D.E.U. ENGINEERING FACULTY TEXTILE ENGINEERING DEPARTMENT

II. INTERNATIONAL TECHNICAL TEXTILES CONGRESS

13 - 15 July 2005

nbul World Trade Center

New Exhibition Complex

ISTANBUL-TURKEY

Cooperation with Teknik Fuarcılık Ltd. Şti.

HIGHTEX 2007

2nd International Technical Textiles & Nonwoven Trade Fair

II. Uluslararası Teknik Tekstiller ve Nonwoven Fuarı

ISTANBUL / TURKEY

www.hightex2007.com

3RD INTERNATIONAL TECHNICAL TEXTILES CONGRESS

Dokuz Eylül University
Engineering Faculty
Textile Engineering Department

3. ULUSLARARASI TEKNİK TEKSTİLLER KONGRESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü

ORGANIZER / ORGANİZASYON

TEKNİK FUARCILIK LTD. ŞTİ.

TEKNİK LTD.
Fabrikalar Cad. No: 1 Kat: 1 Beşyol, Florya - Istanbul
Tel: 0212 592 5992 Faks: 0212 599 3882
www.teknikfuarcilik.com



D.E.U. ENGINEERING FACULTY TEXTILE ENGINEERING DEPARTMENT

II. INTERNATIONAL TECHNICAL TEXTILES CONGRESS

13 - 15 July 2005

Istanbul World Trade Center

New Exhibition Center

ISTANBUL - TÜRKİYE

Editors

Assoc. Prof. Dr. Merih SARIIŞIK

Res. Assist. Gülseren KARABAY

Res. Assist. Ayşe ÇELİK

Cover Design

Res. Assist. F. Rahşan AKGÜL

(Faculty of Fine Arts)

Res. Assist. Ali Serkan SOYDAN



Cooperation with Teknik Fuarcılık Ltd. Şti.

II. International Technical Textiles Congress
13-15 July 2005, İstanbul, Turkey

ISBN: 441-224-3

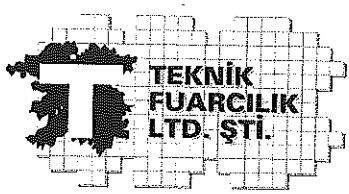
All rights reserved. No part of this book can be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of Dokuz Eylül University Textile Engineering Department.

Publisher: Meta Basım Press
metabasim@gmail.com
Tel: (0 232) 343 64 54

This book was published with the sponsorship of **TUBITAK.**

ORGANIZING AND EXECUTIVE COMMITTEE

- Assoc. Prof. Dr. Merih ÖNEŞ SARIIŞIK
- Ass. Prof. Dr. Aysun CİRELİ
- Res. Ass. Ayşe ÇELİK
- Res. Ass. Ü. Halis ERDOĞAN
- Res. Ass. Sibel KAPLAN
- Res. Ass. Gülseren KARABAY
- Res. Ass. Ozan KAYACAN



II. International Technical Textiles Congress was held by the corporation of

Teknik Fuarcılık Ltd. Şti

ADVISORY BOARD

- Ahmet ABALIOĞLU
  Abalıoğlu Tekstil San. A.Ş., Member of Executive Board.
- Prof. Dr. Emin ALICI
  Rector of Dokuz Eylül University
- Necat ALTIN
  KORTEKS Mensucat San. ve Tic. A.Ş., General Director
- Aynur BEKTAŞ
  Chairman of Executive Board, Turkish Clothing Man. Assoc.
- Selahattin BİLGİN
  ADVANSA-SASA Polyester A.Ş, Technical Director.
- Somer BULUT
  VİZYON Tekstil A.Ş., General Director
- Ömer Faruk DOĞAN
  Vice President Undersecreteriat of Prime Ministry for Foreign Trade
- Dr. Güngör DURUR
  President of Chamber of Textile Engineers
- Jak ESKİNAZİ
  Chairman of Executive Board Aegean Exporters' Union
- Gündüz GÜL
  COGNİS Kimya A.Ş., General Director
- İsmail GÜLLE
  Chairman of Executive Board, Istanbul Textile Exporters' Assoc.
- M. Haluk ÖZELÇİ
  Turkish Textile and Cloth. Exporters' Union-Brussel Representative
- Ö. Faruk ÖZTEN
  GENTUĞ A.Ş., General Director
- Bülent SAVAŞ
  KORDSA Sabancı Dupont Ind. Yarn and Tire Cord Fabric Manufac. & Trade Inc.;General Director
- Tamer TAŞKIN
  Chairman of Executive Board Aegean Region Chamber of Industry

SPONSORS OF THE CONGRESS *

- MAIN SPONSOR
  ABALIOĞLU TEKSTİL SAN. VE TİC. A.Ş.

- TEKNİK FUARCILIK YAYINCILIK DANIŞMANLIK TİC.LTD.ŞTİ.
- AKDOKU TEKSTİL VE KİMYA SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
- DEĞİRMENCİ GROUP
- SERBOY KİMYA SANAYİ TİCARET LTD. ŞTİ.
- ATAÇ ELEKTRİK VE MAKİNE SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
- TÜBİTAK
- HEY TRAVEL TRENDS
- AEGEAN READY MADE AND APPAREL EXPORTERS UNION
- KORTEKS MENSUCAT SAN. VE TİC. A.Ş.
- EKOTEN TEKSTİL SAN. VE TİC. A.Ş.
- GENTUĞ TEKSTİL ÜRÜNLERİ SAN. VE TİC. A.Ş.
- DR. PETRY TEKSTİL YARDIMCI MADDELERİ LTD. ŞTİ.
- AEGEAN TEXTILE AND RAW MATERIALS EXPORTERS UNION
- TURKISH CLOTHING MANUFACTURERS' ASOC.
- TEPAŞ TEKSTİL SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.
- AKSU İPLİK DOKUMA VE BOYA APRE FAB. T.A.Ş.
- TRUVA TEKSTİL ÖRME VE KUMAŞ SAN. TİC.LTD.ŞTİ.
- AEGEAN CLOTHING MANUFACTURERS' ASOC.
- KÜÇÜKER TEKSTİL SAN. VE TİC. A.Ş.
- KOCAER TEKSTİL SAN.A.Ş.
- ETKİ KALİTE KONTROL VE TEST CİHAZLARI LTD. ŞTİ
- FABRİKA TEKSTİL SAN VE TİC A.Ş.
- YAZGAN ŞARAPÇILIK A.Ş.

* Confirmed Companies until 10 June 2005

TRANSLATION CONSULTANTS

Prof. Dr. Güngör BAŞER

Prof. Dr. Arif KURBAK

TRANSLATORS

Arş.Gör. Ayşe ÇELİK

Arş.Gör. Sibel KAPLAN

Arş.Gör. Gülseren KARABAY

Arş.Gör. Özlem BİÇER KAYACAN

Arş.Gör. Ozan KAYACAN

Arş.Gör. Musa KILIÇ

Arş. Gör. Özlem KISAOĞLU

Arş.Gör. Vildan SÜLAR

Arş.Gör. R.Befru TURAN

Arş.Gor. Bekir YILDIRIM

Arş.Gör. Ümit Halis ERDOĞAN

Arş.Gör. Gökhan ERKAN

Arş.Gör. Bengi KUTLU

Arş.Gör. Nurhan ONAR

Arş. Gör. Ali Serkan SOYDAN

PREFACE

Technical textiles have attracted more and more attention in recent years. These high performance materials are widely used in civil engineering, electrical engineering and electronics, agriculture, medical and automotive industries in addition to protective end military clothing.

Developed countries have focused their strategy on technical textiles to carry forward their competitive advantage and to control world technical textiles market and consequently have held the global technical textiles market.

The 1st International Technical Textiles Congress was organized by Dokuz Eylul University Textile Engineering Department and Textile, Apparel and Dye Research Center on 11-12 October 2002 in Izmir-Turkey. The 2nd Congress has now been organized simultaneously with Istanbul International Technical Textile and Nonwoven Fair & Exhibition – HIGHTEX 2005 - to establish a great meeting with the technical textile industry in Istanbul on 13-15 July 2005.

In the first chapter of this Proceedings Book, there are 31 oral and 16 poster presentations; the second chapter covers the translation of all presentations into Turkish.

We would like to thank to all sponsor companies especially Teknik Fuarcılık Ltd.Şti., to all authors and participants for their kind supports. We hope that this international event will also generate an occasion to create new opportunities.

We are happy to welcome you.

Congress Organization Committee

CONTENTS

Organizing And Executive Committee III

Advisory Board IV

Sponsors Of The Congress V

Translation Consultants And Interpreters VI

Preface VII

Contents IX

PROCEEDINGS

Review of techniques for manufacturing Dibutyrylchitin nonwoven biomaterials
I.Krucińska, A.Błasińska, A.Komisarczyk, P.Kiekens, M.Chrzanowski, L.Szosland, G. Shoukens 1

Photochemical Surface Modification of Synthetic Fibres
E. Schollmeyer, K. Opwis, T. Bahners 10

A Mechanistic Response Model for Geosynthetic Reinforced Road Pavements
E. Tutumluer, H. Ceylan 11

Reinforcing Concrete with Braided Fibre Reinforced Composite Rods
R. Fangueiro, G. Sousa, F. Soutinho, S. Jalali, M. De Araújo 22

Challenges and Opportunities in Nano Fiber Manufacturing and Applications
S. Adanur, B. Aşçıoğlu 29

Nanotechnology for The Functionalization of Textile Materials
E. Schollmeyer, J. Zojanovic, T. Textor, R. Zimehl, T. Bahners 32

Coating Textiles with Inorganic –Organic Hybrid Polymers
E. Schollmeyer, T. Textor, R. Zimehl, J. Zojanovic, T. Bahners 33

New developments for Tri-laminates with Hotmelt
E. Weiss 34

Coated and Laminated Fabrics for Fuel Cells
S. Adanur 40

Flat Knitting Technology Applied for Medical Applications
M. Legner 42

Structure and Mechanical Properties of Multiaxial Warp Knitted Fabric
L. Önal 53

Engineering of Knitted Fabrics Made from Ring & Air-Jet SpunYarns
P.V.Kadole, C.D.Kane, S.S.Lavate, A.A.Jadhav 58

New Filtering Materials of Sustainable Textiles
F. Testore, N.Rodighiero 66

The Structures of Technical Textiles Used in Hoses
A.Kurbak, Ö. Ekmen 75

Survey over The Mechanical Modeling of Weft Knitted Structures
Y. Kyosev 90

The Bioactive Fibers in Textile Materials
G. Dziworska, E.Wilk 98

Flame Retardants for High Technology Textiles
R. Schilk 105

3D Hollow Textile Composites for Personnel Protection Against Trauma Impact
X. Chen, D. Yu, H. Wu 114

Multitasking Technical Fiber
S. Chandra 126

The Fabrics Protecting Against Non-Toxic Dust
L. Halaszczyk-Piesiak, T. Rymarz 127

Production and Coloration of UV Protective Clothing
S. Kayan, E. Varış, F. K. Akova, F. Muştu, B. Yılmaz, E. Öner 133

Design of Disposable Perspiration Pads
T.Gök Sadıkoğlu, Ö. B. Berkalp, G. Özdemir, S. Müjdeci 144

The Importance of Nonwoven Products in Technical Textile Applications
L. Dandik, S. Müjdeci 153

Plazma Polimerization Technology to Overcome Possible Problems in Textile Industry
Aysun Cireli, Mehmet Mutlu, Bengi Kutlu 159

Exploring New Markets with Modern Spunbond- and Meltblown-Technologies
M. Wehman 167

Characteristics of Tire Cord Fabric
B. Yılmaz 168

Dyeing and Finishing of High Visibility Clothing
E. Varış, B. Yılmaz, E. Öner 181

Numerical Investigation of Woven Textile Plate Composites
İ. Kaynak, M. Sarıkanat 190

A Study on Textiles Made of Smart Fibers in View of Aesthetic And Functional Qualities Within The Context of Textile Designing
H. Halaçeli, N. Önlü 198

A Problem of Cracking, Peeling, Split and Balding on the Coated Fabric Which Composed of Needle Punched Nonwoven and Polyurethane Film
K. Yıldırım, N. Aydın, M. Köstem, Ş. Güçer 207

POSTER PRESENTATIONS

Evaluation of Thermal Protective Clothing: Protection Against Radiant Heat
A.Cireli, B. Kutlu 211

Geotextiles Applications in Landfills
M. C. Kütükoğlu 216

Fabric Structure Properties of Automotive Seat Covers
F. Çeken, G. Pamuk 223

RFID Applications in Textile Industry
E. Yazgan Bulgun, O. Kayacan 226

An Illustration for the Fiber-Reinforced Composites
S. Canoğlu, M.Yükseloğlu 237

A Specific Design for Seam Performance on the Automotive Upholstery Fabrics: Dynamic Seam Fatigue Tester
M. Köstem, K. Yıldırım, N. Ogan, Ş. Güçer 254

A New Design for Automotive Textiles According to EU Directives: Horizontal Burn Test Device
N. Aydın, K. Yıldırım, U.Özçağatay, Ş.Güçer 256

Risk Designs
N. Göksel, A. B. Dağıstanlı 258

Examples onto The New Engineering Solutions Using Geosynthetics
R. Yılmaz, T. Eskişar, P. Aklık 259

Determination of The Long Term Design Strength (LTDS) of Geosynthetics and Explanation of The Reduction Factors
R. Yılmaz, P. Aklık, T. Eskişar 266

Fabrics Using in Sportswear and the Features of Wear Comfort
S. Yeşilpınar, O. E. Keçeci 276

The Testing and Control System of The Yarn Tensile and Yarns Friction Forces
M.Nemescu, M. Temneanu.....288

Usage of Geotextiles in Architectural Engineering
A.Korkmaz- S. Korkmaz.....295

BİLDİRİLER

Dibütilkitin Biyomateryallerin Üretim Tekniklerinin Yeniden Değerlendirilmesi
I.Krucińska, A.Błasińska, A.Komisarczyk,P.Kiekens,M.Chrzanowski, L.Szosland, G. Schoukens.....307

Sentetik Liflerin Foto-Kimyasal Yüzey Modifikasyonları
E. Schollmeyer, K. Opwis, T. Bahners.....316

Geosentetik ile Güçlendirilmiş Kaplamalı Yollar için Mekanistik Bir Tepki Modeli
E. Tutumluer, H. Ceylan.....317

Şerit Halindeki Liflerle Güçlendirilmiş Kompozit Çubuklu Beton Takviyesi
R. Fangueiro, G. Sousa, F. Soutinho, S. Jalali, M. De Araújo.....329

Nano-Liflerin Üretim ve Uygulamalarındaki Rekabet ve Fırsatlar
S. Adanur, B. Aşçıoğlu.....337

Tekstil Materyallerinin Fonksiyonelleştirilmesi için Nano-teknoloji
E. Schollmeyer, J. Zojanovic, T. Textor, R. Zimehl, T. Bahners.....339

Teknik ve Astarlama Uygulamaları için Griltex Sıcak Eriyik Yapıştırıcılar
R. Meier.....340

Tekstil Materyallerinin İnorganik-Organik Hibrid Polimerlerle Kaplanması
E. Schollmeyer, T. Textor, R. Zimehl, j. Zojanovic, T. Bahners.....344

Sıcak Eriyik ile Üretilen Üç Katlı Lamine Kumaşlardaki Yeni Gelişmeler
E. Weiss.....345

Yakıt Hücreleri için Kaplama ve Lamine Kumaşlar
S. Adanur.....352

Tıbbi Uygulamalar için Düz Örme Teknolojisi
M. Lenger.....354

Çok Eksenli Çözgülü Örme Kumaşların Yapıları ve Mekanik Özellikleri
L. Önal.....365

Ring ve Hava Jeti ile Eğrilmiş İpliklerden Üretilen Örme Kumaşların Mühendisliği
P.V.Kadole,C.D.Kane, S.S.Lavate, A.A.Jadhav.....371

Güçlendirilmiş Tekstillerin Yeni Filtreleme Materyalleri
F. Testore, N.Rodighiero 378

Hortumlarda Kullanılan Teknik Tekstil Yapıları
A.Kurbak, Ö. Ekmen 386

Atkı Örme Yapılarının Mekanik Modellenmesi Üzerine Bir İnceleme
Y. Kyosev 401

Tekstil Materyallerinde Biyoaktif Lifler
G. Dziworska E.Wilk 410

Yüksek Teknolojili Tekstiller İçin Alev Almazlık Malzemeleri
R. Schilk 418

Travma Etkisine Karşı Bireysel Korunma için 3 Boyutlu İçi Oyuk Tekstil Kompozitleri
X. Chen, D. Yu, H. Wu 424

Çok Amaçlı Teknik Lifler
S. Chandra 438

Toksik Olmayan Tozlara Karşı Koruyucu Kumaşlar
L. Halaszczyk-Piesiak, T. Rymarz 439

UV Koruyucu Giysilerin Üretimi ve Boyanması
S. Kayan, E. Varış, F.K. Akova, F. Muştu, B. Yılmaz, E. Öner 445

Tek Kullanımlık Ter Pedi Tasarımı
T. Gök Sadıkoğlu, Ö. Berkalp, G. Özdemir, S. Müjdeci 458

Nonwoven Ürünlerin Teknik Tekstil Uygulamalarındaki Önemi
L. Dandik, S. Müjdeci 470

Tekstil Endüstrisindeki Olası Sorunları Çözmek İçin Plazma Polimerizasyon Teknolojisi
A. Cireli, M. Mutlu, B. Kutlu 476

Modern Spunbond ve Meltblown Teknolojileri İle YeniPazar Araştırmaları
M. Wehman 483

Lastik Kord-Kumaşlarının Özellikleri
B. Yılmaz 498

Görünme Özellikleri Yüksek Kumaşların Boyanması ve Bitim İşlemleri
E. Varış, B. Yılmaz, E. Öner 510

Dokuma Tekstillerden Oluşan Tabakalı Kompozitlerin Nümerik Analizi
İ. Kaynak, M. Sarıkanat 520

Akıllı Liflerle Üretilmiş Tekstillerin Tekstil Tasarımı Kapsamında Estetik ve Fonksiyonel Nitelikler Açısından İncelenmesi
H. Halaçeli, N. Önlü 521

Poliüretan Kaplamalı Tekstil Yüzeylerinde Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözüm Önerileri
K. Yıldırım, N. Aydın, M. Köstem, Ş. Güçer 529

POSTER SUNUMLAR

Termal Koruyucu Giysilerin Radyan Isıya Karşı Koruma Performanslarının Değerlendirilmesi
A.Cireli, B. Kutlu 545

Geotekstillerin Katı Atık Depolama Sahalarında Uygulanması
M. C. Kütükoğlu 550

Otomobil Koltuk Döşemeliği Kumaş Yapılarının Özellikleri
F. Çeken, G. Pamuk 558

Tekstilde RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama) Uygulamaları
E.Yazgan Bulgun, O.Kayacan 561

Lif Takviyeli Kompozit Malzemelere Örnekler
S. Canoğlu, M.Yükseloğlu 574

Otomotiv Tekstillerindeki Dikiş Performansı İçin Özgün Bir Tasarım: Dinamik Dikiş Yorulma Test Cihazı
M. Köstem, K. Yıldırım, N. Ogan, Ş. Güçer 591

Otomotiv Tekstillerinde Avrupa Birliği Direktifi Çerçevesinde Hazırlanan Yeni Bir Tasarım: Yatay Yanma Test Cihazı
N. Aydın, K. Yıldırım, U.Özçağatay, Ş.Güçer 593

Risk Tasarımları
N. Göksel, A. B. Dağıstanlı 595

Universiade 2005(İzmir) Olimpiyat Oyunları Köyünden Geogrid Donatılı Özel Bir İstinat Duvarı Uygulaması Örneği
R. Yılmaz, P. Aklık, T. Eskişar 596

T.C. Bergama Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama Alanı Projesinde Geosentetik Kullanımı Üzerine Bir İnceleme
H.R. Yılmaz, S. Kedek , T. Eskişar, P.Aklık 602

Spor Giyimde Kullanılan Kumaşların Performans Özellikleri ve Giyim Konforu
S. Yeşilpınar, O. E. Keçeci 605

İplik Gerilme Kuvvetleri için Test ve Kontrol Sistemleri
M.Nemescu 616

Giysilerin Değişen Fonksiyonları
V. Dal 623

Mimari Mühendislikte Teknik Tekstillerin Kullanımları
Korkmaz- S. Korkmaz 632

PROCEEDINGS

REVIEW OF TECHNIQUES FOR MANUFACTURING OF DIBUTYRYLCHITIN NONWOVEN BIOMATERIALS

I. KRUCIŃSKA[1], A. BŁASIŃSKA[1], A. KOMISARCZYK[1], P. KIEKENS[2], M. CHRZANOWSKI[1], Ł. SZOSLAND[1], G. SCHOUKENS[2]

[1]Department of Textile Metrology, Technical University of Łódź, POLAND
[2]Department of Textile, University of Ghent, BELGIUM

ABSTRACT

Chitin is active as antibacterial, antimetastatic, antiosteroporotic, and immunoadjuvant agent. There is the ample scientific evidence that chitin is biodegradable in the presence of human enzymes and is non-toxic and beneficial to the human body. Manufacturing of chitin fibres according to USA patents (Unitika Ltd., Japan: US4832404, 1990; US4431601, 1984) is very troublesome and requires of huge amounts of water and other washing agents. All of this cause very high cost of chitin fibres and products made from them. Recently in a frame of project Chitomed the pilot plant for the synthesis of dibutyrylchitin (DBC), an ester of chitin, which is easily soluble in popular organic solvents was developed .DBC has film and fibres forming properties. The investigations of biological properties of DBC showed its biocompatibility and extraordinary capability to promote the ordered healing of tissues. The main aim of presented paper is to present the set of manufacturing techniques for developing of wound dressing material starting from needle punching technology and ending on production of nonwovens directly from spinning fluid.

1. INTRODUCTION

From many years, modern medicine expects the designing and manufacturing of an ideal dressing. Such dressing should fulfil the following requirements: it should not act cytotoxical and irritant, not cause immunological reactions, as well as undesirable morphological and enzymatic changes in the wound. Instead of these shortcomings, the dressing should good fit to the wound, stopped bleeding, protect the wound against formation of exudations, and constitute a protective barrier against bacteria. Additionally, an ideal dressing should secure a wet environment of the wound, should be permeable to air and ensure an access of oxygen, display bacteriostatic and analgesic properties, as well as stimulate regeneration of damaged tissues. A valuable feature also would be the biodegradation of the dressing during healing the wound, whch should protect the wound against injuring the fresh tissue during the procedure of removing the dressing.

A great number of research works have been devoted to demonstrate that chitin, a natural polysaccharide, which is a waste material in seafood processing, has a lot of features predestining it for manufacture excellent dressing materials. Numerous experiments proved that chitin is a bio-compatible and bio-degradable polymer which demonstrate bacteriostatic and analgesic effects, and what more which

shorten the time of wound healing, and the rebuilding of the connective tissue. The only disadvantage of natural chitin application is its insolubility in common dissolvents general available, and what is related to them, enormous difficulties connected with chitin processing.

For that reason, only few research and production centres were able to master appropriate dressing materials with use of chitin. One of such producers, manufacturing the dressing materials designated BESCHITIN is the Japanese enterprise UNITIKA Co. This company offers its products on very high prices; for example the cost per piece for a dressing with the dimensions of 10 cm × 8 cm is 25 USD. The MYCOTON dressing produced in Ukraine is also a chitin dressing material available on the market. MYCOTON is manufactured by means of the hand-made paper technique from a pulp which includes fungi chitin in a complex with glucan and melamine. The main disadvantage of this kind of dressing is its fragility and the dark colour.

Independently on the UNITIKA Co. product described above, a dressing with the name BESCHITIN W is also on the market. This dressing is manufactured in the form of a nonwoven from crab chitin. Information appeared recently about attempts aiming at spreading on a fibrous material a membrane, which includes in its structure chitin of fungi origin. The sacchachitin membrane is manufactured on the basis of an extract from the Ganoderma Tsuage fungus, which includes about 40% chitin in its composition.

As chitin is characterised by limited processing possibilities, a range of chitin derivatives was developed. Chitosan is the derivative most wide spread in different applications. The enterprise EISAI Co. Ltd., Japan put on the market a range of dressing materials manufactured on the basis of this derivative. The product Chitopack C consists of chitosan fibres described as cotton-like, of a length from 2 mm to 20 mm, and a diameter of 20 μm – 50 μm in the longitudinal direction of the cross-section, and 3 – 15 μm in the transverse direction. These fibres are used for the production of nonwoven dressings. The same enterprise put on the market two kinds of dressing materials designated as Chitipack S and Chitipack P. Chitipack S includes chitin of sea-origin in the shape of foam, whereas swelled chitin forms the major part of the Chitopak P dressing. The company 3M is another dressing producer who manufactures dressings which structure includes chitin or chitosan. A product with the trade name Tegasorb is a hydrocolloidal dressing which is composed of a dispersion of polyisobutylene and chitosan particles.

Different types of textile materials are the Chitopoly fibres manufactured by Fuji Spinning Co. Ltd. These latter are polynosic fibres with a chitosan layer on the fibre's surface.

Researchers from the North Carolina State University developed a three-layer composite dressing material. Chitosan fibres form the layer destined to face the wound. This layer has antibacterial properties, whereas the medium layer is formed in the shape of a membrane, and composed from a biodegradable polymer which also is absorbed by the wound, and accelerates its healing. Data achieved lead to the conclusion that this layer contains two kinds of polymers, and that one of them is a chitin derivative. The third layer is a construction element, and consists of materials which cannot be resorbed, and which are changed during the healing process.

An original, novel method of manufacturing such an ester chitin derivative, which can be easy dissolved in common solvents, was developed at the Technical University of Łódź. This derivative, a polymer known as dibutyrylchitin has film and fibre forming properties, and the fibres can be manufactured by means of traditional methods. Dibutyrylchitin is also a raw material for manufacturing yarn and for a broad range of textile dressing materials. These latter materials can be processed by means of relative simple methods, and transformed into materials containing regenerated chitin (RC) without any damage of their own structure. Dibutyrylchitin and regenerated chitin fulfil all requirements considering dressing materials formulated by the European Standard EN ISO 10993.

Investigation with the use of dressing materials manufactured from dibutyrylchitin and regenerated chitin were carried out at the Department of Experimental Surgery and Biomaterial Research of the Medical Academy in Wrocław. The tests carried out allowed us to state that dibutyrylchitin, which has been characterised by some advantageous features from the technological point of view, also preserves the following bioactive properties [1 – 3] characteristic for chitin:

- Tests of aqueous dibutyrylchitin extracts performed in vitro proved that cytotoxicity effects were not stated.
- After animal tests conducted in vivo on rabbits and mouses, not any reaction could be noted as a result of intradermal dibutyrylchitin application, as well as no intensification of the tissue reaction after implantation of dibutyrylchitin into the peritoneal cavity.
- The results of microscopic observation were the same, as those obtained in investigation of the reactions in the surrounding of Maxon and Dexon surgical threads.
- Tests of IL1β and IL6 interleukin levels in the peritoneal fluids of the experimental animals have not proved the existence of statistically essential differences when comparing two animal groups: the group represented by

animals with dibutyrylchitin inserted into the peritoneal cavity with those of peritoneal implanted Maxon and Dexon surgical threads.

These unique properties of the chitin derivative described before, interested a range of research and development centres as well as commercial entrepreneurs in Poland and in the EU countries. Currently a common European project, the CHITOMED covering the subject of development the optimal technology of nonwoven type wound dressing material made from DBC is realised. The main aim of presented paper is to exploit some nonwoven techniques in order to form the nonwoven fleece using dibutyrylchitin fibres and DBC solution.

Nonwoven technologies of dressing material production create the opportunity to manufacture thin flat textile products directly from the polymer without the stage of fibre formation or from the fibres. The most common method of web formation using fibres is carding method but in a case of some types of fibres it appear that more effective is the application of aerodynamic method. The method of web formation directly form the polymer is certainly more economical in comparison to the above-mentioned, as it creates the possibility to manufacture a product of intended thickness, directly from the polymer. The products obtained in these technologies can be manufactured by means of the four following methods: by spun bonded, by the melt-blown method, by blow about polymer solution, and by electrospinning. Some installations designed for nonwoven production from polymer melts are working all over the world, whereas there is a lack of stands which would enable nonwoven manufacture by polymer solution blowing about. Unfortunately, in the case of dibutyrylchitin, the nonwoven production directly from the melt is impossible as the melt temperature of dibutyrylchitin is near by the destruction temperature of the polymer. Research works aimed at achieving nonwovens directly from a polymer solution by means of the blow about method were commenced in a frame of Chitomed project and by means of electrospinning method in a frame of polish national project.

2. DESCRIPTION OF THE CONCEPTION OF NONWOVEN MANUFACTURING FROM DIBUTYRYLCHITIN FIBRES USING MECHANICAL METHODS OF FLEECE FORMATION

The fleeces were formed using DBC fibres obtained in wet spinning process from the solution of polymer. To adjust the optimal conditions for manufacturing the fibres the following solvents were used: ethyl alcohol, DMF, metylopirolidon and DMSO. The fibres characterised by different fineness and mechanical properties were manufactured by Institute of Chemical Fibres, Lodz, Poland. The characteristics of fibres are given in Table1.

Table 1. Mechanical properties of DBC fibres

Nr	Fibre's symbol	Linear mass of fibres	Solvent	Stretching in dry		Stretching in loop	
				Strain	Tenacity	S Strain	Tenacity
		dtex		%	CN/tex	%	cN/tex
1.	IWCH/DBC 8E/1	3,3	Ethanol	4,8	6,5	2,1	2,9
2.	IWCH/DBC 22/3	2,1	DMF	6,2	15,7	2,3	3,1
3.	IWCh/FDBC 35/1	2,8	N-MP	9,4	13,0	3,4	2,2
4.	IWCh/FDBC 68	2,9	DMSO	12,6	11,2	2,6	3,5

Two methods of fleece forming were used: carding and aerodynamic.

As a result of experiments the carded fleeces with the surface mass from 40g/m^2 to 100 g/m^2 were obtained. The fleeces had a longitudinal or crossing arrangement of fibres. The high breakage of the fibres were observed during carding process especially for fibres made from ethyl alcohol solution. Also the uniformity of the fleeces was depended from the method of spinning of used fibres. The best properties were obtained for fleeces made from DBC fibres produced from DMSO solution, the worst for fleeces made from DBC fibres from ethyl alcohol solution. The wastage of polymer was between 20% for fibres made from DMSO solutions to 60% for fibres from ethyl alcohol solution.

The low mechanical properties of DBC fibres, especially that one obtained in loop test, are a reason of some problems with getting the high quality fleece using classical card system. That is why aerodynamic method of the producing nonwoven fleece from DBC fibres was used. The experiments were conducted using aerodynamic forming machine Fehrer type K12, with medium metallic card clothing and opening air channel. The technological parameters such as: underpressure at the cage, the pressure and velocity of the air stream, and crangs of the shaft were adjusted to the properties of fibres. Finally the samples of uniform fleeces were obtained at the wastage of the raw material much lower (less than 10%) with the comparison to the card system.

3. DESCRIPTION OF THE CONCEPTION OF NONWOVEN MANUFACTURING FROM DIBUTYRYLCHITIN BY THE METHOD OF BLOWING ABOUT A POLYMER SOLUTION

A literature review indicates that, up to the present, three methods of nonwoven production from polymer solution for developing dressing materials were developed. Two of these methods are based on nonwoven dry manufacturing. According to the first method, the polymer is extruded through a spinning nozzle. A second nozzle fed with hot, compressed air is positioned under an appropriate

angle to the spinning nozzle. The air stream carries away polymer stream filaments, and scatters them on a transporter. The final evaporation of the dissolvent and solidification of the nonwoven takes place on the transporter band. Another dry method of nonwoven manufacturing from polymer solution was developed by the DuPont company. It consists on evaporation of vapours of the volatile dissolvents from the stream filaments as the result of their impact decompression immediately after the streams leave the spinneret canals. The third technique is based on nonwoven manufacturing from solutions by means of a wet method, which consists on scattering the polymer solution streams on a transporter immersed in a liquid bath, and the formation of an unbounded fleece. The fleece must be exposed to further finishing processes.

From the above-mentioned technologies, the most optimal seems to be the technology with the use of an air stream. On the basis of this technology a laboratory stand was build by us, destined for obtaining the nonwoven layer. The stand was composed from units presented in Figure 1. The units together with the fulfilled functions are listed below:

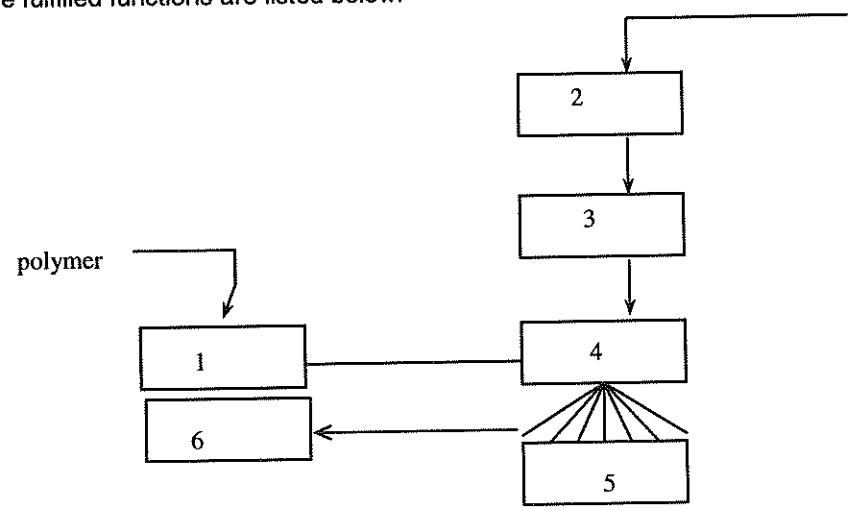


Figure 1. Scheme of the nonwoven-manufacturing stand

1. Feeding device with the function of transmitting the polymer solution to the defibering spinning nozzle, and securing an appropriate temperature and pressure of the medium.
2. Air flow controller which secure a constant pre-set flow rate of the supplied air.
3. Air heater with the function of heating the compressed air to the pre-set required temperature.

4. Defibering spinning nozzle which serves for the final heating of the polymer solution to the demanded temperature, and to blow about the fibres.
5. Take-up unit which secure the nonwoven formation into a layer of pre-set, demanded mass per unit area.
6. Dissolution receiver which receives the liquid from the formation zone.

4. DESCRIPTION OF THE CONCEPTION OF NONWOVEN MANUFACTURING FROM DIBUTYRYLCHITIN BY THE METHOD OF ELECTROSPINNING

This method is based of fibre formation as the effect of reaction of a polymer solution drop on the forces of an electric field. This method enables manufacturing of fibres with the transverse dimensions of nanometers. The first investigations into the phenomena of interaction of an electric field with a polymer drop were carried out by Zeleny [4] in 1914. Formhals patented the spinning process in the electrical field in 1934 [5]. Taylor proved in the year 1964 [6,7] that for a given kind of liquid a critical value of the applied voltage exists, at which the liquid drop, flowing out from the nozzle, is transformed into a cone under the influence of the electric field. The electric charges, which diffuse in the liquid influenced by the electric field, cause strong deformation of the liquid surface to minimise the total system energy. Within the region of the maximum field strength and the maximum charge density, the electric forces exceed the forces of surface tension, and the liquid creates a cone at the nozzle outlet. A thin stream of liquid particles is torn off from the end of the cone. Taylor's further investigations has been an inspiration for many researchers who conducted observation of the behaviour of different kinds of polymers in the electric field, and which were the basis for the development of manufacturing technologies of a new generation of fibres with very small transverse dimensions [8-12].

The staff of the Department of Textile Metrology designed and constructed a laboratory prototype stand for nonwonen manufacturing by means of the electrospinning technique. Two electrodes are the basic system elements, from which one serves for extruding the polymer and enables the polymer drops achieve a suitable electric potential. The next important element of this system is the second electrode, the take-up electrode, in relation to which the electric potential of the polymer is applied, and on which the fibres are deposed during the nonwoven manufacturing process. This electrode can be of different shapes; we proposed the shape of a cylinder. The rotational and longitudinal movements of this cylinder allow us for the fibre arrangement in a layer of required thickness in the dependence of our needs. The control of both of the movements, (the rotational and the longitudinal) can be simple realised by use of an appropriate automatic control. Such a construction allows us also for a simple isolation of the

whole system from its neighbourhood. The both electrodes are mutual isolated in such a way that the electric field created between the electrodes is not disturbed by the applied voltage. The whole system is insulated from external electric fields and air whirls thanks the application of a Faraday-cage.

5. EXPERIMENT RESULTS

The application of various nonwoven techniques allowed for manufacturing the webs of different structure resulting form the different fineness of constituent fibres. Microscopic photographs of the electrospun fleeces obtained by the use of a scanning electron microscope is presented in the Figure 2.

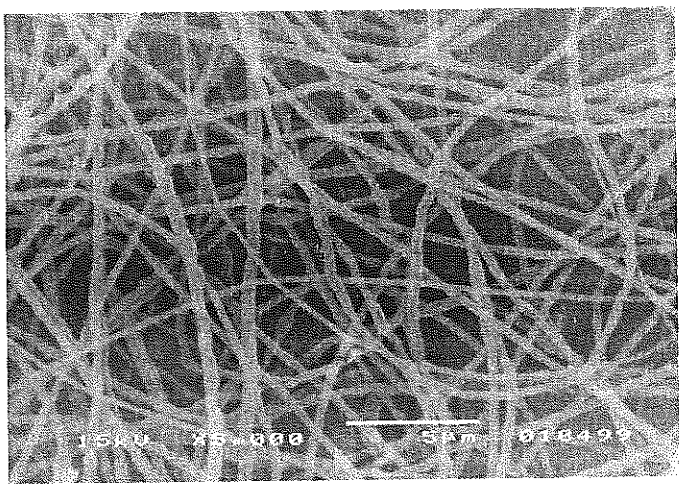


Figure 2. Nonwoven fleece from dibutyrylchitin manufactured by means of electrospinning. Photo obtained with the use of a JEOL JSM-5200-LV scanning electron microscope.

An analysis of the transverse fibre dimensions of fibres, which form the nonwoven fleeces, was carried out on the basis of observation made using SEM. The results are shown in Table 2.

Table 2. Measurement results of the transverse dimensions of the fibres obtained

Technology of fleece formation	Average value of the maximum transverse dimension, μm	Coefficient of variation of the transverse dimension, %
Blow about of the polymer solution	10,5	18,1
Electrospinning	0,338	18,9
Aerodynamic using wet spun fibres IWCh/FDBC 68	17,9	11,6

6. CONCLUSIONS

1. The best characteristic, as a wound dressing materials, appears for fleece made from the fibres produced from the DMSO solutions (the best uniformity of the fleece). Fleece forming by aerodynamic method allows to reduce number of wastage to the amount of 10%.
2. The experiments conducted proved the possibility of nonwoven formation from dibutyrylchitin solution with the use of the blow-about technique and by means of electrospinning.
3. The application of the electrospinning technique allow us to reduce the transverse dimensions of fibres which compose the webs of two orders of magnitude, which means down to the dimensions within the range of nanometers.

7. REFERENCES

1. Pałuch D., Pielka S., Szosland L., Staniszewska-Kuś J., Szymonowicz M., Solski L., Żywicka B.: Biological investigation of the regenerated chitin fibres. Eng. of Biomaterials 2000, 12, 17-22.
2. Pałuch D., Szosland L., Staniszewska-Kuś J., Solski L., Szymonowicz M., Gębarowska E.: The biological assessment of chitin fibres. Polymers in Medicine 2000, XXX, V, 3-32.
3. Szosland L., Krucińska I., Cisło R., Pałuch D., Staniszewska-Kuś J., Solski L., Szymonowicz M.: Synthesis of dibutyrylchitin and preparation of new textiles made from dibutyrylchitin and chitin for medical applications. Fibres & Textiles in Eastern Europe 2001, v.9, (34), 54-57.
4. Zeleny J. Phys.Rev 1914;3:69-91.
5. Formhals A.,Process and apparatus for preparing artificial threads. US Patent No. 1,975,504,1934.
6. Taylor GI. Proc R Soc Lond A 1964;280:383-97.
7. Taylor GI. Proc R Soc Lond A 1969;31:453-75.
8. Zong X.,Kim,K.,Fang,D.,Ran,S.,Hsiao,B.S., Chu,B., Polymer, vol43, 4403-4412, 2002.
9. Kalayci,V.C., Patra,P.K., Warner,P.B., Electrostatic spinning and properties of ultrafine fibers,
10. Deitzel,J.M.,Kleinmayer, J.D., Hirvonen,J.K.,Beck Tan,N.C., Controlled deposition of electrospun poly(ethylene oxides) fibers, Polymer, Vol.42, pp.8163-8170,2001.
11. Demir, M.M., Yilgor,I.,Yilgor,E., Erman,B., Electrospinning of polyurethane fibers, Polymer, vol.43, pp.3303-3309.
12. Fong, H. I inni , Generation of electrospun fibers of nylon 6 and nylon 6-montmorillonite nanocomposite, Polymer, vol.43, pp.775-780,2002.

PHOTOCHEMICAL SURFACE MODIFICATION OF SYNTHETIC FIBRES

E. SCHOLLMEYER, K. OPWIS, T. BAHNERS

Deutsches Textilforschungszentrum, GERMANY

In the presence of different reactive media the surface properties of synthetic fibres (e.g. polyester (PET), polyamide (PA) or polypropylene (PP)) can be changed by a photochemical treatment using excimer-UV-lamps.

UV-light is able to cleave bonds on the polymer surface yielding radicals, which may react with different kinds of reactive media. In the presence of oxygen (air) a photooxidation of the substrate takes place resulting in hydrophilized materials.

Using allyl compounds grafting reactions are practicable by an addition of the surface radicals to the double bond. Depending on further functional groups of the added molecule the surface properties of the treated polymer are adjustable. For example the hydroxyl groups of photochemical bonded glycerol-1-allylether gives PET a very high hydrophilicity and the addition of perfluoro-4-methylpent-2-en offers the polymer hydrophobic and oleophobic properties due to its perfluorinated carbon groups.

In the case of diallyl compounds (e.g. 1,7-octadiene or diallyl phthalate) photochemically induced cross-linking reactions at the polymer surface occur yielding barrier layers e.g. to avoid an alkaline hydrolysis of the synthetic fibre material.

Latest investigations aim the photochemical immobilization of enzymes, biomolecules or molecules with special properties on the polymer surface resulting in highly functionalized synthetic fibre materials with widespread applications in catalysis, medicine, textile industry and food technology.

A MECHANISTIC RESPONSE MODEL FOR GEOSYNTHETIC REINFORCED ROAD PAVEMENTS

E. TUTUMLUER[1], H. CEYLAN[2]

[1] Dept. of Civil & Environmental Engineering, University of Illinois, USA

[2] Dept. of Civil, Construction & Environmental Engineering, Iowa State University, USA

ABSTRACT

The structural response and performance of a flexible pavement can be improved through the use of geosynthetics as base course reinforcement. A nonlinear mechanistic model was developed to investigate the structural benefit provided by geosynthetic reinforcement. The soil/aggregate-geosynthetic interface was modeled by a three-node fabric element and neighbouring six-node no thickness interface elements. Various levels of interface bonding conditions were studied. The mechanistic model was employed to compare responses predicted from isotropic and cross-anisotropic characterizations of the granular base layer in an unreinforced and geosynthetic reinforced conventional flexible pavement. Results indicated that the use of high stiffness geosynthetic reinforcement typically reduced critical pavement responses.

