 2.
- 97- Chung, D.D.L., 2001, Electromagnetic Interference Shielding Effectiveness of Carbon Materials, *Carbon* 39, 279-286 .
- 98- T.H. Ueng, K.B. Cheng, 2001, Friction Core-Spun Yarns For Electrical Properties Of Woven Fabrics, *Composites: Part A* 32, 1491-1496.
- 99- Su, C-I., Chern, J.-T., 2004, Effect of Stainless Steel-Containing Fabrics on Electromagnetic Shielding Effectiveness, *Textile Research Journal* 74, 51.
- 100- Lin, J. H., Lou, C. W., 2003, Electrical Properties of Laminates Made from a New Fabric with PP/Stainless Steel Commingled Yarn, *Textile Res. J.* 73(4), 322-326.
- 101- Perumalraj, R., Dasaradan, B.S., 2009, Electromagnetic Shielding Effectiveness Of Copper Core Yarn Kintted Fabrics, *Indian Journal of Fibre Textile Research* 34, 149-154 .
- 102- Cheng, K. B., 2000, Production and Electromagnetic Shielding Effectiveness of the Knitted Stainless Steel/Polyester Fabrics, *Journal of Textile Engineering* 46(2), 42-52.
- 103- Koprowska, J., Pietranik, M., Stawski, W., 2004, New Type of Textiles with Shielding Properties, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 12 (3), 47 .
- 104- Dhawan, A., Seyam, A. M., Ghosh,T.A., Muth, J. F., 2004, Woven Fabric-Based Electrical Circuits: Part I: Evaluating Interconnect Methods, *Textile Research Journal*, 74, 913.
- 105- Katsutoshi, A., Masanori, T., 2007, Electret Properties Of Nonwoven Polypropilen Fabric By Streaming Electrification, *Journal of Textile Engineering* 53(6), 231-236 .

- 106- Brzeziński S., Rybicki T., Karbownik I., Malinowska G., Rybicki E., Szugajew L., Lao M., Śledzińska K., 2009, Textile Multi-layer Systems for Protection Against Electromagnetic Radiation, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 17, 2 (73), 66-71.
- 107- Perumalraj, R., Dasaradan, B.S., Anbarasu, R., Arokiaraj P., Harish , S. L., 2009, Electromagnetic Shielding Effectiveness Of Copper Core-Woven Fabrics, *The Journal of The Textile Institute* 100 (6), 512–524 .
- 108- Lai, K.,Sun, R.-J., Chen, M.-Y., Wu, H., Zha, A.-X., 2007, Electromagnetic Shielding Effectiveness of Fabrics with Metallized Polyester Filaments, *Textile Research Journal* Vol 77(4), 242–246 .
- 109- Kim, T.and Chung, D.D.L., 2006, Mats and Fabrics for Electromagnetic Interference Shielding, *Journal of Materials Engineering and Performance* Volume 15(3),295 .
- 110- Neelakandan, R., Giridev, V.R., Murugesan, M., and Madhusoothanan, M., 2009, Surface Resistivity and Shear Characteristics of Polyaniline Coated Polyester Fabric. *Journal of Industrial Textiles*. Vol. 39, no.2, pp 175-186
- 111- Onar, N., Akşit Cireli, A., Ebeoglugil M.F., Birlik, I., Çelik, E., and Ozdemir, I., 2009, Structural, Electrical, and Electromagnetic Properties of Cotton Fabrics Coated with Polyaniline and Polypyrrole. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 114, pp. 2003-2010.
- 112- Dağ, N.,2010, İletken Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Özelliğinin Araştırılması Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Pamukkale, 89
- 113- Wieckowski, T.W., Janukiewicz, J., M., 2006, Methods for Evaluating the Shielding Effectiveness of Textiles, **FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe** January / December Vol. 14, No. 5 (59).
- 114- TS EN 50147-1, 2005. ICS 209.020; 14.140.01 Yankısız Odalar- Bölüm 1: Ekran zayıflatmasının ölçülmesi Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- 115- Montrose, M.I., and Nakauchi, E.M., 2004. *Testing for EMC Compliance: Approaches and Techniques*, p480, Wiley-IEEE Press, Hoboken, NJ, USA
- 116- Donohoe, J.P., Jun Xu, Pittman C.U., Jr., 2005, Variability of dual TEM cell shielding effectiveness measurements for vapor grown carbon nanofiber/vinyl ester composites, *Electromagnetic Compatibility, International Symposium on Volume 1*, Page: 190-194
- 117- Kılıç, G., Örtlek H.G., Saraçoğlu, Ö.G., 2010, Elektromanyetik Radyasyona karşı koruyucu Tekstillerin Ekranlama etkinliği (SE) Ölçüm Yöntemleri, **Tekstil ve Mühendis**, 15(72), 7-15
- 118- David, V., Vremera E., Salceanu A., Nica I., Baltag O., 2007, On the characterization of electromagnetic shielding effectiveness of materials, 15-th IMEKO TC 4 International Symposium on Novelties in Electrical Measurements and Instrumentation; Vol I, Page 73-78.
- 119- ASTM D4935-99, Standard Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials, ASTM, 2001
- 120- Hes, L., 2007 Thermal comfort properties of textile fabrics in wet state. In: Proc. of the 11th International Izmir Textile & Apparel Symposium, edited by Kadoglu, H., EGE University, Izmir, Turkey.
- 121- ISO 11092 Standard Textiles- Physiological Effects- Measurement of the thermal water- vapour resistance
- 122- R. Chattopadhyay and A. Chauhan, 2004, Wicking Behavior of Compact and Ring Spun Yarns and Fabrics, in *One Day Seminar on Comfort in Textiles*. Dept. of Textile Technology, IIT Delhi, New Delhi, India, 2004, October 16, p. 20
- 123- FTTS-FA-003 standardı, Test Method of Specified Requirements of Electromagnetic Shielding Textiles
- 124- Hong, C.J. ve Kim, J.B., 2007, A Study of Comfort Performance in Cotton and Polyester Blended Fabrics. I. Vertical Wicking Behavior, **Fibers and Polymers**, Vol.8, No2, 218-224

- 125- F.A.L.Dullien,'Porous Media: Fluid Transport and Pore Structure', Academic Press, New York, 1979
- 126- <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/promodal.php>
DOA:15.08.2011

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Elif Burcu ÖZKAN

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 13 Ocak 1987, Kayseri

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: +90 352 236 01 01

email: burcuelifozkan@yahoo.com

Yazışma Adresi: Alpaslan M. Gökçefidan S. Poyraz A. 2/20 Melikgazi Kayseri 38030

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimler Enstitüsü	2011
Lisans	EÜ Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği	2009
Lise	Sami Yangın Anadolu Lisesi, Kayseri	2004

YABANCI DİL

İngilizce