Keywords: geosynthetics, flexible pavements, finite elements, interface, modulus anisotropy

1. INTRODUCTION

Geotextiles and geogrids are the most popular type geosynthetics used in the road construction industry. Both geogrids and high-strength woven geotextiles can perform as tensile reinforcement for aggregate base courses. Geogrids and high strength geotextiles can also be used to increase stability and improve performance of weak road foundation soils by providing subgrade restraint during construction.

Subgrade restraint design is the use of a geosynthetic placed at the subgrade/ subbase or subgrade/base interface to increase the bearing capacity or the support of construction equipment over a weak or soft subgrade. Adding a geosynthetic layer can increase bearing capacity of a pavement structure by forcing the potential bearing capacity surface to develop along alternate, higher shear strength surfaces. The lateral restraint and/or membrane tension effects may also contribute to load carrying capacity. Geosynthetics can also be used over weak subgrade soils to provide a working platform for construction equipment.

If geosynthetics are used for the pavement design purpose, it is usually referred to as base reinforcement, which is typically applied to support vehicular traffic over the life of a pavement structure. Therefore, base reinforcement design utilizes an

empirically derived traffic benefit ratio or base course reduction factor to quantify contribution of the geosynthetic reinforcement. Geosynthetic reinforcement appears to have the greatest potential for a successful and beneficial application in low to moderate volume roads having thin asphalt surfaces and substantially thick unbound granular layers. These benefits are often realized by extending pavement life or by reducing base course thickness with enhanced structural performance. Absence of suitable mechanistic based pavement design methodologies, however, limits the use of geosynthetic reinforcement in roadways by transportation agencies.

In the last decade, there has been a significant move towards adopting a mechanistic based design for pavements. The general components of a mechanistic-empirical (M-E) design procedure are: (1) a pavement structural model to calculate as accurately as possible the critical pavement responses (σ, ε, A) and (2) transfer functions or pavement distress models to translate those responses into measures of pavement performance. The design process then entails iteratively adjusting the pavement structure until the desired level of performance and reliability are achieved. A finite element (FE) model of the pavement layered structure no doubt provides the most modern technology and the state-of-the-art sophisticated characterization of the pavement materials that can easily accommodate in the analysis nonlinear, stress dependent and often anisotropic pavement layer properties, irregular geometries, and geogrid base reinforcement. This paper presents analytical findings obtained from an FE based structural model recently developed at the University of Illinois and used for the mechanistic analysis of geosynthetic reinforced pavements. The needs for advanced material characterizations and layer interface modeling are emphasized to demonstrate the technical advantage of geosynthetic reinforcement.

2. PAVEMENT MATERIAL CHARACTERIZATION

2.1 Asphalt concrete and subgrade soil

In the pavement structure, both the top asphalt concrete (AC) layer and the subgrade soil are modeled as isotropic materials. The AC layer is modeled as linear elastic with only 2 elastic material constants, elastic or resilient modulus (M_R) and Poisson's ratio (v), used as inputs. For the subgrade layer, the nonlinear soil behavior is considered. The resilient modulus of fine-grained subgrade soils is dependent upon the stress state. Typically, soil modulus decreases in proportion to the increasing stress levels thus exhibiting stress-softening type behavior. The constitutive relationships are primarily established between the resilient modulus and the deviator stress for fine-grained subgrade

soils. The bilinear or arithmetic model is the most commonly used resilient modulus model for subgrade soils (Thompson and Elliot, 1985). The bilinear soil model used in the developed mechanistic model is expressed as follows:

$M_R = K_1 + K_3 x(K_2 - \sigma_d)$ When $\sigma_d \leq K_2$ (1)

$M_R = K_1.K_4 x(\sigma_d - K_2)$ When $\sigma_d \geq K_2$ (2)

where K_1, K_2, K_3, and K_4 are material constants obtained from repeated load triaxial tests and σ_d (=$\sigma 1 - \sigma_3$) is the deviator stress. According to Thompson and Elliot (1985), the value of the resilient modulus at the breakpoint in the bilinear curve, K1, can be used to classify fine-grained soils as being soft, medium or stiff.

2.2 Unbound aggregate base

Resilient modulus models, such as the K-θ model by Hicks and Monismith (1971), Uzan (1985) model consider the effects of stress dependency for modeling the nonlinear behavior of base/subbase aggregates and are generally suitable for FE programming and practical design use. Especially, the Uzan model considers the effects of both confining and deviator stresses and therefore handles very well the modulus or stiffness increase with increasing vertical and horizontal stresses in an unbound aggregate layer. The Uzan (1985) model is expressed as follows:

$$M_R = K_1 \left(\theta / p_o\right)^{K_2} \left(\sigma_d / p_o\right)^{K_3}$$

where $\theta = \sigma 1 + \sigma_2 + \sigma_3 = \sigma 1 + 2\sigma_3$ = bulk stress, $\sigma_d = \sigma 1 - \sigma 3$ = deviator stress, p_o is the unit pressure of 1 kPa, and K1, K_2, and K_3 are multiple regression constants obtained from repeated load triaxial test data on granular materials.

Due to its simplicity and ease in material constant evaluation, the Uzan model is used in the developed mechanistic model as the nonlinear characterization model for granular materials. The unbound aggregate layers can be modeled either as isotropic with the assignment of MR and v or cross-anisotropic, which requires the following 5 material properties: horizontal modulus (M_R^h), vertical modulus (M_R^v), shear modulus (G_R), and in-plane (v_h) and out-of-plane (v_v) Poisson's ratios. An Uzan (1985) type resilient modulus model can effectively be developed for all the three moduli in accordance with the cross-anisotropic characterization of pavement granular layers (Tutumluer and Thompson, 1997 and Tutumluer et al., 2003).

2.3 Geosynthetic reinforcement

A three-noded axisymmetric membrane element is used in the FE mesh to model the geosynthetic reinforcement. The membrane elements are capable of resisting loads in tension but they have no resistance to bending. The membrane element strain components are axial membrane strain and hoop strain in the meridional and circumferential directions for the axisymmetric displacement field. The axisymmetric membrane element, which was more of bar element in the axisymmetric analysis plane, was incorporated for geogrids into the developed axisymmetric nonlinear FE program.

2.4 Soil/aggregate-geogsynthetic interface

Conventional no-thickness interface elements have been used to model the soil/aggregate-geosynthetic interfaces (Goodman et al., 1968; Clough and Duncan, 1969; Desai et al., 1984). In this study, a similar no thickness, 6-noded interface element was chosen to be compatible with the 3-noded membrane and 8-noded continuum elements. Figure 1 shows the 6-noded interface element, which considers shear and normal stiffnesses by the six springs connecting top and bottom nodes. The normal and shear spring coefficients, k_n and k_s, are in fact analogous and similar in units (kPa/m) to the modulus of subgrade reaction in the problem of a beam/slab resting on elastic foundation. The strain energy of a distributed uniform foundation modulus k is therefore equated to the strain energy of concentrated spring stiffness. Various bonding conditions were assumed and studied at the geosynthetic-base/subgrade interfaces by varying k_s input values.

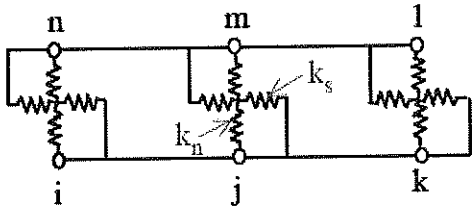


Figure 1. Six-noded no-thickness interface element detail

The linear elastic relation of the 6-noded interface element associating local stresses to relative local displacements can be expressed using shear stiffness, k_s, and normal stiffness, k_n, which depend on the applied normal stress σ_n and the roughness or friction properties of the interface (Desai, 2001). Varying the shear stiffness of the interface element, one can specify various geosynthetic bonding conditions: perfect bonding; partial bonding; or no geosynthetic case for which shear strength of the corresponding aggregate layer or soil-aggregate interface is considered.

3. DEVELOPED MECHANISTIC RESPONSE MODEL

The geosynthetic-reinforced flexible pavements are modeled as axisymmetric solids consisting of either linear or nonlinear elastic layers to employ nonlinear resilient response models. Incremental loading is considered in the nonlinear analysis for a proper characterization of stress dependency and handling of residual compaction stresses.

A typical conventional flexible pavement studied consisted of a 76-mm thick AC layer and a 254-mm unbound aggregate base course. A uniform pressure of 828 kPa was considered to simulate an overloaded truck tire pavement loading applied over a circular area with a radius of 102 mm. The element types used and the material properties assigned in the developed FE model are given in Table 1.

The unbound aggregate base layer was modeled both isotropic, and cross-anisotropic. The Uzan model parameters used in the nonlinear isotropic and anisotropic unbound aggregate base models are given in Table 1. The unit pressure p_0 term was needed to make the K1, K_2, and K_3 model parameters, assigned for the vertical, horizontal, and shear modulus models, to carry actual pressure units in kPa or MPa.

Table 1. Material properties assigned in the linear and Nonlinear mechanistic FE analyses

Materials	Element	Thickness (mm)	E (MPa)	ν	Material Properties			
AC	8-noded solid	76	2,758	0.35	Isotropic and Linear Elastic			
Base	8-noded solid	254	207 or 124		Nonlinear: $M_R = K_1(\theta/p_0)^{K_2}(\sigma_d/p_0)^{K_3}$			
					K_1 (kPa)		K_2	K_3
				ν_v	Vertical Resilient Modulus Parameters			
				0.4	4100		0.64	0.065
				ν_h	Horizontal Resilient Modulus Parameters			
				0.1	615		3.416	-2.808
				-	Shear Modulus Parameters			
				-	1435		0.834	-0.167
Subgrade	8-noded solid	-	28 or 41		Nonlinear: *Bilinear or Arithmetic Model*			
					K_1 (kPa)	K_2 (kPa)	K_3	K_4
					41,369	41	1000	200
Geosynthetic (at base-subgrade interface)	3-noded membrane	1.27	5,516	0.1	Isotropic and Linear Elastic			

The geosynthetic modulus of 5516 MPa listed in Table 1 is clearly greater than the typical values obtained from standard tensile strength tests for most geogrids and geotextiles. Since the mechanisms of soil/aggregate-geosynthetic

interaction have not been clearly identified yet, such a high value of geosynthetic modulus was used to better emphasize the experimentally observed benefits of geogrid/geotextile reinforcement in field applications. Also, this was primarily to offset the lack of understanding or proper modeling of the complex interaction and interlock between the soil/aggregate and geogrid. Eiksund et al. (2002) also investigated the effects of varying geogrid stiffness on reducing pavement surface deformations and concluded that relatively high values of reinforcement properties and improved interface analysis techniques were needed to best demonstrate the experimentally observed geogrid benefits.

4. INTERFACE MODELING RESULTS FOR GEOSYNTHETIC-REINFORCED PAVEMENT SYSTEM

Table 2 lists the interface properties used for the two different interface modeling approaches studied; the mechanistic FE model developed in this study and also the commercial ABAQUS™ FE program contact model. The soil/aggregate-geosynthetic interface in the developed mechanistic model was represented by the membrane element and the neighboring 6-node interface elements. The normal and shear springs placed between continuum and membrane elements provided relative movements depending upon the spring stiffnesses (k_s and k_n). The normal interface springs were assigned a high value of $k_n = 2442.6*10^6$ kPa/m to maintain continuitysn and prevent overlapping or punching-through the neighboring elements. The base and subgrade soil layers were assigned constant moduli of 207 and 28 MPa, respectively. Various levels of interface bonding conditions were studied by varying the shear stiffness, k_s, in the interface element. Interface relative displacements typically decreased as the shear stiffness k_s assigned to each interface increased. The highest value of k_s (=2,714*10^6 kPa/m) corresponded to the sperfect bonding condition. The maximum relative displacements varied from 25*10^{-6} to 4,140*10^{-6} mm in the top and bottom interfaces, which were assigned equal shear stiffnesses in this analysis. Such small magnitude relative displacements predicted, therefore, indicated no large movement or slip condition of the geosynthetic was taking place at the base-subgrade interface.

Table 2. Interface properties in the mechanistic model and ABAQUS™ FE analyses

Interface Element	Developed Mechanistic FE Model		ABAQUS™		Friction angle ϕ
	k_n (*10^6 kPa/m)	k_s (*10^6 kPa/m)	E_{slip} (mm)	Friction coefficient μ	
6-node spring interface	2,442.6	1.4; 4.1; 16.3; 135.7; 2,714	-	-	-
Interface Contact Model (ABAQUS™)	-	-	0.25	1	45°

Table 3. Comparison of predicted pavement responses from linear analysis

Pavement Responses	UNREINFORCED		PERFECT BONDING		WITH INTERFACE ELEMENTS	
	ABAQUS™	Mechanistic FE model	ABAQUS™	Mechanistic FE model	ABAQUS™ (Interface E_{slip}=0.25mm, μ=1)	Mechanistic FE model (k_s = 4.1*10^6 kPa/m)
δ (mm) surface	0.884	0.884	0.859	0.861	0.861	0.861
ε_t (με) bottom of AC	-275 (tension)	-274	-271	-271	-271	-271
ε_v (με) top of subgrade	658	631	595	593	595	592
σ_v (kPa) top of subgrade	21.7	19.9	20.1	20.3	20.1	20.0

In the ABAQUS™ axisymmetric FE model, the three-noded axisymmetric membrane (MAX2) was used to model geosynthetic reinforcements. The ABAQUS™ contact model was assigned various bonding conditions to represent the frictional resistance at the soil/aggregate-geogrid interfaces. The friction coefficient μ= (tanφ) and elastic slip E_{slip} were the required inputs to ABAQUS™ contact model. The main goal was to validate the developed mechanistic model interface behavior and to determine a set of input properties for each analysis to yield similar pavement responses. The developed mechanistic FE model pavement response predictions were therefore compared to ABAQUS™ FE analysis results. The prediction results showed good agreement between the mechanistic FE model and the ABAQUS™ solutions when the shear stiffness k_s was taken as 4.1x10^{6}KPa/m (15,000 pci) in the 6-noded interface elements corresponding to ABAQUS™ contact model inputs of μ = 1 and E_{slip} = 0.25 mm.

Table 3 shows very good agreement in the critical pavement responses predicted at the centerline of circular wheel loading from the mechanistic FE model developed in this study and the ABAQUS™ linear elastic runs considering three different interface bonding conditions: (1) unreinforced, (2) perfect bonding of the geosynthetic, and (3) partial bonding of the geosynthetic by the use of interface elements.

5. COMPARISONS OF FE MECHANISTIC MODEL LINEAR AND NONLINEAR ANALYSES

The mechanistic FE model was next used to analyze the pavement system with the stress dependent base and subgrade modulus models (given in Table 1) employed in the nonlinear solutions. The base course resilient modulus distributions predicted from the nonlinear analysis ranged from 170 MPa on top to 100 MPa at the bottom of the layer as obtained from the nonlinear Uzan (1985) model. Based on these results, an average constant layer modulus of 124 MPa was

calculated in the base course for use in the linear elastic analysis. Similarly, the subgrade moduli computed from the nonlinear analysis ranged from 38 MPa on top to 45 MPa at the bottom of the mesh as obtained from the bilinear approximation. Accordingly, an average constant layer modulus of 41 MPa was assigned to the subgrade for use in the linear elastic analysis. Table 4 lists pavement responses predicted at the centerline of loading from both the linear and nonlinear elastic analyses considering the three different interface bonding conditions: (1) unreinforced; (2) perfect bonding of the geosynthetic; and (3) partial bonding of the geosynthetic by the use of interface elements. The partial bonding case also considered a shear stiffness input of $k_s = 4.1*10^6$ kPa/m. Typically, similar surface deflections were predicted in the pavement from both the linear and nonlinear analyses for the different bonding conditions.

A comparison of the linear and nonlinear isotropic analysis results, presented in Table 4, indicates slightly higher vertical strains/stresses on top of the subgrade predicted from the nonlinear analysis, which makes it critical to consider in pavement analysis. Predicted percent decreases in pavement responses when going from the unreinforced section to geogrid reinforced section are also listed in Table 4. The percent decreases of pavement responses from unreinforced to reinforced are generally higher in the nonlinear analyses. The vertical subgrade strains are successfully reduced with the use of geogrid reinforcement for up to 24% of the original strain levels in the unreinforced pavement sections considering only the isotropic analyses.

6. COMPARISONS OF FE MECHANISTIC MODEL NONLINEAR ANALYSES FOR ISOTROPIC AND CROSS-ANISOTROPIC BASE COURSE CHARACTERIZATIONS

The results discussed in the previous section were obtained from isotropic linear and nonlinear analyses. A cross-anisotropic material representation in the granular base layer was also considered by assigning different resilient modulus properties in the horizontal and vertical directions. The model parameters used in the anisotropic modulus models, given in Table 1, were obtained from previous research studies (Tutumluer et al., 2003).

Table 4 compares critical pavement responses predicted from the isotropic and cross-anisotropic aggregate base characterizations. In general, the predicted pavement responses were much higher when cross-anisotropy was considered. In other words, the percent decreases of pavement responses from unreinforced to reinforced section are much higher in the anisotropic analyses, up to 39% for subgrade vertical strains. These findings are in agreement with the results by Eiksund et al. (2002), who also studied the effects of anisotropic base course modulus characterizations on the response of geogrid reinforced flexible pavements.

Tablo 4. Predicted pavement responses from linear and nonlinear analyses

Pavement responses	Linear Analysis Results (% Reduction from Unreinforced)					
	Isotropic Base			Anisotropic Base		
	Unrein-forced	$k_s = 4.1*10^6$ kPa/m	Perfect bond	Unrein-forced	ks = $4.1*10^6$ kPa/m	Perfect bond
δ_v (mm) surface	0.836	0.818 (2.1%)	0.815 (2.4%)	0.889	0.853 (4.0%)	0.848 (4.6%)
ε_R (με) bottom of AC	-347	-344 (1.0%)	-343 (1.2%)	-375	-363 (3.1%)	-361 (3.5%)
ε_v (με) top of subgrade	895	701 (21.7%)	728 (18.7%)	1306	827 (36.6%)	848 (35.1%)
σ_v (kPa) top of subgrade	40	38 (5.8%)	39 (2.3%)	46	39 (14.7%)	41 (10.1%)
Pavement responses	Nonlinear Analysis Results (% Reduction from Unreinforced)					
	Isotropic Base			Anisotropic Base		
	Unrein-forced	$k_s = 4.1*10^6$ kPa/m	Perfect bond	Unrein-forced	$k_s = 4.1*10^6$ kPa/m	Perfect bond
δ_v (mm) surface	0.836	0.815 (2.4%)	0.813 (2.7%)	0.889	0.856 (3.7%)	0.851 (4.3%)
ε_R (με) bottom of AC	-340	-335 (1.5%)	-334 (1.8%)	-373	-361 (3.2%)	-359 (3.8%)
ε_v (με) top of subgrade	946	719 (24.0%)	747 (21%)	1410	855 (39.4%)	872 (38.2%)
σ_v (kPa) top of subgrade	42	40 (4.7%)	42 (2.1%)	49	44 (11.2%)	45 (8.7%)

A very important indicator of geogrid/geotextile technical advantage or benefit in pavement reinforcement applications is the stiffening of the granular base and subgrade layers in the vicinity of the geosynthetic reinforcement referred to as the stiffening effect or the stiffened zone. Figure 2 shows the vertical moduli predicted from anisotropic analyses in the base and subgrade layers just above and below the geosynthetic reinforcement when placed at the base-subgrade layer interface in the reinforced sections. As shown by the overlaid modulus contours in Figure 2, the reinforced section caused modulus increases both in the subgrade and base layers, especially on top of the subgrade. The natural consequence of this stiffening effect is to effectively reduce the critical pavement responses, such as the vertical compressive strain/stress on top of subgrade responsible for the rutting of the subgrade layer.

7. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The use of geosynthetics as base reinforcements in road pavements can lead to considerable improvements in pavement performance. To analytically model such a geosynthetic reinforcement mechanism, an axisymmetric finite element model was developed to mechanistically solve for the layered pavement responses due to traffic loading and investigate the structural benefit provided by geosynthetic base reinforcement in flexible pavement design. The mechanistic model approximates the wheel load by a circular uniform load and computes pavement elastic responses from axisymmetric stress analysis with continuum elements used to represent pavement layers, fabric or membrane elements to model the

geosynthetic, and interface spring elements to model the soil/aggregate-geosynthetic interfaces. An investigation of the geogrid/geotextile reinforcement mechanism was undertaken by varying the shear stiffnesses in the interface elements to specify various levels of interface bonding, i.e., perfect bonding, partial bonding with geogrid and no geogrid (unreinforced) for the linear and nonlinear analyses that considered both isotropic and anisotropic base course characterizations. As the spring shear stiffness k_s of the no thickness interface elements increased, predicted pavement responses of the partial bonding cases approached to predicted pavement responses of the perfect bonding case. Good agreement was achieved between the mechanistic model and the ABAQUS^{TM} predictions when interface elements were assigned a spring shear stiffness k_s of 4.1 x 10^6kPa/m and the ABAQUS^{TM} interface contact model was assumed an elastic slip of 0.25 mm and friction coefficient of μ=1.

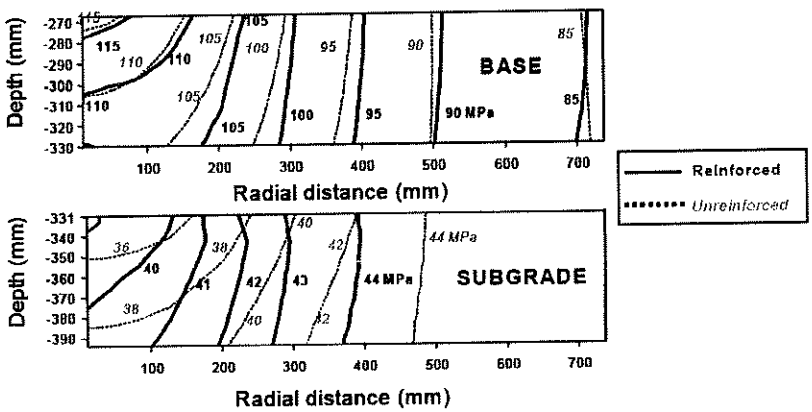


Figure 2. Predicted vertical modulus distributions from nonlinear anisotropic base characterization

Analysis results indicated that the performance of pavement structures can be enhanced by inclusion of geogrids and high strength woven geotextiles, especially between the base and subgrade layers, because geosynthetic reinforced sections commonly yield reduced critical pavement responses. The findings also indicated that the benefits of using geosynthetic reinforcements increased when: (1) nonlinear stress dependent aggregate base and subgrade soil layer moduli and (2) cross-anisotropy of the unbound granular layers were considered properly in the analyses. A stiffened zone around the geosynthetic reinforcement was determined by the increased modulus properties in the vicinity of the geosynthetic reinforcement.

Future research in this field should focus on improved modeling of the interface and the complex interaction and interlock between the soil/aggregate and geogrid

to better demonstrate through modeling the experimentally observed technical advantage of using geogrids and geotextiles for pavement base reinforcement.

8. REFERENCES

1. Clough, G.W. and Duncan, J.M. 1969. Finite element analyses of Port Allen and old river rocks. Geotechnical Engineering Report, TE-69-3, Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley, September.
2. Desai, C.S. 2001. Mechanics of Materials and Interfaces - The Disturbed State Concept, CRC Press LLC, Florida, pp.421-476.
3. Desai, C.S., Zaman, M.M., Lightner, J.G., Siriwardane, H.J. 1984. Thin layer Element for interfaces and joints. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol. 8, pp. 19-43.
4. Eiksund, G., Hoff, I., Svano, G., Want, A., Cuelho, E.V., Perkins, S.W., Christopher, B.R., Schwartz, C.W. 2002. Material models for reinforced unbound aggregate, Proc. 6th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways, and Airfields, Lisbon, Portugal, June.
5. Goodman, R.E., Taylor, R.L., and Brekke, T.L. 1968. A model for the mechanics of jointed rocks. Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 94, SM3.
6. Hicks, R.G. and Monismith, C.L. 1971. Factors influencing the resilient properties of granular materials, In Transportation Research Record 345, TRB, National Research Council, Washington, DC, pp. 15-31.
7. Thompson, M.R. and Elliott, R.P. 1985. ILLI-PAVE based response algorithms for design of conventional flexible pavements. In Transportation Research Record 1043, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 50-57.
8. Tutumluer, E. and Thompson, M.R. 1997. Anisotropic modeling of granular bases in flexible pavements, In Transportation Research Record 1577, TRB, Washington D.C., pp. 18-26.
9. Tutumluer, E., Little, D.N., and Kim, S.-H. 2003. Validated model for predicting field performance of aggregate base courses, In Transportation Research Record 1837, Journal of the Transportation Research Board, TRB, Washington, D.C., pp. 41-49.
10. Uzan, J. 1985. Characterization of Granular Materials, In Transportation Research Record 1022, TRB, National Research Council, Washington D.C., pp. 52-59.

REINFORCING CONCRETE WITH BRAIDED FIBRE REINFORCED COMPOSITE RODS

R. FANGUEIRO[1], G. SOUSA[1], F. SOUTINHO[1], S. JALALI[2], M. DE ARAÚJO[1]

[1]Department of Textile Engineering, University of Minho, PORTUGAL
[2]Department of Civil Engineering, University of Minho, PORTUGAL

ABSTRACT

This paper describes the work that is being done at the University of Minho concerning the development of braided rods for concrete reinforcement. A preliminary research study has been conducted to understand the mechanical behaviour of braided fabrics. Various samples have been produced varying the type of fiber (glass, polyester and aramid), the type of braided fabric (simple, hybrid and core reinforced) and in the latter case, the number of core reinforcing yarns. The tensile properties of these samples have been evaluated and the results presented. The influence of each factor on the tensile properties of braided fabrics has also been analysed and discussed. In order to produce braided reinforced composite rods to use as a concrete reinforcement, a special technique has been developed using a standard vertical braiding machine. The braided reinforced composite materials have been produced in a ribbed structure to improve adhesion between them and the concrete. Special samples have been prepared and tested to evaluate the adherence between both materials involved. The tensile and bending properties of braided reinforced composite rods have been evaluated and the results obtained presented and discussed.

Key Words: Concrete, braided fabrics, composite, reinforcement

1. INTRODUCTION

Concrete structures are subjected to repeated loading and to aggressive environmental agents which may lead to poor mechanical and durability performance of the structures with time. One of the most serious problems affecting concrete is corrosion of the steel reinforcement. As shown in Fig.1 corrosion may occur due to reaction of lime present in hydrated cement with carbon dioxide or to the action of chlorides. In the first case, the lime reaction with the carbon dioxide present in the atmosphere leads to a gradual decrease in concrete alkalinity. When the pH of the concrete cover is lower than 9 the compact oxide layer that protects the steel is destroyed, thus leading to the formation of electrochemical reactions which are responsible for the corrosion of the steel. The chloride ion attack is due mainly to migration of chlorides ions present in the vicinity of the structure. It is accepted that when the chloride ions reach a given critical amount the potential for steel corrosion increases significantly. This fact is particularly hazardous in marine or structures in contact with de-icing salts.

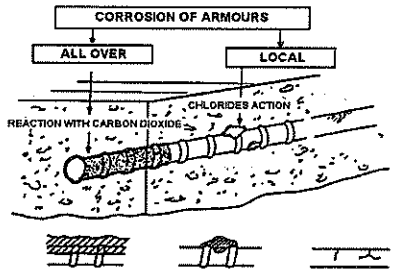


Figure 1. Corrosion of steel armours

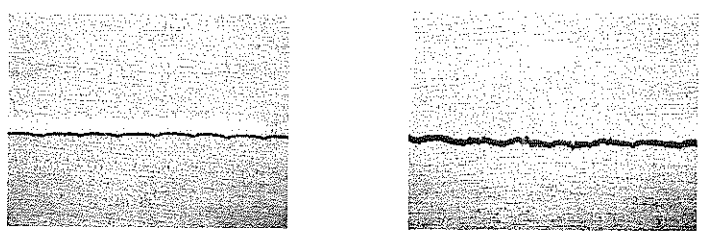
The braiding technique is probably the most ancient production process for textile structures. Normally used for ropes and cables, braided fabrics are also very interesting for composite reinforcements due to their characteristics: in-plane multiaxial orientation, conformability, excellent damage tolerance and cost. The braiding technique can produce a wide range of preforms for composite reinforcements (T´s, I's, hollow fabrics), however, the number of yarn bobbins in the braiding machine limits the dimensions of the fabric.

2. BRAIDED REINFORCED COMPOSITE RODS

In order to overcome problems encountered during previous research works on concrete reinforced by glass-braided fabrics, braided reinforced composite rods have been produced and tested. Moreover, the adhesion between concrete and composite rods has also been evaluated and discussed.

2.1 Production

The samples have been produced on a conventional braiding machine specially adapted to impregnate simultaneously the braided fabrics. In order to increase roughness of the braided reinforced composite material rods, and then its adhesion to the concrete, braided fabrics have been produced as a ribbed structure, as shown in Figure 2. This ribbed structure is provided by thicker yarns that are used in the braiding machine in a combination of 7 standard to 1 thicker yarn. For a stronger effect on roughness the number of thicker yarns could be increased during braiding the process.



(a) braided fabric **(b)** braided reinforced composite rod

Figure 2. Ribbed structure

The glass braided fabrics have been produced and simultaneously impregnated with a polyester thermosetting resin during the braiding process. The characteristics of the composite material rods produced are shown in Table 1.

Table 1. Characteristics of the composite material rods

Braided fabric type	Fibre type	Thickness (mm)	Fiber volume fraction (%)	Resin type
Core reinforced	Braiding yarns: 110 tex, E glass fiber Core reinforcement: 12 E glass fiber 900 tex rovings	3.7	63.44	polyester

2.2 Mechanical Properties

For the evaluation of the tensile properties of the braided reinforced composite rods produced, experimental work has been undertaken using a HOUNSFIELD universal tensile tester, according to ASTM D638 standard, at a cross-head speed of 1 mm/min. The results obtained are shown in Table 2 while Figure 3 shows the typical load-extension curve.

Table 2. Tensile properties of composite reinforced rods

Final Strength (MPa)	Extension at maximum stress (%)	Young's modulus (MPa)
946.81	6.93	17700

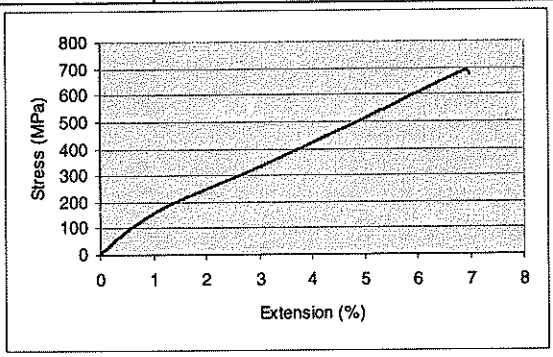


Figure 3. Typical stress-strain curve for braided reinforced composite rods

2.3 ADHESION TO THE CONCRETE

In order to evaluate the adherence between the braided composite rods and the concrete, 8 samples have been prepared, as shown in Figure 4. The samples have been tested (Figure 5) on an universal tensile tester, at a cross-head speed of 0.1 mm/s, according to standard NP EN 10002-1 usually used for steel. The braided composite rods have completely adhered to the concrete up to the breaking point.

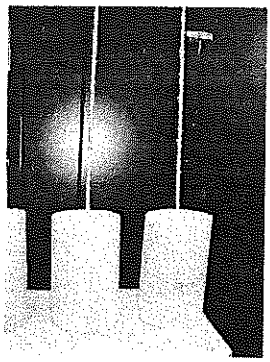


Figure 4. Samples for adherence test

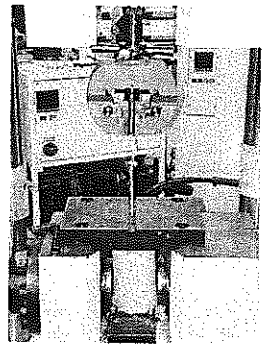


Figure 5. Adherence test

3. CONCRETE BEAMS REINFORCED BY BRAIDED REINFORCED RODS

3.1 Samples preparation

Three concrete beams reinforced by an armour of braided composite rods (Figure 6) and three concrete beams reinforced by an armour of steel were prepared. The dimensions of the beams are presented in Figure 7.

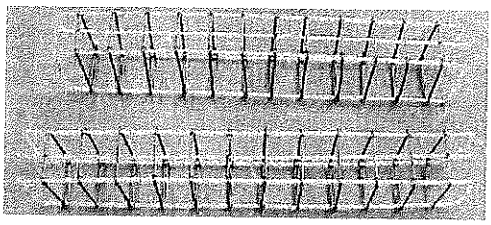


Figure 6. Composite rods reinforcements used

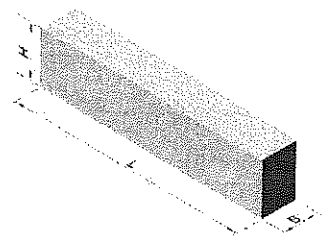


Figure 7. Beam dimensions (B=10 cm H=15 cm L=65 cm)

The curing process occurred in three different steps: 24h in the place where the beams were made; 20 days in water at a temperature of 20 ºC; 6 days at a room temperature of 20ºC. (Figure 8)

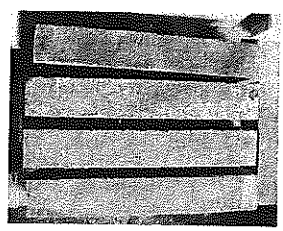


Figure 8. Concrete beams reinforced by composite rods

3.2 Testing and results

The beams have been tested in bending in a servo-controlled system with a speed of 10 μm/s. The displacements and the corresponding loads were registered. (Figure 9)

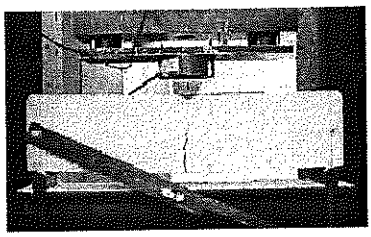


Figure 9. Three point bending test for concrete beams reinforced by composite rods

Tables 3 and 4 present the results obtained for each type of beam tested.

Table 3
Bending test results for beams reinforced by steel

	Strength (KN)	Elongation at failure (mm)
Beam 1	58.1	4.4
Beam 2	63.3	2.5
Beam 3	60.1	3.4
Mean	60.5	3.4

Table 4
Bending test results for beams reinforced by composite rods

	Strength (KN)	Elongation at failure (mm)
Beam 1	32.5	8.2
Beam 2	30.3	4.8
Beam 3	30.7	6.4
Mean	31.3	6.5

Figure 10 presents a beam after teting. The broken braided reinforced composite rods are shown.

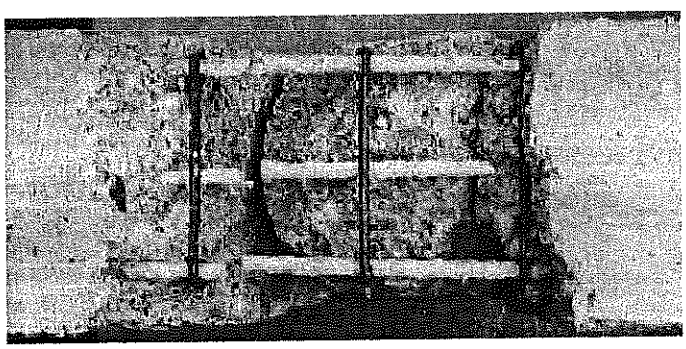


Figure 10. Beam produced with braided reinforced composite rods after testing

Figure 11 presents the load-deformation curves for each type of beam tested.

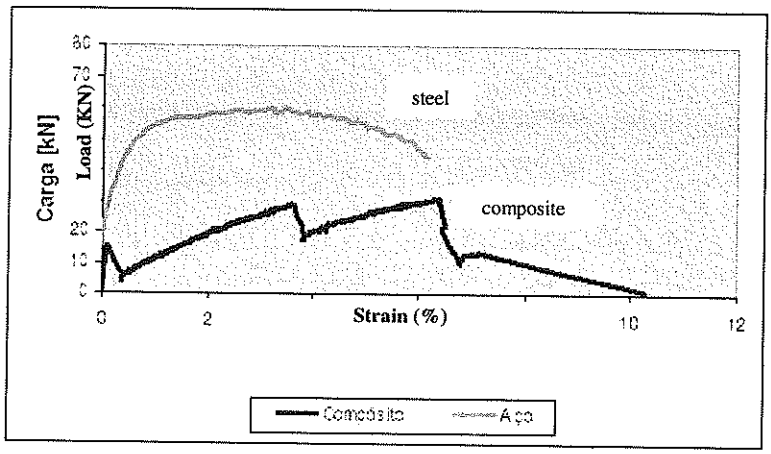


Figure 11. Load-strain curves for concrete beams reinforced by composite rods and steel

4. CONCLUSIONS

Analysing the results obtained and the correspondent load-extension curves it is possible to detect different performances between both types of beams tested. The steel reinforced beams carry twice as much load compared to composite reinforced beams. Moreover, strain values of the steel reinforced beams are lower than those obtained for beams reinforced by the composite rods. In the load-strain curves obtained for the composite reinforced beams, three peaks are visible that correspond to the breaking point of each of the composite rods used. These peaks show that the rods in the reinforcement are not stressed simultaneously. Moreover, the first peak indicates that the reinforcement is not bearing the full load at the initial stage of testing. This behaviour is probably due to the rather loose state of the composite rods that are tensioned only after some considerable deformation of the beam. Another problem encountered is the fact that composite rods have a lower modulus of elasticity when compared to that of the steel rods used, i.e. 18 GPa compared to 210 GPa.

Further research work is being undertaken in order to overcome the problems encountered and reported in this work. The technology used to produce the braided composite rods is being improved in order to allow the placement of straight fibers inside the braided fabric and to allow a better distribution of the resin. The samples are now being produced with a higher density of roving in the core so that the mechanical properties of the material may be improved. Also, the beams will be longer in order to enable four point bending tests to be performed so that the results obtained may be more representative.

REFERENCES

1. Coutinho, A. de Sousa, Gonçalves, Arlindo (1988), "Fabrico e Propriedades do Betão"; vols I, II e III, Lisboa.
2. Fangueiro, R.; Soutinho, F; Jalali, S. and Araújo, M. (2004), Development of Braided Fabrics For Concrete Reinforcements, Proceedings of 4rd AUTEX CONFERENCE, Roubaix, France, 22-24 June.
3. Ferreira, José (2003), Desenvolvimento de Estruturas de Reforço para Componentes de Veículos Automóveis, Relatório de Estágio, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.
4. Ko, F.K., (1989), "Three dimensional Fabrics for composites", Textile Structural Composites: Series 3, Chou, T.W. and Ko, F.K., Editors, Elsevier, New York.
5. Mendes, M T., Gonçalves S. C., Alves, S. M.(2004), "Elementos Estruturais Entrançados para Reforço do Betão", Projecto da Universidade, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal
6. Pastore, Christopher, Ko, Frank and Harris, Harry (2004), "Braided Hybrid Composites for Bridge Repair and Construction",
7. Somboonsong, W. (1997), "Development of ductile hybrid fiber reinforced polymer (D-H-FRP) for concrete structures", *Ph.D.Thesis*, Department of Civil and Architectural Engineering, Drexel University, Philadelphia, PA, December.
8. Sousa, G. (2004), "Estruturas entrançadas para reforço do betão", Master Thesis, University of Minho, Guimarães, Portugal.

9. Raul Fangueiro, Professor, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: rfang@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.
10. Guilherme Sousa, Master Student, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: gmjs@clix.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.
11. Filipe Soutinho, Researcher, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: filipesoutinho@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.
12. Said Jalali, Associate Professor, University of Minho, Department of Civil Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: said@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 100, FAX: +351 253 510 100.
13. Mário de Araújo, Full Professor, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: mario.araujo@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN NANO FIBER MANUFACTURING AND APPLICATIONS

S. ADANUR, B. ASCIOGLU

Auburn University, Department of Textile Engineering, USA

INTRODUCTION

After the success of microfibers in textile engineering, the interest in nanofibers, nanotubes and other nanoparticles has increased over the last several years. The reason for this interest is exceptional properties of these nanoscale structures which would be advantageous in high performance applications.

Nanofiber Manufacturing

PVA nanofibers were produced using electrospinning method. Figure 1 shows the experimental system to manufacture PVA nanofibers. The basic electrospinning device includes power supply, pump (for stable solution flow), needle, syringe, and collector. The collector must be made of conductive material such as aluminum to gather the formed nanofibers. The solution concentration is an important factor in manufacturing nanofibers. There are several factors affecting manufacturing such as the amplitude of the voltage, the distance between the injection point and collector.

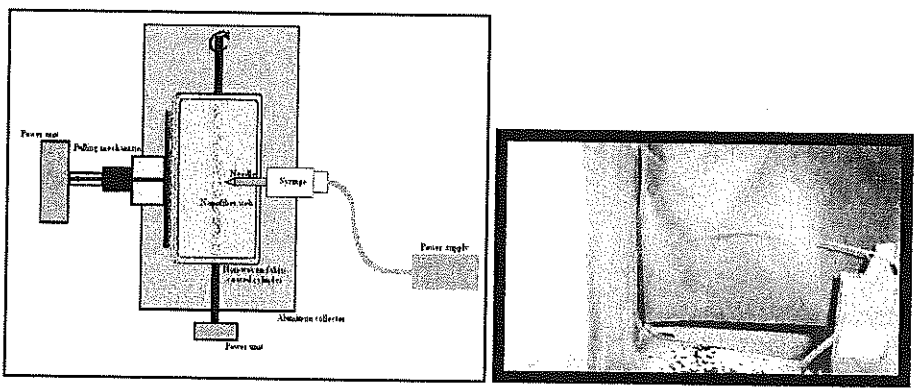


Figure 1. Experimental setup for electrospinning

The needle position from the collector can be adjusted to control the fiber flow. We covered the surface of the collector with nonwoven fabric to avoid the formation of a film layer for a long period of time. The optimum PVA solution is around 12-14%, which prevents solution drops. The typical nanofiber dimensions we obtained are 200-400 nm as shown in Figure 2.

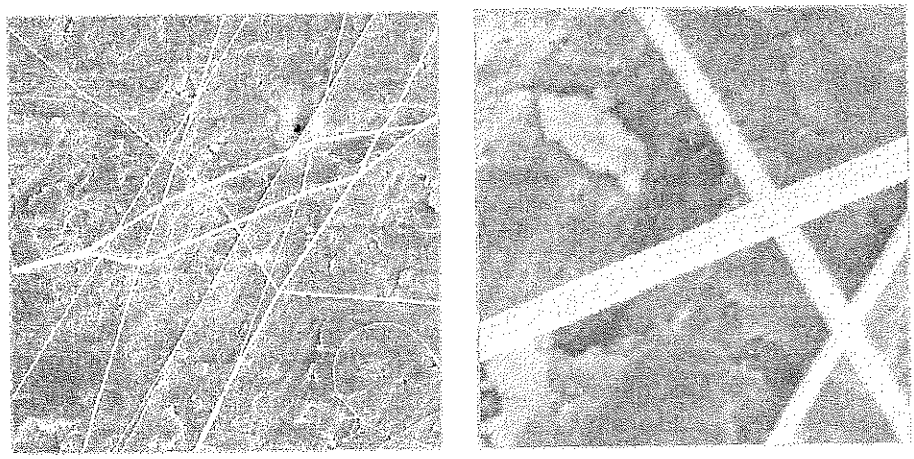


Figure 2. PVA nanofibers (magnification: 1000X (left) and 10000X).

Continuous manufacturing of yarns from nanofibers is a challenging task (Figure 3). The electric field should be somewhat controlled. The continuous yarn take up should also be provided. A small sample of yarn was produced and tested (Figure 4).

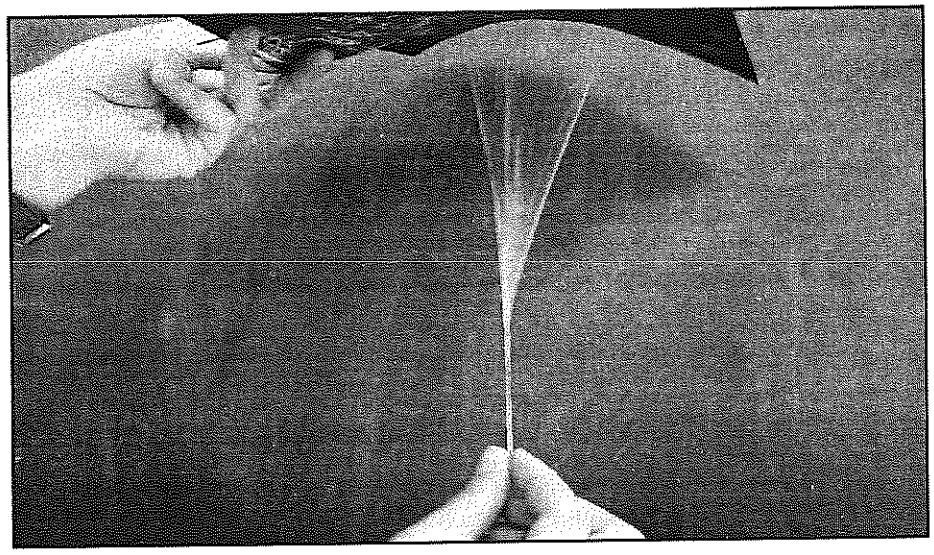


Figure 3. Twisting of nanofibers to obtain yarn

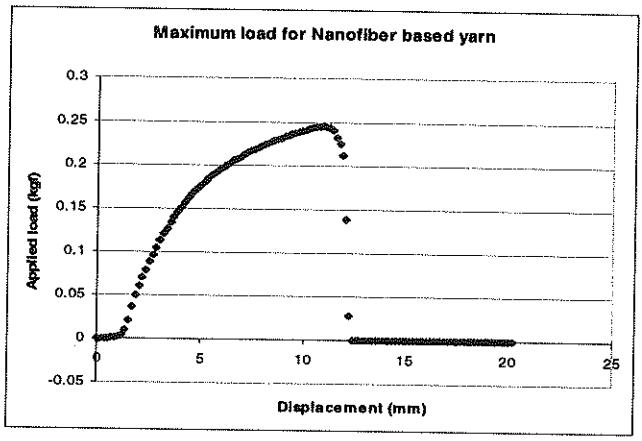


Figure 4. Yarn load-elongation curve

Although the nanofibers offer many advantages over macro and microfibers, their manufacturing is still in its infancy, which is the subject of this work supported by the U.S. the National Textile Center (NTC).

NANOTECHNOLOGY FOR THE FUNCTIONALIZATION OF TEXTILE MATERIALS

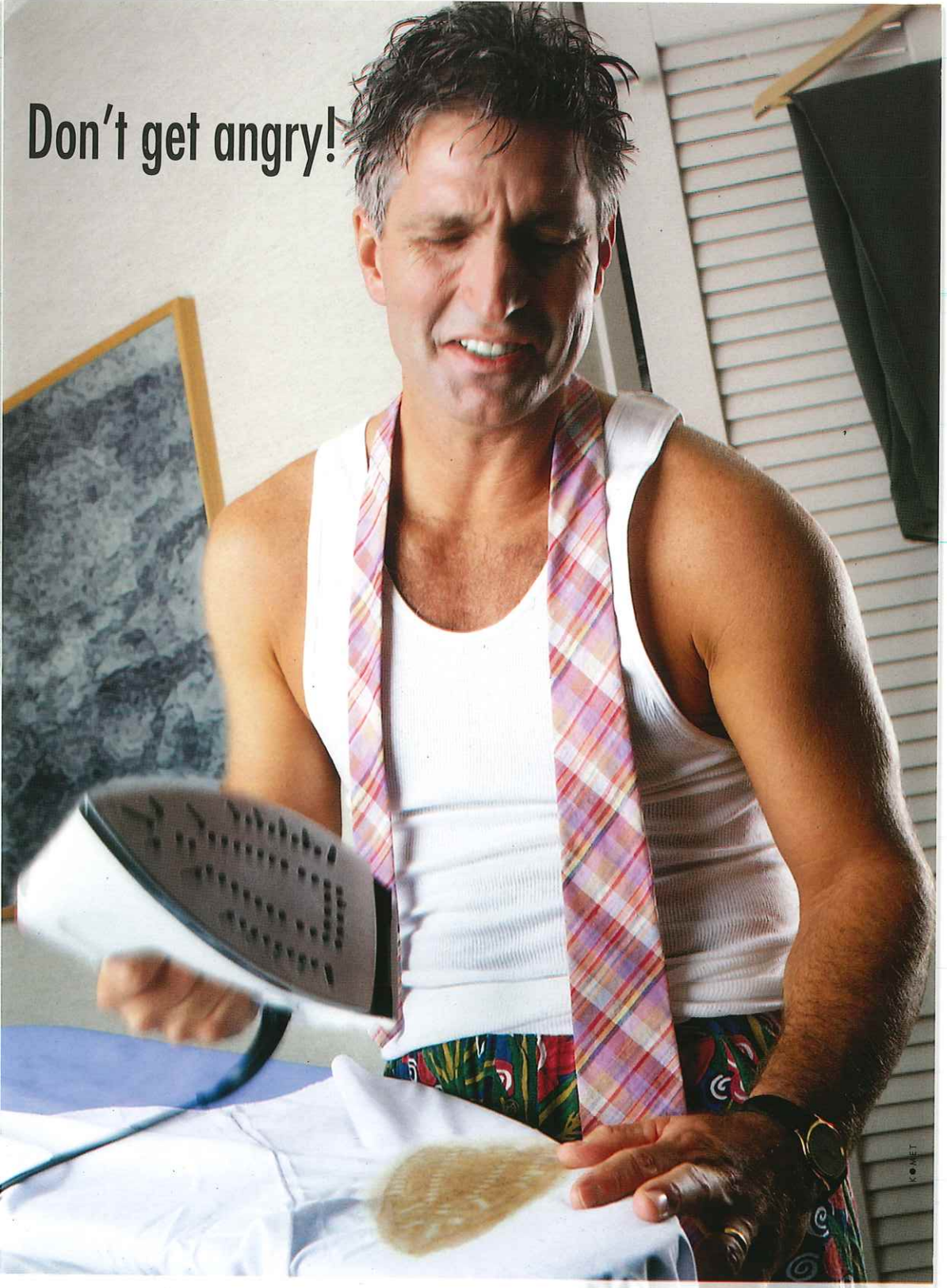
E. SCHOLLMEYER, J. ZORJANOVIĆ, T. TEXTOR, R. ZIMEHL, T. BAHNERS

Deutsches Textilforschungszentrum, GERMANY

Particles with particle sizes in the area of few nanometers are used increasingly for producing materials with specific qualities. Particularly due to their spectacular physical and chemical properties nano particles with particle size smaller than 100 nm enjoy a great popularity in research and in industrial applications. Such inorganic nano particles (e. g. metal oxide semiconductor) show special nano effect, that can be used to functionalize textile materials.

In this lecture we would like to show the possible field of application of the nano particles in the textile materials, from basic experiments to first construction elements. By coating textile materials with nano particles innovative materials with specific functional qualities can be produced. Multi-functional layers can be produced with sol gel technology. New material developments in materials science are the inorganic/organically hybrid materials. These polymers are derived from condensation reactions of alkoxy groups of organically modified silanes on the one hand and simultaneous cross-linking reactions of the organic modifications. The resulting networks consist as well of organic as inorganic domains. One focus of the textile coating with the above mentioned hybrid polymers was to affect surface specific properties especially hydrophobic, oleophobic and hydrophilic properties respectively. Recent studies show e. g. that the stab resistance of ballistic protection fabrics can be increased markly by a hard alumina modified hybrid polymer.

The capital point in this lecture is not to take particles on the textile surfaces but permanent and directly linking of nano particles (particles size < 100 nm) about chemical bonds on the polymer surfaces. A prefer process to realize this is the in-situ deposition by sol gel technology. TiO_2, SiO_2, ZnO, Al_2O_3 or encapsulated inorganic particles (e. g. super paramagnetic iron oxide) can be deposited directly on the surface about covalent bonds to come to materials with completely changed properties.



Use Anteks made Non-Iron 100% cotton fabric.

ATAÇ SUBSIDIARY

AKORSAN - ANTALYA tel: +90 242 258 10 10 web: www.anteks.com e-mail: dokuma@anteks.com

ANTEKS

COATING TEXTILES WITH INORGANIC-ORGANIC HYBRID POLYMERS

E. SCHOLLMEYER, T. TEXTOR, R. ZIMEHL, J. ZOJANOVIC, T. BAHNERS

Deutsches Textilforschungszentrum, GERMANY

Coatings based on inorganic-organic hybrid polymers, derived by the sol-gel process have an immense potential for creative modifications of surface properties with an comparatively low technical effort and at moderate temperatures. The coatings often combine properties of organic polymers with those of ceramic materials. Therefore those hybrid polymers are of an enormous interest for textile coatings mainly for technical textiles. These basic materials offer the opportunity to produce very hard but flexible coatings, especially by filling or modifying the networks with nano-particles. Approaches to modify such coatings by various inorganic or organic substances achieve a huge number of additional functionalities, asked in textile industries. Coatings of a thickness of less then one micron can act as effective barriers against chemical attacks, super-repellent surfaces can be created, the wear-resistance of textile materials can be improved. Certain coatings protect sensitive polymers against decomposition due to ultraviolet radiation using nanoparticles as employed in sun creams. Ballistic body wear based on fabrics protect against guns but it does not properly protect against knives, thin coatings based on inorganic-organic hybrid polymer filled with alumina nanoparticles achieved good stab-resistance for such products. Further approaches deal e.g. with reversible photochromic coatings – coatings that change its colour if irradiated with sun light, magnetic hybrid polymers or medical systems based on porous sol-gel-coatings with immobilized drugs that are released in contact with skin.

NEW DEVELOPMENTS FOR TRI-LAMINATES WITH HOTMELT

E. WEISS

Cavitec (Santex AG), SWITZERLAND

New technologies for three layer laminates of rolled goods (webs) with hotmelt adhesives are presented, including simultaneous both sides coating and lamination. For breathable membranes a process is introduced with congruent dots on both sides of the membrane, for better breathing values.

Keywords: lamination, coating, hotmelt, tri-laminate, simultaneous, permeability

Process development for tri-laminates in one pass started at Cavitec, a Swiss machine and technology supplier, already over 15 years ago, initiated by J.C. Villars, and it has been pursued ever since. Two different types of machines for manufacturing of web shaped tri-laminates in one pass were newly developed recently. One is the known CAVIFLEX machine modified for tri-laminates, the other is Cavi-BSC, a technology for simultaneous both sides coating and laminating.

Tri-laminates find their applications in various sectors, e.g. in the automotive interior, for breathable outerwear (outdoor and protective clothing), hygiene and medical use, reinforced composite materials, etc.

Examples of tri-laminates are:

- top fabric + foam + fine knit for automotive seating
- face fabric + membrane + lining for breathable outer wear

Two groups of hotmelt adhesives

For manufacturing of tri-laminates, it is important to briefly look at the two main groups of hotmelt adhesives.

Thermoplastic hotmelts don't need a reaction time, as they are already cross-linked when applied. The bonding of the layers is achieved by the plasticizing and solidification effected by temperature changes, and the process is reversible. Typical types of thermoplastic hotmelts are EVA, coPES, coPA, PSA.

The reactive hotmelts utilized in textile lamination are one-component polyurethanes (PUR), and they are cross-linked after the application. The cross-linking reaction takes place with water molecules from the surrounding humidity. Therefore, reaction time is required for a proper bonding effect, until the laminated rolls can be further processed. This process is not reversible, the solidification is permanent.

Two coating methods

The main coating method for lamination of roll goods is rotogravure printing, where a pattern of molten plasticized adhesive is printed with engraved roll method onto one of the layers and the next layer is then added to the first (see fig. 1). The other method is rotary screen printing, though less common, where the hot molten polymer is printed through a screen to the first layer, before the second layer is added (see fig. 2). The latter method is recommended only for reactive PU and lower melting thermoplastic hotmelt.

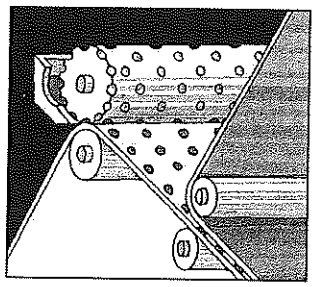


Figure1. Rotogravure hotmelt

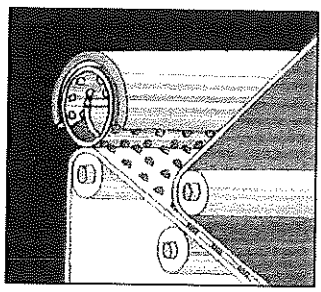


Figure 2. Rotary screen printing hotmelt printing

Lamination methods for tri-laminates

As 3 layers shall be bonded together, there are 2 bonding interfaces to be applied. This can be achieved in the following ways (see fig. 3):

- 2 passes with 1 machine (case A)
- 1 pass in 2 machines in series (case B)
- 1 pass in 1 machine with 2 coating and 2 laminating units (case C)
- 1 pass in 1 machine simultaneously with 1 coating and 1 laminating unit (case D)

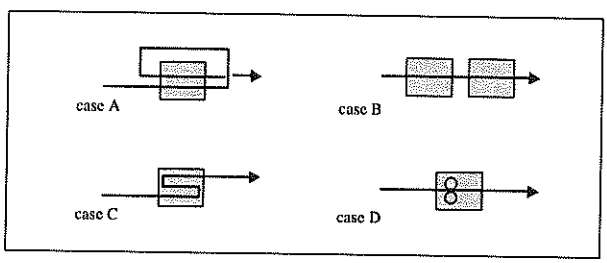


Figure 3. Possibilities to produce three-layer laminates

The Caviflex system

The particular characteristic of the Caviflex system are the exchangeable coating units. Four different coating methods can be applied in the same coating line (see fig. 4).

Available as exchangeable units are:

- engraved roll (Cavimelt)
- rotary screen (Caviscreen)
- multi-roll (Caviroll)
- slot die (Cavislot)

Without this possibility, a laminator has to decide at the time of the initial investment for one coating method, and has then to work with this method. Such a plant cannot easily be converted to another coating method without substantial modifications on the line, probably only by exchanging the entire coating machine. And after the conversion only the substitute method can be used.

With Caviflex there is full flexibility, as the modules can be exchanged within shortest time.

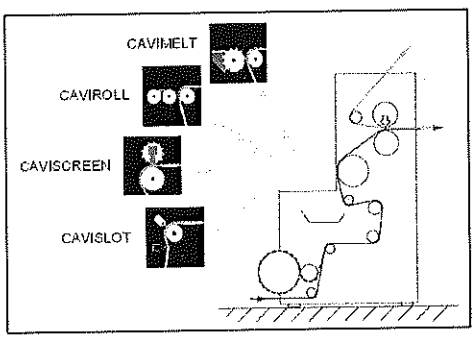


Figure 4. Caviflex with exchangeable coating units

Case C: Tri-laminate Caviflex

The Caviflex Tri-Laminate machine, as installed at a tier 2 supplier to the automotive industry in Germany, is equipped with 2 separate coating and laminating units. First, the center (middle) layer is coated with a hotmelt pattern by rotogravure printing on one side, and the first outer layer is added and laminated together in the laminating calender. Then, in a second separate coating unit within the same machine, the center (middle) layer is likewise coated on the other side by rotogravure printing, and the second outer layer is added and laminated, to get the three-layer laminate in one pass (see fig. 5).

This method of case C is not recommended if reactive polyurethane adhesive is used in the first lamination step. Time is required for cross-linking between the two steps. The risk of displacement of the layers does not allow a subsequent second lamination immediately after the first one. Therefore, a waiting time of 10 or more hours between the two laminations is required, and a method as per case A is to be applied, unless the two coating/lamination steps are done simultaneously as described in case D below.

A typical three layer laminate in the automotive industry is foam as center (middle) layer, laminated together with a cover fabric and a shell fabric on the back side.

A coating and laminating line for automotive interior materials is shown in fig. 6.

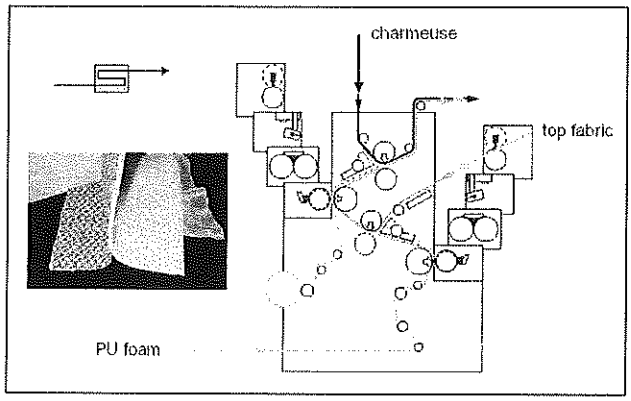


Figure 5. Process flow with 2 coating units in a Caviflex machine

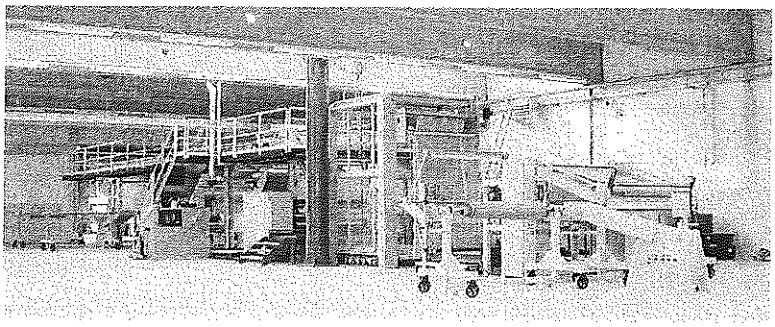


Figure 6. Caviflex coating & laminating line for automotive interior material

Case D: Simultaneous coating and laminating with Cavi-BSC

The Cavi-BSC process, with both-sided coating, has one combined coating unit for simultaneous front and back side coating. This simultaneous lamination allows the use of reactive PU adhesives for both sides in one step. The coating takes place simultaneously on both sides of the center (middle) layer in a combined coating unit. The web is guided horizontally through the double coating unit, with an engraved roll coating head below and a rotary screen printing head above. The two outer layers are added right after the both sided coating and laminated together in the laminating calender (see fig. 7, fig. 8).

With this method, reactive polyurethane hotmelt can be utilized for both laminations. Typical three layer laminates requiring reactive PU hotmelt are required for

protective clothing and outdoor wear, with a breathable membrane as center (middle) layer.

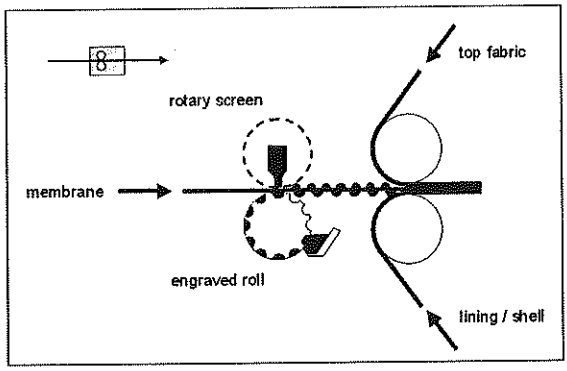


Figure 7. Processing principle of Cavi-BSC

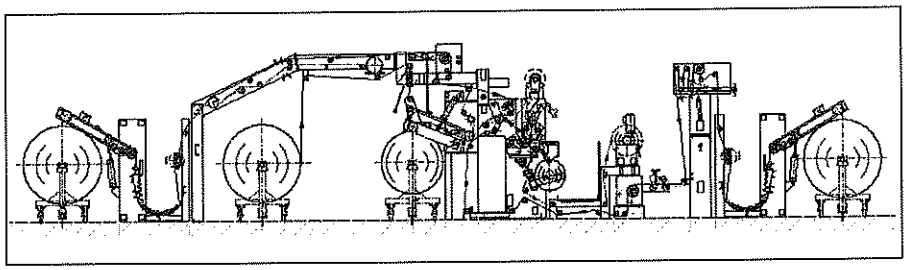


Figure 8. Line for simultaneous both sides coating & laminating

Congruent dots on both sides with PiP

Cavitec not only has a process for simultaneous coating and laminating of three layers, but has even a process allowing congruent alignment of the adhesive dots on both sides of a membrane.

In case of tri-laminates, with adhesive on both sides of the membrane, the breathing ability of the bonded product is reduced wherever the membrane area is covered with impermeable or badly permeable adhesives. The "free" surface area is decreased by the area of the adhesive dots. With membranes in tri-laminates, adhesive dots are on both sides of the membrane, of course. The dots are usually distributed at random, and are overlapping partly only, and some are entirely off.

Cavitec's Point-in-Point process (PiP) for congruent dots increases vapor permeability (breathing) around 30-40% as compared to dots randomly positioned

on both sides (see fig. 9). Therewith, either a superior product can be made with a good membrane, or an acceptable product with a lower priced membrane. Both result in considerable advantages for the producer.

This type of machine execution was supplied to the leading European membrane laminating company in Germany (see fig. 10).

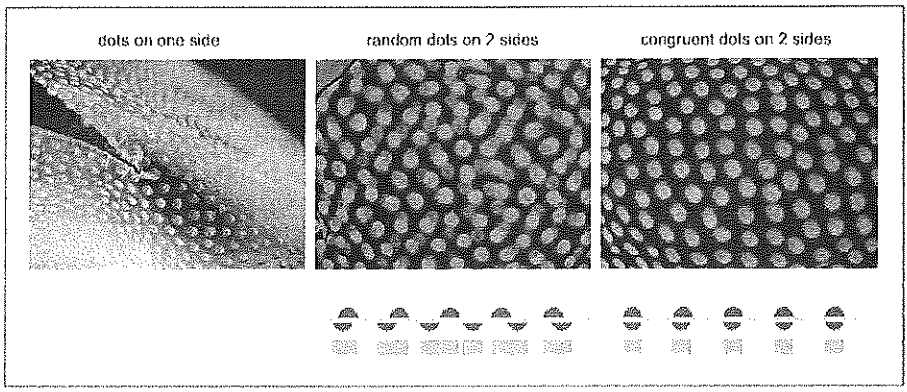


Figure 9. PiP process increases vapor permeability by 30-40%

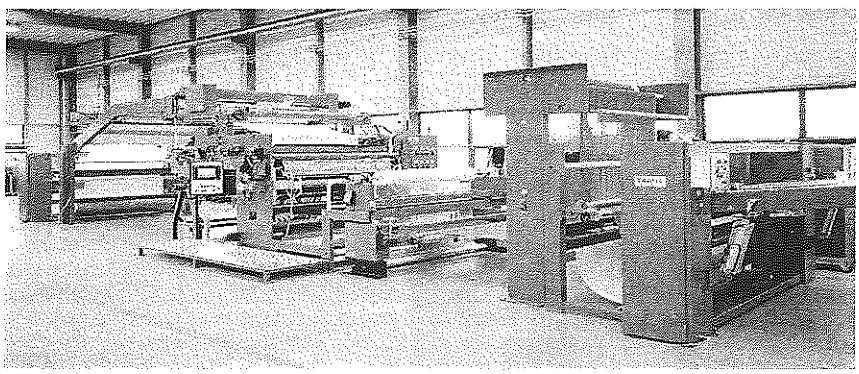


Figure 10. PiP line at factory check-out

Other alternative methods

Besides hotmelt coating and lamination, tri-laminates can also be done with powder coating in 2 passes. Cavitec is the technological leader in powder scattering units for all kinds of powders, pellets, chips, and alike. Three layer lamination is also possible during the thermobonding (thermal fusion) process of nonwoven, where a top and a bottom layer can be added and bonded together with the middle main layer in a SANTATHERM double belt oven, also in the program of Cavitec/Santex.

COATED AND LAMINATED FABRICS FOR FUEL CELLS

S. ADANUR

Auburn University, Department of Textile Engineering, USA

Fuel cells are the ideal energy alternative in the near future; they requireno recharging and they are pollution free, since the only chemical byproduct is water. They are suitable for both stationary and mobile use. Depending on the size, a fuel cell can generate enough electrical power to run a laptop computer, a small car or a city bus. Coated and laminated textile materials are used as membranes in fuel cells, which is one of the most critical elements of a fuel cell (Figure 1).

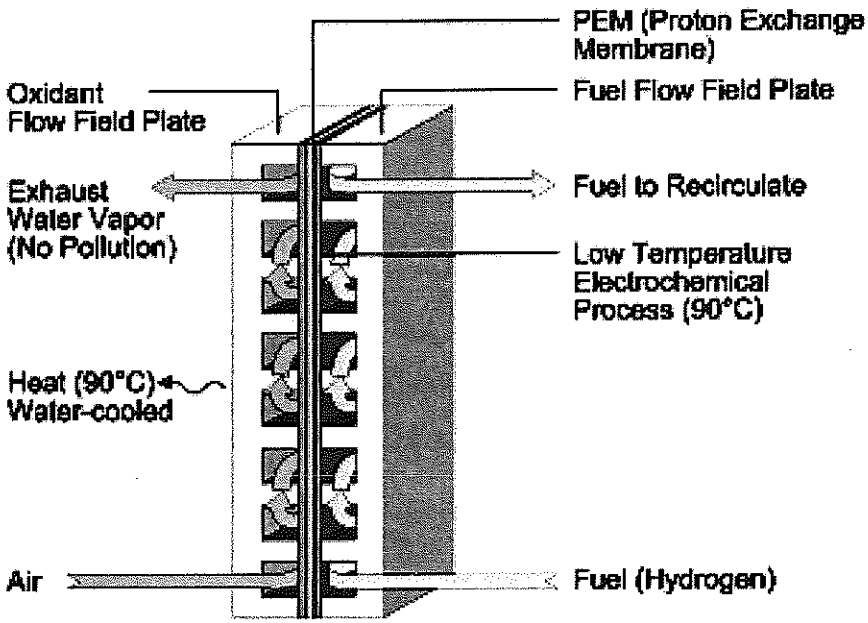
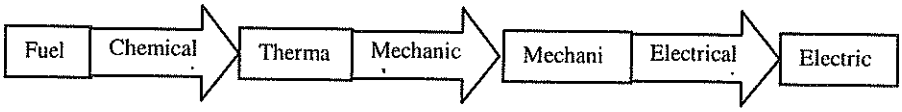


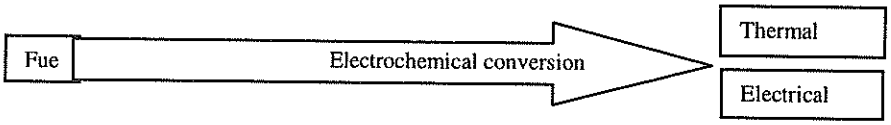
Figure 1. Schematic of a fuel cell (Ballard, Inc.)

A fuel cell is a battery that produces heat and electricity via an electrochemical reaction. In contract to servo motor power, fuel is converted to thermal and electrical energy directly, electrochemically, in a fuel cell. Schematics of the two systems are shown below:

Servo motor-power unit:



Fuel cell-power unit:



Our research focuses on the polymer electrolyte membrane (PEM) and gas diffusion layer. The current membrane uses a fluorinized Teflon® -based polymer membrane such as Nafion 112-117 from DuPont. The gas diffusion layer can be woven or nonwoven carbon, such as SGL or Lydall paper. Each fuel cell contains a membrane electrode assembly (MEA). The area of each membrane is approximately 25 cm^2. The membrane is 50-180 μm thick. The precise size and shape of the coated area is a concern in fuel cell manufacturing. Improving the MEA structure and manufacturing is the subject of the current project supported by the National Textile Center. The current fiber types, surface texture, coating formulations and processing is being studied. New polymers may be needed for membranes to improve the performance and durability of fuel cells.

FLAT KNITTING TECHNOLOGY APPLIED FOR MEDICAL APPLICATIONS

M. LEGNER

H. Stoll GmbH & Co. KG, GERMANY

INTRODUCTION (slide 1)

In the textile world subjects which relate to flat bed knitting are generally treated and discussed aside of the most common issues dominating the textile industry. The flat knitting industry represents an industrial branch of its own, related to the particular way of producing textiles and garments as well as because of its mostly direct involvement in the fashion and garment industry, which might influence this production sector more directly than the actual textile industry.

Speaking from the position of a machine manufacturer, the global flat knitting machine market however is larger than most might think, since about 10.000 new, electronic machines per year are built around the globe being adding up to an already existing high capacity of either automatic or hand driven machines.

Among this high number of machines, just of few are currently used for technical or non fashion related applications. However there is a growing interest in this technology, since the specific qualities of fabrics knitted on such machines as well as the exceptional way of production have been recognised for new technical applications.

RANGE OF TECHNICAL APPLICATIONS (slide 2)

Even so, that there are not many restrictions to use flat knitting machines for a vast range of technical applications, the major domains refer to various kinds of upholstery and support fabrics, medical textiles, frequently used in form of orthopaedic braces and compression garments, some metallic and wire mesh applications and textile substrates for composite products.

Since a presentation of all possibilities in the area of technical or industrial uses would extend the time required beyond the given period, we would like to restrict this documentation on medical textiles with specific characteristics produced on flat knitting machines.

PARTICULARITIES OF THE FLAT KNITTING TECHNOLOGY (slide 3 - 11)

The working principle of flat knitting machines (slide 3)

A flat knitting machine comprises two or more needle beds, which are run over by a carriage bearing knitting systems. With every stroke of the carriage, stitches

can be generated or alternative knitting functions performed. Depending on the number of knitting systems, several stitch rows or knitting functions can be executed simultaneously with one stroke.

Each stitch is created by a needle, which is selected by electronic means following a program laying down the knitting sequence of a pattern.

The knitted fabric passes between the two needle beds and can be produced as a yarded goods, semi– or fully fashioned pieces up to complete garments or other knit items.

Basic knit structures (slide 4 – 5)

The V – positioning of the needle beds allows the production of various forms of knitted fabrics:

- single layer fabrics (=> jersey)
- tubular fabrics with varying diameters even within one piece
- spacer fabrics (=> opposite fabric layers linked by, i.e. tuck stitch connections)
- all needle knits (=> Rechts/Rechts or double jersey)
- weft inserted fabrics (=> double jersey or half tubular fabric structures as well in tubular fabrics)

The possibility of selecting needles allows the following constructions either in a single or double jersey structure:

- alternately activated needles in an one by one or one by two, one by three etc.
- rhythm with resulting yarn floats (Interlock) to influence the fabric characteristics.

Unique advantage of flat bed machines is the possibility to combine all of these patterning options over the width and the length of a knit product without the need to intervene in the production process. Thus complex fabric structures can be created, which allow to incorporate several structures or fabric qualities within one piece of textile.

Shaping Techniques (slide 6 – 8)
Fully Fashion – knitted to shape fabrics (slide 6)

The combination of stitch transfer and racking operations are used for narrowing fabrics. Commonly this can be done along the outer contours of a fabric or can also be applied over the width, if machines with additional needle beds (i.e. CMS 330 TC – R or CMS 330 TC – T knit and wear) or particular knitting techniques (i.e.: 1x1 needle selection) are used.

Just by adding stitches on the selvages, the fabric can be enlarged.

Narrowing and enlarging are the basic methods, which are applied to knit a fabric to shape. The so called fully fashion sweaters are sewn together out of body parts and sleeves, which are knitted to shape.

In general fully fashion production has the following advantages:
- less yarn consumption and waste
- less work processes
- accurate, sometimes unconventional fitting shapes

Spherical shaped fabrics by (slide 7):
The wedge shaping technique

The described possibility of producing knitted to shape articles gets widened by applying the so called wedge shaping technique. Hereby subsequent stitch courses are narrowed regularly up to a certain point, from which the stitch courses begin to extend again.

The needles, which are temporarily out of operation, have not cast off their loops. When they start forming loops again, they connect the last with the new stitch. Thus an original two dimensional fabric can be bent to a three dimensional form. This process can be continued and might end, depending on the segmentation, as a round shaped body.

Looked at from the reverse, when peeling off an orange skin in one piece by means of a knife, you have the same effect.

Transfer operations

Similar effects leading to spherical shapes can be reached when adjacent fabric panels are connected by transfers.

Stoll – knit and wear® and seamless technology (slide 8)

Combining all those techniques as described hitherto, you automatically end up with ideas to make complex semi- or fully finished textile products, no matter if made as garments or alternative technical products.

The making of complete garments is a technology, which steadily gains of importance in the fashion world as well in some technical areas. Speaking about the making of sweaters three simultaneously knitted tubes are joined to a complete sweater by means of stitch transfer and linking operations.

The ability to produce sweaters in such a way makes this procedure an attractive and competitive way to produce jumpers even in high cost – countries as many labour intense production steps like cut and sew operations become obsolete.

Engineered fabric qualities (slide 9 – 12)
Plating technique (slide 9)

Beside the shaping performances the flat knitting technology also offers techniques, which can be of interest for some technical or industrial applications.

Applying the so called plating technique, fabrics can be made, which have two different faces. This might be useful for simple design effects, however can also have particular technical aspects, when yarns of varying qualities are jointly processed, allowing to influence the overall physical performance of a fabric or adding extra qualities to a fabric, which are linked to special characteristics of the yarn component being processed.

Intarsia technique (slide 10)

Another unique technique helping to specifically design qualities of a fabric is the so called Intarsia technique, which allows to insert particular yarn colours or materials in designated sections of a fabric. Thus, specifically designed fabric qualities can be incorporated in a fabric solution, allowing to allocate individual functions to various fabric zones.

Additional techniques (slide 11)

Over all the subsequently listed techniques and knit structures are the most common methods to achieve particular fabric performances and qualities.

- elasticity control => by floats, tucked stitches or weft insertion of non or low elastic material
- compression effects => by floats, tucked stitches or weft insertion of highly elastic material
- open mesh structures => by needle selection and combined transfer/ racking structures
- padding and moulding effects => spacer applications and structural stitch allocations

Integrated finishing and application elements (slide 12)

Once again it needs to be stressed, that with all these possibilities as described hitherto, you might include special product design elements, which might help to create products to be instantly used as complex semi- or fully finished articles after knitting.

So tubes and pockets for fixation purposes or to insert parts might be considered, same way as openings might be integrated without the need to cut or stamp. The Intarsia technique allows such integrated design elements without the need to hem the edges in a subsequent step.

Benefits and advantages of flat knitting technology (slide 13 – 14)

Considering the benefits which can be achieved by the knit-to-shape and ready made –up techniques additional positive aspects might have to be brought up on front, when reflecting, that for production no preparation processes like warp preparation and sizing are needed. Thus the manufacturing of small lot sizes can ideally be applied, same way as style changes usually are quickly realised.

Flat knitting machines process yarn directly from cones, which usually bear yarn that is either package-, spun- or solution-dyed. Thus, there is no additional dying process necessary. Depending on materials to be processed steaming might be the only finishing step to be applied.

Speaking from experience and compared to the general understanding of manufacturing speeds in other textile production sections, the flat knitting process is usually looked at as a slow process when considering, that various shaping operations prolong the production time. The economic balance finds its justification in costs cuttings not only by reducing processing steps but also with regard to optimised material consumption and waste reduction as well as by considering the investment situation and the quality aspect, when bearing in mind, that a production chain is reduced to a single or just a few steps.

MEDICAL TEXTILES WITH SPECIFIC CHARACTERISTICS PRODUCED ON FLAT KNITTING MACHINES (slide 15)

KNIT TO SHAPE ELASTIC TEXTILES FOR COMPRESSION APPLICATIONS

Compression stockings (slide 16 - 24)

In western countries venous diseases, particularly in the calf area, are very common. About half of the adult population consult their doctors about problems with their leg veins at some stage during their lives. 10% to 20% of the population suffer from varicose veins and it is about twice as common in woman as in men.

(slide 17)

Varicose veins arise because of an inherited tendency as well as of environmental factors.

A western way of life is more likely to result in varicosities than living in a developing country. The symptoms caused by incompetent veins (=> which is basically a failure of flap valves) are vary and might start with small varicosities (dermal flares), which go on passing phases of stronger appearance up to chronic venous insufficiency (CVI) with final ulceration. Presumably 20% to 50% of all cases of venous ulceration are originally caused by varicose veins.

(slide 18)

Depending on the actual state of venous insufficiency there are different (surgical) possibilities for relieve. One method which is generally applied either as a treatment of the symptoms for varicose veins as well as for the prevention of venous ulcers is the wearing of compression stockings. Medical compression stockings apply external pressure to the leg with the effect to increase the blood flow velocity and to counter-act raised venous pressure.

(slide 19)

Depending on the various needs of the patients there exist different types and classes of stockings. In most of Europe stockings are divided into four classes of compression with class # 1 applying the lowest and class # 4 the highest rate of compression.

In all classes the pressure rate decreases from the ankle area with 100% to about 70% around the knee and finally 40% in the thigh. Pressure stockings are available as calf-length socks, thigh socks and tights. Compression stockings are nowadays produced on circular knitting and on flat knitting machines. The quality which is made on circular knitting machines mostly covers classes 1 to 3, whereas the stockings produced on a flat knitting machine reach from class # 2 up to class # 4.

(slide 20)

Their characteristics are, that:

- they are knitted to anatomical shapes
- stockings of class # 3 and # 4 are individually made to the patient's leg measurements
- they incorporate a very strong elastic yarn (double twist covered Lycra or rubber yarn) as a laid-in weft, which guarantees high compression values
- products made on flat knitting machines represent relatively heavy qualities. The standard for this type of stocking is knitted on machine of gauges E 14 and E 16.

The manufacturing of elastic stockings (slide 21)

The perfect fit is a must for such type of a stocking to make sure, that the right compression is provided. The body or limb measurements are taken by the doctor (physician) and made available to the stocking manufacturer.

They use their own calculation programs to determine the correct fitting of the stocking by considering an adapted size for generating the pressure which has to be achieved. The calculated forms, originated by a matrix of stitches of a defined size are used by the STOLL pattern preparation system *(i.e. Sirix 110, M1 etc.)* and are converted into a Jacquard and command program which can subsequently be interpreted by the machine control.

(slide 22)

In the production plant, the Jacquard and machine parameters are transmitted automatically to the flat knitting machine via an online connection between the knitting machine and the pattern preparation system.

An Ethernet network allows an active communication between the machine and the STOLL server and thus enables an automatic production control. Such a procedure is

important for the manufacturing of custom - made stockings as the organisation of the production represents the processing of a series of single orders.

(slide 23)

The processing of elastic yarns demands special machine equipment to ensure a constant and even compression effect.

Stoll developed a particular yarn feeding set up to realise a yarn processing of low and equalised tension. The yarn passes storage feeders to relax from tension variations arising from the winding process and the pull off during knitting.

The next step is the active pull off support by pre - accelerating the yarn by means of a continuously running friction feed wheel or a tension controlled positive feeder before transported into the actual stitch forming area.

The yarn tensioning is implemented by a vacuum device which gently retracts the yarn at moments when the carriage returns and the yarn is not processed.

(slide 24)

In addition a special yarn carrier is in use for the weft insertion of the elastic thread. This yarn feeder system works synchronously to the movement of the carriage and is able to block the yarn feeding at moments when the carriage returns or when the weft is not inserted.

Thus yarn migration can be prevented and it helps to attain a constant tension within the fabric. The weft insertion feeder can be shifted up and down to prevent any collision and to contribute to a flat selvage formation, which helps at the subsequent sewing process.

PRESSURE GARMENTS FOR THE TREATMENT OF (LYMPAHTIC) OEDEMA (slide 25)

Oedema usually either result from predisposition, which is known as "Primary Lymphodema" or from damages of the lymphatic system, particularly related to cancer surgery and its follcwing radiation therapy ("Secondary Lymphodema"). Oedema can be looked at as a strong, uncontrolled growth of connective tissue with liquid inclusion.

The general treatment practice is known as the so called "Complexe Physical Release Therapy", where by use of external compression the tissue of the relevant limbs and body zones are drained manually. In order to avoid a new swelling of the limb, custom – made compression garments are worn to secure the reduction of the limb circumference.

PRESSURE GARMENTS FOR HYPERTROPHIC WOUND CARE (slide 26)

Particularly following the care of burnt skin areas pressure textiles or garments have proven their effectiveness regarding the curing and development of scars.

The generated pressure on the concerned skin areas is supposed to help alleviate the itchiness of scars and to control the build-up of serious contractures. The average pressure level applied to the treated tissue areas are about 25 mm Hg.

(slide 27)

There are different qualities of textiles available which are used for pressure garments. The fabrics in use are either warp or weft knitted net structures or similar fabrics as they are used for compression stockings, however in finer qualities. Such qualities are made on machines of gauge E 16 or E 18.

Whereas normal pressure garments are produced in a regular cut and sew operation, flat knitted elastic fabrics are knitted to correct size and shape (fully fashioned) and sewn together in a subsequent step.

The inserted weft can generate a fairly high compression and in combination with the performed shape correctness these types of pressure garments are mostly applied, when a scar is stable enough to stand a higher level of pressure.

SUPPORT AND SPORT BRACES (slide 28 - 32)

The same technology which is used for custom – made compression stockings and pressure garments is also applied for the manufacturing of support and sport braces.

The ability to knit to shape allows the production of articles with a perfect fit following anatomic measurements and offering the possibility to ensure a product with an even elasticity or with areas of varying pressure.

These types of products are normally used for supporting and protecting joints at the various zones of the body. The most common areas of application are as:

- knee braces
- wrist braces
- ankle braces
- elbow braces
- shoulder braces
- back support belts

(slide 29)

These braces are either worn prophylacticly or for therapeutical reasons. Their medical application normally goes along with:

- post – operative or traumatic irritations
- swelling of joints and articular capsules, i.e. at arthrosis or athritis
- weak or instable ligaments
- specific problems of various joints

(slide 30)

The benefits of flat knitted braces lie in:

- the anatomical shapes which guarantee perfect fitting
- the supporting and compressing effect due to the two way stretch construction

(slide 31)

- structural pattern effects for specific qualities and Jacquard design for product identification

(slide 32)

- the integration of viscous-elastic profiles or pads for stabilisation, support and massage effects to improve blood circulation and the absorption of haematoms and oedemas.

Since the integration of pockets in flat knitted fabrics is nowadays a kind of a standard for the regular knitwear industry, Stoll incorporated such solutions also in the design of braces to facilitate the production and the making up of these products. Thus braces can contain knit-in pockets for silicon and gel pads or for reinforcement splints.

Stump socks (slide 33 -34)

Depending on their actual use, stump socks normally have a conical shape to fit best on the limb. They are knitted tubularly and are either narrowed or enlarged towards one end of the sock.

In comparison to most of the socks produced in the regular sock industry, the stump socks have a closed toe and can be produced completely on the flat knitting machine.

Most of the time several socks are produced parallel to speed up the production. The gauge range nowadays varies and starts with relatively coarse gauges of E 7 or E 8 and reaches up to E 12.

(slide 34)

The most critical area at the production of a stump sock is the formation of the selvages. They tend to be bulkier and show small openings at courses, when the tube is enlarged or narrowed. These irregularities can cause irritations while wearing a prosthesis.

To encounter these problems, particular stitch sequences are applied at the selvages or additional transfer and split stitch operations are used to cover the openings.

New machine developments, such as the machine with additional transfer beds (Stoll CMS 330 TC-R) might be of advantage for such a kind of application.

The fibre materials used for stump socks are soft, woollen like qualities which are shrunk and felted in a subsequent process.

More and more socks are made out of modern fibres such as Coolmax®. These types or fibres show a high degree of elasticity and physiologic comfort. Most of the time these socks are coated with a layer of cooling and softening polymer gel, impregnated with mineral oils for smoothening the skin. These socks are particularly worn by active people with amputated legs.

SPACER FABRICS (slide 35 - 37)

Due to their specific qualities spacer fabrics have encountered lots of interest from many different areas of application. The range reaches from use as composite textiles and particularly cushioned seat and mattress covers to specific medical applications.

The strengths of these fabrics are:

- the thickness, which can specifically be designed, depending on the gauge of the machine and the material selection (i.e. 4 – 4.5 mm of thickness for a fabric coming from a machine of gauge E 14)
- the different degrees of softness, which can be set in dependence of the angle of the inlaid tuck stitch and the chosen material
- the special fabric construction, which allows an excellent drapability; the fabric tends to keep the form, it is brought in
- the various materials, which can be chosen for the outer fabric sides and the connecting tuck inlay
- the shaping ability: similarly to the regular fully fashioned knitwear pieces, the spacer fabrics can also be knitted to shape

(slide 36)

Based on these particular qualities the applications as medical textiles can be:

- cushioning elements for orthopaedic use
- support fabrics in casting elements, which are used to support and fix broken limbs in defined positions
- special, ready to wear bandages with impregnated areas of curing emulsions and ointments

(slide 37)

- incontinence pads made out of super-absorbent fibres and integrated in fully fashioned pants

MEDICAL IMPLANTS (slide 38)

Due to the increased importance of textiles being used as medical implants or as a part of a component to be implanted, designs and fabric structures coming of flat knitting machines are more and more of interest for special solutions.

For examples open mesh constructions of special fibre materials have been processed for solutions like pocket - like fabrics which can be used as implants for special applications in the area of abdomen surgery. Possible applications are:

- suspension and protection of the small bowel against injuries during radiation therapy after surgery for pelvic malignancies
- repair of traumatically injured spleens or other soft organs by compression encapsulation.

Other applications in this domain are investigated as well.

(slide 39)

Depending on the actual use the processed materials can consist of non-absorbable fibres such as PP, PA, PES, PTFE yarns as well as of fine wires or of bio-absorbable fibres such as polyglycolic acid (PGA) or polylactic acid. Famous brand names are:

- Dexon - Ethicon (by J&J)
- Vicryl - Ethicon (by J&J)

Up to now majorly braided, warp knitted or leno woven mesh fabrics have been used for such applications. However the ability to produce finished shaped textile structures with certain qualities opens up new ways to use these types of fabrics for specific surgical applications.

OUTLOOK (slide 40)

As described before the flat knitting technology has been able to step out of its original areas of application.

The scope of medical textiles which can be produced on flat knitting machines by using the specific advantages of this production system steadily enlarges.

Stoll encounters the challenges which rise out of these new domains and supports the industry and the research for new medical textiles with particular qualities.

A comprehensive range of flat knitting machines, the continuous development of the machine technology and a far reaching expertise in knitting know how will help to support this goal.

STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF MULTIAXIAL WARP-KNITTED FABRIC

L. ÖNAL

Erciyes Üniversity Textile Engineering, TURKEY

ABSTRACT

Multiaxial warp knitted (MWK) fabrics are one of the most important development in composite industry for the last twenty years. Structure and mechanical properties of MWK fabrics and MWK fabric reinforced epoxy composite were analyzed in this study. Possibility of arranging multiple layers of tows with various angles (effectively four layers of tows with one layer of chopped mat) is one of the main advantages of this structure. Non-crimp lay-out of multiple layers of tows improves the mechanical properties of MWK fabrics over classical textile structures (woven or knitted fabrics). Tensile, bending and shear performance of fabric in composite form is superior to woven fabric composites. Connection of multiple layers of tows with stitch yarns also improves delamination tendency of MWK fabric composites relative to multilayered woven fabric composites. Marine usage, windblades and automotive components are the major application areas of MWK preforms in the industry. Mechanical properties of MWK fabric composite having 0/90 arrangement was compared with plain woven fabric reinforced epoxy composite for the experimental part.

INTRODUCTION

Multiaxial warp knitted (MWK) fabrics are a member of highly technical and advanced industrial fabrics. The early Malimo fabric can be accepted as ancestor of MWK fabric that early 1970s' version of Malimo fabric didn't comprise bias yarns. The fabric has been attracting great attention for the production of aerospace components, marine parts and automotive frames since 1990 [1].

The MWK fabric system consists of warp (0^0), weft (90^0), and bias ($\pm\ \theta$) yarns held together by a chain or tricot stitch through the thickness of the fabric, as illustrated in Figure 1. Theoretically, the MWK can be manufactured many layers of multiaxial yarns as needed, but the current commercially available machines only allow four layers of 0°, 90°, $-\theta$ and $+\theta$ insertion yarns with one layer of chopped mat. All layers of inserted yarns are placed in perfect order during the knitting process. Each layer shows the uniformity of the uncrimped parallel yarns. The insertion yarns usually posses a much higher linear density than the stitch yarns and are the major load-bearing components of the fabric.

Fiber plies are placed on top of each other in different multiaxial orientations as required in the final component. Chopped fibres, fibre mats and/or other materials can be added on the outer surfaces or in between the single plies. Fabric structure for open and closed structure of MWK fabrics are given in Figure 2.

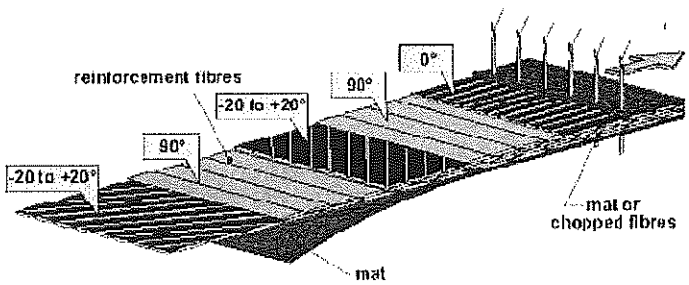


Figure 1. Liba Multiaxial warp-knit fabric [2].

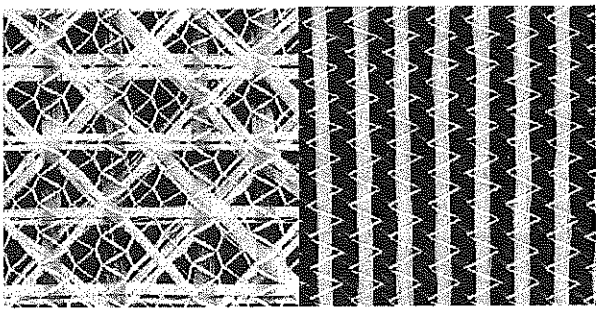


Figure 2. (a) Open structure with +45° / 90° / -45° / 0° [3] **(b)** Closed structure with 0° / 90°

Comparison and Advantages of MWK Structures

The comparison of mechanical properties between MWK, woven and biaxial scrim fabric is given in Figure 3. The tensile testing with non-impregnated structures showed that the MWK fabric supply better properties than a woven fabric. The tensile strength is about 20 % higher and more, the Young's modulus about 15 % and more. These results show that filament damage occurred during the stitching process is negligible.

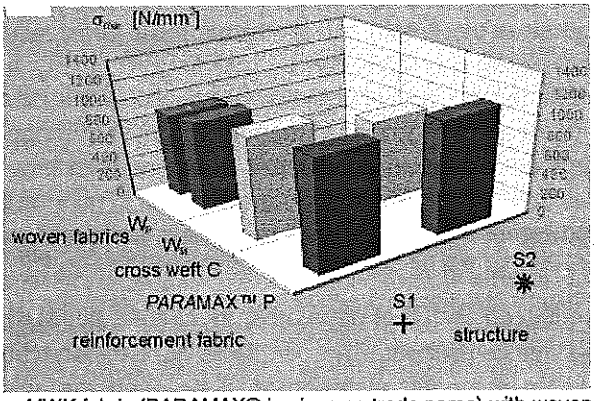


Figure 3. Comparison MWK fabric (PARAMAX® is given as trade name) with woven and cross-weft (biaxial scrim fabric) [2].

Material properties of woven, biaxial and MWK fabrics are compared in Table 1. Comparison was done from various points of view. MWK fabric is superior in terms of strength and modulus while poor in drabability and production rate.

Table 1. Comparison of the textile reinforcement structures

	Woven fabric	Biaxial	MWK
Multilayer reinforcement design	0	0	++
Production rate	++	0	0
Testing standards	++	-	-
Testing of non-impregnated structures - tensile strength - elastic modulus	 0 0	 ++ ++	 ++ ++
Laminate testing - tensile strength - elastic modulus - interlaminate shear strength	 0 0 0	 ++ ++ ++	 ++ ++ ++
Drapeability	0	++	0

Optimizing the yarn sequence in the MWK fabric production attracts great concern for efficient and cost effective production line. Several updates were progressed on the MWK machines to manufacture the fabric with less impale on inserted yarns [4, 5]. Meyer and Wulfhorst [6] aimed to determine and analyze correlations between machine setting and material characteristics to supply inserting yarns with better laying in the fabric. Their particular attention was focused on real-time recording of the yarn tension and actively influencing the magnitude of yarn tension. They tried to reduce and homogenize the level of yarn tension throughout the entire laying process via on-line monitoring.

Advantages of multiaxial layer fabrics can be summarized as:

- Load considering fibers orientation (0°, 90°, - 20° up to + 20°) adjustable
- Exact parallel reinforcement fiber sheet.
- Superior mechanical properties (up to 20 % higher) due to the non-crimp reinforcement fibers.
- Cost efficient flexible reinforcement for composite production [7].
- Lower delamination tendency with fixing loop system.

Application Areas

The MWK fabric preforms have four directional reinforcements similar to quasi-isotropic lay-up and can be produced in a single step. In addition to good ease of handling and production economics, MWK fabric also provide well conformability to complex shapes, flexibility in the principal yarn directions and improved through-the-thickness strength. The MWK fabrics have been widely used for playing field surfaces, automotive industry, inflatable sport boats, heavy duty tarpaulins, military marine vessel purpose, yacht manufacturing, airplane wing, wind-turbine rotor blades and windblades (Figure 4).

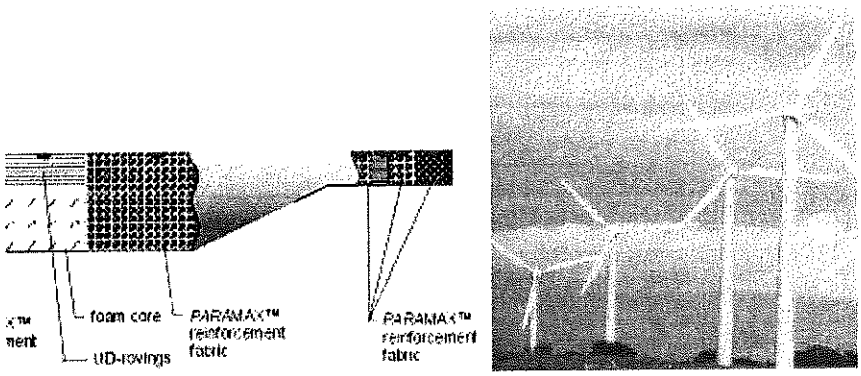


Figure 4. Wind-turbine rotor blade [2].

Experimental

The performance of MWK fabric was compared with plain woven fabric in composite form. Areal densities of reinforcement are 500g/m^2 (400g/m^2 for 0° tows and 100g/m^2 for 90° tows) and 200g/m^2 respectively. 105B/206B West systems epoxy resin/hardener was used as matrix. 5:1 (epoxy: hardener) mixing ratio was adopted. Resin was cured at 23°C room temperature. The volume fractions of the samples were kept constant at 35%. Tensile test was performed on composite samples based on ASTM D3039. Testing direction was on 90° tows in order to compare the performance of both reinforcements.

The result of the tensile test and stress-strain graph of both samples were given in Figure 5. The results showed that MWK fabric has higher stress and modulus with lower strain, although both samples have similar volume fraction ratios. This could be attributed to the non-crimp nature of MWK fabric.

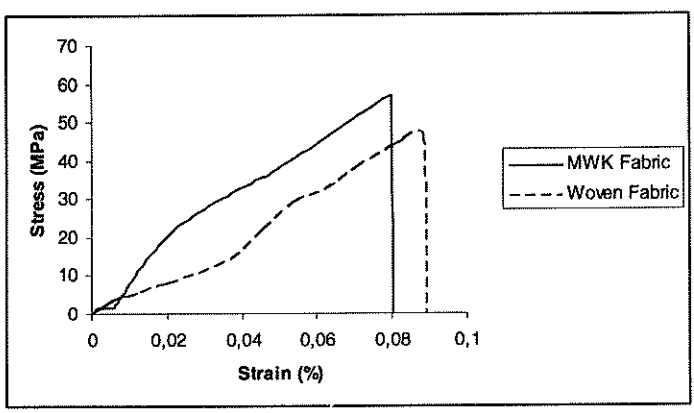


Figure 5. The tensile stress-strain graph of both samples.

CONCLUSIONS

MWK fabric is promising great advantage over woven fabrics from many perspective. Non-crimp nature of the fabric and possibility of manufacturing multiple layers of tows at a single step with various orientations are the most attractive features of this structure. The only handicap over woven fabric is its low production rate (i.e. unit cost), but with developing technology it is not impossible to overcome such problems near future. Higher strength, modulus and shear strength with lower delamination rate makes this structure valuable particularly for aerospace and marine applications.

Performance of MWK fabric reinforced epoxy composite was compared with woven epoxy composite having the same volume fraction ratio. It was found that MWK fabric composite has higher tensile strength with higher Young's modulus.

REFERENCES

1. "High-tech Fibrous Materials: Composites, Biomedical Materials, Protective Clothing and Geotextiles", Ch 5, T.L. Vigo, and A.F. Turbak Eds., American Chemical Society, Washington, D.C., 1991, 81-89.
2. http://www.iparamaxc.de/index.html official website of PARAMAX®.
3. www.karlmayer.de Karl Mayer internet site.
4. Dexter, H.B. and Hasko, G.H., "Mechanical Properties and Damage Tolerance of Multiaxial Warp-knit Composites", Comp. Sci. and Tech., 56, p367-380 (1996).
5. Meinsfield, R.G., "Textiles in Stitches", Textile World, July 2002.
6. Meyer, J. and Wulfhorst, T., "Analysis and Optimization of Yarn laying for Knitted Multiaxial layers", Technical Textiles, Vol. 40, April, 100-103 (1997).
7. Onal, L., "Flexural Strength Performance and Cost Analysis of Multiaxial Warp-knitted Preforms for Composite Reinforcements", accepted by Polymer-Plastics Technology and Engineering, September 24th 2004.

ENGINEERING OF KNITTED FABRICS MADE FROM RING& AIR-JET SPUN YARNS

P.V.KADOLE, C.D.KANE, S.S.LAVATE, A.A.JADHAV

Textile & Engineering Institute, INDIA

ABSTRACT

Today knitwear industry produces a wide range of items in cotton and acrylic yarns and its blends. The ever changing highly competitive global market and increasing awareness about quality, comfort and variety needs of domestic consumers push textile knit producers into rat race. To remain competitive in the market, producers have to maintain quality of existing pattern and additionally offer new range of products by innovation in design, replacement of basic raw material and using yarns spun on modern spinning technologies,etc.

The present work is "Engineering of knitted fabrics made from ring & air-jet spun yarns". We know that most of the yarns used in knitting are produced on ring spinning technology. Therefore an attempt has been made in the present study to analyse behavior of knitted fabrics made from yarn spun on air-jet spinning technology & comparison of the same with the ring spun yarn. This will help to design the fabric according to end use requirement. Usually, most of the knitwears are produced by using cotton & its blends which have poor dimensional stability. So an attempt is made in this study by using polyester/ viscose blended yarn for getting good comfort and dimensional stability in the fabric.

Keywords: air-jet spinning, knit goods, handle value

INTRODUCTION

Global demand of knitwear is growing at faster rate than that of woven fabrics. Knit goods meet currently around 45% of clothing needs in the developed countries. Unlike the spinning industry, which has massive shift from developed to developing regions, knit goods industry continues to strive in developed world. There is no great technology difference in knitting industry in different parts of world.

Knitted fabrics are popular for their shape fitting properties, softer handle, bulky and high extension at low tension. But, a serious problem associated with fabric made from natural fibre is the dimensional instability. Many of research workers have found that dimensional stability depends upon stitch length, yarn input tension, tightness factor and types of yarn used. Dimensions of knitted fabrics and its potential shrinkage and shape retention properties are very much important for knitting conditions and the sate of relaxation of fabric. Shrinkage from washing has always been considered a serious problem for cotton knitted fabrics. It has become more critical in recent years with demand for such cotton products as knitted dress, shirts, and sports wear. From last decade the knitters

have wider choice of yarns made from different spinning technologies. The yarn for knitting requires some special characteristics than yarn used for weaving. The quality requirements for knitting yarn are better evenness, low twist, low lea count variation, freeness from neps and foreign matters. Also free from thick, thin and undrafted places, better elasticity and elongation, low coefficient of friction etc. yarn characteristics playa very important role in performance of yarn during knitting appearance of finished and fabric handle.

In the present project an attempt is made to offer the knit good producer an opportunity and possibilities of product variations and scientific methodology of experimentation.

PLAN OF WORK:

In the present work knitted fabrics were made from polyester/ viscose blend yarns of 30s Ne having blend ratio of 67:33 spun on Ring and Airjet spinning (Murata Jet Spinner MJS 802H) technologies. The process parameters selected at Ring spinning & Air-jet spinning stages are optimized & are being used in the industry. The fabrics were made by varying stitch lengths viz. S.L. 2.5 mm & S.L. 3.0 mm on single jersey Knitting machine. The process parameters kept on the knitting machine are as mentioned in Table 1 for knitting ring as well as air-jet yarn. The fabrics were subsequently dyed & finished.

Table 1. Process Parameters Of Knitting

Sr.No.	Particulars	Specification
1	Make	Mayer & Cie
2	Type	Single jersey
3	Dia	30
4	No of needles	2260
5	Speed	14 rpm
6	Gauge	28
7	No of feeders	96
8	Yarn count	30
9	Tightness factor K	1.72

Testing:

The yarn and fabrics were tested in standard atmospheric conditions for Course per Inch, Wales per Inch, G S M, Stitch Density, Colour fastness, Abrasion Resistance, Pilling, Kawabata hand evaluation, Air permeability, Bursting strength, Shrinkage, Thickness, etc.

RESULTS & DISSCUSSION

Table 2 shows the values of WPI, CPI, Stitch density, Fabric weight GSM for the fabrics made from Ring & Air jet yarns at 2.5 & 3.0 stitch length.

Table 2: Wpi, Cpi, Stitch Density & Gsm Of Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

Sr.No.	Properties	Ring Yarn Fabric		Air jet Yarn Fabric	
		S.L.2.5	S.L.3.0	S.L.2.5	S.L.3.0
1	Wales Per Inch	34.0	36.2	33.0	35.0
2	Courses Per Inch	55.0	42.2	55.5	45.6
3	Stitch Density	1859.2	1545.0	1857.4	1616.4
4	Fabric weight G.S.M.(Grey state)	133.5	117.36	137.8	123.4
5	Fabric weight G.S.M.(Finished state)	167.2	125.76	193.4	154.85

CPI & WPI are the important dimensional properties of knitted fabrics affecting the dimensions. Stitch density is a product of wales per inch & courses per inch. Less the density of fabric the no of loops per square of inch is less. The stitch density plays important role in deciding end use of fabric.

From Table.2, it can be seen that the yarn structure has less effect on stitch density; there is a small variation that is due to change in yarn cross sectional area. Less the density of fabric is, the no of loops per square of inch is less. The stitch density plays important role in deciding end use of fabric.

There is no significant difference in grey GSM of fabrics made from two yarns having stitch length 2.5 & 3.0. The yarn structure doesn't affect the GSM of fabric. The slight variation is seen that is due to variation in count CV% & Imperfections in two yarns. The stitch length influences the GSM of the fabric

As per Table 2, there is significant difference in the GSM of finished fabrics made from ring yarn and Air jet yarn. This calculated by applying t-test as per annexure. Air jet fabric having stitch length 2.5 shows more increase in GSM after finishing.

Grey and finished fabric G.S.M. was measured on standard GSM cutter.

Table 3. Air Permeability Of The Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

Sr.No.	Stitch Length	Air Permeability ($cc/sec/cm^2$)	
		Ring Yarn Fabric	Air-jet Yarn Fabric
1	S.L.2.5	59.17	69.96
2	S.L.3.0	68.31	73.67

From Table 3 it can be seen that there is a significant difference in the air permeability of ring yarn fabric and Air-jet yarn fabric. The air jet yarn fabric shows more air permeability as compare to ring yarn fabrics. This is calculated by t-test as per the annexure. Air-jet yarn fabric shows more air permeability because the core fibres are parallel and yarn having less hairiness.

In air jet yarn fabric, the S.L. 3.0 shows more air permeability. Due to more open structure.Air permeability test was carried out on the Shirley Air Permeability tester. This tester is working on the Airflow principle. Fabric is placed over the holder and the tests were taken on 10mm head of water column.

Table 4. Abrasion Resistance Of The Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

Sr.No.	Stitch Length	Abrasion by Weight Loss (%)	
		Ring Yarn Fabric	Air-jet Yarn Fabric
1	S.L.2.5	4.87	2.21
2	S.L.3.0	3.41	3.1

As shown in the Table 4, there is a significant difference in abrasion resistance of ring yarn fabric and Airjet yarn fabric. From the results the Airjet fabric shows higher abrasion resistance as compare to ring yarn fabric. This is due to yarn structure of Airjet yarn in which wrapper fibres have freedom to move on the core fibres and thereby avoiding abrasion with abradant.

Abrasion resistance was tested on Martindale Abrasion Tester. Firstly fabric was prepared and the fabric samples were weighted and also thicknesses of fabrics were taken to calculate the loss of the thickness. Then the fifty cycles were taken for abrasion. The difference between before abrasion and after abrasion is taken and finally the percentage was calculated.

Table 5. Bursting strength of the fabrics made from ring & air-jet yarns

Sr.No.	Stitch Length	Bursting Strength (Kg/cm^2)	
		Ring Yarn Fabric	Air-jet Yarn Fabric
1	S.L.2.5	10.46	9.97
2	S.L.3.0	9.04	8.74

As shown in the Table 5, there is significant difference in the bursting strength of ring fabrics and Airjet fabrics. Ring yarn fabric shows more strength due to higher tensile strength of yarn as compare to Airjet yarn. Bursting strength is carried out on BUSTOMAT tester.

Pilling:

Pilling of Air-jet yarn is less as compare to ring yarn, This is because the core fibres are tightly packed by wrapper fibres they don't allow the core fibres to come out of the surface hence shows less pilling tendency.

Table 6. Shrinkage Of The Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

Sr.No.	Stitch Length	Shrinkage (%)	
		Ring Yarn Fabric	Air-jet Yarn Fabric
1	S.L.2.5	8.26	6.88
2	S.L.3.0	7.52	6.24

As shown in the Table 6, there is significant difference between shrinkage of ring yarn fabric and Airjet fabric. This may due to obstruction caused to transverse swelling of core fibres by tightly wrapped surface fibres. In all fabrics, the air jet fabric having S.L. 3.0 shows lesser shrinkage. There is also the effect of stitch length on the shrinkage of the fabric. Shrinkage was measured using 60°C dynamic wash and tumble dry method.

Table 7. K-Factor Of The Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

K Factor				
	kc	kw	ks	kc/kw
Ring Yarn Fabric	8.23	1.176	9.67	6.99
Air-jet Yarn Fabric	5.88	1.168	6.87	3.48

Dyeing Behavior:

Air jet fabric shows better dye uptake in all fabrics as compare to ring fabric. This is because of open structure of Airjet yarn and the ease with which the dye can penetrate into the yarn. Wherever dye brilliancy is poorer for Airjet fabrics as compare to ring yarn fabrics due to poor orientation of fibres gives less reflection.

K-Factor

As per Table 7 we found the k-factor for ring yarn fabric and Air-jet yarn fabric. The k-factor is more for ring yarn fabric because it shrinkage is more as compare to Air-jet yarn fabric.

KAWABATA HAND EVALUATION TESTING:

Tensile Properties:

Table 8. Tensile Properties Of The Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

Sample	Tensile Property				
		LT	WT	RT	EMT
Air-jet Yarn Fabric	Wales Way	1.493	37.7	39.12	10.10
	Course Way	1.305	78.00	35.38	23.90
	Mean	**1.399**	**57.85**	**37.25**	**17.00**
Ring Yarn Fabric	Wales Way	1.042	24.80	36.97	9.52
	Course Way	1.106	78.50	51.66	28.40
	Mean	**1.074**	**51.65**	**44.32**	**18.96**

From Table 8 it can be seen that the tensile linearity is more for the air-jet yarn fabric; it is completely linear as compare to ring yarn. It is more due to even yarn structure. Tensile elongation is more for ring yarn fabric. This is due to ring yarn having more elongation than air-jet yarn. Tensile resilience is less for air-jet yarn fabric due to wrapper fibres doesn't allow free movement to core fibre so that energy loss is more, which results in less tensile resilience.

Shearing Properties:

Table 9. Shearing Properties Of The Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

SAMPLE	Shear			
		G	2HG	2HG5
Airjet Yarn Fabric	Wales Way	0.81	2.8	2.8
	Course Way	0.71	2.8	2.95
	Mean	**0.76**	**2.8**	**2.88**
Ring Yarn Fabric	Wales Way	0.41	1.6	1.55
	Course Way	0.41	1.23	1.25
	Mean	**0.41**	**1.42**	**1.4**

From Table 9, Shear stiffness is higher for air-jet yarn fabric, which can be attributed to the fact that air-jet yarn is stiffer as compare to ring fabric. Also shear hysterisis is higher for air-jet yarn fabric.

Compressional properties:

Table 10. Compressional Properties Of The Fabrics Made From Ring & Air-Jet Yarns

SAMPLE	Compression Property				
	LC	WC	RC	TO	TM
Airjet Yarn Fabric	0.351	0.36	36.94	0.959	0.549
Ring Yarn Fabric	0.315	0.424	40.8	1.03	0.491

As per Table 10, Compressional linearity is more for air-jet yarn fabric i.e. it is more compressible due to less bulkiness of air-jet yarn. Compressional energy is more for ring fabric due to less flexural rigidity of the ring yarn. Compressional resilience is less for air-jet fabric due to fewer loads bearing capacity of air-jet yarn due to less yarn strength.

SUMMARY & CONCLUSION

- Yarn structure doesn't affect the C.P.I. & W.P.I of fabric.
- There is small variation in stitch density of fabrics due to change in yarn cross sectional area.

- Stitch length influences the GSM of the fabrics. The air jet fabric having stitch length 2.5 shows slightly higher GSM. As compare to remaining fabrics.
- Air permeability of the Airjet yarn fabric is higher as compare to ring fabric. In this, Air-jet yarn fabric having stitch length 3.0 shows more air permeability.
- Bursting strength of ring yarn fabric is higher as compare to Airjet yarn fabric.
- Abrasion resistance of Airjet fabric is higher as compare to ring yarn fabric. Fabric having stitch length 2.5 shows marginally higher abrasion resistance.
- Pilling of Airjet yarn fabric is lower as compare to ring yarn fabric. In that Airjet fabric having S.L. 2.5 shows better pilling resistance.
- Shrinkage in Airjet fabric is less as compare to ring yarn fabric. Airjet fabric is more dimensional stable as compare to ring yarn fabric.
- Dye uptake of Airjet fabric is good as compare to ring yarn fabric.
- Shade variation is more in Airjet yarn fabric.

Kawabata Hand Evaluation

- Tensile linearity is more for air-jet yarn fabric.
- Tensile elongation is more for air-jet yarn fabric.
- Tensile resilience is more for ring yarn fabric.
- Tensile energy is more for air-jet yarn fabric.
- Shear stiffness is higher for air-jet yarn fabric.
- Shear hysterisis is higher foe air-jet yarn fabric.
- Compressional linearity is more for air-jet yarn fabric.
- Compressional energy is more for ring yarn fabric.
- Compressional resilience is more in ring yarn fabric.
- Surface coefficient of friction is more for air-jet yarn fabric.
- Surface mean deviation is more for air-jet yarn fabric.
- Geometric roughness is more for air-jet yarn fabric.

The author are of the opinion that the results obtained may help the manufacturers to vary their product range and decides the measure to be taken to engineer the fabric produced from ring yarn or Airjet yarn to meet the requirements of the end product.

REFERENCES

1. Text. Progress, Vol 29, No 3, P.20, (1999).
2. P. Chellamani, Ind.Text.J., P.54, Aug (1987).
3. C. Sharma, K.N. Chatterjee, Ind. J. Fibre Text. Res.,Vol.22,P.176,(1997).
4. P.V. Alston, Text. Res. J., Vol 62, P.105, (1992).
5. Murata KKK, Text. Asia. Vol. 13, P.33, (1982).
6. K.Y. Wang & G. Jordan, Melliand Int., P.344, (1983).
7. H. Stalder, I.T.B. Yarn Form, Vo1.1, P.27, (1988).
8. T. Tamura, Proc. 49th All Ind. Text. Conf., P.76, (1993).
9. K. P. Chellamani, SITRA, Res. Rep., Vo1.3, (1998).
10 . P.R. Lord, Text. Res. J., VolA4, PA05, (1974).
11. Pierce F.T., T.R.J. 1947, Vol 17, 123-147.
12. Munden D.L, J.T.I 1959, Vol 50, T448.
13. 'An Engineering approach to Jersey fabric construction', by W. E. Shin, TRJ 1955, 25,
14. A Universal Computer Model For The Engineering of Weft Knitted Fabrics' by M.D. DE Aranjo, J.T.I. 1986,288

NEW FILTERING MATERIALS OF SUSTAINABLE TEXTILES

F. TESTORE[1], N. RODIGHIERO[2]

[1]Turin Polytechnic, ITALY
[2]Speritex S.p.A., ITALY

INTRODUCTION

This report deals with filtering materials used in air treatment during processes of industrial painting.

One of the main problems in spray painting is overspray, that is the part of painting that does not deposit on the surface during the process, but is spread around because of nebulization.

The overspray remaining in the working environment is harmful in different ways:

- it fills the air with toxic substances that can be inhaled by the people working in the area, with potentially dangerous effects
- the precipitation of nebulized paint particles can damage the surfaces being processed
- the overspray can deposit on everything existing in the working area, form dirt and possibly originate fire (dry paint residue is usually easily inflammable and sometimes subject to spontaneous combustion).

That's why painting booths and lines are equipped with dedicated systems for air changing, so that overspray can be continuously brought down and processing air can be maintained clean.

Clearly the air filled with overspray cannot be expelled outside as it is, but must be subjected to a preliminary filtering treatment, so that the residual concentration of particulate can be considered acceptable within the limits imposed by present legislation.

PRELIMINARY STATEMENT

Over the years a number of different techniques, concerning the bringing down of overspray in a painting area have been developed.

The first technique employed, which is still considered the most common, is based on the use of water: the air flow is forced through water sheets and/or

sprinkling systems. This practice can be considered similar to the one involving the use of columns for smoke-washing, which is applied in various industrial plants.

The technique permits to eliminate the problem of dry filters getting gradually clogged and needing periodical replacement, which causes standstills during the process. That's why this technique is widely used in high productivity plants, where dry filter clogging would occur so often that the standstills necessary for replacement would imply high costs and production damages. However the technique has two limitations:

1. an efficient level of filtration can be obtained only by using high quantities of energy and great water supplies; generally these two conditions do not coexist, and therefore the air which is expelled contains particulate concentration levels that are higher than the ones allowed by the law prescriptions
2. the water used in the process has also to be cleaned, and the resulting sludge has to be disposed of, with a number of consequent problems.

The second technique used for the strong reduction of overspray is the one involving dry filters. Thanks to technological progress, the production of filters with a much higher accumulation capacity is today possible: therefore a fair cost control can be obtained, because the working life of the filters is longer than in the past.

The dry filters used for the purpose can be of different types; however the most common are:

fibreglass filters, made of a structure of mineral fibres, woven and embedded using synthetic resins. Filtration occurs thanks to inertial effect and mechanic blocking, or collision of the particles spread in the air with the fibre structure. The density of the filter structure increases towards the air flow, so as to guarantee a progressive blocking of incident particles of gradually decreasing diameter. This feature helps avoiding superficial accumulation and consequent early clogging.

Mineral fibre filters are considered efficient enough and they have a sufficient accumulation capacity: they are therefore widely used, also considering their moderate price and versatility.

paper filters, which can be classified as pleated and multi-layered filters. Pleated filters are made of two layers of rigid paper, placed one on top of the other, having a hollow space between them due to the different pleat used. Each layer has holes to allow the passing of air, and the holes are placed in alternate position compared to the other layer. Filtration occurs thanks to inertial effect, as the changing in direction to which the air is subject because of the structure of

the material used is such, that solid particles get deposited on the hollow spaces between the two layers. The system guarantees high accumulation; however the filtering efficiency is quite limited, as the decrease in the dimensions and mass of incident particles causes a decrease in the efficacy of inertial filtration. Moreover, as the geometrical structure used in the making of the filters is of one type only, the filter is considered little adaptable to the various possible applications.

Multi-layered filters are made of a changeable number of micro-cut stretched paper layers, so that the filtering sheet has a grid structure that is also in part three-dimensional. It is possible to modify the filtering capacity of the material by varying the number of layers and the dimensions of the grid. Some models are also equipped with a non-woven synthetic fabric placed on the air leaving side; this is used to stop the particles of smaller diameter. Filtration occurs by both inertial and mechanical effect, by hampering or collision.

These are all versatile materials; they can satisfy a wide range of needs, as they are efficient and have a good accumulation capacity. However they are rather expensive and need adequate structures for containing and supporting them.

The statement above indicates the existence of a quite varied range of possibilities that can today be taken into consideration; each user can then find the best solution for his own needs.

Some of the still existing environmental problems are nevertheless not solved by the presently available technologies; in particular:

-the necessity of adequately treating and disposing of the sludge resulting from systems based on water use.

The paints employed nowadays include a wide range of products, and therefore the neutralization of the sludge can sometimes be difficult and expensive, while in other cases it can result in the production of toxic harmful residues, the disposal of which is highly costly.

This fact sometimes causes unseemly or even totally illegal disposal, and the consequent implications.

-the use of fibreglass is today commonly considered dangerous for human health: mineral fibres tend to get broken into tiny fragments, the dimensions of which make them easily inhaled: this is the cause of a number of illnesses affecting the respiratory system.

There are obviously much worse consequences if fibreglass is employed in air-cleaning systems. Moreover fibreglass filters have to be handled using expressly designed protection tools (gloves / protection masks).

-any type of paper products originates technological processes with strongenvironmental impact, both in the manufacturing process itself and in obtaining the raw-materials.

RESEARCH PROGRAM

The above illustrated facts have given the start to a research program aimed at projecting and industrially employing "sustainable" textiles, that is:

-textiles manufactured using raw-materials tested and found harmless for man and the environment

-textiles manufactured employing technologies with no environmental impact;

-non-toxic textiles, which can therefore be considered harmless for the safety of man and the environment;

-textiles that can easily be recycled, or that can be safely disposed of.

This report is therefore aimed at proposing a material for the filtering of overspray that can be considered adequate because of its technical features (basically, efficiency and working life), and because it does not cause the problems mentioned above.

The solution has been found in the use of a non-woven fabric, made of staple synthetic fibres and bonded only by heating, without the adding of chemical binders. This fabric, which has been expressly studied, coveys in itself the advantages connected with dry-filters (no residual sludge); at the same time the disadvantages connected with the use of mineral fibres or paper can be excluded.

The use of non-woven fabrics is already common in air-filtering systems, especially in applications requiring a medium/high level of efficiency.

Accordingly, the filtration of painting overspray is therefore not to be considered particularly complex when implying the use of those fabrics; present technologies in fact allow the production of non-woven fabrics the filtering efficiency of which is much higher than the one required by this specific application.

To obtain a satisfactory working life is on the contrary a more complex problem; generally speaking, this feature is in contrast with the one previously mentioned, as the former requires a closer structure which can more easily stop incident particles, while the latter requires a more open structure, one that is more permeable and can support high accumulation of dust without influencing good air flowing.

Therefore a good filter must be characterized by a fair balance between efficiency and working life.

In the case of overspray filtration the realizing of such a balance is a complex problem: in order to obtain a satisfactory working life, the accumulation capacity

of the filtering material must be quite high, generally speaking some kilos of paint residue/square metre (from 3 to 15 kilos, according to the type of paint used).

By the way, let it to be considered that a common non-woven fabric used for air filtration in air-conditioning systems, of standard efficiency, has a maximum accumulation capacity of 0.75-0.85 kilos/square metre.

Moreover it is important for the mass of particulate accumulated by the filter to be evenly distributed on the whole filter area, and it is necessary it does not pile up on its surface only: the particulate weight and the compression due to the air flow could in that case twist the filter, reduce its thickness and so affect its correct working.

It is evident that the required performance cannot be obtained by using a standard non-woven fabric, even considering the possibility of modifying the dimensions of its fibres: in fact this modification could perhaps originate a material with the necessary characteristics of accumulation and mechanical durability, but its efficiency would not be satisfactory enough.

A satisfactory result is only possible by careful examination of the positioning of the fibres: that can allow the obtaining of a structure with a gradually increasing density towards the air flow, comparable to the one typical of fibreglass filters. In this way it can be possible to obtain a selective stoppage of the particles, so that the filter does not get obstructed too soon.

Moreover, thanks to convenient manufacture, it is possible to shape the filtering material in a three-dimensional way, suitable for improving the inertial interception. A number of non-woven semi-manufactured products have finally been obtained: polyester staple fibres have been chosen to make the basis of the products, because of its good general features and its high versatility. The various non-woven types have been made by taking into particular account:

- the diameter of the fibres employed;
- the arrangement of the fibres, in the sense of the density changing of the non-woven fabric;
- the positioning of the fibres, in the sense of the placing of the veils and the possibility to create a three-dimensional (not flat) fibre structure.

At first it has been possible to establish a range of fibre diameters that can guarantee good efficiency, high air permeability and satisfactory mechanical durability. At the same time three items have been tested, and their performances have progressively improved. They are:

1. mono-layered non-woven fabric, with progressively higher density (towards the air flow) and fibres of equal diameter;
2. multi-layered non-woven fabric, with flat layers, progressively higher density and a fibre diameter that gets progressively smaller in the different layers;

3. multi-layered non-woven fabric, with three-dimensional layers whose density gets progressively higher and with a fibre diameter that gets progressively smaller in the different layers.

The above described materials have been tested in comparison with the most common dry-filters (the ones made of mineral fibres / pleated and multi-layered paper), so as to establish a first global evaluation of their performances. The following parameters have been taken into account:

a. initial pressure drop at frontal speed of 1 m/s (see graph A): this term expresses the resistance that a clean filter can offer when air flows. This value must be as low as possible, in so far as the necessary filtration efficiency can be maintained, so that a correct air flowing inside the system is guaranteed;

b. filtration efficiency (see graph B): it has been gravimetrically established, by spraying industrial paint on the filter in standard conditions and by having all the paint deposited on the tested material;

c. accumulation capacity (see graph C): it has been established with reference to weight, by using the same spraying conditions indicated in b, and then by measuring the quantity accumulated when the starting pressure drop reaches 250 Pa.

The results are shown in the following graphs. It has to be noticed that the values obtained cannot be considered as the absolute ones regarding the performances of the tested filters, because the behaviour of the materials is greatly influenced by the conditions of their effective use.

These results must therefore be considered only a way to evaluate the potential behaviour of the materials described, when they are subject to the same conditions of use.

For a better understanding of the graphs, please note as follows :

sample n° 1 : mono-layer polyester non woven with progressive density

sample n° 2 : multi-layer polyester non woven with progressive density

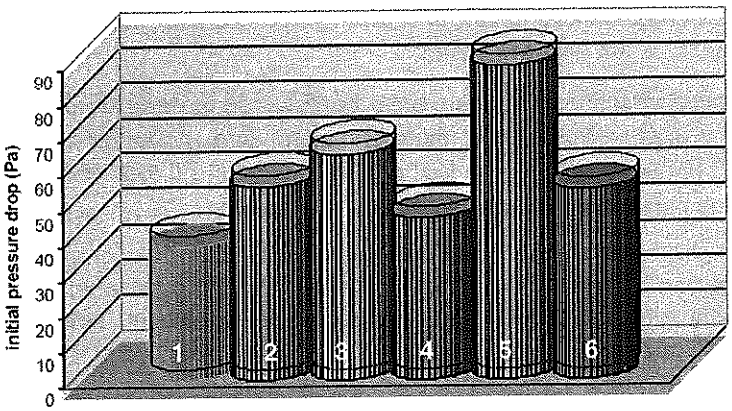
sample n° 3 : multi-layer polyester non woven with progressive density and three-dimensional structure

sample n° 4 : fibreglass filter

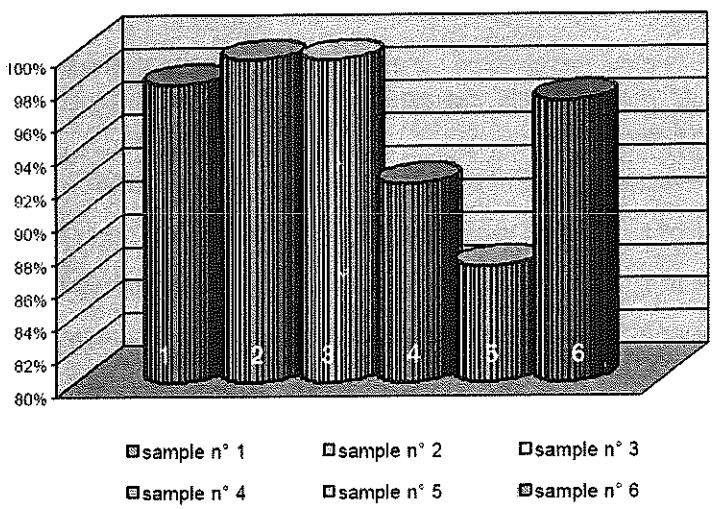
sample n° 5 : pleated paper filter

sample n° 6 : multi-layer paper filter

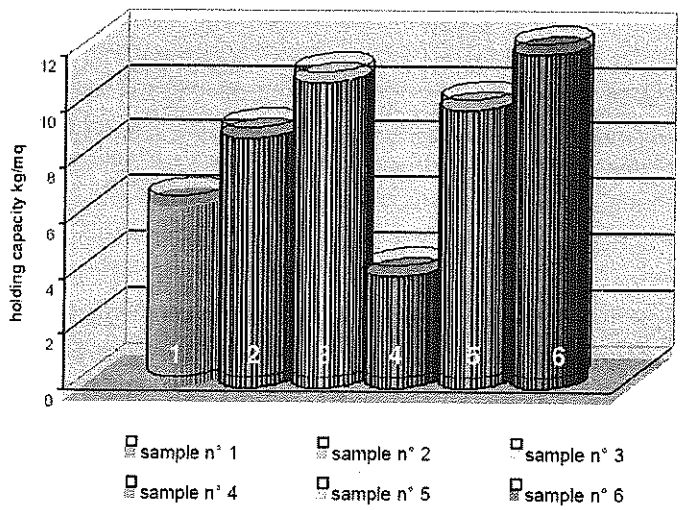
A. PRESSURE DROP/COMPARATIVE GRAPH



B. FILTRATION EFFICIENCY/COMPARATIVE GRAPH



C. HOLDING CAPACITY/COMPARAYIVE GRAPH



FINAL CONSIDERATIONS

The tests have shown that the performances of the materials made of sustainable textiles can be considered globally equal to the ones pertaining to the most common dry-filters; the comparison with fibreglass materials is then particularly meaningful.

The result of cost comparison with reference to the various items, considering their working life, is as follows:

	fibre glass	pleated paper	multil. paper	PES mono	PES multi	PES mthreed
cost/sqm	1	7,7	2,5	1,8	2,5	2,8
working life	1	2,5	3	2	2,8	3
actual cost	1,0	3,1	0,8	0,9	0,9	0,9
standard roll space cu. mt	0,19	0,12	0,42	0,42	0,42	0,42

It has to be noticed that the values *cost / sq.m.* and *working life* and *actual cost* are not expressed in absolute terms, but are compared with the range of items (considering the fibreglass product as the comparison term, whose value is 1).

The values indicate that polyester materials appear to be well balanced in terms of costs/benefits, even without considering the further economic advantage derived from the reduction in the number of standstills necessary for the replacing of the filters.

The ratio between the spaces occupied by standard rolls of the different items is then generally not inferior to the one existing between the different times

necessary for replacing; therefore it has to be assumed that freight charges and storage costs are more or less the same.

Anyway, further tests under different conditions are necessary, particularly in a real setting, so as to be able to evaluate a correct relation between the costs and benefits pertaining to the new materials, giving specific care to the estimate of the different times necessary for replacing. As already stressed above, however, this parameter is difficult to be theoretically established, as it gets influenced by the characteristics of the system and the manufacturing processes it performs.

Likewise, in order to proceed towards a possible industrial application, it is necessary to take into account the complexity of the production process, which involves the use of dedicated technologies, now under implementation.

However, it is already possible to appreciate and positively value the contribution given by the new materials to the solution of environmental problems, and to the improvement of the working conditions in most areas.

Various European countries are discussing bills aimed at prohibiting the use of many fibreglass filters and regulating in a stricter way the disposal of the sludge derived from the use of paints. This situation should greatly encourage a more general use of the new technology which has been the object of the present report.

THE STRUCTURE OF TECHNICAL TEXTILES USED IN HOSES

A.KURBAK, Ö. EKMEN

Dokuz Eylul University,Textile Engineering Department, TURKEY

ABSTRACT

Technical textiles are used in various fields, especially in space, aeronautics, military and medical industries that high-technology is used and in our daily life they are used effectively such as in sport, leisure and entertainment garments, upholsteries, and furniture, building and building equipments. In the future, technical textiles will be inevitable in human life and it is expected to be the most important things for us. Technical textiles are also a good source of income for the producing countries. Although technical textiles are a new developing field for Turkey, it started to be used in every field already. Hose technology is one of the most important fields that technical textiles are used.

Keywords: Technical textiles, garden-hose technology, automobile hose technology

INTRODUCTION

Technical textiles are textile products that can be used for their performance and functional properties rather than their aesthetics and decorative properties. These performance and functional properties may be resistance to something such as chemicals, various atmospheric conditions, micro-organisms, abrasion, etc. and capability of coping with higher strengths, having property of flame-retardency and etc.

The Main Application Areas of Technical Textiles

Techtextil [5] determined 12 main application areas for technical textiles;

- **Agrotech:** Agriculture, landscape gardening and forestry;
- **Buildtech:** Building and construction;
- **Clothtech:** The technical components of shoes and garments;
- **Geotech:** Geotextiles and civil engineering;
- **Hometech:** Components of furniture, upholstery and floor covering;
- **Indutech:** Filtration, cleaning and other industrial usages;
- **Medtech:** Hygiene and medical usages;
- **Mobiltech:** Automobiles, ships, railways and rockets;
- **Oekotech:** Environment protection applications;
- **Packtech:** Packing;
- **Protech:** Personal and house protection;
- **Sporttech:** Sports and leisure time applications.

Some more knowledge about the applications of technical textiles can be found in detail in the references [1], [2], [3], [4], [6].

In this paper, technical textiles used in hose technology are given. Hoses have many applications. Among them gardening hoses and hoses used in automobiles are growing industries in Turkey. Therefore, especially these hoses are explained here. Gardening hoses are generally made of PVC with PES yarn reinforcement and automobile hoses are generally made of rubber with para-aramid (Kevlar) yarn reinforcement.

TECHNICAL TEXTILES USED IN PVC HOSES

In this kind of hoses, PVC is used as the main material. PVC in dust form is mixed with other materials and liquefied at suitable temperature. The solution is cooled down and PVC cips are obtained at granule machine.

For making hose, PVC cips are liquefied and sprayed into hose shaped mold by extruder. The first layer of hose is cooled down by water for solidification to some extend. After cooling down, this first layer of hose is pulled through the axes of two flange coupling like bobbin stands on which the PES yarns are accommodated. These two yarn stands revolve in reverse direction with each other at about 100 rpm and they wrap the PES yarns on the first layer of hose in helical forms. The helices of yarn layer is obtained by the second yarn stand is in reverse direction with the yarn layer of the first yarn stand so that the yarn layer helices crossing each other. These flange coupling like yarn stands are placed side by side and back parts are looking to each other as seen in Figure 1 and Figure 2.

The bobbins of the first stand are in the front side of it while the reverse is true for the second yarn stand.

Totally 8, 10, 12 and 14 bobbins can be arranged on each stand and these bobbins feed their yarns through the holes arranged in the stands to wrap their yarns on the hose (see Figure 2). The count of yarn is in between 600 and 1200 denier.

To adjust the helix angle of the wrapped yarn (see Figure 3), the number of revolution of the stands can be altered. In general this helix angle is in between 40 – 60 degrees.

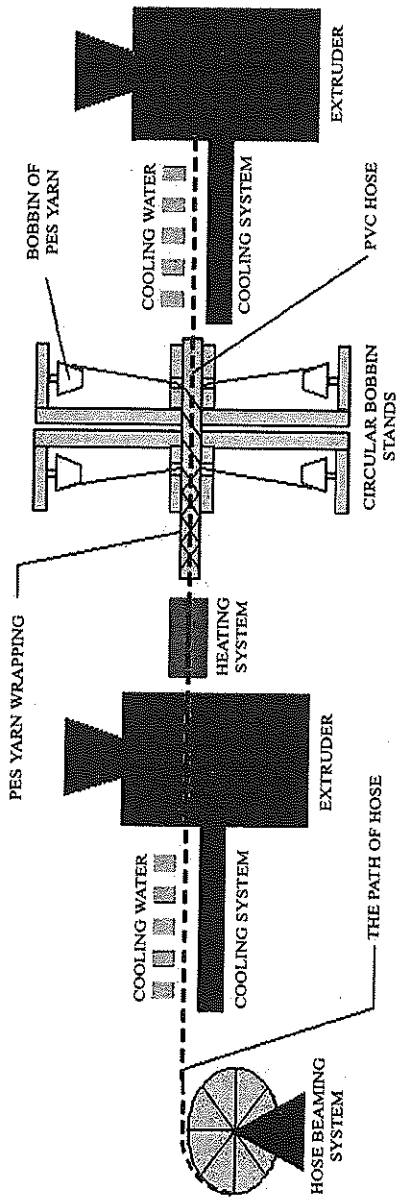
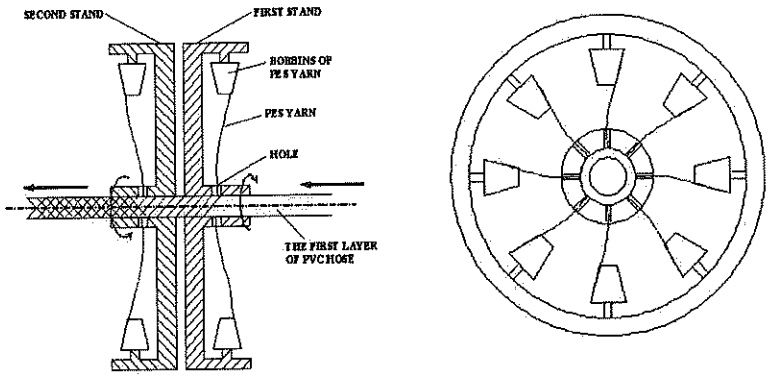


Figure 1 Production line of PVC hoses



a- front view b-side view

Figure 2 Flange coupling like bobbin stands

The yarn is adhered on the surface of the PVC main material by heating the composite. This operation is also necessary for the next operations.

The heated composite is then passed through one another extruder to obtain the outer layer of PVC coating. In the extruder, PVC material in liquid form is applied by hose shaped mold on the wrapped yarns, thus the complete hose is cooled down by water before it is wrapped on hose beam.

Burst pressure test is applied to hoses before their usage. These tests were applied to two hoses at $1/2^{"}$ diameter, one of which had included yarn layer and the other had no yarn layer.

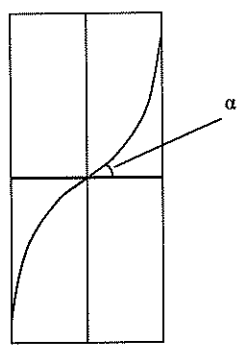


Figure 3 Helix angle of wrapped yarn

The test results show that the hose with no yarn layer stand the pressure test up to 19.61 bar while the hose with yarn layer stand the pressure test up to 34.32 bar.

This kind of PVC hoses with only one layer of yarn is used as the garden hoses as seen in Figure 4. Hoses for special applications such as LPG gas or pulverization hoses have to be stand up to 40 – 60 bar burst pressure. These kinds of hoses have two layers of yarns in between three layers of PVC material and obtained by adding one more yarn supply system and one more extruder in the above explained procedure.

Plain knitted fabric is also used instead of PES yarn layers by arranging a horizontally placed special circular knitting machine with small diameter. But, for this system production is not very high, therefore this is not used much with PVC hoses.

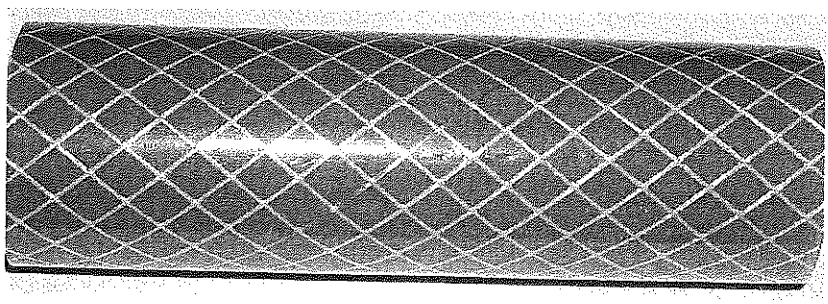


Figure 4 A sample of PVC gardening hose

THE HIGH PERFORMANCE REINFORCEMENT FOR AUTOMOTIVE HOSES

In recent years, automotive hose construction materials and techniques have undergone substantial changes. There are four major reasons for these changes.

- Modified service environments due to more stringent emission control and fuel economy requirements,
- The availability of an increasing number of speciality elastomers permitting hose construction to be tailored to the specific end use,
- Increasing acceptance of constructions which employ thermoplastic resin components,
- Longer warranty periods requiring more durable materials.

The use of higher-performance reinforcement materials for automotive hoses has also played a major part in the automotive manufacturers' efforts to produce more efficient, cleaner, longer-lived vehicles. The use of Kevlar is becoming the preferred material, because of its unique combination of properties [7]:

- Strength
- Dimensional stability
- Thermal stability
- Chemical stability

Product range of Kevlar for automotive hoses is seen on Table 1.

Table 1. Product range of kevlar for automotive hoses

	dtex	Filaments	KG / tube
Kevlar Para-aramid T 956 filament yarn	800	480	10,0
	1100	666	10,0
	1670	1000	10,0
	2500	1000	10,0
	3300	1333	10,0

Tensile properties of Kevlar are seen on Table 2.

Table 2. Tensile properties of Kevlar

	KEVLAR T-956	NYLON	PES	Rayon
Tenacity (cN/tex)	192	86	82	55
Modulus (N/tex)	44	4.6	9.7	11
Elongation at break (%)	4	17	14.5	11
Loop tenacity (cN/tex)	106	60	55	34
Loop elongation (%)	2	12	9	7
Heat shrinkage at 160 °C, 15 min, 0,9 cN/tex	< 0.2	6.8	8.8	0
Growth (30s, 24 °C, 9.0 cN/tex)	0.5	4.8	2.1	4.9
Creep (growth between 30s and 30 min)	< 0.03	0.4	0.3	1.4
Density (g/cc)	1.44	1.14	1.38	1.52

Effect of Yarn Twist on Breaking Strength (Figure 5)

A twist multiplier of 1.1 provides the highest yarn strength and lowest variation in yarn characteristics. Research has shown that in order to optimize the yarn processability, the twist multiplier for automotive hoses should be around 1.5 [7].

$$\text{Turn/m} = \frac{\text{Twist multiplier x } 960}{\sqrt{\text{TEX}}}$$

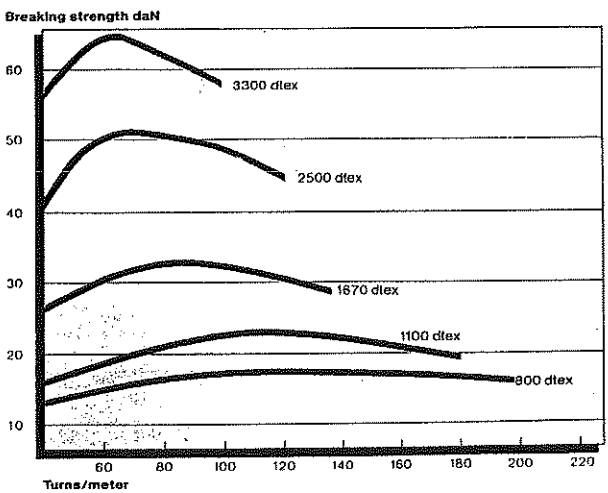


Figure 5 Effect of yarn twist on breaking strength

Thermal Properties

Figure 6 shows the effect of elevated temperature exposure on the tensile strength of Kevlar. The fibre also performs well at low temperatures and maintains its properties to well below -40 ^{0}C.

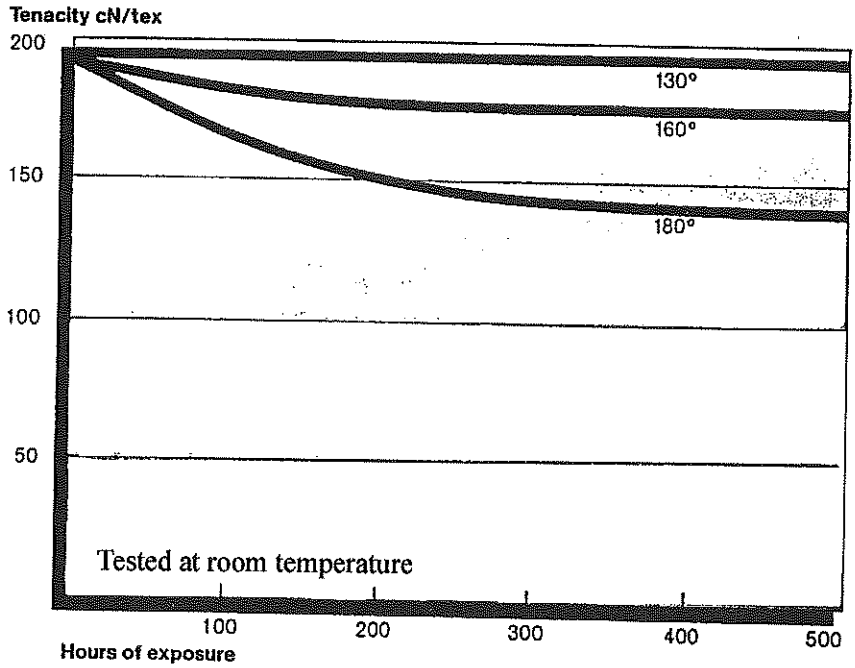


Figure 6. Thermal properties of Kevlar

Kevlar is thus essentially unaffected by long term exposure to temperature in the -40^0 to +130^{0}C range well within the temperatures experienced in automobile hose applications.

Today's automotive hose applications specify operating temperatures up to 130 ^{0}C. Figure 6 shows that the tenacity of Kevlar is unaffected by continuous exposure at its temperature. Even short term exposure at 160 ^{0}C results in only minor changes in fibre's characteristics.

Figure 7 shows the effect on tensile strength of Kevlar and other materials after direct exposure to heat for a period of five minutes. Tensile strength test results measured at elevated temperatures shows that Kevlar is superior to other reinforcement materials [7].

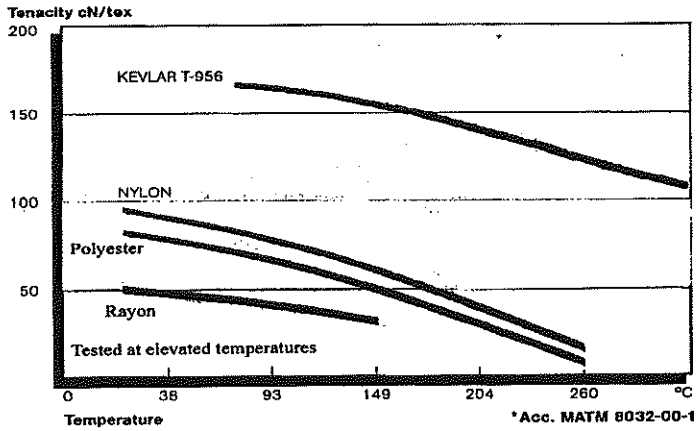


Figure 7. Comparison of tensile strength of Kevlar with other materials

Chemical Properties

The basic chemical structure of Kevlar, which is responsible for its good thermal stability, also provides very good resistance to a wide range of chemicals, common solvents, oils and most ingredients used in rubber compounds. Generally it requires long exposure to relatively concentrated acids and bases to affect its tensile strength significantly.

Strength retention after exposure to glycol-water 50/50 % at 114 ^{0}C; after 30 days of direct exposure, Kevlar is still 4-5 times stronger than the currently used rayon fibre (see Figure 8) [7].

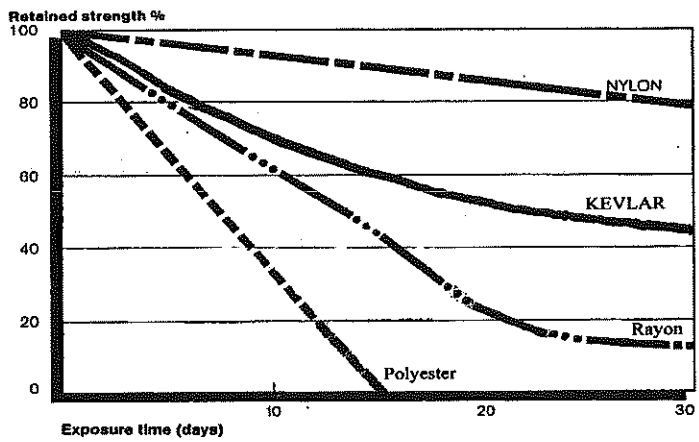


Figure 8. Retained strength against exposure time

Strength loss of Kevlar in antifreeze / water mixtures 95% / 5%; low antifreeze pH will minimize the degradation of Kevlar (see Table 3).

Table 3. Strength loss of Kevlar in antifreeze / water mixtures 95% / 5%

Exposure		Antifreeze	% strength loss	pH of mixture
Temp.	Hours			
140 °C	40	X	49	9.2
140 °C	40	Y	33	7.5
140 °C	40	Z	48	8.7
140 °C	100	X	55	8.6
140 °C	100	Y	47	7.3
140 °C	100	Z	58	8.4
155 °C	40	X	63	8.4
155 °C	40	Y	48	7.2
155 °C	100	X	72	8.2
155 °C	100	Y	60	7.2

Knitting Technology

- **Equipment recommendations**

The following recommendations are based on tests carried out with an Elha Circular Knitting machine (Model RHU series) from Harry Lucas [8] (see Figure 9).

This machine is designed to knit a cover around a rubber tube and can be built up to 6 cam tracks and 4-12 systems. Covers for tubes up to 125 mm o/s diameter can be knitted using machine cylinders with a diameter of 130 mm.

In order to avoid a press-off, the 8 or 12 bobbin stands are fitted with 8 or 12 electric stop motions. The machine is stopped by instant operation of the air shoe break. An adjustable drive with a worm drive is attached, which regulates the take down speed per machine revolution. The speed of machine, expressed in rpm, is displayed, in conjunction with the take-off speed, by two electronic digital counters [8].

Speed: 8-system = 700 rpm 12-system = 500 rpm

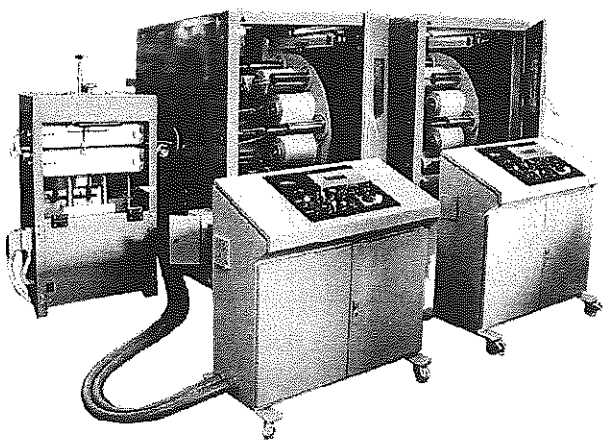


Figure 9. RHU-S-2x16 Rubber hose tubing machine [8]

Experience has shown that correct knitting equipment and know-how is essential to obtain optimum hose performance using Kevlar. The followings are recommended to achieve the best possible results.

Horizontally operating knitting machine carrying 4-16 yarn cones (standard - 8), intended for the continuous covering with a layer of knitted fabric of plastic, silicon and rubber tubing. These machines are developed for online operation between 2 extruders and they can work horizontally. Tubing can be directly feed through the machine at a height of 1 meter. Tubing haul-out effected by either a caterpillar haul-out device 600mm long, 90mm wide) or a haul-out wheel (dia. 600mm). Special sizes are also possible. In the machine step-free frequency-modulated motor drive, using 1 or 2 quadrant drive technology is used. Also it has solid, stable machine construction, with full noise-suppressant guards, to ensure safe and quite machine operation. All removing machine elements are mounted on ball races and are therefore maintenance-free. The needle butts run in a grease bath. A special yarn feed system, with yarn end detectors, guarantee an even stitch pattern. Both folded and unfolded yarns can be used in these machines. One compressed air operated brakes ensure that the machine is brought to a stop within 1 second, even if the mains power and air supply fail. Knitting heads can be exchanged quickly and easily, using the swing-in device. The knitting heads of RHU machines are compatible with the vertical machine (RVU). Knitting head is ¾" – 5 ½" [8].

- **Knitting recommendations**

The properties of the finished hose can be controlled in four ways; by varying the knit pattern; by varying the number of needles, the spacing of the yarn (the number of stitches), or the strength of the reinforcing material [7], [8].

➢ **Lock stitch pattern (see Figure 10):** Approximately 70 % of hoses reinforced with Kevlar are made with a lock-stitch construction which provides both technical and economic advantages [7], [8].

Advantages	Disadvantages
Stable construction	Tension control for uniform knit-design
Lower yarn consumption	
Better processability	
Better mechanical adhesion	

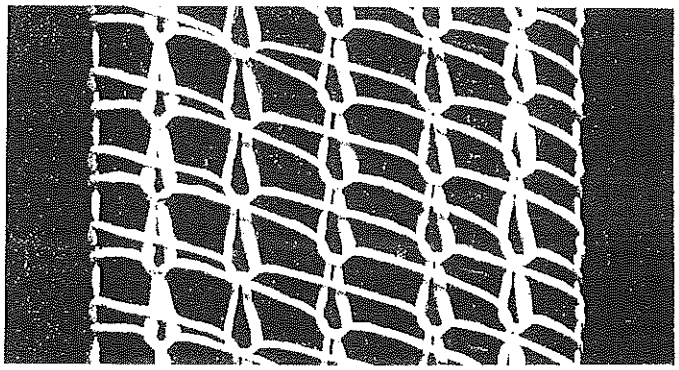


Figure 10. Lock stitch pattern

➢ **Plain stitch pattern (see Figure 11):** This pattern is mainly used for small and specially shaped heater hoses where superior fatigue resistance and flexibility are required [7], [8].

Advantages	Disadvantages
Better flexibility resistance	Higher yarn consumption
	Lower extruder speed
	Higher yarn friction
	Higher radial expansion

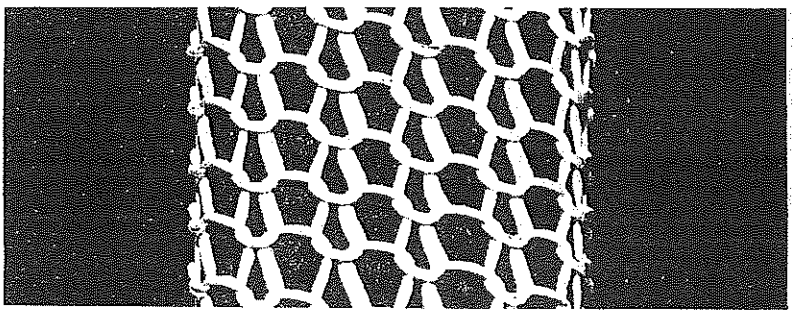


Figure 11 Plain stitch pattern

➢ **Knitting head:**

Size	Needles	Inner tube outside diameter
7/8"	10	10 - 14
1 3/8"	14	16 – 28
1 3/4"	16 + 18	22 – 38
2 3/8"	20	38 - 51

Knitting speed:

12 – 15 m/min for twisted yarn

6 – 8 m/min for untwisted yarn

Yarn tension:

Equal on all 8 positions

Knitting construction:

2.5 – 4.5 stitches/cm

Knitting angle:

5 – 10^0 depending on hose shape

- **Knitting Tension Effect**

Good tension control; experience shows that good tension control permits uniform knit designs. In impulse testing, hoses with uniform knit designs perform better. Burst pressures are higher and internal abrasion is minimized (see Figure 12 a).

Poor tension control, Figure 12-b shows high variation in knit design due to poor tension control. Test results were far inferior to the previous examples (see Figure 12 b) [7].

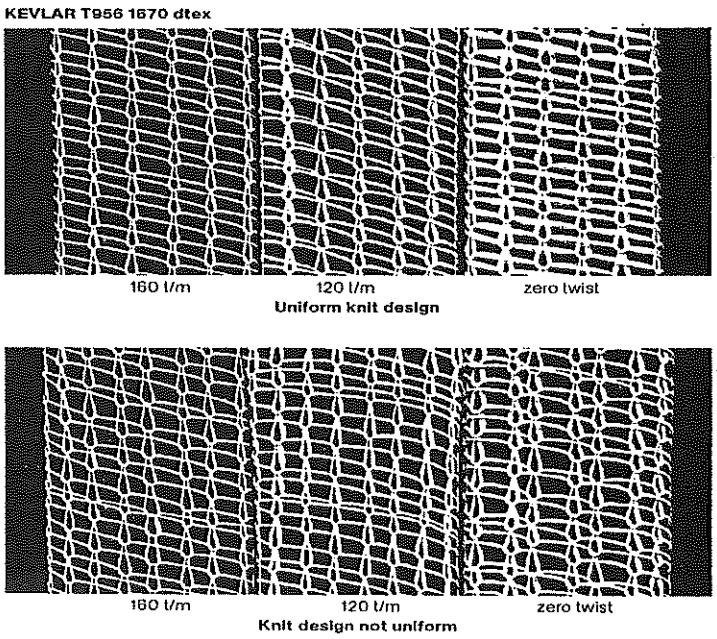


Figure 12. Tension control effect on knitted fabric

a)Good tension control b)Poor tension control

Radiator Hose Test Results

Impulse cycles versus yarn twist-level and stitches/cm;

Low twist and higher stitch levels optimize impulse resistance with Kevlar. In addition, the use of the para-aramid permits the reduction of wall thickness without effecting hose performance. A further advantage of Kevlar over rayon or nylon is its exceptional temperature resistance: 150 ^{0} – 160 ^{0}C short terms compared with 120 ^{0} – 140 ^{0}C (see Figure 13) [7].

Test conditions: 125 ^{0}C, 3 bar pressure at 0.5 Hz frequency

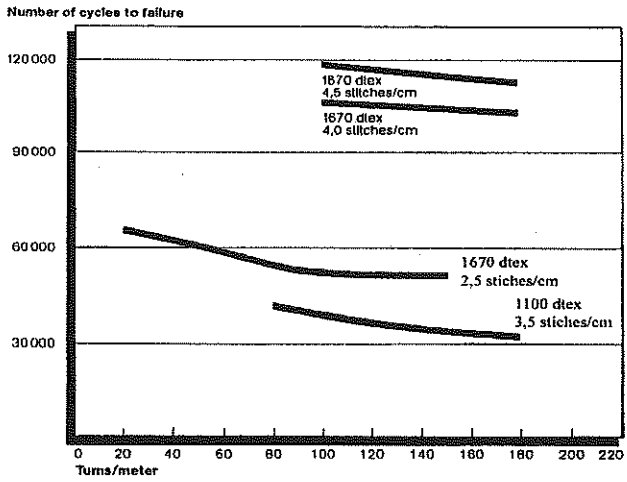


Figure 13. Radiator hose impulse cycles test results

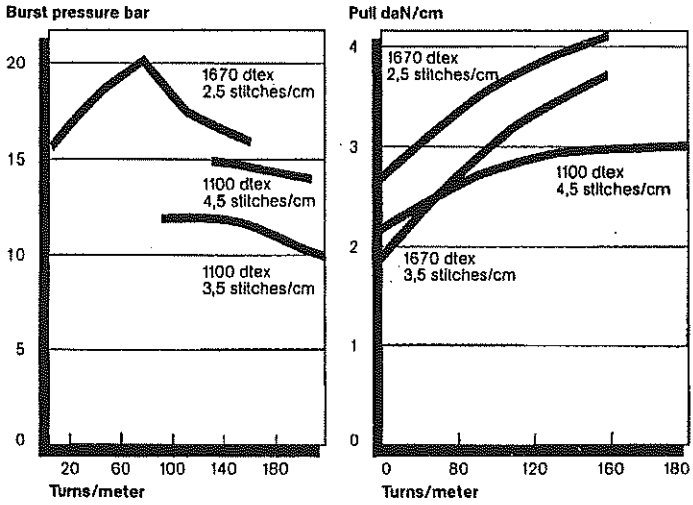


Figure 14. Radiator hose test results

Impulse Test Results

- **Cut filaments due to abrasion:** The Figure 15-a shows impulse test results above 100000 cycles. This hose was made with optimum knitting head size and yarn tension. The Figure 15-b shows impulse hose failed after 32000 cycles. This hose was built with the wrong knitting head size and yarn tension. Knitting construction was not tight enough around the inner tube [7].

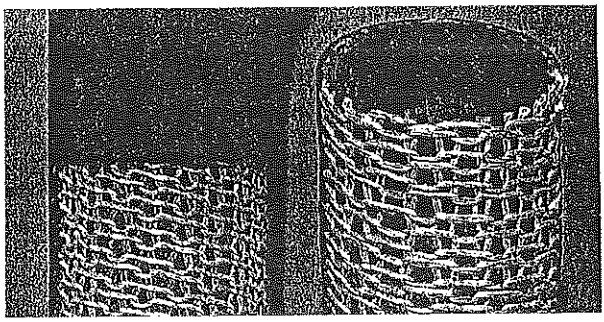


Figure 15. Impulse test results

- **Processability problems:** Incorrect knitting head size and yarn tension will result in poor knitting (see Figure 16-a) and result in very low hose performance (see Figure 16-b). Test made with Kevlar 1670dtex and 160t/m.

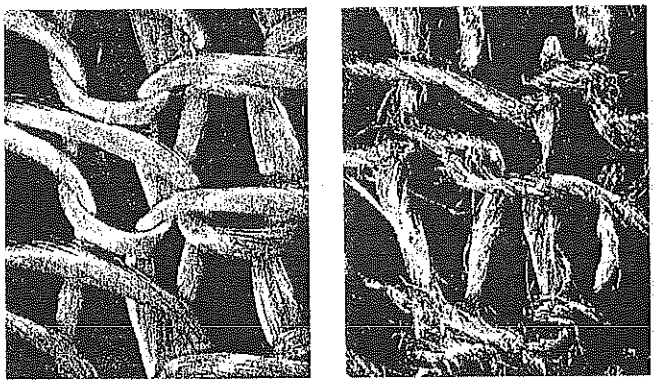


Figure 16. Processability problems

a- Before testing

b- After testing

Service Performance of Kevlar

According to EMPA's (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research) inherent viscosity test on this hose reinforced with Kevlar showed no chemical damage after seven years and 150000kms of normal service (see Figure 17) [7].

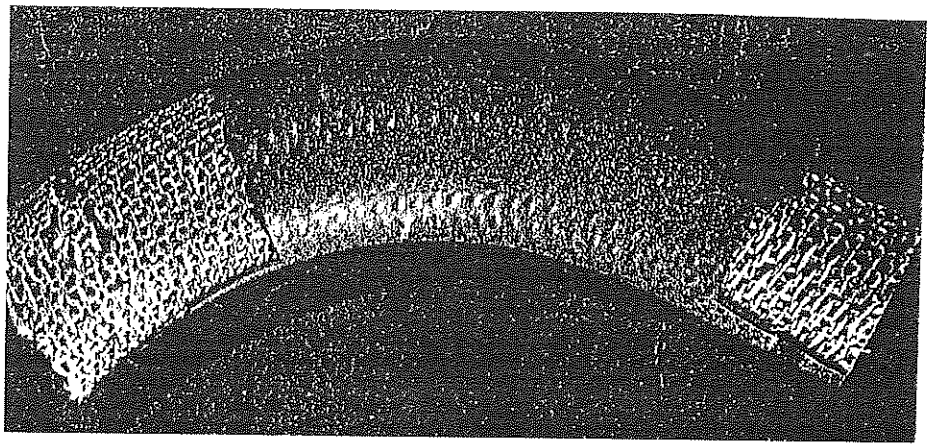


Figure 17. Inherent viscosity test

CONCLUSION

Technical textiles are textile products that can be used for their performance and functional properties rather than their aesthetic and decorative properties. Applications of technical textiles for hose reinforcements are explained here. It is expressed once again that the properties required for technical textiles are different and more involved when compared with the aesthetic and decorative uses of textiles.

REFERENCES

1. Adanur, S., "Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles", Technomic Publication Co. Inc. PA, USA, 1995.
2. Horrocks, A. R. and, Anand, S. C. (ed), "Handbook of Technical Textiles", Woodhead Pub. Ltd., England, 2000.
3. http://www.tad.com.tr/arsiv/d2003/s2/teknik_tekstil/teknik_tekstiller.html
4. http://www.tad.com.tr/mt/nw_tt/tt1.html
5. http://www.tad.com.tr/mt/nw_tt/tt2.html
6. Kimya Teknolojileri, Sayı: 17, Mayıs 2002
7. http://www.dupont.com
8. http://www.lucas-elha.de/products/Products.html

SURVEY OVER THE MECHANICAL MODELLING OF WEFT KNITTED STRUCTURES

Y. KYOSEV

Technical University of Sofia, Department of Textiles, BULGARIA

ABSTRACT

The current state of the research on the area of modelling of fabric behaviour of weft knitted structures is discussed. The knitted fabrics is analysed as a system with inputs and outputs. Three groups of problems are found to be still open – description of the structure (topology), calculation of stitch properties and yarn interaction. The theory and the models for these sub-areas have to be extended and combined in a specific software tool in order to be used for simulation of technical textiles.

KEYWORDS

knitted fabrics, modelling, survey, topology, yarn interaction

INTRODUCTION

Today's world uses a large set of new materials and structures. Most of them are precisely investigated and designed to satisfy the special conditions, determined by their usage. For clothing – these conditions are connected with human comfort, for the technical and medical applications – there are specific stress-strain, resistance and other conditions. In both cases, part of the design of the new product includes usage of some mechanical properties of the structure. Prediction of the needed set of properties is still open problem, as only small part of them are calculable by the input parameters. This is because the connection between yarn parameters and the properties of the structures is based on complex relations between different phenomena.

One of the most important characteristics of the materials is the load-deformation curve. It gives additional information about energy dissipation and material behaviour. Defining load-deformation curve for a small set of fabrics for a certain structure is also still open problem. Goal of this work is to analyse the state of the research in this field for weft knitted structures and to define the open problems that are waiting for solution.

MECHANICAL BEHAVIOUR OF THE FABRIC AS A SYSTEM

Inputs and Outputs

Mechanical behaviour of the fabrics, in particular weft knitted fabrics, can be presented as a system with inputs and outputs. We are using a certain yarn with

specific properties for a certain knitting machine to produce one fabric sample. Both the– yarn properties and knitting process parameters determine completely the fabric behaviour and they are inputs for our system. There are also several additional influences like finishing processes and stress redistribution that has to be taken into account (Fig.1.), and also should be classified as inputs of the system.

Using these input parameters, instead of knitting, we have to reconstruct the fabrics virtually, so that the relations between the inputs to be clearly defined. From these relations we could define the outputs. For the purposes of the current work the mechanical behaviour is represented formally by two sets of outputs:

- structural parameters, in the meaning of parametric function for general description of the stress-strain curves;
- material properties – the values of the parameters in the functional description of the stress-strain curves .

From mathematical point of view they are not completely independent, because one and the same curve could be approximated with different functions that would have different parameters.

Since the relations between inputs and outputs for this system are very complex, till now there is not existing analytical representation of them. By using software and computers, these relations can be reached numerically and implemented for predicting the fabric properties. In this work we will not discuss pure mathematical approaches for identification of the system and its representation by using approximation techniques like neural networks, fuzzy systems or statistical models. All these models do not have the "internal intelligence" for representation of the interaction phenomena. We will look for the models that describe all the physical interactions mathematically.

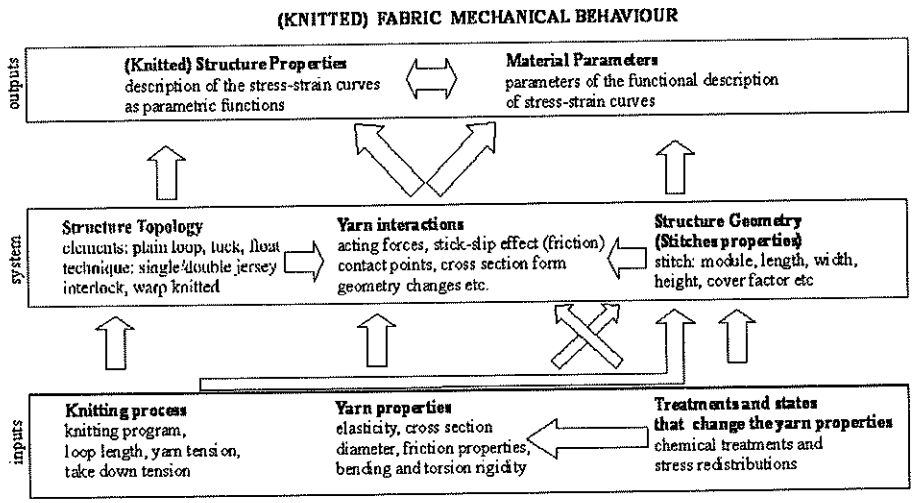


Figure 1. Mechanical behaviour of knitted fabrics as a system

System

The knitting program as input determines completely the topology of the knitted structure. This topology is the first part of the system named "mechanical behaviour", as it describes the geometrical configuration of the structural elements in the unit cell. Geometrical parameters of each of these structural elements (plain stitches, tucks, floats) are the second part of the system, and they are depend also on the knitting program, but also on some yarn parameters and relaxation processes. But the behaviour of the structure depends also on the interactions between yarns in the unit cells.

Topology

The CAD-CAM systems for knitting machines have already solved the connection between the knitting program and the topology of the structure. For instance M1 of Firma Stoll, visualizes realistically the structure by using the data of the knitting program. As a part of the design of the knitting process, generating topology of the structure is almost solved. But as a part of the engineering design of knitted structures, there are still a lot of open problems. Visualisation module from CAD-CAM programs shows the simplified structure geometry (Fig.2) and although you can see the front and back sides, the image seems to be compiled still as a puzzle of well prepared pictures, but not as 3 dimensional objects. There are nice images, but there is still not real geometry. Therefore two problems still remain open:

- These images are not useful for further calculation with specific engineering packages.

- The real geometry differs greatly from the generated, mainly in the dimensions of the separated structural elements (loops, tucks and floats). The differences increase with the usage of more complex combinations of tucks and floats together with plain loops, because the tucks and floats with their different geometry cause redistribution of the lengths and forces until the equilibrium state is reached.

The same seems to be the state of the software of the other companies like Shima Seiki, although the author does not exclude the possibility both of the packages to have some export abilities, but because of commercial purposes, they might not be published.

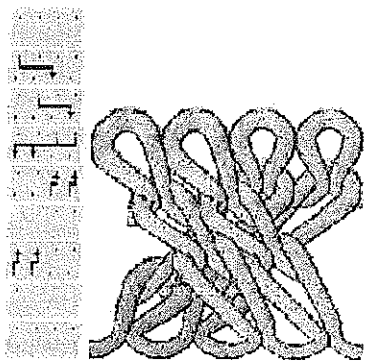


Fig.2. Technical view (knitting program) and fabric view (structure) of M1, Stoll 26

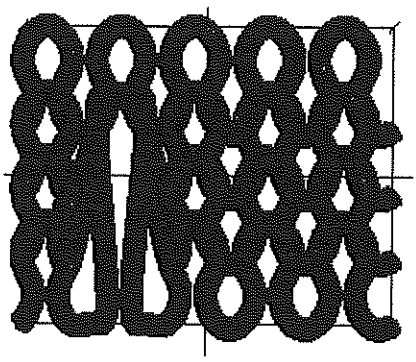


Fig.3. Image, produced with the WeftKnit software, 16,25

Unlike to the commercial software, some scientific projects as 25, reproduce the knitted 3-Dimensional objects (Fig.3.) into readable data formats 15. This allows exporting the geometry to FEM software, Virtual Reality Modelling Language 27 etc. and as a whole the first current disadvantage of the above mentioned commercial software is eliminated. It has another disadvantage that it is limited to basic structural elements but more complex structures with cross stitches are not included. As a geometrical pre-processor WeftKnit has the same problem as M1, that it does not deal with forces and equilibrium states of the structural elements. In 13 is explained that pure geometrical model is not able to define properly the real geometry of complex knitted structure until mechanical interactions between yarns are not included.

Stitch properties

Both the visualisation programs use parametric definitions in order the geometry of the structural elements to be calculated 24,16. Calculation of the form of relaxed stitches is subject to many research works. Lots of them usually describe energy or force conditions for the optimal form of the yarn axis in

analytical form 19, 20, 21 etc. Reference 4 presents parametric model for yarn axis description, which is used later for energy calculations. Although yarn compression is discussed in lots of works, for instance 20, it is commonly being neglected and circular non-deformable yarn cross section is used. Except that they usually deal with plain stitches, without combination of tucks and floats.

To calculate the stitch form, additional stitch width and height are assumed to be known as input, but since we do not want to produce the fabric in the design cycle, these values cannot be given preliminary. There are also some diagrams and equations about the relations between loop length, height and width, cover factor, loop module etc., but all of them are based on some simplified geometrical models or approximation of experimental data 12. In some works 1, 4 it is shown, that these relations give large differences from the measured values and are not usable for more precise works. One different approach is to define the stitch form as a smooth curve going through some key points, used for instance in 16. This approach is simpler for calculations but needs some improvements in the definitions of the key points. It should describe properly more general structures with tucks, as currently the length of the tucks is not taking into account the length redistribution of neighbour stitches.

Interaction

The third part of the system – yarn interaction has the largest set of open problems. To model the yarn interaction in contact areas, is needed enough knowledge about the yarn structure, yarn mechanics and especially yarn behaviour at lateral compression as background. Most of the contemporary researchers are still using the Van Wyk's relation 22, 23, but it deviates from the experimental results for structures with higher packing densities especially yarns. This problem was shown by Neckar 18 who has also made some investigations about the yarn structure as stochastic mechanical system 17. The yarn-yarn interaction in meaning of relation between cross section parameters and lateral pressure is described in 5, 6. The dependence of the yarn cross section orientation from the yarn axis form is explained from geometrical and energy point of view in 13 together with some ideas and modelling techniques when using non-circular cross section. Reference 14 shows one extensive research about the modelling of the loops taking into account the deformability of the yarns at their contacts. Although the interactions are generally defined, the model, presented in this work will need large extension in order to present more complex structures, because the preparation of the model needs a lot of specific preliminary work that depends on the stitch parameters and topology.

This review of the problems of the system "knitted fabric" shows that to find the real geometry of the fabric we need to combine the topology of the structure with

stitch properties. But the stitch properties could not be fully defined without taking into account the yarn interactions that depend on the knitting topology. Consequently, the solution of the problem for building proper geometrical model of the knitted structures consists of common solutions of three different sub-problems.

Mechanics

The survey presented above is still about how to obtain the proper geometry of the knitted structure. It was mentioned, that finding geometry of the structure is more or less mechanical problem (also see 8, 9). Once built, such model representing the fabrics with the yarn interactions can be extended to solve more general mechanical problems about the fabric behaviour. For instance, if force-elongation curve is needed, an iterative procedure could be used to calculate the geometry and acting forces in the structure for certain elongations. It has to be remembered that by deformation of the structure appear relative motion of the yarns, that are not taken into account in the investigation mentioned above. The deformation processes of the fabric differ from the static state mainly because of the influence of the friction with its change from static friction to sliding, or the so called stick-slip phenomenon 9, 10.

Alternative System Definitions

The above analysed systems should describe the complete geometry and interactions inside of the knitted structures. As this problem is very complicated, some authors prefer to build simplified models of the structures. They model the main processes and relations in the knitted structure using other simpler structures with identical behaviour. Using hexagonal nets of rods and joints for plain knitted structure modelling is subject of the works 2, 3, 24. Usage of constitutive elements – height, length and contact pair is presented in 14. All these works require simpler calculation process, but they require additional steps for connection between real input parameters – knitting process and yarn properties and the simplified model inputs – like length of the rods and the topology of the simplified structure. Therefore these techniques and models can be effective only in several private cases, but are not suitable for building of more general model for numerical investigation of knitted structures.

CONCLUSION

The current state of the research on the area of modelling of fabric behaviour of weft knitted structures is discussed. The following problems are found to be still open:

- Topology description – the software tool for generation of the structure topology for complex weft knitted structures is generally presented, but more possibilities to export the structure geometry into other applications are needed.

- Stitch properties – a mechanical model for definition of the stitch geometry for certain boundary conditions is needed. It should be general model with possibility to be used for plain stitches, tucks, floats, cross stitches. It should return the yarn axis geometry and cross section properties (form and orientation) for certain forces and yarn lengths.
- Yarn interaction – based on the above mentioned yarn model some interaction possibilities should be implemented. Static as well as sliding friction should be included, in order the friction phenomena to be taken into account at deformation, as the friction determines large part of the fabric behaviour, including the hysteresis.

The theory and the models from all these three sub-areas have to be combined in a specific tool, that should simulate the yarn behaviour for certain loads and fabric parameters.

REFERENCES

1. Angelova,Y., Kyosev, Y., 'Comparison of Some Geometrical Models for Single Jersey Plain Knitted Fabrics', *Int. Conference STRUTEX 2003, Proceedings*, ISBN 80-7083-769-1, Liberec, Czech Republic, pp. 421-426
2. Araújo, M. & Fangueiro, R.& Hong, H., 'Modelling and Simulation of the Mechanical Behaviour of Weft-Knitted Fabrics for Technical Applications. Part II: 3D model based on the elastica theory' *AUTEX Research Journal*, Vol. 3, No4, December 2003, pp.166-172, http://www.autexrj.org/No4-2003/0083.pdf
3. Araújo, M. & Fangueiro, R. & Hong, H., 'Modeling and Simulation of the Mechanical Behavior of Weft-Knitted Fabrics for Technical Applications' Part III: 2D hexagonal FEA model with non-linear truss elements' *AUTEX Research Journal*, Vol. 4, No1, March 2004, pp.25-32, http://www.autexrj.org/No1-2004/0084.pdf
4. Choi, K., Lo. T., 2003, 'An Energy Model of Plain Knitted Fabric', *Textile Res. J.*, 73,(8), pp. 739-748
5. Grishanov,S.A.,Lomov,S.V. et al. (1997a) The Simulation of the Geometry of Two-component Yarns. Part I: The Mechanics of Strange Compression: Simulating Yarn Cross-section Shape, *Journal of Textile Institute*,88,Part 1,No.2, pp. 118-131
6. Harwood, R.J., Grishanov,S.A. et al (1997) Modelling of Two-component Yarns. Part 1: The Compressibility of Yarns, *Journal of Textile Institute*,88,9, pp.370-380
7. Kirstein,S. (2001) *Productentwicklung für körpernahe Bekleidung unter Berücksichtigung der textilen Materialeigenschaften*, Dissertation, TU-Dresden
8. Kovar, R., *Structure and properties of flat textiles (in Czech)*, TU of Liberec 2003, ISBN 80-7083-676-8, 142 pages.
9. Kovář, R.: Knitted fabric as a pre-tensioned system. In: Knitting Technology, 1/2000, p. 10, ISSN 0947-0972
10. Kovar, R.: Stick-slip effect in knitted fabric deformation. *Conference ITC&D* Dubrovnik, Croatia, 7-9. 10. 2002, pp. 205 - 210, ISBN 953-96408-8-1

11. Krupincová,G., Křemenáková,D., Lateral compression of free yarn, 5th International Conference TEXSCI 2003, Liberec, CD-ROM Edition

12. Kurbak, A., *More about the rib knitted fabric dimensions*, Ege Univ. Textile Engineering Department, Izmir, Bornova - 1995

13. Kyosev,Y., Angelova,Y., Kovar,R., 3D Modelling of plain weft knitted fabrics of compressible yarns, Research Journal of Textile and Apparel, Hon Kong, 2005, *to appear*

14. Loginov,A, Grishanov, S.A., Harwood, R.J., 'Modelling the load-extension behaviour of plain-knitted fabric. Part I. A unit-cell approach towards knitted-fabric mechanics,' *Journal of the Textile Institute*, 2002, 93, Part 1, No 3, pp. 218-238; Part II. Energy Relationships in the unit cell, pp. 239-250, Part III. Model Implementation and Experimental Verification pp. 251-275;

15. Lomov,S., Mikołanda,T, Kosek,M., Verpoest,I., Model of Internal Geometry of Textile Composite Reinforcements: Data Structure and Virtual Reality Implementation, *Textile Research Journal*, 2005, to appear

16. Moesen, M, Lomov, S.V., Verpoest, I. Modelling of the geometry of weft-knit fabrics, TechTextil Symposium, Frankfurt 7-10 April, 2003, CD edition

17. Neckář, B. – Ibrahim,S.: *Structural theory of fibrous assemblies and yarns. Part 1, Structure of fibrous assemblies*. TU Liberec 2003

18. Neckar,B. (1997) Compression and Packing Density of Fibrous Assemblies, *Textile Research Journal*, 67(2), 123-130

19. Postle, R., Structual mechanics of knitted fabrics for apparel and composite materials, *J.Text.Inst*, 2001, 92, Part 3, pp.80-88

20. Postle, R., Carnaby, G., Jong, S., *The mechanics of wool structures*, Ellis Harwood Limited, Chichester, 1988, pp.218

21. Shanahan and Postle, R., A theoretical analysis of the tensile properties of plain-knitted fabrics. Part 1- Load extension cure for fabric extension parallel to the courses, *Journal of Textile Institute*, 1973, pp.200-234, Part 2 – The initial load-extension behaviour for fabric extension parallel to the wales, pp 254-260

22. Van Wyck, C.M. A Study of the Compressibility of Wool, with Special Reference to South African Merino Wool, Oderstepoort *J.Vet. Sci. Anim. Ind.* 1946, 21,99,

23. Van Wyk, C.M. Note of the Compressibility of Wool , *Journal of Textile . Institute,* Transactions, (37),1946,T285-T292

24. Wu, W.L., Hamada H., Maekawa,Z., Computer Simulation of the deformation of weft knitted fabrics for composite materials, 1994, *Journal of Textile Inst.*, 85, № 2, pp. 199-213

25. --WiseTex http://www.mtm.kuleuven.ac.be/Research/C2/poly/software.html

26. – "First Steps to STOLL Pattern Workstation M1", Manual of Firma Stoll, www.stoll.de

27. VRTex http://centrum.vslib.cz/vrtex/

THE BIOACTIVE FIBERS IN TEXTILE MATERIALS

G. DZIWORSKA, E. WILK

Institute of textile Architecture, POLAND

ABSTRACT

In many cases the highest level of hygienic in our life is difficult because of micro-organisms. Most of the harmful effects caused by micro-organisms can be avoided and it is necessary to develop antimicrobial textiles that can prevent the growth of micro-organisms on their surface. A general term that is adopted to indicate textiles with activity against micro-organisms growth is "bio-active" textiles. In our tests different antibacterial fibres, different structures of textile and different percentage share of antibacterial fibres in the textiles were used. As an antibacterial yarns there was used: Trevira antibacterial T140 – 100%, Trevira antibacterial T350 – 100%, Bactekiller 65% / cotton 35%, Bacterbrill 45% / cotton 55%. Elaborated textiles produced in the Institute of Textile Architecture were given for examination of their antibacterial properties. The following conclusions were drawn: - Antibacterial textile can contribute to the cleanliness and hygiene standard quality in the human life, - Elaborated fabrics possess antibacterial properties against testing bacteria. There was no proves for yeast and fungi, - Bioactive fibres and textiles indicate different activity against different micro-organisms, - The existing test methods have its own application field and are suitable for define antibacterial fibres and textiles.

Keywords: textiles, antibacterial

INTRODUCTION

Protection of human health is a very important problem of our existence. One of the ways of human life protection are medical textiles. Medical textiles have their application in the hospitals, hygiene and healthcare sector as well as in environments where hygiene is necessary. At present, on the world textile market the growth of different types of fibres with antibacterial properties is visible. In human environment there are numerous quantity of micro-organisms which are a part of our daily life. Background levels of bacteria and fungi are nearly always present with clean skin having a population of typically 100 ÷ 1000 microbes/cm^2. Microbes such as bacteria, fungi, yeast and molds play an important and necessary role in numerous biological processes. A wide class of micro-organisms coexist in natural equilibrium with human body and living environments but a rapid and uncontrolled multiplication of even non pathogenic microbes can seriously destroy the hygienic and healthy personal standard. Micro-organisms can cause deterioration in the properties of the different products but what is the most important, they can cause infection, disease and have a big influence upon our health. In contact with the human body, bacteria find the optimal conditions for growth, because the body provides bacteria with warmth, humidity and nutrients. Similar conditions for bacteria perform textiles

which can transform themselves in an optimal enrichment culture for rapid multiplication of micro-organisms. In the broad spectrum of existing bacteria there are pathogenic and non-pathogenic organisms. Both of them can multiply abnormally on the textile materials, on which sources of nutrient are present (food, contamination, oil, fat, skin secretion like sweat and sebum).

One of the fibres with antibacterial properties are fibres with silver content. Silver is a well know antibacterial agent with high efficiency against microbes and low toxicity against non target organisms. The silver content fibres releases a continuous stream of ions that attack bacteria's molecular structure, eliminating hydrogen from the DNA and bacteria die

AIM OF THE RESEARCH WORK

The aim of undertaken research work was elaboration and evaluation of antibacterial properties of woven fabrics designed for wound dressings.

EXPERIMENTAL PROCEDURES

Test Materials

In our tests different antibacterial fibres and different percentage share of antibacterial fibres in the textiles were used.

As an antibacterial yarns there was used:

- Trevira antibacterial T140 – 100%
- Trevira antibacterial T350 – 100%
- Bactekiller 65% / cotton 35%
- Bacterbrill 45% / cotton 55%

Trevira bioactive fibres contain a special additive which is locked into the fibre. The antibacterial effect is achieved by means of the interaction of silver ions with the cell membrane of micro-organism.

Bactekiller for example works against micro-organism by continually generating small amount of active oxygen. This is the same as ozone sterilization which is presently considered the best- the hydrogen peroxide disinfection also used the same mechanism.

It uses inorganic antibacterial agent kneaded in at the fibre spinning stage.

Metal ions inhibit the multiplication of micro-organisms by two mechanisms. In the first, they destroy or pass trough the cell membrane and bond to the – SH group of cellular enzymes. The consequent critical decrease of enzymatic activity

produces an alteration of the micro-organisms metabolism and a suppression of their growth.

3.2 The structure of tested woven fabrics

In the Institute of Textile Architecture the special structure of textile layer for wound dressing was elaborated. The fabrics used for our test had a leno weave structure.

Fabrics of leno weave belong to this group of articles with the system warp-weft, in which the warp threads at least periodically are not parallel, but they twist round one another, going from one side to the other. Thanks to this structure, the fabric, still characterized by small surface mass and small density of warp and weft – has a more stable structure, threads of warp and weft are fastened better, which results in a decreased possibility of threads displacement and smaller fraying of edges.

Figure 1 shows the structure of leno weave and figure 2 structure of plain weave.

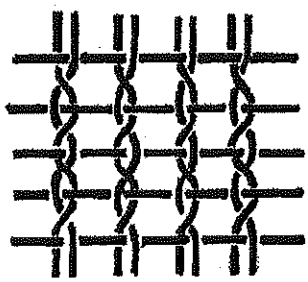


Figure 1. Structure of leno weave

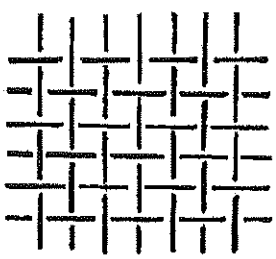


Figure 2. Structure of plain weave

Figure 3 presents the real appearance of the fabric of leno weave and figure 4 the real appearance of gaze of plain weave.

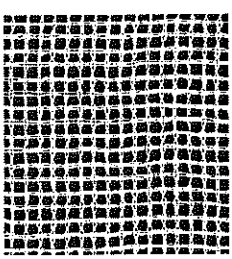


Figure. 3. Real appearance of the fabric of leno weave

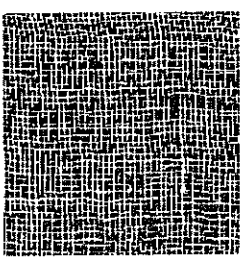


Figure 4. Real appearance of fabric of gaze of plain weave

In our tests there was used different percentage share of antibacterial fibres in the textiles (Table 1).

Table 1. Percentage share of antibacterial fibres in the woven fabrics

Sample	Blend ratio of antibacterial fibres in %	Composite in the fabrics	
		warp	weft
S_1	100	100% Trevira Bioactive T 140	100% Trevira BioactiveT 140
S_2	100		100% Trevira BioactiveT 350
S_3	73		45% Bacterbril / 55% Cotton
S_4	82.5		65% Bactekiller / 35% Cotton
S_0	0	100% Cotton	100% Cotton

3.3 Antibacterial activity test methods

Antibacterial activity of bioactive fibres is not immediately evident, but it can be evaluated by test methods.

Several standard methods have been defined, and at the moment, there is not a unique test protocol that is suitable for all the sort of the antibacterial fibres.

Each of the existing methods has its own application field, so that, if two of them are adopted to characterize the antibacterial textile, they often show opposite results.

A first overall classification is carried out on the basis of the evaluation of the micro-organisms population reduction: quantitative and qualitative.

In the quantitative methods, the number of bacteria still living after define contact time, is counted.

Besides, the quantitative evaluation can be differentiated further in order to classes according to main test conditions. For example, a small amount of liquid culture mediums is used to cover a specimen in the static method ATCC100, while the fibre specimen is immersed in a larger amount of liquid culture when the dynamic Shake Flask Test Method is carried out.

The application of agar plates for evaluation of antibacterial properties of fibres used in our research work (antibacterial ingredient are incorporated into the fibres) are not the proper methods. For the evaluation of the antibacterial properties in the case the quantitative methods should be applied.

3.4 The tests of antibacterial activity of textiles

Some of textiles worked out in the Institute of Textile Architecture were given for examination of their antibacterial properties to the two independent Institutes:

Department of Immunology and Inflectional Biology of University of Lodz and Institute of Fermentation Technology and Microbiology of Technical University of Lodz.

Only in the Department of Immunology and Inflectional Biology of University two test methods of antibacterial activity of textile were used: quantitative and qualitative.

The tests showed that qualitative methods for evaluation of antibacterial properties of elaborated fabrics are not suitable.

3.4.1 Qualitative evaluation

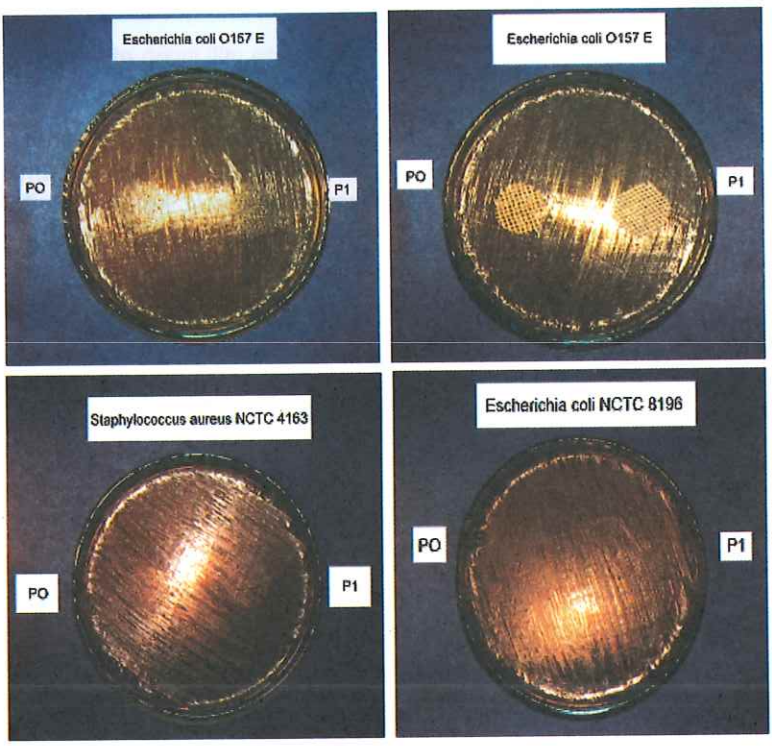
In the qualitative tests antibacterial and control samples 25x25mm or Φ 20 mm were placed on the agar plate inoculated with the test bacteria solution. The samples were incubated at 37°C depends on kind of micro-organisms for 48 or 72 hours /or 37°C/24h/.

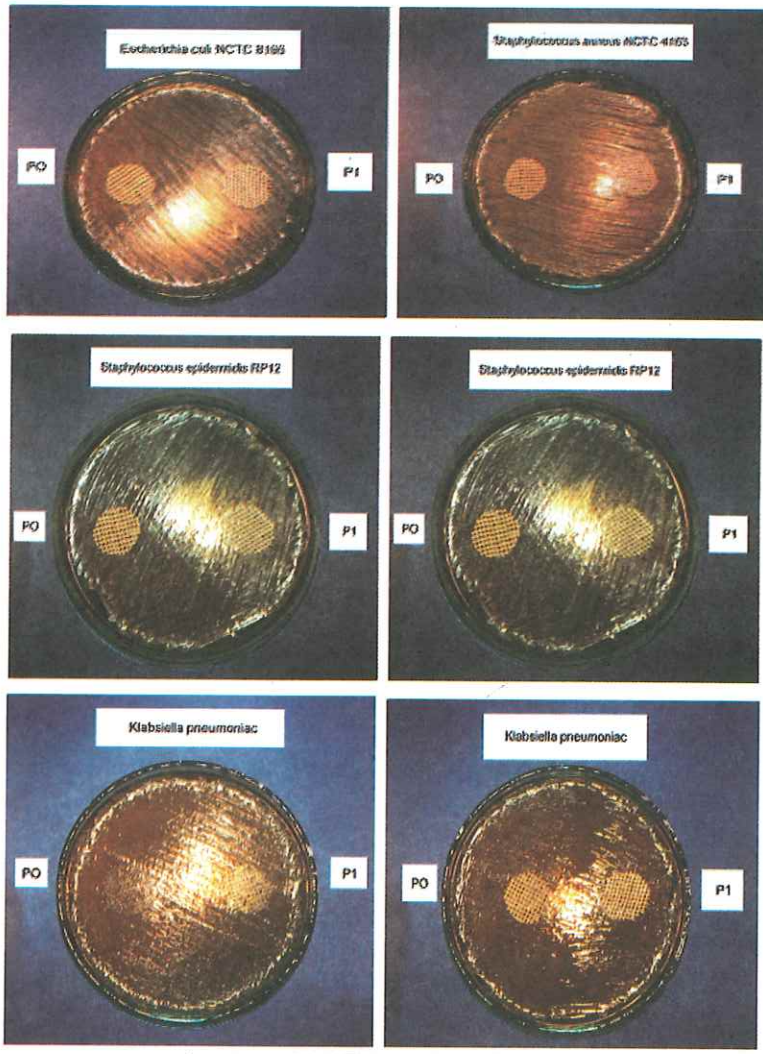
Before inoculated with the test bacteria all of the samples were sterilised at 121°C/30 min or 117°C/20 min.

The qualitative evaluation of antibacterial properties was carried out for 3 samples as follow: S_1, S_2, S_o, The tests worked out for micro-organisms:

Bacteria Gram +	Bacillus subtilis Micrococcus flavus Staphylococcus aureus
Bacteria Gram –	Escherichia Coli Klebsiella pneumoniae Pseudomonas aeruginosa

Bellowed pictures present the antibacterial properties of fabrics obtained by quantitative methods





3.4.2 Quantitative evaluation

The test was carried out on samples of fabrics 80 x 80mm. placed in a test tubes and sterilized in autoclave at 117°C/20min. Testing samples were inoculated with 1ml of selected bacteria Stephylococcus aureus. The same operation must also be done on a control sample which is not antibacterial.

The samples after dilution are incubated at 37°C for 24 hours. The count of bacteria colonies CFU (Colony Forming Unit) is done at time t = 0h and at the end at time 24h.

The results are expressed as % of reduction of the bacteria population after 24h using of the following equation:

develop. These can be either gaseous, solid or liquid. This decomposition process is called „pyrolysis". Pyrolysis in general is accompanied by smoke.

The less energy is needed to create these pyrolysis products the more vehemently the material burns.

Table 1. shows which temperature a fibre must have to start pyrolisis. Fibres decompose in a range of 150-400°C. For comparison, flames have a temperature of approx. 800 °C.

Temperature zones in which pyrolsis occurs *fibres*	*Temperature in °C*
cotton	250-270
wool	150-200
polyester	283-306
polyamide 6 and 6.6	310-380
triacetate	250-310
poly acryl nitril	250-280
poly vinyl chloride	150-300
poly propylene	328-410

The Low Oxygen Index (LOI) serves to get a quick indication of the flammability of a fibre. This index states which minimum oxygen demand a fibre needs for burning. The lower the LOI value the less oxygen the fibre needs and the easier the fibre burns. The higher the value the more oxygen is needed for burning. In consequence it is more difficult to burn the fibre.

PAN needs a very low quantity of oxygen. Already at 250°C flammable pyrolysis gases are formed. Outside ignition temperature and the melting point are almost identical. In this case the fibre melts and burns at the same temperature.

Table 2. shows thermic characteristics of various fibres. The pyrolysis behaviour is fibre specific.

fibre	*LOI value*	*melting point (°C)*	*outside ignition temperature (°C)*	*self-- ignition temperature (°C)*
poly acryl nitril (PAN)	18	215-260	225	515
cotton (CO)	19	--	350	400
polyamide (PA)	20	213	390	510
polyester (PES)	22	250	390	510
wool (WO)	25	--	325	590

Cotton contains water. To evaporate same energy of the flame is needed. This delays the burning somewhat.

Polyamide and polyester being submitted to outside ignition melt first and burn only when the outside ignition temperature has been reached.

Wool shows more favourable values. Wool has a comparatively high LOI value and a relatively high self ignition temperature. Without a special flame protection finishing, however, even wool does not stand severe test norms.

The different behaviour of fibres under the impact of heat can be classified in three groups:

1. Fibres easy to inflame
   e.g. cotton, bast fibres, regenerated fibres, PAN
2. Fibres harder to inflame e.g. wool, silk, PES, PA
3. Fire-proof fibres
   e.g. glass, stone, asbestos

1.2.2 The burning behaviour of textiles

Finishing of textiles with chemical substances offers the possibility to reduce the burning tendency of the finished textile in a way that a low burning tendency can be achieved.

The flame protection on textiles which often consist of various fibre combinations can be subject to different demands e.g.

Motor Vehicle Safety Standard MVSS 302

Deutsche Industrienorm 54 336 Arbeitsschutzbekleidung

British Standard BS 5852 burning test for upholstery etc.

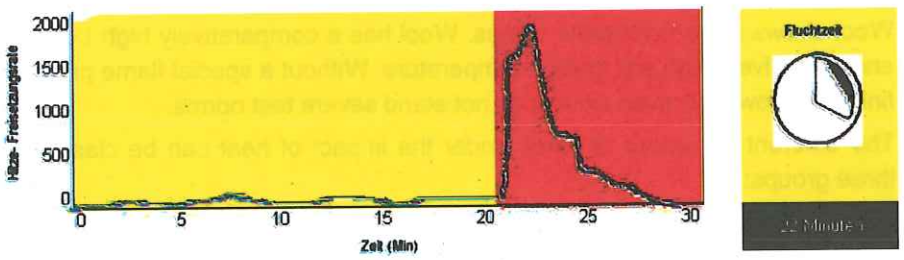
In case of fire textiles with a flame-retardant finishing give a significantly longer time to escape, they develop approx 25% less heat energy, only a third of toxic gas (such as carbon monoxide, carbon dioxide, cyan hydrogen, hydrogen chloride, nitrogen oxides and sulphur dioxide) is set free compared to textiles without flame-retardant finishing. Textiles with a flame-retardant finishing do not cause a stronger formation of smoke.

Example:

Two armchairs, one with a flame-retardant finishing, the other one without such a finishing, are exposed to an ignition source under the same conditions:



Graphic1. armchair without flame-retardant finishing



Graphic 2. armchair with flame-retardant finishing

1.2.3 Burning process

There are three steps for the burning of a material:

Ignition

First of all a textile material must be ignited. In order to start the pyrolysis energy must be applied via an ignition source. This is possible by a flame (800-1400°C), hot metals (200 to > 2000°C) or by heat radiation (0.5 - 5 Watt/cm^2)[1][2]. The dwelling time, mass and density of the material play an important role for this process.

Flame propagation

Depending on the LOI of the pyrolysis gases the flames of the textile develop in different ways. If the combustion gas produces sufficient temperature then this temperature retroacts on the textile and the pyrolysis progresses. The construction (tense or loose, single or multi-ply), the surface and the position of the textile (horizontal or vertical) has a considerable influence on the burning behaviour. Thus the flames can spread either very slowly or rather fast. An explosive combustion of textiles, however, is not possible.

Extinguishing

A burning textile can extinguish itself bit by bit before the whole material has burned down. This can be the case if the energy which is set free by the burning of pyrolysis gases is insufficient to keep up the reaction. If the textile does not show any self-extinguishing properties it will burn down completely, if no external influences such as water supply, oxygen deprivation or covering of the flames prevent this.

2. MODE OF ACTION OF FLAME-RETARDANT PRODUCTS

Each fibre has its specific burnable decomposition products. This necessitates a special flame-retardant for each kind of fibre. The flame-retardant products act as follows:

1) Under the influence of heat salts containing nitrogen and phosphorus react with oxygen. As a result oxygen is withdrawn from the burning process of the fibre.

2) Under the influence of heat hydrated salts split off water. This procedure takes up energy which is withdrawn from the burning process.
3) Salts which melt under the influence of heat form a layer around the fibre which protects it from the fire.
4) Under the influence of heat phosphorus acid esters split off phosphorus which reacts with oxygen.
5) Under the influence of heat organic compounds containing halogen split off halogen radicals. These radicals dock with pyrolysis products and thus are less inflammable.

The mentioned products develop their effect under different temperatures. With a combination of products influence can be taken on different burning conditions. A combination of flame-retardant agents offers synergy effects which are major than the sum of individual effects.

3. APPLICATIONS ON TEXTILES

3.1 Demands on a flame-retardant agent

Required fastnesses:

- wash fastness
- dry cleaning fastness
- water fastness

3.2 Planned fields of application:

- upholstery
- light protection
- workers' protective clothing
- children protective clothing

3.3 Burning behaviour:

- glowing
- afterburning

3.4 Fabric construction

- knitwear
- woven goods

3.5 Permanency

Salts which are applied as flame-retardant on the fibre are water soluble and thus not wash-resistant. Wash fastness can be achieved by binding the flame-retardant to a reactant resin.

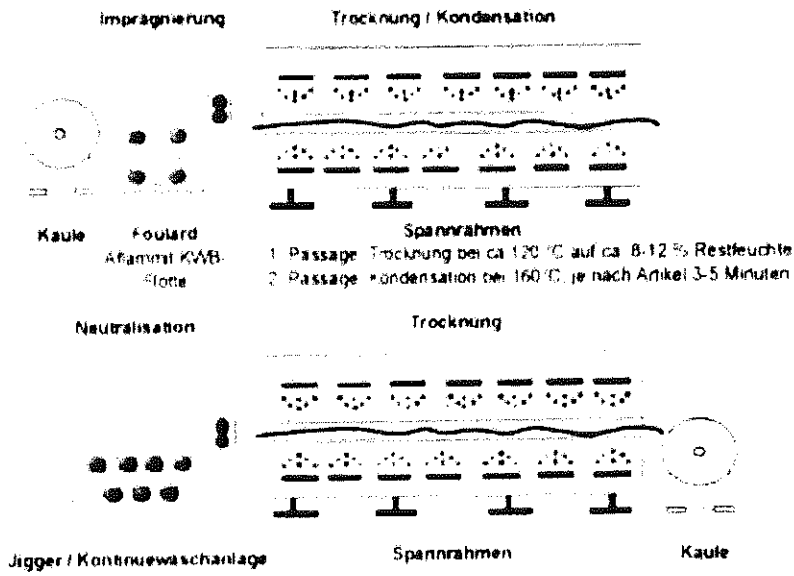
With polyamide and polyester a phosphor acid ester can be stored in the fibre by a swelling during a thermosol process.

3.1.1 Application examples

3.1.1.1 Impregnation, drying and condensation

Reactant crosslinking:

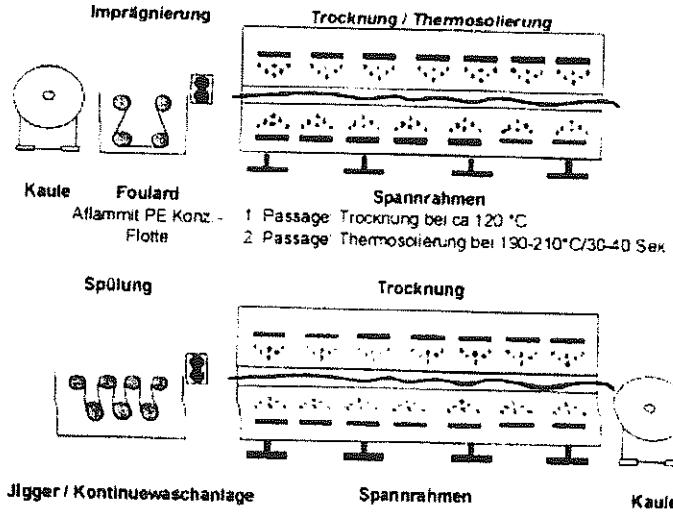
Under condensation conditions the product forms a chemical liaison with the cellulose by means of catalysts when passing through the first stenter frame resp. the dryer.



3.1.1.2 Impregnation and thermo condensation

To give polyester fibres a wash-permanent finishing the flame-retardant agent is fixed on the fibre with a thermosol process.

To allow for an incorporation of the substance the fibre must be opened. This is made by a thermosol process. Thereby the temperature of the prefixation is exceeded, the polyester fibre opens and the substance can diffuse into the fibre. When the temperature decreases the fibre closes again and encases the substance.



Of course, non-permanent or semi-permanent flame-retardant treatments are also possible. This mostly is done by padding or spraying-on of the substances. With semi or half-permanent finishings the substances can be applied on the material by a low crosslinking so that it shows a certain "water resistance" (-> soaking test). A wash resistance, however, cannot be achieved.

4. PRODUCT OVERVIEW

PERIGUARD FRP

Flame-retardant auxiliary for PES. Chemically based on phosphoric acid ester.

Properties:

- Halogen free flame-retardant for PES fibres.
- Resistant to dry-cleaning and mild washings.
- Soluble in water in any ratio.

PERIGUARD FRH

Flame-retardant auxiliary for finishing and coating of all kinds of fibres. Chemically based on antimontrioxide-halogen.

Properties:

- Resistant to dry-cleaning and mild washings.
- Soluble in water in any ratio.

PERIGUARD FRH is used in combination with polymer binders for the flame-retardant.

PERIGUARD FRAB

Flame-retardant auxiliary for finishing and coating of all kinds of fibres. Chemically based on antimontrioxide-halogen.

Properties:

- Resistant to dry-cleaning and mild washings.
- Soluble in water in any ratio.

PERIGUARD FRAB is used in combination with polymer binders for the flame-retardant.

PERIGUARD FRDOX

Flame-retardant auxiliary for finishing and coating of all kinds of fibres. Chemically based on antimontrioxide-halogen.

Properties:

- Resistant to dry-cleaning and mild washings.
- Soluble in water in any ratio.

PERIGUARD FRDOX is used in combination with polymer binders for the flame-retardant.

PERIGUARD VP 207

Flame-retardant auxiliary for all kinds of fibres. Chemically based on encapsulated phosphoric acid ester.

Properties:

- Halogen free flame-retardant for all kinds of coatings.
- Resistant to dry-cleaning and mild washings. Soluble in polymer dispersions.

PERIGUARD FRWO

Flame-retardant auxiliary for wool.

Chemically based on potassium hexafluor circonate.

Properties:

- Halogen free flame-retardant for wool fibres.
- Resistant to dry-cleaning and mild washings.
- Soluble in water in any ratio.

PERIGUARD FRWO is used in the exhaustion process on wool at 70° C.


HOME
TEXTILE
COLLECTION
2005
BY DEBA
www.deba.com.tr
DEBA, DENİZLİ, TURKEY T: +90 (258) 295 10 00

PERIGUARD FRCO

Flame-retardant auxiliary for cotton. Chemically based on phosphoric compound.

Properties:

- Halogen free flame-retardant for cotton fibres.
- Resistant to dry-cleaning and mild washings.
- Soluble in water in any ratio.

PERIGUARD FRCO is used in the dipping process.

PERIGUARD FRLM

Flame-retardant auxiliary for solvent polymer systems. Chemically based on phosphoric compound.

Properties:

- Halogen free flame-retardant for solvent based polymers.
- Resistant to dry-cleaning and mild washings.
- Soluble in any solvent systems like DMF, Toloul, MEK, Acetic ester, IPA, NMP and others.

5. TEST REGULATIONS

With the above mentioned flame-retardant auxiliaries the present flame protection regulations can be fulfilled:

Work clothing	DIN 54336
Technical textiles	DIN 53438
Upholsteries	BS 5852
Home textiles	BS 5867
Protective working clotl	EN 532/533
Technical textiles	DIN EN ISO 6941
Automotive textiles	MVSS 302

3D HOLLOW TEXTILE COMPOSITES FOR PERSONNEL PROTECTION AGAINST TRAUMA IMPACT

X.CHEN, D. YU,H-H WU

School of Materials, The University of Manchester, UK

ABSTRACT

Textile technology is capable of making many different types of fabric structures, including 3D hollow structures. This paper describes the engineering and manufacture of 3D hollow textile composites based on the use of the conventional textile technology, analyses their mechanical properties in terms of energy absorption, and evaluates their performance for personnel protection against trauma impact. The results from the research demonstrated that the 3D hollow textile composites perform satisfactorily in energy absorption and providing protection against trauma impact. In addition, these materials help to reduce sharply the transmitted peak force and delay the time that peak force appears. All these are regarded as merit in engineering trauma protective equipment. The research shows that the 3D hollow textile composites have the potential to be used as an alternative or even a replacement to the current impact protective equipment.

Keywords: 3D Textiles, Protection, Analysis, Performance, Trauma Impact

1. INTRODUCTION

Cellular structures exist in the nature, wood, cancellous bone, and sponge being typical examples, which have demonstrated their advantages of low density, high strength, and superb ability for energy absorption. People learned from the nature and have engineered manmade cellular structures for various engineering applications in industries such as aerospace, transportation, construction, and sports [1]. Textile technology is capable of creating different types of cellular fabric structures and such structures can be used in engineering new types of composites that are featured by low density, controllable volume, structural versatility, and tailored properties [2].

This paper concentrates on a type of cellular woven fabrics that has hexagonal cells in the fabric cross-section along the warp direction. In this context, this structure will be referred to as 3D hollow structure, and the composite made from such structures are termed as 3D hollow textile composites.

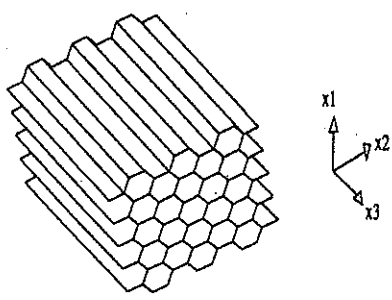
Trauma impact is a major risk that can cause injuries and even fatality. Protection again trauma impact has been an important issue. The requirement on the protective materials may vary based on different situations, but major properties of a satisfactory protective material should include high level of energy absorption, lightweight, and reusability. Take the limb protectors for the riot police

for instance. The current version of these is basically made of polyurethane foam and a hard shell. There have been complaints from the users that the impact force could still penetrate such protectors in some situations and cause pain to such a level that affects the performance of the users.

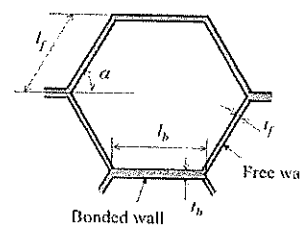
Aiming at such problems, this research is carried out to investigate the mechanical performance of the 3D hollow textile composites against trauma impact and to evaluate whether they are suitable alternative or even replacement for current materials used for police protection against trauma impact.

2. DESIGN AND PRODUCTION OF 3D HOLLOW TEXTILES

3D hollow woven structures can be regarded as a special type of multi-layer woven structure. Figure 1 (a) is an illustration of a 3D hollow structure, which is made from combining 10 layers of single layer fabrics at regular positions. Figure 1 (b) depicts a single cell in the cross-section that can be woven with different structural parameters to achieve the required characteristics.



(a) Illustration of a 3D hollow structure



l_b: Bonded wall length
l_f: Free wall length
t_b: Bonded wall thickness
t_f: Free wall thickness
α: Opening angle

(b) geometry of a cell

Figure 1. The 3D hollow structure and parameters

A 3D hollow structure is defined by providing structural parameters on macro and micro levels. The macro level parameters include the cell alignment, the number of cells in a column, and the number of columns in a unit of a structure. These determine the number of layers of fabrics that are needed to form the 3D hollow structure. The micro level parameters include the lengths of sides involved in a hexagonal cell, and the weave structures for each part of the hexagonal cell. In a cell, the free walls are constructed as a single layer of fabrics, whereas the bonded walls contain yarns for forming 2 single-layer fabrics. The weave structure used for the bonded walls will determine how these yarns are organised, which obviously will affect the physical and mechanical properties.

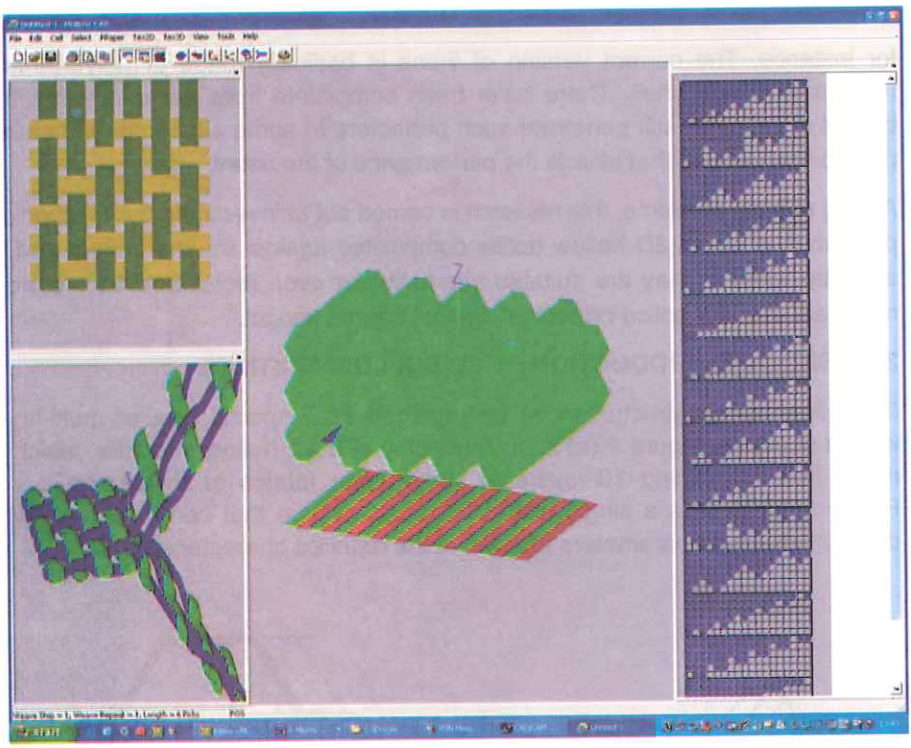


Figure 2. Snap shot of the Hollow CAD® package

Mathematical modelling of the 3D hollow textile structure had been carried out and CAD/CAM package established at the University of Manchester [3]. This package provides a user-friendly interface to collect the structural parameters and allows the flexibility in weave specification to the fabric sections. It will then combine weaves for all layers to generate the weave instruction, which may be in the conventional point-paper format or in the electronic format.

Figure 2 is a snap shot of the Hollow CAD® package. Among many other functions, this package is capable of creating the overall structure, displaying 3D visualisation, and generation the overall weave and weaving instruction. This package is efficient as it greatly reduces the design time and eliminates errors that could be made if the design is done manually. The production of such structures can be carried out on conventional weaving machines. For the structure demonstrated in Figure 2, a dobby loom with 18 shafts or a jacquard loom will be able to weave it.

Figure 3 shows some of the 3D textile hollow composites with different parameters. A special type of coding system is used to characterise the composites. In the case of 6L3P, it refers to a composite of this type whose reinforcement are made of 6 layers of fabrics and the length of the cell side is 3 picks long [4].

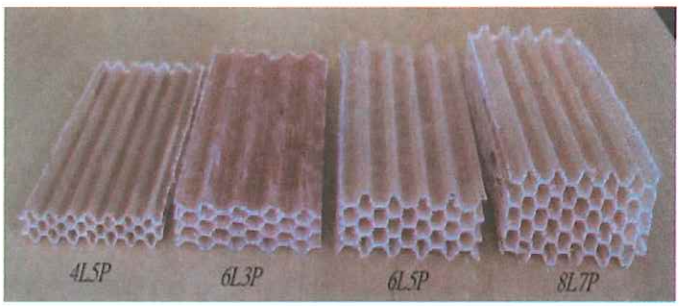


Figure 3. 3D hollow textile composites

3. FE ANALYSIS

Because of the complexities of the 3D hollow textile composites, FE package MARC Mentat was used for the analysis. The analyses aimed to find out the following: (1) the influence of structural parameters on energy absorption; (2) distribut5ion of energy absorption; (3) dynamic impact and effect; and (4) material comparison and evaluation.

3.1 Structural Parameters and Energy Absorption [5]

Among the many parameters that influence the properties of the 3D hollow textile composites, cell opening angle and the cell size are most interesting as they closely related to the manufacture of composites. In order to investigate the influence of the cell opening angle, the same cross-sectional structure was used, but allowing the cells to open differently. Figures 4 (a), (b), (c), (d) and (e) show the cells opened to 30°, 45°, 60°, 75°, and 90°, respectively. The free wall thickness was 0.145 mm, and the bonded wall thickness was 0.29 mm. The lengths for both free and bonded walls were 9.53mm. It is worth noting that thickness of cellular structure varies with different opening angles. The edge pressure 1.26 MPa was applied for all five top edges of the structures.

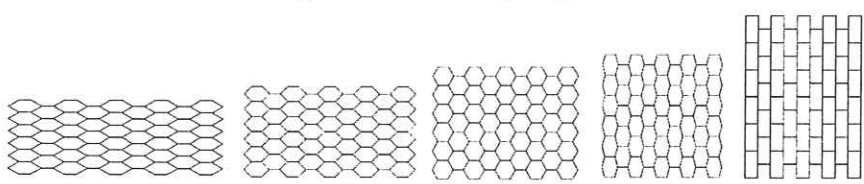
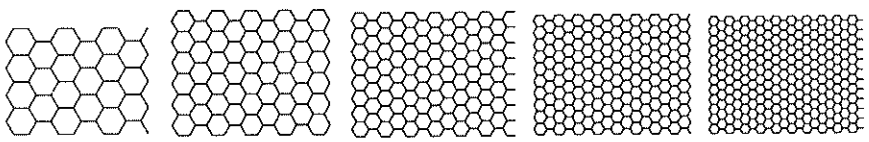


Figure4. Composites with different opening angles

When the cell sizes are change, each cell is assumed to be a regular hexagon, and all hollow structures have the same height and width for comparison purposes. The cell size therefore is measured by the length a side of the cell. Figure 5 shows 5 composites with different cell sizes where the opening angle is 60° for all.



(a) 14.290 mm (b) 9.527 mm (c) 7.145 mm (d) 5.716 mm (e) 4.763 mm

Figure 5. Composite with different cell sizes

To measure the ability for energy absorption, strain energy density and engineering strain are often used. The strain energy density is defined as the total energy absorbed divided by the material volume, i.e. $e = \frac{E}{V}$. The engineering is defined by $\varepsilon = \frac{T_0 - T_1}{T_0}$, where T_0 is the original thickness of cellular structure, and T_1 the deformed thickness.

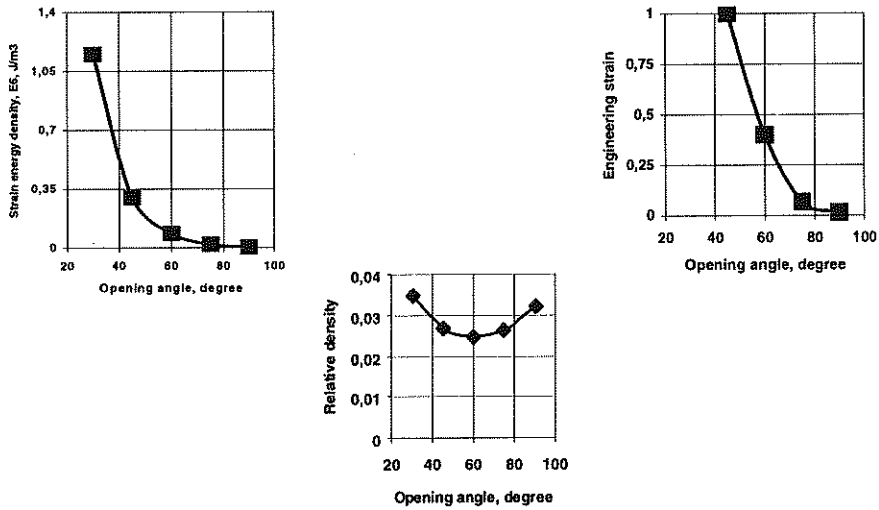


Figure 6. Influence of cell opening angle

Figure 6 shows the influence of open angle on the strain energy density, engineering strain, and relative density of the material respectively. It is obvious that smaller opening angle makes a composite easy to deform therefore to have higher strain energy density. As the opening angle increases, the hollow composites become more rigid therefore make it less easy to absorb energy. In such cases, it is more likely for impact force to penetrate. It is useful to note that the material relative density reaches the lowest when the opening angle is about 60°.

The cell size influence to the performance of the 3D hollow textile composites is described in Figure 7. As the cell size is increased the engineering strain becomes increased dramatically and so is the strain energy. The increase in cell size is an effective method for increasing the energy absorption capability. The relative density of the 3D hollow textile composite is reduced quickly when the cell size is increased. This indicates that 3D hollow textile composites will achieve a better ratio of energy absorption to density when larger cell sizes are to be used.

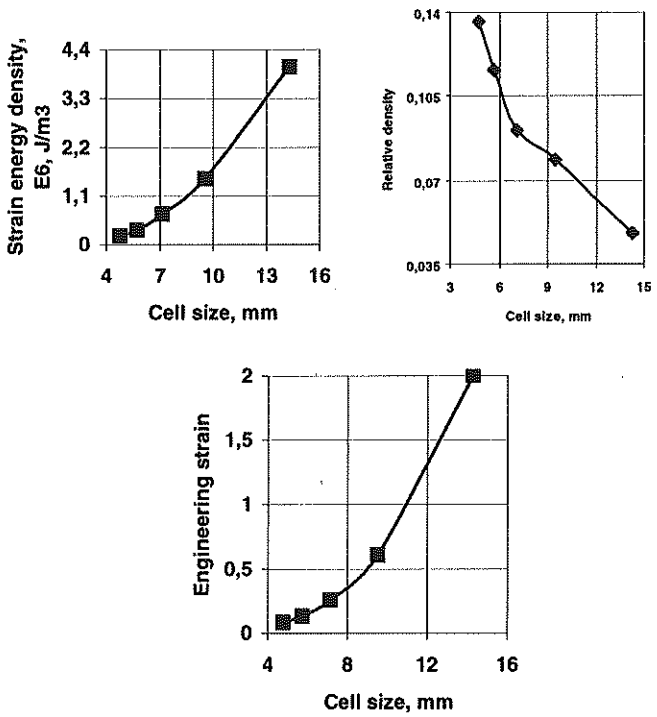


Figure 7. Influence of cell size

3.2 Dynamic Impact Simulation [6]

This part of the work aims to simulate the dynamic impact onto the protective material. The material properties used for each section of the 3D hollow textile composite are that measure from a glass/epoxy composite (R136/2 tex EC9 glass impregnated with Araldite LY and HT 1927 GB). Different types of hand thrown objects are used to create the impact on the 3D hollow textile composite in this simulation. This work is related to the limb protection for the riot police as a case study.

Table 1. Information of the impacting objects

Shape impacting object	Dimension (mm)	Mass (kg)			
		Iron	Wood	Concrete	Glass
Spherical	Φ80	2.091	0.402	0.670	0.697
Cylindrical (end impact)	Φ70×60	1.801	0.346	0.577	0.600
Rectangular	40×60×53.33	0.998	0.192	0.320	0.333
Cylindrical (side impact)	Φ40×53.33	0.519	0.100	0.167	0.173

Table 2. Material properties

Materials	Young's Modulus (N/mm^2)	Mass Density ($Tonne/mm^3$)
Glass/Epoxy Composite	13200	2.0 E-09
Iron	200000	7.8 E-09
Wood	25000	1.5 E-09
Concrete	27000	2.5 E-09
Glass	94000	2.6 E-09

The dimension and mass of the impacting objects are listed in Table 3. Three impacting velocities, 5 m/s, 10 m/s and 15 m/s were used to represent a reasonable range for low velocity impact. Furthermore, three different impacting angles including 30°, 45° and 60° are introduced for the rectangular impacting object. This paper will concentrate on the effect of geometric shape and material density at the speed of 15 m/s. Table 1 lists the shapes of the impacting objects and their dimensions and mass, and Table 2 lists the properties of the materials for the 3D hollow textile composites and the for the various impacting objects.

Figure 8 shows the influence of material density on the total strain energy of the impacted hollow structure. The relationship is linear regardless of the geometrical shape of the impacting objects. This suggests that when the impacting velocity is the same, heavier objects will cause more structural deformation and therefore the hollow textile composite will absorb more energy. However, there seems to be differences in total strain energy with different shapes of impacting objects. Whilst the spherical shape and the rectangular shape tend to cause similar levels of strain energy, the two cylindrical shapes appears to cause less strain energy.

In terms of protection, transmitted force is another important index that are used for material engineering. The analysis shows that when the 3D hollow textile composites are impacted on by the spherical shaped and cylindrical (side) shaped objects at the velocity of 15 m/s, the maximum transmitted force is 1.23 kN and 1.90 kN respectively, associated with the material iron. It is not surprising to see such a result as the kinetic energy with the impacting objects are the greatest for the iron in both cases demonstrated in Figure 9.

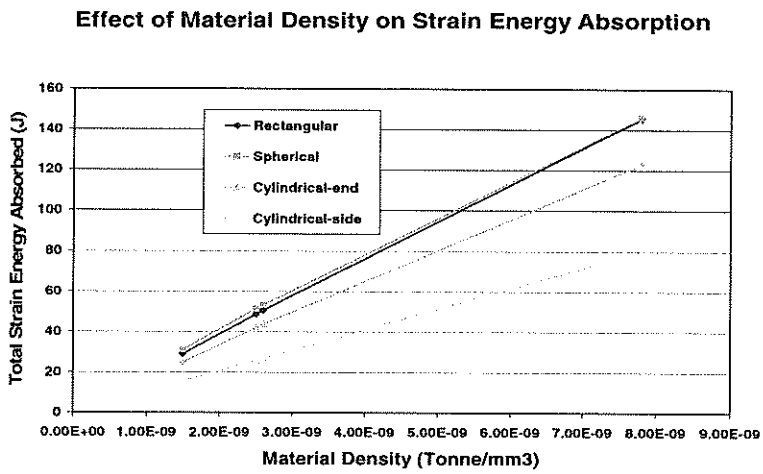
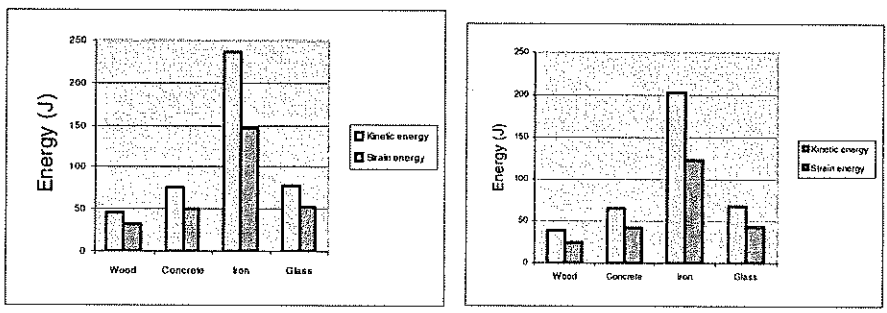


Figure 8. Material density vs strain energy



(a) Spherical shape

(b) Cylindrical (side) shape

Figure 9. Kinetic energy and strain energy

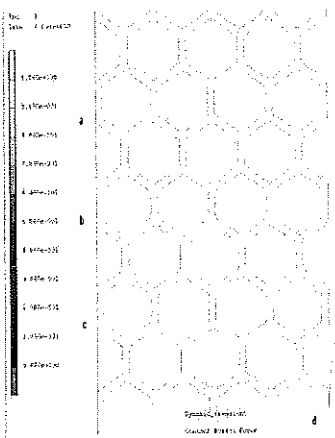
When comparing the kinetic energy of the impacting objects with the strain energy incurred to the 3D hollow textile composites as shown in Table 3, it reveals that the 3D hollow textile composites absorbs 60% to 70% of the kinetic energy coming with the impact, this being represented by S/K (%). It is interesting to note that (1) the hollow composites absorbs more energy when struck by the spherical object than by the cylindrical (side) object; and (2) iron objects cause more damage as they appear to allow more energy through the hollow composites. The former observation seams to support the fact that the cylindrical (side) object created higher transmitted force.

Table 3. Comparison of kinetic energy and strain energy

Material	Kinetic energy (J)		Strain energy (J)		S/K (%)	
	Spherical	Cylindrical (side)	Spherical	Cylindrical (side)	Spherical	Cylindrical (side)
Wood	45.23	38.93	31.11	24.82	68.78	63.76
Concrete	75.38	64.91	51.34	41.99	68.11	64.69
Iron	235.24	202.61	145.9	122.70	62.02	60.55
Glass	78.41	67.50	53.2	43.68	67.85	64.71

3.3 Performance Evaluation

Although injuries can occur prior to bone fracture, the force required to break bones is often used for injury thresholds, as it is more readily measurable. For the tibia, for instance, most studies defining the fracture threshold are related to the automobile industry, and their results vary greatly due to different experimental protocols and the age and the gender of the tested specimen. It has been reported [7] that the bone fracture thresholds vary from 4.3kN up to 8.93kN. TNO Road-Vehicles Research Institute [8] believes that realistic tolerance levels for lower leg fractures are between 2.5kN and 5kN depending on loading conditions. A control simulation showed that without any protection, the shine bone impacted by a 0.402 kg wooden ball at the speed of 15 m/s created a contact force of 25 kN.



Mate	Nod	Nod	Nod	Nod	Nod
Woo	314.	300.	299.	152	205
Iron	354.	123	146	201	259
Glas	383.	329.	914.	155	242
Con	383.	333.	936.	154	208

Figure 10. Impact simulation and results

Impact simulations of different objects with energy ranged from 15 J to 145 J were carried out with various material properties. Figure 10 displays the nodes on the hollow composite where data was collected and the force in newtons (N) at these points. Nodes a, b, and c are located on the inner side of the hollow

composite and therefore are in direct contact with the leg, whereas node d is the contacting point with the impacting object and node e is on the tip of the impacting object. It can be seen that force exerted by the impacting object is over 2 kN in all situations (node e), and for the iron and glass impact object the force level is sufficient to break the leg if not protected. This level of forces is reduced when passed on the hollow composite (node d). When the impact force was transmitted to the leg, the level of the forces is reduced well within the safe margin, i.e. well below 2.5 kN at all selected positions (nodes a, b, and c).

A case study was carried out to compare the performance of the current version of limb protector for the riot police and that of a would-be limb protector made from the 3D hollow textile composite. A wooden ball was used for impacting the limb protectors at 15 m/s. Table 4 shows the result of the comparison. The locations of nodes a to e are the same as those indicated in Figure 10.

There are two different thickness used for the limb protector, which are 12 mm and 18 mm covered by a shell of hard plastics. The 3D hollow structure is designated to have 18 mm in thickness and also covered by the same plastic shell. The result is obvious that for the same impact applied to the three samples, i.e. with 43.23 J of impact energy, the 3D hollow material is the most effective in absorbing the impact energy and reducing the transmitted force. At the inner side of the protective material, the transmitted forces for the 3D hollow composite are around 350 N whereas the transmitted forces for the commercial materials are mostly well above 1 kN, with the highest reaching 2.3 kN that is closer to the bone fracture threshold.

Table 4. Performance comparisons

Protector	Node 'a'	Node 'b'	Node 'c'	Node 'd'	Node 'e'
Commercial (12 mm)	1818.70	2281.44	942.55	3206.49	3432.84
Commercial (18 mm)	1284.87	1445.54	1318.62	1759.23	1759.23
3D hollow (18 mm)	363.86	334.73	352.52	932.40	932.40

Figure 11 compares the transmitted force when the same 3D hollow composite was impacted by a rectangular shaped object at 3 m/s, 10 m/s, and 15 m/s respectively. It is evident that at lower impacting speed, the 3D hollow structure would be able to attenuate the force; whilst when the impacting speed is high, a peak transmitted force will appear when the cellular structure has been crushed. This illustrates the importance of having a suitable thickness for the protective material.

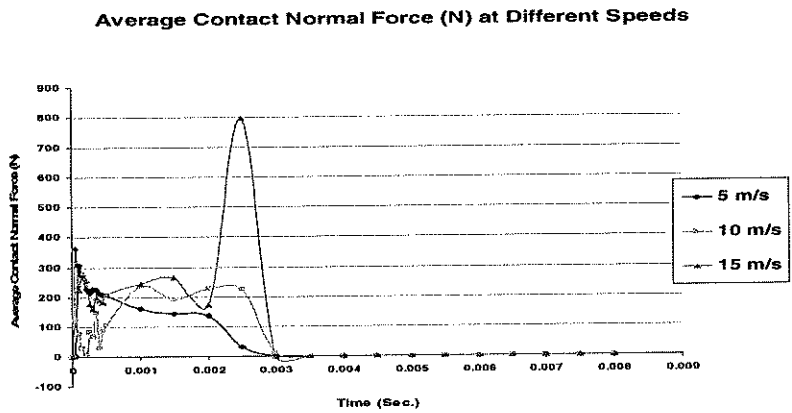


Figure 11

4. EXPERIMENT

Practical impacting test were carried out as an integral part of the work to characterise the 3D hollow textile composites. A drop head of hard wood of 0.337 kg was allowed to fall freely for 1.28 m before impacting on the 3D hollow textile composites. In other word, the drop head carries 6.69 J of kinetic energy when hitting the structure. Figure 12 describes the performance of 3D hollow textile composites with different thickness when impacted.

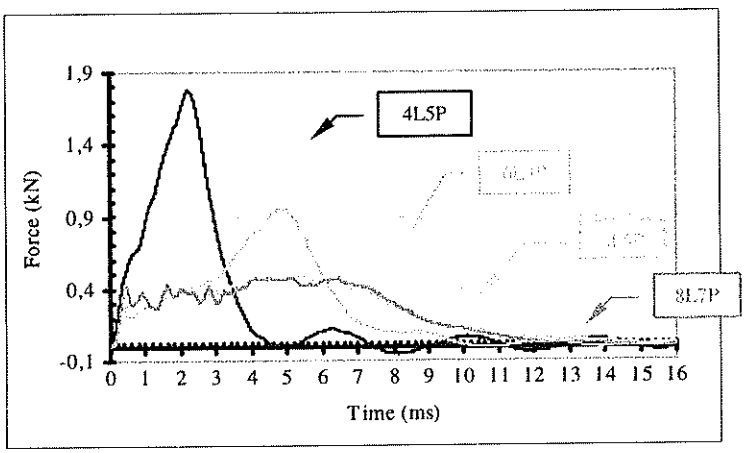


Figure 12. Experimental force curves

The four 3D hollow structures involved in Figure 12 are the same as those in Figure 3, with the 4L5P being the thinnest, and the 8L7P the thickest. There are two important aspects demonstrated in this figure, the first being the altitude of the peak force and the second the position of the peak force. It is apparent that as the structure changes from thinner to thicker, the altitude of the peak force is

reduced sharply and the peak force appears at a later time. Further experiments will be carried out to investigate the performance of the 3D hollow textile composites as a material for energy absorption and protection.

The curves in Figure 12 obviously have some similarities with curves in Figure 11 produced through simulation.

5. CONCLUSIONS

This paper is a brief introduction to the recent work carried out in the area of 3D hollow textile composites and their technical applications. The main achievements in this research have been:

(1) the establishment of a CAD package for hollow textile structures;

(2) the characterisation of 3D hollow textile composites in terms of energy absorption. Key structural parameters, such as the cell opening angle and cell size, have been proven to be important engineering parameters;

(3) the simulation of dynamic impact of the 3D hollow textile composites with different types of impact objects. This enables the prediction of level of protection the material provides against different types of threats; and

(4) the practical experiment that reveals the effect of thickness of the 3D hollow textile composites on the protective performance.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the support from the Home Office Innovation Fund and the Home Office Scientific Research Branch.

REFERENCES

1. Lu, G., and Yu, T., Energy absorption of structures and materials, CRC Press and Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 2003
2. Chen, X., Ma, Y., and Zhang, H., CAD/CAM for cellular woven structures, J. Text. Inst., 2004, **95**, in press
3. Chen, X., Wang, H., and Zhang, H., CAD/CAM for cellular woven fabrics with trapezoid cross-sectional shapes, Industrial Simulation Conference (ISC'2003), Valencia, Spain, June 2003
4. Wu, H-H., Experimental investigation into woven cellular composites for impact energy absorption, MSc Dissertation, Department of Textiles and Paper, UMIST, 2003
5. Tan, X., Chen, X., Parameters affecting energy absorption and deformation in textile composite cellular structures, Materials & Design **26** (2005), 424-438
6. Yu, D. K. C. and Chen, X., Simulation of trauma impact on textile reinforced cellular composites for personal protection, Technical Textiles for Security and Defence (TTSD), Leeds, November 2004
7. Porta, D.J., The anatomy and biomechanics of experimentally traumatized human cadaver lower extremity components. Ph.D. thesis, University of Louisville, 1996
8. Mugnai, A., (TNO MADYMO North America), Burke, G. (Daimler Chrysler Corp.)Simulation of an offset crash for tibia index evaluation, Paper presented at the SAE 2000 World Congress, 6-9 March 2000, Detroit, Michigan, USA (SAE Paper 2000-01-0882)

MULTITASKING TECHNICAL FIBER

S. CHANDRA

Sauquoit Industries LLC, USA

ABSTRACT

The new "Mantra" of the 21st century technical textiles appears to be clearly headed the way of: "Faster, Lighter, Durable & Multi-tasking specialty fiber". This clearly raises many questions as well as challenges as to how one can achieve this rather remarkable feat facing acute time crunches.

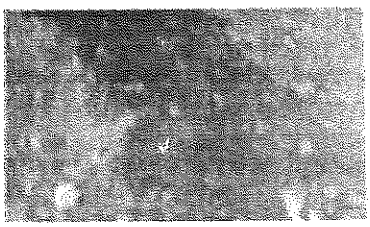
The latest in technical textiles are the so-called "Wearable Electronics" or "Smart Uniforms". This concept is charged with multiple tasks which include but not limited to:

- Light-weight information carriers in form of flexible "wires"
- Highly flexible - To be able to be incorporated into the textile matrix
- Durable - To be resistant to repeat laundry process
- Heat generating concepts for various applications including safe and stat protection for hypothermia patients etc
- Highly conductive substrates
- Powerful anti-microbial characteristics
- Yet, be comfortable and not feel the presence of the product

This is a tall order to achieve indeed! One can possibly look at for example; a stainless steel wire and be able to achieve conductivity requirements but would lack the durability and comfort factor. Carbon filament may achieve the comfort factor but would lack the conductivity or anti-microbial characteristics as an example.

We are pleased to present a product which is virtually "One size fits all" concept. X-Static® is the answer to all the tasks mentioned and more! In short it is a "Platform" based technology which caters to all the demands of the new age concepts. X-Static® takes advantages of rules as governed by physics of silver and transforms silver in a very effective delivery system. The results - A highly flexible, durable and conductive fiber (available in many sizes) which delivers the best anti-microbial, thermal, conductive properties for virtually any application(s) in the textile industry in particular and other technologies in general.

The secret to this success is the 3-Dimensional, universal coating of precious metal silver which provides optimum surface area and hence performance in myriads of applications. The SEM image of X-Static® clearly illustrates this statement with its clear and very tight grain structure.



THE FABRICS PROTECTING AGAINST NON-TOXIC DUST

L. H. PIESIAK, T. RYMARZ

Institute Of Textile Architecture, POLAND

ABSTRACT

The protection of a human life against risks resulting from his work environment is an obligation of each of us, especially employers and special organizations which deal with elaboration of protective activities. Humanization of the work process is a global trend. In the Eastern and Central European countries, frequency of occupational diseases is higher than in the developed countries. which is a result of technological backwardness.

In Poland, the European standard EN-PN30 is in force since the 2nd half of 1996. This standard sets the definition of dangers that is the situations when health or life of a man can be weakened or damaged. These can be: mechanical, chemical, biological threats, as well as dangers caused by radiation or dust. The research works carried out in the Institute of Textile Architecture focus on the threat caused by non-toxic dust.

The aim of the work was to elaborate and work out new fabrics and cloths structure protecting against the effects of non-toxic dust, which fulfill present requirements.

The utility parameters of cloths depend to the great extent on the parameters and structure of fabric which the clothing is made of. The prototypes of the designed fabrics can be used in various work environments. The fabrics, besides the requirements connected with a dust-resistance and strength meet high utility requirements. Within the confines of the works. the various structures of fabrics were designed. The fabrics named Sample 1 - Pyton and Pyton DR after the appropriate tests, obtained the Central Institute for Labour Protection certificate. The parameters of the designed fabrics fulfill all the required criteria and were assessed well by workers in steelworks and mines.

1.INTRODUCTION

The protection of man against risks resulting from his work environment and everyday life is an obligation of each of us, especially employers and organizations dealing with work protection.

Humanization of work has become a global trend, present also in Eastern and Central European countries. As a result of technological backwardness of the latter, frequency of occupational diseases caused by harmful factors is higher than in the developed countries. Health protection requires a constant development of fabrics and cloths protecting against risks.

The European standard EN-PN340, in force in Poland since the 2nd half of 1986, sets the definitions of dangers, that is the situations when a man's health may be weakened or damaged. These can be mechanical, chemical, biological threats, those resulting from microclimate – cold and hot (the extreme temperatures) or fire, as well as dangers caused by radiation or dust.

The Institute of Textile Architecture together with "Fasty" –Textile Company with the cooperation of Institute of Industry Design and Central Institute for Labor Protection has realized a Project on fabrics protecting against non-toxic dust. The project implementation has taken place with the participation of experts and industrial establishments representing the institutions dealing with designing and confectioning of cloths' designs and those carrying out the utility research.

Institute of Textile Architecture in its research has covered an environment where dangers caused by non-toxic dust and the extreme conditions of excessive activity of mechanical factors are present.

2. THE AIM OF RESEARCH WORK

The aim of the project was to elaborate a new generation of fabrics assuring the protection of a human organism and body against non-toxic dust, and prototypes of cloths, which fulfill the requirements as far as both hygienic-physiological comfort are concerned, and simultaneously protect against the following threats:

- intensified activity of mechanical factors,
- intensified activity of non-toxic dust,
- extreme environment conditions.

3. EXPERIMENTAL PROCEDURES

The implementation of the project consisted with:

- elaboration of hypothesis and conditions of manufacturing of prototype fabrics. made of textile stuff assuring utility parameters required of fabrics designed for cloths protecting against non-toxic dust, in accordance with the standards in force;
- manufacturing of experimental series of fabrics, together with metrological studies;
- elaboration of cloths' design and manufacturing of prototype cloths;
- carrying out of utility studies for cloths in definite work environments;
- assessment of, experimentally made, lot of fabrics and cloths – fabrics certification.

3.1 REQUIREMENTS OF PROTECTIVE WOVEN FABRICS AGAINST NON–TOXIC DUST

Requirements for fabrics for cloths protecting against non-toxic dust cover the following parameters. whose level is compatible with standards in force:

- weight of per square meter not more than 280g/m^2
- air permeability:

- for standard conditions not less than 140 dm^3/m^2s,
- for conditions where dust particles hit with higher kinetic energy. i.e. sand blasting not less than 7 dm^3/m^2s,

- dust – protection before and after 5 washes not less than:
  - 85% for standard conditions,
  - 92% for sand blasting conditions,
- breaking force not less than:
  - warp - 60 daN - standard conditions and sand blasting,
  - weft - 55 daN - standard conditions and sand blasting,
- tearing resistance not less than:
  - warp - 2.5 daN - standard conditions,
  - weft - 2.5 daN - standard conditions,
  - warp - 2.1 daN - sand blasting conditions,
  - weft - 1.6 daN - sand blasting conditions,
- measurement change after 5 washes:
  - warp 3%,
  - weft 3%.

Because of very complex requirements for fabrics designed for dust-protective cloths a possibility of a correction during a research had been envisaged.

3.2 TESTED MATERIAL

In order to obtain fabrics which fulfill the given criteria. in their designing various factors which influence the protective properties. have been taken into account:

- raw material composition (CO100% in both patterns, PES 50%/CO 50% in warp and weft direction, torlen- PES continuous in warp direction and PES50%/CO 50% in weft one),
- weave (twill $\frac{2}{1}Z$, $\frac{2}{2}Z$, satin $\frac{4}{1}(2)$, $\frac{1}{4}(2)$),
- single and complex (twisted) yarns and double fabric with weave according to a design,
- various number of threads in warp and weft,
- finishing way (a colored direction fabric plain or scratched).

It required a complicated procedure to choose the construction indices, often of countervailing impact on fabric properties, for example a given weight of 1 m^2, air permeability, resistance to stretching and tearing and appropriate dust-protection before and after the 5th wash.

The application of the above mentioned criteria should give cloth properly protecting its user against non-toxic dust, of satisfactory mechanical durability, of use comfort assured by good air and steam permeability and possibly low product weight together with good stability of measurements after several conservation processes.

The research on the establishment of a correct manufacturing technology for prototype fabrics has been carried out for all trials accepted for realization within elaborated hypothesis.

Table 1. Assumption for fabric sample

No.	Parameter	Name of samples: Sample1 ZT 48 - (Pyton)	Sample 2 ZT 49	Sample 3 ZT 50	Sample 4 AT 51	Sample 5 ZT 52	Sample 6 ZT 53
1	Warp yarn:					dtex	
	tex	20x2	40	30	30x2	167/32x2	50
	Raw material	PES50%/CO50%	PES50%/CO50%	PES50%/CO50%	CO	PES	CO
	Weft yarn:						
	tex	20x2	60	40	40	60	60
	Raw material	PES50%/CO50%	CO	PES50%/CO50%	CO	CO	CO
2	Weave	2/2 Z	1/3 3/1	Satin 4/1 (2)	1/4 (2)	2/1 (Z)	1)3/1 S 2)2/2 Z
3	Width of finished fabric (cm)	150	150	150	150	150	150
4	Number of weft threads per 1 dm	215	260	240	335	190	200
5	Wright of square meter of finished fabrics (g)	250	280	250	270	280	280
6	Basic finishing process	dying	Dying and single-sided scratching	dying	dying	dying	dying

The technological processes of weaving went correctly. Only for ZT48 pneumatic loom Elitex needed to be replaced by rapier loom MAV, because defibering of weft yarn occurred. The technological process of finishing went without any disturbances.

3.4 MEASUREMENTS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

The majority of research has been carried out in Institute of Textile Architecture in Lodz in its Textile Research Laboratory accredited by Polish Centre of Research and Certification holding Accreditation Certificate. Their weight of per square meter, breaking force, tearing resistance, measurement change after the 5th wash and air permeability have been assessed. The indices of dust-protection level in fabrics before and after 5 washes have been assessed in Central Institute of Work Protection.

Table 2 shows mechanical and physical properties of fabrics.

Among simples shown in table 1, after laboratory and utility research, simple 1 – ZT48 has been chosen for experimental production. This simple has been given the commercial name Pyton 140 and Pyton DR 140. The fabric Pyton meets the requirements for standard conditions, whereas Pyton 140 DR (scratched) fulfills the requirements for sand blasting conditions, when dust particles hit with greater kinetic energy.

Table 2. The results of mechanical and physical properties of fabrics

No.	Parameters	Unit	Requirements		Results	
			Standard conditions	Conditions. when dust particles hit with greater kinetic energy	Sample1 ZT 48 - (Pyton)	Sample1 ZT 48 - (Pyton DR)
1.	Width	m	-	-	1.40	1.49
2.	Weight per:					
	- Square meter	g	do 280	do 280	274.6	271.3
	- weight per meter	g	-	-	384.7	403.98
3.	Tearing strength	daN				
	- warp		2.5	2.1	2.69	2.59
	- weft		2.5	1.6	2.73	2.53
4.	Breaking force	daN				
	- warp		60	60	107.3	106.6
	- weft		55	55	68.9	61.2
5.	Strain at break	%				
	- warp		-	-	13.4	15.7
	- weft		-	-	14.7	15.4
6.	- size change after 5th washing	%				
	- warp		3	3	-0.5	+1.2
	- weft		3	3	-2.3	-1.8
7.	Air permeability	mm/s	min. 140	min. 7	159.5	140.0
8.	Dust protection before washing	%	85	92	93.7	94.7
9.	Dust protection after 5th washing	%	85	92	92.2	93.8

4. POSSIBILITY OF APPLICATION OF ELABORATED FABRICS

Protective fabrics obtained in research and implementation works meet all the requirements.

A new type of protective cloths has been created, made of fabric of new generation protecting against harmful dust in ironworks, mines, thermal-electric power station, mines power paint mills, leather factories. Protective effect comes from a fabric barrier of a special structure, which keeps the dust back protecting men's skin.

Protective cloths have been subject to utility studies in natural work environment of various level of dustiness, on different positions (ironwork, mine, thermal-electric power station, mines, power paint mills and have obtained a very good assessment as far as protection against dust and functionality are concerned.

Newly elaborated fabrics may be of vast application for protective cloths for work in high risk environment. Dust influence constitutes a harmful phenomena for men's health and may lead to cancer changes.

Article Pyton 140 and Pyton 140 DR hale obtained a Compability Certificate no 97/2001 issued by Central Institute of Work Protection and Product and Management Systems Certification Centre. Studies on fabrics and cloths has been carried out in company of waste recycling, power station, hard coal mine, brown coal mine.

5. CONCLUSIONS

On the basis of the research and development works performed in industrial conditions and laboratory and utility studies of fabrics and their quality, it may be said that:

- constructions of dust-protective fabrics elaborated within the project show the values of parameters indices, important in the light of dust-protection and utility properties compatible with the Polish Standards,
- from a series of fabric trials. article Pyton 140, in its versions colored and colored scratched, has been chosen for experimental and implementation production,
- compatibility of properties of dust-protective fabrics' Pyton 140 and Pyton DR 140 with the Polish Standards has been confirmed by Central Institute for Labour Protection, Certification and Management Systems Centre and these fabrics have been given a Compatibility Certificate,
- documentation of non-toxic dust protective cloths (for a set or uniform) has been elaborated. In the documentation, comments on the use of cloths, in particular on sealing of sleeves and protective hood protecting a head against dust, have been taken into account,
- set of documents necessary for presentation of cloths for certification has been prepared; in relevant economic conditions, these documents can be given to cloths producers, being the owners of a production certificate,

the protective cloths can be a point of interest for. among others. mills. Ironworks, thermal-electric power station, power paint mills, leather factories, etc.

PRODUCTION AND COLORATION OF UV PROTECTIVE CLOTHING

S KAYAN, E VARIŞ, F K AKOVA, F MUŞTU, B YILMAZ, E ÖNER

Marmara University, UTKAR International Textile and Clothing Technologies Research and Development Centre, TURKEY

ABSTRACT

Nowadays, the imparting of UV protection property to textile materials is almost a common application and widely employed since the incidence of skin cancer has been rising for years worldwide. In this work, 100% polyester, 100% cotton and 100% viscose fabrics were dyed by the exhaustion method with the addition of various UV absorbers to the dye baths. Accordingly, 100% polyester knitted fabrics were dyed with disperse dyes in the presence of either Cibafast P (Ciba) or Fadex ECS (Clariant) and also, 100% cotton jersey knitted fabric and 100% viscose woven fabric were dyed with reactive dyes in the presence of UV absorbers, namely Tinofast CEL (Ciba) and Rayosan C (Clariant). The UV protection property of the fabrics is expressed by the UPF (Ultraviolet Protection Factor) values of the fabrics. The UPF values were calculated in accordance with the AS/NZS 4399:1996 standard, by the use of the transmittance values of the fabrics from 290 nm to 400 nm wavelength range. The UPF values of the dyed fabrics in the presence of UV absorbers were compared to those of the untreated, only UV absorber-treated, and dyed but not UV absorber-treated fabrics. The colouristic and fastness properties of the dyed fabrics were also evaluated. The results show that the UPF protection increases as the dye concentrations on the fabric and the concentration of the UV absorbers are increased. There are no significant changes in the colour fastness values of the treated fabrics and all of the UV absorbers used in this work give UV protection effect to the fabrics, varying from "good" to "excellent" UVR protection categories, without impairing the fastness properties of the dyed fabrics.

Key words: uv protection, uv absorber, UPF of textiles

1. INTRODUCTION

The textile materials have different inherent UV protection properties and also the UV protection can be increased by the application of UV absorbers. The UV protection can be expressed by the UPF value, which can be calculated in accordance with the AS/NZS 4399:1996 standard, using the transmittance values of the fabrics from 290 nm to 400 nm wavelength range. A detailed literature survey on the treatment of textile fibres with the UV absorbers is given in the Reference section[1-30]. Dyed materials have better UPF values than the undyed materials. The UV absorbers can be applied either in the dyebath or after the dyeing process. The exhaustion or padding processes can be employed in the application of the UV absorbers.

In this work, commercially available UV absorbers, namely Cibafast P (Ciba), Fadex ECS(Clariant), Tinofast CEL (Ciba) and Rayosan C(Clariant) were applied

to fabrics at different amounts during the dyeing processes, and then, the extent of UV protection properties of the fabrics were investigated.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Aim of the Experimental Work

The aim of this work was to simultaneously apply various commercial UV absorbers at different concentration levels to 100% polyester, 100% cotton and 100% viscose fabrics in the dyeing stages by exhaustion in order to investigate the UV protective properties of the materials as well as their effects on the colour yields.

2.2 Fabrics

- 100% polyester knitted fabric, interlock structure, 190 g/m^2, 0.84 mm. thickness
- 100% cotton knitted fabric, jersey, 155 g/m^2, 0.68 mm. thickness
- 100% viscose woven fabric, plain weave, 131 g/m^2 with a 0.3 mm. thickness

All of these fabrics were pre-treated and ready for dyeing, and were free of optical brightening agents.

2.3 Instruments Used for the Treatments and Testing

Perkin Elmer Lambda 9 UV-Visible Spectrophotometer with a spherical attachment was used for transmission measurements. Roaches HT Laboratory Type Dyeing Machine was employed for the applications of the UV absorber and for the dyeing of the fabric. Colour measurements were performed on Datacolor SF600+ spectrophotometer.

2.4 UPF Measurements

The UPF (Ultraviolet Protection Factor) calculations were carried out in accordance with the methods described in AS/NZS 4399:1996 standard.

UPF- Ultraviolet Protection Factor.

$$UPF = \frac{E_{eff}}{E'} = \frac{\sum_{290}^{400} E_\lambda . S_\lambda . \Delta\lambda}{\sum_{290}^{400} E_\lambda . S_\lambda . T_\lambda \Delta\lambda}$$

E_λ : relative erythemal spectral effectiveness,
S_λ : solar spectral irradiance, W.m^{-2}.nm^{-1}
T_λ : spectral transmittance of the item,

For the purposes of labelling, sun protective clothing can be categorized according to its rated UPF as given in Table 1.

Table 1. UPF Classification System in AS/NZS 4399:1996.

UPF Range	UVR Protection Category	Effective UVR transmission (%)	UPF Ratings
15 – 24	Good protection	6.7 – 4.2	15 , 20
25 – 39	Very Good protection	4.1 – 2.6	25, 30, 35
40 – 50, 50+	Excellent protection	$\leq$2.5	40, 45, 50, 50+

2.5 UV Absorbers

Tinofast CEL (Ciba) and Rayosan C Paste (Clariant) were used for 100% cotton and 100% viscose fabrics, and Cibafast P (Ciba) and Fadex ECS Liquid (Clariant) were used for 100% polyester fabric.

2.6 Dyes

Dianix Yellow S-4G [DyStar] was used for the dyeing of 100% polyester fabric, and 100% cotton and 100% viscose were dyed by Remazol Yellow GR (C.I. Reactive Yellow 15) [DyStar].

2.7 Dyeing and the Application of Cibafast P and Fadex ECS

100% polyester fabric was dyed with 0.25%, 1% and 4% o.w.f Dianix Yellow S-4G in the presence of 2% o.w.f. Cibafast P or 4% o.w.f. Fadex ECS. Sample weight was 5 g for each treatment and the liquor ratio, 20:1. 1 g/L dispersing agent was added to each bath and the pH was 4.5-5.0. The "all-in" exhaustion dyeing method was used and the dyeing was commenced at 60°C, then the bath temperature was raised to 130°C at a heating rate of 2°C/min. At this temperature, the dyeing was carried out for 20-45 min. and the bath was cooled to 30°C. The dyed materials were given a reductive clearing with a bath containing 2 g/L NaOH, 2 g/L $Na_2S_2O_4$, 2 g/L dispersing agent. The liquor ratio was 20:1 and the treatment time was 20 min.

2.8 Dyeing and the Application of Tinofast CEL and Rayosan C

5 g samples of 100% cotton was dyed with 0.25%, 1% and 4% o.w.f Remazol Yellow GR (DyStar) in the presence of either 4% o.w.f. Tinofast CEL or 4% o.w.f. Rayosan C. 100% viscose woven fabric was dyed with 0.25% and 1% o.w.f Remazol Yellow GR (DyStar) in the presence of either Tinofast CEL or Rayosan C. In the treatment of the viscose fabric with the UV absorbers in the dyeing bath, different concentrations of the UV absorbers (0.25%, 1%, 2%, 3% and 4% o.w.f.) were used.

Liquor ratio was 20:1. The "all-in" exhaustion dyeing was commenced at 25°C, and at a heating rate of 2°C/min the dyebath was heated up to 60°C. At 60°C, the dyeing was carried out for 60 min. and eventually the bath was cooled down to 30°C. 50 g/L sodium sulphate, 5 g/L Na_2CO_3 and 1 mL/L NaOH (38°Be) were used in the reactive dyeing. After dyeing, washings/rinsing stages and the neutralization of the material with 2-3 mL acetic acid (60%) were carried out in a conventional way.

3. RESULTS

3.1 UPF Values of 100% PES fabric

The UPF values of 100% PES fabrics dyed with a disperse dye in the presence of a UV absorber are given in the following Table 2 and Table 3.

Table 2: UPF values of 100% PES dyed with Dianix Yellow S-4G in the presence of Cibafast P.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	50	45	45	10.96	1.12
0% dye (blind treatment)	133	124	50+	5.25	0.44
1% Dianix Yellow S-4G	1663	1426	50+	0.13	0.05
4% Dianix Yellow S-4G	1946	1740	50+	0.08	0.04
1% Dianix Yellow S-4G + 2% Cibafast P	3463	3154	50+	0.04	0.03
4% Dianix Yellow S-4G + 2% Cibafast P	3148	2833	50+	0.04	0.03

Table 3: UPF values of 100% PES dyed with Dianix Yellow S-4G in the presence of Fadex ECS.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	50	45	45	10.96	1.12
0% dye (blind treatment)	133	124	50+	5.25	0.44
1% Dianix Yellow S-4G	1663	1426	50+	0.13	0.05
4% Dianix Yellow S-4G	1946	1740	50+	0.08	0.04
1% Dianix Yellow S-4G + 4% Fadex ECS	3660	3364	50+	0.05	0.03
4% Dianix Yellow S-4G + 4% Fadex ECS	3134	2617	50+	0.04	0.03

3.2 UPF Values of 100% cotton fabric

The UPF values from the applications of Tinofast CEL and Rayosan C to 100% cotton are given in Table 4 and Table 5.

Table 4: UPF values of 100% cotton dyed with Remazol Yellow GR in the presence of Tinofast CEL.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	5	5	5	25.62	16.23
0% dye (blind treatment)	5	5	5	25.68	16.39
0.25% Remazol Yellow GR	11	9	5	7.44	8.83
1% Remazol Yellow GR	24	21	20	2.52	3.97
4% Remazol Yellow GR	47	36	35	1.57	2.2
0.25% Remazol Yellow GR + 4% Tinofast CEL	105	89	50+	2.06	0.87
1% Remazol Yellow GR + 4% Tinofast CEL	124	113	50+	1.22	0.76
4% Remazol Yellow GR + 4% Tinofast CEL	167	154	50+	0.67	0.58

Table 5: UPF values of 100% cotton dyed with Remazol Yellow GR in the presence of Rayosan C.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	5	5	5	25.62	16.23
0% dye (blind treatment)	5	5	5	25.68	16.39
0.25% Remazol Yellow GR	11	9	5	7.44	8.83
1% Remazol Yellow GR	24	21	20	2.52	3.97
4% Remazol Yellow GR	47	36	35	1.57	2.2
0.25% Remazol Yellow GR + 4% Rayosan C	18	16	15	2.06	0.87
1% Remazol Yellow GR + 4% Rayosan C	33	27	25	1.22	0.76
4% Remazol Yellow GR + 4% Rayosan C	66	58	50+	0.67	0.58

3.3 UPF Values of 100% viscose fabric

100% viscose fabric was dyed with 0.25% and 1% o.w.f. dye concentrations in the presence of one of the UV absorbers, namely Tinofast CEL and Rayosan C. The UPF values were given in Tables 6-9, respectively.

Table 6: UPF values of 100% viscose dyed with 0.25% Remazol Yellow GR in the presence of Tinofast CEL.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	3	3	5	37.44	29.56
0.25% Remazol Yellow GR	6	6	5	13.00	15.03
0.25% Remazol Yellow GR + 1% Tinofast CEL	15	13	10	10.42	7.32
0.25% Remazol Yellow GR + 2% Tinofast CEL	19	18	15	8.39	5.37
0.25% Remazol Yellow GR + 3% Tinofast CEL	21	21	20	7.14	4.50
0.25% Remazol Yellow GR + 4% Tinofast CEL	26	24	20	6.59	3.94

Table 7: UPF values of 100% viscose dyed with 1% Remazol Yellow GR in the presence of Tinofast CEL.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	3	3	5	37.44	29.56
1% Remazol Yellow GR	10	12	10	5.84	8.32
1% Remazol Yellow GR + 1% Tinofast CEL	19	17	15	5.97	5.57
1% Remazol Yellow GR + 2% Tinofast CEL	27	26	25	4.49	3.72
1% Remazol Yellow GR + 3% Tinofast CEL	23	22	20	5.44	4.50
1% Remazol Yellow GR + 4% Tinofast CEL	21	20	20	6.00	4.92

Table 8: UPF values of 100% viscose dyed with 0.25% Remazol Yellow GR in the presence of Rayosan C.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	3	3	5	37.44	29.56
0.25% Remazol Yellow GR	5	5	5	18.56	20.84
0.25% Remazol Yellow GR + 1% Rayosan C	7	6	5	18.14	13.34
0.25% Remazol Yellow GR + 2% Rayosan C	7	8	5	15.32	9.46
0.25% Remazol Yellow GR + 3% Rayosan C	7	8	5	17.82	9.56
0.25% Remazol Yellow GR + 4% Rayosan C	9	10	10	14.01	7.95

Table 9: UPF values of 100% viscose dyed with 1% Remazol Yellow GR in the presence of Rayosan C.

Sample	Mean UPF	Mean UPF of the Sample	Rated UPF	UVA_{AV}(%)	UVB_{AV}(%)
Untreated	3	3	5	37.44	29.56
1% Remazol Yellow GR	7	7	5	10.13	13.24
1% Remazol Yellow GR + 1% Rayosan C	7	7	5	10.79	13.57
1% Remazol Yellow GR + 2% Rayosan C	8	9	5	8.28	9.84
1% Remazol Yellow GR + 3% Rayosan C	12	13	10	7.42	6.57
1% Remazol Yellow GR + 4% Rayosan C	13	13	10	6.45	6.68

4. CONCLUSION

As can be seen in Figure 1, 100% PES has very high UPF values and actually does not need to be treated with any UV absorbers. However, the dyed fabrics have very much higher UPF results than the untreated material. On the other hand, the UV absorbers treated 100% PES has the UPF values of around 3000, which gives an excellent protection. Cibafast P and Fadex ECS show similar results with the applied concentrations. Somehow, 4% dyed materials had slightly lower UPF values than 1% dyed fabrics, probably due to the low exhaustion of the UV absorbers as the dye concentration is increased in the dyebath. This is subject to further investigation.

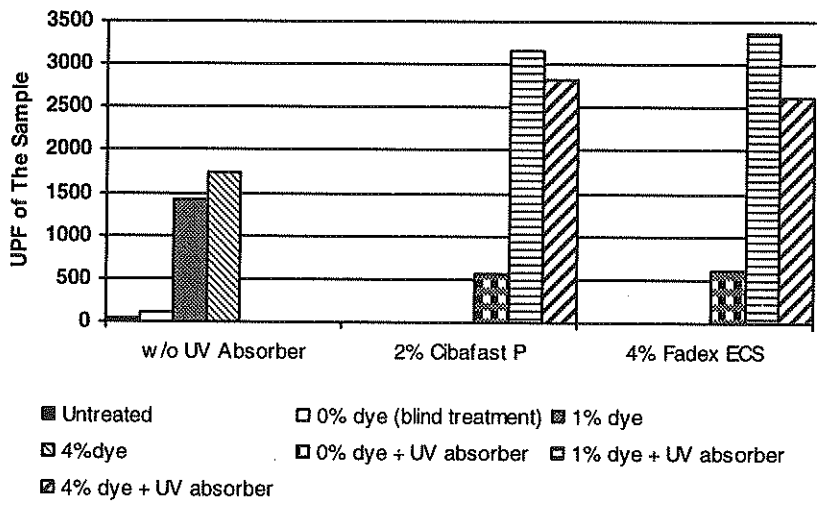


Figure 1. UPF values of 100% PES fabric.

The application of UV absorbers to 100% cotton increases the UPF values and imparts excellent protection property. The dye concentration is also effective and the UPF values for each UV absorber treated fabric is increased as the concentration is increased (Figure 2).

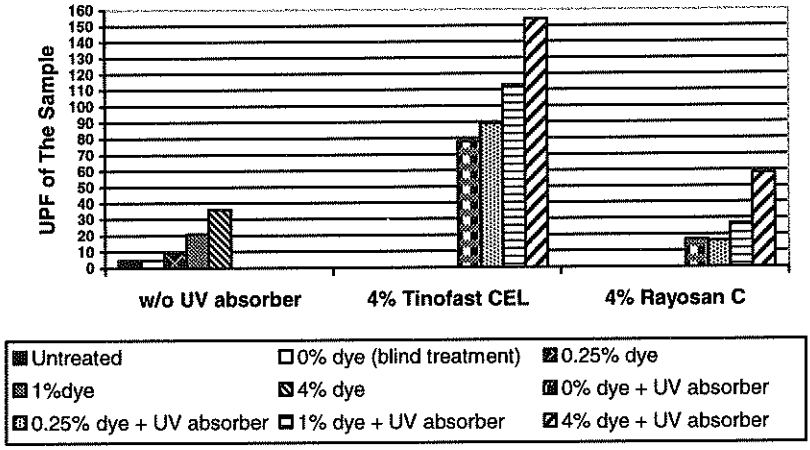


Figure 2. UPF values of the dyed 100% cotton fabrics.

On the 100% viscose woven fabric, Rayosan C is somehow less effective than Tinofast CEL, however both UV absorbers give "good" to "excellent" protection against UV radiation. The dye concentration is also effective and 1% dyed fabrics had higher UPF values than 0.25% dyed fabrics, whether treated with a UV absorber or not (Figure 3).

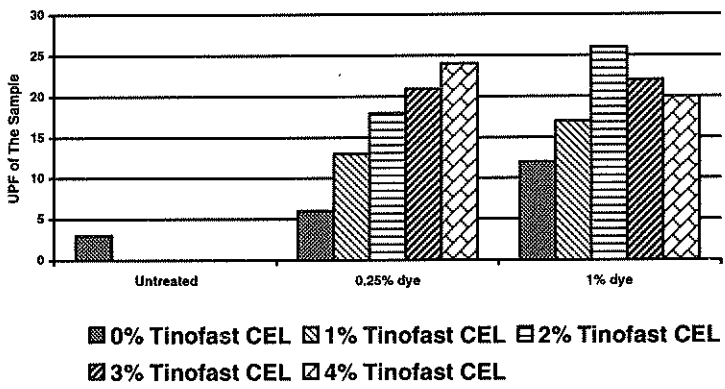


Figure 3. UPF values of the Tinofast CEL treated and dyed 100% viscose fabrics.

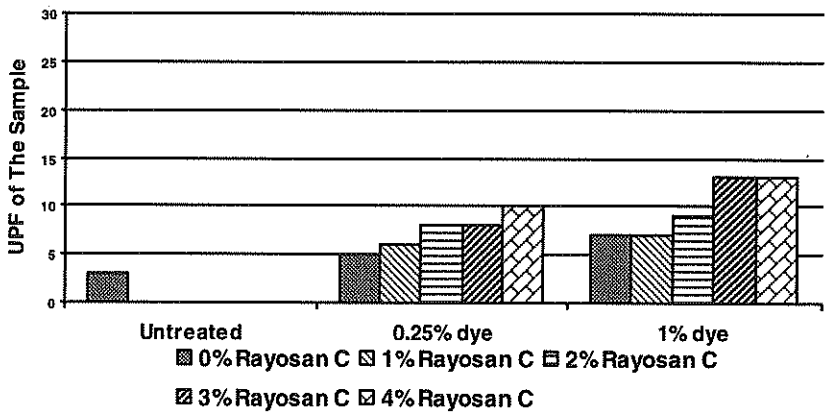


Figure 4. UPF values of the Rayosan C treated and dyed 100% viscose fabrics.

The UV absorbers used in this research did not impair the colour fastness and the staining fastness properties of the fabrics, which are being "4-5" to "5" on the grey scale ratings.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks go to the following people and the companies: Mrs. G. Albayrak (Sisecam), Mrs. N. E. Akmoran (Sisecam) and Mrs. F. Akmaz (Sisecam) for giving permission to use their equipment; DyStar(Türkiye) for kindly supplying the dyes, Ciba (Türkiye) and Clariant (Türkiye) for providing the UV absorbers. Special thanks are due to Mr. Cem Doğukanlı (Atateks Tekstil A.Ş.) for the provision of the fabrics used in this research.

REFERENCES

1. Öner E, Yılmaz B, Varış E, Kayan S, Akova F K, "UV Protection of Textiles", 5th International Istanbul Textile Conference, 19-21 May 2005, Istanbul.

2. Kayan S., Varis E., Imparting the Protective Property Against UV Radiations to the Textile Materials, B.Sc. Thesis, Marmara University, Faculty of Technical Education, Supervised by Prof.Dr E Oner, Turkey, (**2003**).

3. Muştu F, Kayan S, Varış E, Yilmaz B., Öner E., "Use of UV Absorbers in Textile Materials", 84th Textile Institute Annual World Conference, 20-25 March 2005, Raleigh, Nort Carolina, USA.

4. Muştu, F.: "The Production of UV Protective Textile Materials", M.Sc. Thesis, Marmara University, Institute of Science and Technology, Supervised by Prof.Dr E Oner, Turkey, (**2002**).

5. Pailthorpe, M.: "Sun Protective Clothing", *Textile Horizons*, (October-November **1996**) 11- 14.

6. Laperre, J., Gambichler, T., Driscoll, C., Bohringer, B., Varieras, S., Osterwalder, U., Rieker, J., Camenzind, M., Hoffman, K.: "Determination of the Ultra-Violet Protection Factor of Textile Materials: Measurement Precision", *Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine*, 17 (5) (October **2001**) 223-229.

7. Hilfiker, R., Kaufmann, W., Reinert, G., Schmidt, E.: "Improving Sun Protection Factors of Fabrics by Applying UVAbsorbers", *Textile Research Journal*, 66 (2) (February **1996**) 61- 70.

8. Grasso, M.M., Hunn, B.D.: "Effect of Textile Properties on the Bidirectional Solar-Optical Properties of Shading Fabrics", *Textile Research Journal*, 62 (5) (May **1992**) 247-257.

9. Gambichler, T., Avermaete, A., Bader, A., Altmeyer, P., Hoffmann, K.: "Ultraviolet Protection by Summer Textiles. Ultraviolet Transmission Measurements Verified by Determination of the Minimal Erythema Dose with Solar-simulated Radiation", *British Journal of Dermatology*, 144 (3) (March **2001**) 484-489.

10. Davis, S., Capjack, L., Kerr, N., Fedosejevs, R.: "Clothing as Protection from Ultraviolet Radiation: Which Fabric is Most Effective?", *International Journal of Dermatology*, 36 (5) (May **1997**) 374-379.

11. Gies, H.P., Roy, C.R., Elliott, G., Wang, Z.L.: "Ultraviolet-Radiation Protection Factors for Clothing", *Health Physics*, 67 (2) (August **1994**) 131-139.

12. Ravishankar, J., Diffey, B.: "Laboratory testing of UV transmission through fabrics may underestimate protection", *Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine*, 13 (5-6) (October-December **1997**) 202-203.

13. Gies, H.P., Roy, C.R., McLennan, A., Diffey, B.L., Pailthorpe, M., Driscoll, C., Whillock, M., McKinlay, A.F., Grainger, K., Clark, I., Sayre, R.M.: "UV Protection by Clothing: An Intercomparison of Measurements and Methods", *Health Physics*, 73 (3) (September **1997**) 456-464.

14. Stanford, D.G., Georgouras, K.E., Pailthorpe, M.T.: "Sun Protection by a Summer-Weight Garment - The Effect of Washing and Wearing", *Medical Journal of Australia*, 162 (8) (17 April **1995**) 422-425.

15. Gies, H.P., Roy, C.R., Holmes, G.: "Ultraviolet Radiation Protection by Clothing: Comparison of In Vivo and In Vitro Measurements", *Radiation Protection Dosimetry*, 91 (1-3) (**2000**) 247-250.

16. Menter, J.M., Hollins, T.D., Sayre, R.M., Etemadi, A.A., Willis, I., Hughes, S.N.G.: "Protection Against UV Photocarcinogenesis by Fabric Materials", *Journal of the American Academy of Dermatology*, 31 (5) Part-1 (November **1994**) 711-716.

17. Menzies, S.W., Lukins, P.B., Greenoak, G.E., Walker, P.J., Pailthorpe, M.T., Martin, J.M., David, S.K., Georgouras, K.E.: "A Comparative-Study of Fabric Protection Against Ultraviolet-Induced Erythema Determined by Spectrophotometric and Human Skin Measurements", *Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine*, 8 (4) (August **1991**) 157-163.

18. Kimlin, M.G., Parisi, A.V., Meldrum, L.R.: "Effect of Stretch on the Ultraviolet Spectral Transmission of One Type of Commonly Used Clothing", *Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine*, 15 (5) (October **1999**) 171-174.

19. Kimlin, M.G., Parisi, A.V., Meldrum, L.R.: "Effect of Stretch on the Ultraviolet Spectral Transmission of One Type of Commonly Used Clothing", *Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine*, 15 (5) (October **1999**) 171-174.

20. Sinclair, S.A., Diffey, B.L.: "Sun Protection Provided by Ladies Stocking", *British Journal of Dermatology*, 136 (2) (February **1997**) 239-241.

21. Zhang, Z., Thomas, B.W., Wong, C.F., Fleming, R.A.: "Fast Measurements of Transmission of Erythema Effective Irradiance Through Clothing Fabrics", *Health Physics*, 72 (2) (February **1997**) 256-260.

22. Reinert, G., Fuso, F., Hilfiker, R., Schmidt, E.: "UV-Protecting Properties of Textile Fabrics and Their Improvement", *Textile Chemist and Colorist*, 29 (12) (December **1997**) 36-43.

23. Zhou, Y., Crews, P.C.: "Effect of OBAs and Repeated Launderings on UVR Transmission Through Fabrics", *Textile Chemist and Colorist*, 30 (11) (October **1998**) 19-24.

24. Hoffmann, K., Hoffmann, A., Hanke, D., Bohringer, B., Schindling, G., Schon, U., Klotz, M.L., Altmeyer, P.: "Sun Protected from Optimally Designed Fabrics", *Hautarzt*, 49 (1) (January **1998**) 10-16.

25. Stanford, D.G., Georgouras, K.E., Pailthorpe, M.T.: "Rating Clothing for Sun Protection: Current Status in Australia", *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 8 (1) (January **1997**) 12-17.

26. Hoffmann, K., Kaspar, K., Gambichler, T., Altmeyer, P.: "In Vitro and In Vivo Determination of the UV Protection Factor for Lightweight Cotton and Viscose Summer Fabrics: A Preliminary Study", *Journal of the American Academy of Dermatology*, 43 (6) (December **2000**) 1009-1016.

27. Osterwalder, U., Schlenker, W., Rohwer, H., Martin, E., Schuh, S.: "Facts and Fiction on Ultraviolet Protection by Clothing", *Radiation Protection Dosimetry*, 91 (1-3) (**2000**) 255-260.

28. O'Quinn, R.P., Wagner, R.F.: "Unusual Patterns of Chronic Photodamage Through Clothing", *Cutis*, 61 (5) (May **1998**) 269-271.

29. Hoffmann, K., Laperre, J., Avermaete, A., Altmeyer, P., Gambichler, T.: "Defined UV Protection by Apparel Textiles", *Archives of Dermatology*, 137 (8) (August **2001**) 1089-1094.

30. Rieker, J., Guschibauer, T., Rusmich, S.: " Scientific and Practical Assessment of UV Protection", Melliand Textilberichte, 7-8 (**2001**) 617-619 E 155-156.

31. AS/NZS 4399:1996: "Sun Protective Clothing- Evaluation and Classification", Australian/ New Zealand Standard, (**1996**).

DISPOSABLE UNDERARM PAD DESIGN

T. G. SADIKOĞLU[1], Ö. B. BERKALP[1], G. ÖZDEMİR[1],
S. MÜJDECİ[2], İ. LALELİ, Y.ÖZTÜRK

[1]İstanbul Technical University, School of Textile Technologies and Design
[2]Telasis Tekstil Ürünleri San. Ve Tic. A.Ş., Hassan Group

ABSTRACT

The consumption of disposable products is increasing day by day. The disposable products are to be a must for today's man who has limited time. Sweating is a sign of healthiness, but besides it causes discoloration and a feeling of wetness. The modern man of today seeks for solutions to these problems. This research covers the design, production and performance analysis of a "new disposable underarm pad". This pad is designed not to prevent sweating but to keep the sweat inside and to provide a dry feel. The underarm pad consists of nonwoven fabrics and a polyethylene film. Objective and subjective tests are realized in order to analyze the performance of the pads. Objective tests include strength test and strike through test. Subjective tests include trials made by five persons. Three females and two males tried the pads and evaluated the fit to the body, deformation during usage and dry feel properties. The ergonomic design of the pad let the product to be used on a wide range of fabrics and provided well fit to the body. The product is forecast to draw interest of today's modern man and our aim is to get a patent for our product.

Keywords: disposable, underarm pad, nonwoven, design, objective and subjective trials.

1 INTRODUCTION

Sweating is a healthy body activity, but negative effects of sweating such as wetness, unpleasant odors, wet scene on the garments are not desired. One of the methods to prevent these effects is to use deodorants. Anti-perspirant deodorants can prevent only some of the effects of sweating. Another method, that is the surgical operation, does not bring a continuous solution and besides it is expensive. These methods are not convenient for everybody. So the aim of this research is to design a user friendly disposable product.

During the design phase, other personal care products present on the market are investigated and the product is thought to be composed of three layers (two nonwovens and one polyethylene film). Nonwovens are preferred because of their being absorbent, breathable, permeable, porous, stretchable, lightweight, soft, tear resistant, gentle to skin, etc. The top sheet should be soft, thin and have a good wicking property so that it gives a dry feel. Middle layer should absorb the sweat and not let it go back to the upper layer. The back sheet should be

breathable but water resistant. Strength and strike through tests were made for the nonwovens to be used in the top sheet and the middle layer. Three females and two males tried the samples of underarm pads in order to evaluate their performance also.

2 UNDERARM PADS

The disposable underarm pads are not produced and sold in Turkey at the moment. It is a new product and not widely used in the world. We met one firm called "Comfywear" selling underarm pads through internet [1]. The pads have disposable or washable types. Washable underarm pads have been used for a long time especially for nightwear and dancing costumes. Washable ones are produced from cotton fabric and fiberfill. The firm sells disposable underarm pads composed of multi layers.

The concern of this research is to design and produce disposable underarm pads. One aim of the research is to design underarm pads to prevent the negative effects of sweating such as wetness, unpleasant odors and wet scene on the garments. Another aim is to reduce the dry clean costs of jackets, suits, uniforms, etc.

Inventor Peggy Faulkner has developed disposable underarm pads that are used by adhering to the garment. Peggy Faulkner was inspired by the pantylinerss in designing the underarm pad. The product is composed of nonwoven layers. The top sheet which touches the skin is a polyproplene spunbonded absorbent nonwoven and it is thin, soft and airy. The second layer is comprised of an absorbent needlepunched rayon and polyester nonwoven. The third or retardant layer prevents sweat from going through the fabric and staining it. It is made from a spunbonded nonwoven that adheres to the fabric. The adhesive strip is attached to the retardant layer so that the underarm pad can adhere to the garment on two sides- the sleeve and the underarm- so that wadding does not occur. The edges of the pad are heat stacked so that three layers of nonwovens can be adhered together. [2]

The product is an accomplice for better personal hygiene. The pad's main objective is to avoid unpleasant odors caused by the reaction of sweating on some types of fabrics such as some polyester, satin, rayon, nylon, cotton and linen. The pad is aimed to keep the wearer feeling fresh while preventing clothing discoloration.

Deodorants affect the ozone layer in a bad way. Although ozone is present in the atmosphere at a very small content, it carries great importance for leaving creatures. It prevents the harmful radiation coming from sun to reach the earth. As ozone is degraded by toxic chemicals such as chlorine, bromine and methane coming from air-condition systems, deodorants, coolers and chemical solvents used in the industry, the concentration of ozone in the atmosphere decreases [3]. Underarm pad will be useful in this manner also.

2.1 Absorbency

Disposable hygiene products should have good absorbency properties and comfort besides being aesthetic and protective. Designers of nonwoven hygiene products must face some difficulties such as bringing absorbency, distribution and keeping inside properties together in one product. The aesthetic and comfort properties of the final product depend on the softness, protectiveness and easy fit of the component materials used.

As the demand for disposables increase day by day not only in the developed countries but also in the developing countries, the disposable hygiene market became competitive.

The mechanism of the liquid's passing through the fiber layers depend on the viscosity and surface tension properties of the liquid [4]. Fabric structure is a parameter that affects the absorbency of the nonwoven fabrics. The liquid strike-through in nonwoven fabrics are mostly anisotropic. This may be an advantage in some end-uses.

2.2 Sweating

Sweating (also called perspiration or sometimes transpiration) is a natural phenomenon and it is the loss of a watery fluid, consisting mainly of sodium chloride and urea in solution, that is secreted by the sweat glads in the skin. Sweating responds to your emotional state. So when you are nervous, anxious or afraid, there is an increase in sympathetic nerve activity in your body as well as an increase in epinephrine secretion from your adrenal gland. These substances act on your sweat glands, particularly those on the palms of your hand and your armpits, to make sweat. Thus, you feel a "cold" sweat. Also, the increased sympathetic nerve activity in the skin changes it electrical resistance, which is the basis of the galvanic skin response

In humans, there are two kinds of sweat glands which differ greatly in both the composition of the sweat and its purpose:

Eccrine sweat glands, which are distributed over the entire body surface. These produce sweat that is composed chiefly of water with various salts. These glands are used for body temperature regulation. Apocrine sweat glands, that produce sweat that contains fatty materials. These glands are mainly present in the armpits and around the genital area and their activity is the main cause of sweat odour, due to the bacteria that break down the organic compounds in the sweat from these glands. Emotional stress increases the production of sweat from the apocrine glands, or more precisely: the sweat already present in the tubule is squeezed out. Apocrine sweat glands essentially serve as scent glands.

Excessive sweating -- usually on the palms of the hand or the armpits -- that is not caused by emotional or physical activity is called diaphoresis or hyperhidrosis. It is often an embarrassing condition. The cause or causes are unknown, but the condition may be due to the following:

- hormonal imbalances (e.g., menopause in women)
- overactive thyroid gland (The thyroid hormone increases body metabolism and heat production.)
- certain foods and medications (e.g., coffee with its high amounts of caffeine)
- over activity of the sympathetic nervous system

This condition can be treated by medications and surgical procedures.

According to Assoc.Dr. Nahide Onsun- Chief of Dermatology Clinics of SSK Vakıf Gureba Hospital - most of the people who have sweating problem don't go to doctor. Especially in Turkey, there are many patients with over sweating problem. The reason for this is that Mediterranean people have fatty skin and this leads to sweating more. Some of the medications and surgical procedures may cost a lot and they are not afforded by the government. In this connection this new product may be an alternative solution for the people with over sweating problem [5].

3 MATERIAL AND METHOD

3.1 Material

The underarm pads which are tried to be developed in this research, are made up from three layers: a thin and soft top sheet enables the liquid to pass through the lower layer rapidly; an absorbent layer in the middle absorbs and retains the liquid even under pressure and a breathable back sheet helps to stop the liquid from leaking out of the pad. In order to determine these layers, strike through tests and strength tests have been done on suitable nonwoven materials. Material, weight and production method of these fabrics are given below in Table 1. EDANA 40.3-90 [6] test standard is used for the weight measurements.

Table 1. Material, weight and production method of the fabrics

Fabric Code	Material	Weight (g/m^2)(Mean, SD)	Production Method
PP15	Polypropylene	Nominal 15	Melt Blowing
PP16	Polypropylene	16.37 (0.833)	Thermobonding
PP18	Polypropylene	18.83 (0.764)	Thermobonding
PP21	Polypropylene	21.07 (0.208)	Thermobonding
PP25	Polypropylene	24.13 (0.451)	Thermobonding
PP40	Polypropylene	40.53 (1.823)	Thermobonding
P89	Cotton	89.5 (0.916)	Hydroentanglement
V90	Viscose	90.03 (2.573)	Needling

SD: standard deviation

Polypropylene fabrics are proposed for the top sheet and cotton and viscose fabrics are proposed for the absorbent layer. A breathable polyethylene film is used for the back sheet. Lateral tapes as in diapers are used for the arm pads so as to stick them to the cloth.

3.2 Design

The aim of this research is to bring a practical solution to get rid of all abnormalities resulted from sweating. For the comfort of the user, the product needs to have an appropriate shape that fits the body also it has to be easily fitted and placed into the cloth for the ease of use. The shape of the product's design is done by Gülname Özdemir who is from the Industrial Products Design Department. Front and back face of the design is given in figures a and b.

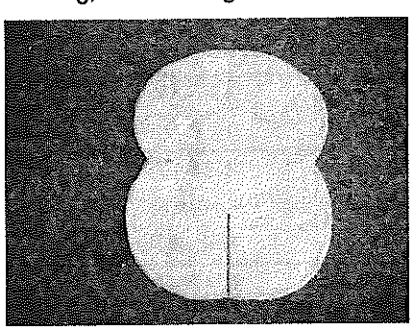
The underarm pads should fit to the body lines in order to be comfortable for the consumer. Also it should fit to the clothing. Lateral tapes under the pad is composed of three bands and placed near the sides and in the middle. Lateral tapes which are suitable for all kinds of fabrics, easily sticks and than can be taken off without giving any harm to the fabric. Glue residue on the fabrics from the tape can be easily removed by washing. Colored line on the arm pads are designed to guide people for placing it on the cloth seam. Wider portion of the pad is placed to the under arm thus the other part is for the arm.

3.3 Method

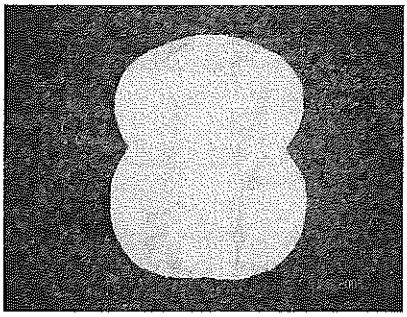
Before the choice of the material for the under arm pads, strike through tests and strength tests is done for all fabrics and the results are given in Table 1.

3.3.1 Strike Through Test

The important property of the top sheet in an arm pad is how fast it enables the liquid to pass through the lower layer rapidly. In order to determine this property, strike through test by using Lister Strike-through apparatus is done according to EDANA 150.3-96 [7]. Liquid absorption is important in the middle layer but there is a lack of absorption equipment in the university and company by now so it can not be done. For the time being, strike through test is also made for the middle layer.



a) Front view



b) Back view

Figure 1. View of the under arm pad

3.3.2 Strength Test

Since underarm region of a human is very movable in day time, the pad which will be used there, can deform and hence torn during the use. In this perspective, the material used for the under arm pad should be strong enough to resist all day use. For this purpose strength test is done in Telasis A.Ş. lab by using their Zwick Z010 strength equipment according to EDANA 20,2-89 [8].

3.3.3 Subjective Evaluation

In order to have an idea about the product, a group of people used them to make a subjective evaluation on the products' performance: its fit to body, deformation characteristics and wettability on the person and the clothing. Products are used by three females and two males for finding out the best specimen performance. The anquet questions to make a subjective evaluation is given in Table 2.

Table 2. Questions in the questionnaire

1) Dryness 1- dry 2-a little humid 3-humid 4-very humid 5-wet
2) Fit to the body 1-very disturbing 2-medium 3-comfortable
3) Does it fit on the cloth?
4) How many hours is its life time?
5) During the usage, is there any shape change and deformation?
6) Is there any wetness in the clothing?
7) Does it make unpleasant odor?
8) Is it seen under the clothing?
9) Does the product gives you an idea how it should be placed on to your clothing?
10) Is it placed to the clothing easily?
11) Is it removed easily after use?

4. RESULTS AND EVALUATION

Strike through time of all fabrics that are considered to be used in the top and middle layer are given in Table 3.

Table 3. Strike through time of the specimens

	Specimen	Strike Through Time (sec) (Mean, SD)
Top layer	PP15	3.462(0,318)
	PP16	3.080(0,068)
	PP18	3.880(0,400)
	PP21	2.522(0,103)
	PP25	2.756(0,152)
	PP40	2.496(0,287)
Middle layer	P89	2.066(0,166)
	V90	2.044(0,245)

Results of the strength test is seen in Table 4.

Table 4. Strength of the specimens

Fabric Code	Breaking Strength [N/1cm] (Mean, SD)		Elongation [%] (Mean, SD)		Total Elongation [%] (Mean, SD)		Breaking Strength [N/1 cm] (Mean, SD)		Elongation [%] (Mean, SD)		Total Elongation [%] (Mean, SD)	
	MD						CD					
PP15	6.05	0.26	53.61	2.94	62.83	2.56	3.23	0.01	59.25	5.12	70.03	5.64
PP16	5.86	0.29	67.76	8.76	70.26	9.24	2.21	0.23	101.42	13.02	108.98	12.66
PP18	6.27	0.25	76.62	7.42	79.32	8.35	11.67	0.65	101.53	8.56	109.16	6.88
PP21	7.6	0.63	82.97	13.06	87.2	13.55	2.76	0.14	115.58	11.48	135.79	7.18
PP25	8.87	1.47	97.45	21.74	72.4	21.84	3.06	0.52	86.29	18.58	94.76	17.83
PP40	7.37	0.28	36.16	5.21	44.74	6.87	1.78	0.18	52.33	9.71	59.29	10.93
P89	26.57	0.98	43.46	6.4	51.79	3.24	7.6	0.87	107.25	4.65	113.94	5.06
V90	15				65		28				70	

PP15 and PP16 is used as the top sheet for the underarm pad specimens. Although strike through times of PP21, PP25 and PP40 are less than the others, this is not a considerable difference and also PP15, PP16, PP18 and PP 21 fabrics are mostly used for personal care products in the industry. In this study, we selected PP 15 and PP16 due to their light weight, more comfortable use and the cost factor. Since there two different types of fabric for the middle layer, and they can be both suitable for this purpose, we have tried both of them. The fabric combinations used in the under arm pads are given in Table 5.

Table 5. Fabric combinations used in the product

Specimen Name	Top Layer Material	Middle Layer Material
A	PP16	V90
B	PP16	P89
C	PP15	V90
D	PP15	P89

5. DISCUSSION

After the evaluations by the jury, it is seen that the perspiration degree of people in the jury is different. Some sweat more than the others and it can be understood from the questions 1 and 2. Four people evaluated the pads as " a little humid" but one as "humid". It can be said that no considerable difference is found between th pads in term of dryness. Each pad has given the same type of dryness feeling to the user.

All the pads are found to be comfortable by all users. Each user has agreed that pads stay fixed on the clothing hence some of them noted that pads fits better on the woven fabrics than the knitted ones. All users accept one used the pads up to 8 hours, only one of the user who perspires more than the others, used the product up to 4 hours. Shape change and deformation properties of all specimens were acceptable according to the products' performance.

Pads did not make any bad smell and they are not generallynoticed in the clothing. Since all the pads were white they can be seen in light coloured knitted fabrics and openly set cloths. The coloured line on the specimens help people to place the pad correctly and it fits to the fabrics, especially to wovens, easily. It is also easy to remove the tapes from the fabric and no glue stain is observed on the clothing.

All the consumers were satisfied with the product and they said that it can be used commercially.

5. CONCLUSION

Such suggestions can be made for the continuation of the project:

- Material type and number has to be increased. Air-laid nonwovens can also be tried for the middle layer.
- According to the consumers' size and perspiration degree, various underarm pads in different dimensions can be made. For people that have higher perspiration degree, super absorbent powder can be used in the middle layer in order to absorp more sweat.
- Poliethylene film that is used at the backsheet can be laminated with a nonwoven fabric. This process would enable a better textile surface and an aesthetic product as well.
- In the trials some users sprayed deodorant to prevent the perspiration smell so perfume can be used in the pads in order to prevent bad smell.
- Different colured pads can be produced rather than white.
- Using natural fibers in the middle layer can be more advantageous for the producer due to physiological assurance of the consumers to natural products.

- In this study most of the users were having low and middle perspiration degrees. In the ongoing project, Assoc.Prof. Nahide Onsun -Chief of Dermatology Clinics of SSK Vakıf Gureba Hospital- will also use in her patients which have high perspiration problems and new types of underarm pads can be designed and produced after the back feed from these consumers.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors greatly appreciates Istanbul Technical University Research Funding and Telasis Company for the funding of the Project and also thanks to Hassan, Hayat Kimya, Avery Dennison, Saaf Advanced Fabrics and Nikoo Group.

REFERENCES

1. http://www.advantagewear.com/stainstoppers.htm
2. Wubbe, E. Nonwovens Can Take The Heat. *Nonwovens Industry.* 51-52, Ekim, 2001
3. http://www.meteor.gov.tr/2003/arge/ozon/ozonsorular.htm
4. http://www.autexrj.org/No5/0035.pdf
5. Onsun, N. (2005, 24 March). Personal conversation.
6. EDANA 40.3-90 Weight in Grams
7. EDANA 150.3-96 Liquid Strike Through Time
8. EDANA 20.2-89- Tensile Strength

THE IMPORTANCE OF NONWOVEN PRODUCTS IN TECHNICAL TEXTILE APPLICATIONS

L. DANDİK, S. MÜJDECİ

Hassan Group ,TURKEY

ABSTRACT

Technical textiles are specially designed and engineered structures that are used in products, processes or service of mostly non-textile industries. Technical textiles are generally used by professional from industries of non-textile character in various high performance or heavy duty applications. Fabric structure of technical textile can be woven, nonwoven, knit, braided or tufted. The ratio of the nonwoven products in technical textile manufacturing was 31 % at 2000 and it is estimated that this ratio would be 39 % at 2010. Several different type of nonwoven products having different functions are used in the design or production of a lot of different technical textile products. In this paper, you can find the sampling, technical information and the statistical values about different nonwoven products in the technical textile application areas.

Key Words: Technical Textiles, traditional textiles, nonwoven.

Nowadays, technical textile that is mentioned fairly, develops fast in different fields and gains status, have various definitions. In Textile Institute publications, technical textile products' definition made more likely as "Textile materials and products which have a usage field excluding garments that are not for protection, home textile products, upholstery and floor covering". According to the other definition, technical textiles are the textile materials and products which are produced for their technical performance and functional properties, instead of their aesthetic and decorative properties. (1). The other definition says "Technical textiles are materials which are specially designed, and are used to fulfill a certain property by only itself or in a process." (2). We can briefly define technical textiles are the textile webs which can offer engineering solutions in various technical applications, because of having a lots of different functions,. Technical textiles can be component part of another product (tire cord fabric in tires), can be used in a process to manufacture another product (filtration textiles in food production), or can be used alone to perform one or several specific functions (coated fabrics to cover stadiums) (3). There are different terms used for technical textiles. Industrial textiles, high performance textiles, high technical textiles, non-traditional textile, engineering textiles, high tech textiles are some of the terms used for technical textiles.

Basic differences between traditional textiles and technical textiles can be summarized as in Table-1 (3).

Usage and variety of the Technical textile's products which may be old as traditional textile's products, was more developed after the high performance synthetic fiber production became widespread. Table-2 presents World consumption and prediction of technical textiles between the years 1995-2010. Almost in all developed countries, technical textiles are 40% of total textile production and consumption. It is thought that this value will increase to 50% and above in couple of years. This situation shows that a lots of markets reached satisfaction for technical textile products. The most important areas, that technical textiles are produced, are North America, West Europe and Japan. In year 2005, world technical textile production is expected to be $75 billion (1).

Table1. Basic differences between traditional textiles and technical textiles

DIFFERENCE	TECHNICAL TEXTILES	TRADITIONAL TEXTILES
Application areas and end users	Non-textile industry	Clothing, home furnishing
Performance requirements	High responsibility, heavy duty Applications which require attention Buyer does not use themselve	low responsibility Basic applications Buyer uses directly
Constituent materials	Higher performance materials Functional	Appearance, fashion, aesthetic
Manufacturing methods and equipments	Advanced engineering design Expensive	Simple Cheap
Testing	Special test methods Expensive, high engineering	Traditional textile test methods Cheap
Life expectancy	Very short or very long	Limited to fashion
Price	Higher initial cost Cheap for long term usage	Cheap initial cost Expensive for short term usage

Table 2. World technical textile consumption (x 1000 tones) (4)

	1995	2000	2005	2010
North America	3584	4184	4774	5591
South America	705	847	1004	1230
West Europe	3002	3614	4107	4760
East Europe	493	548	666	817
Asia-excluding China	3895	4449	5220	6348
China	1515	2155	2871	3808
Others	778	917	1041	1219
Total	**13924**	**16691**	**19581**	**23631**

Distributions of world technical textile consumptions according to 12 main applications are shown in Table-3. In these main applications, one of the most valuable markets is transporting, while geotextiles have the most increasing trend. The new developments in industrial applications and furniture-upholstery fields, makes these markets important (5). It is estimated that 26% of total fiber consumption is used for technical textiles (6).

Technical textiles can be classified according to raw materials usage, production methods or end-use fields. We can classify the technical textiles according to production methods as follows:

1. Woven fabrics
2. Knitted fabrics
3. Nonwoven
4. Composite materials
5. Tape, Braid
6. Tufting

Table 3. Distribution of world technical textile consumption according to applicationS (x 1000 tones) (4).

Application	Application Field	1995	2000	2005	2010
Agrotech	Agriculture, horticulture, forestry	1173	1381	1615	1958
Buildtech	Constructions, building	1261	1648	2033	2591
Clothtech	Garment-shoe and their supplies	1072	1238	1413	1656
Geotech	Geotextiles, civil engineering	196	255	319	413
Hometech	Furniture, upholstery, floor covering components	1864	2186	2499	2853
Indutech	Filtration, cleaning, industrial usage	1846	2205	2624	3257
Medtech	Hygiene, medical usage	1228	1543	1928	2380
Mobiltech	Automobile, ship, railways and rockets	2117	2479	2828	3338
Packtech	Packaging	2189	2552	2990	3606
Protech	Personal and residence protection	184	238	279	340
Sporttech	Sport and spare time applications	841	989	1153	1382
Oekotech	Environment	161	214	287	400
	Total	**13971**	**16714**	**19683**	**23774**

The definition of nonwoven products which have 30% share in whole technical textiles market is; "Unique engineering webs consists of natural or synthetic fibers or filaments which are not converted to yarns and attached to each other by various processes". As we can understand from the definition, nonwoven products are quite different from traditional and other technical textiles.

One of the most important advantage of nonwoven products is their low production cost. End product can be produced from raw materials with few steps by the high production speeds. In Table-4, nonwoven production's main steps and in Table-5 productivity comparison of web formation methods are shown.

Table 4. Comparison of nonwoven and traditional textile production (3)

	NONWOVEN	TRADITIONAL
Beginning	Monomer	Monomer
1. Step	Polymer	Polymer
2. Step	Fiber or **Product** (Spunbond, meltblown, spun flash)	Fiber
3. Step	**Product** (Dry-laid, wet-laid, airlaid)	Yarn
4. Step	-	**Product**(Knit, weaving, tufting, braided)

As shown in the table, depending on the nonwoven production technology, only two steps from beginning are needed for reaching the end product.

Table 5. Productivity of fabric forming methods (3)

Method	Linear Speed (m/h)
Weaving	≈ 5-40
Knitting	≈ 100
Mechanical web formation	≈ 3.000
Spunbond	≈ 4.500
Paper production	≈ 50.000

Table-6 presents the comparison of nonwoven and textile products

Table.6 Comparison of nonwoven and textile products

NONWOVEN	TEXTILE
Cheap	Expensive
High production speed	Low production speed
Short and long fiber, polymer	Long fiber
Simple and dispersed structure	Complex structure
Smooth surface	Textured surface
Dense	Bulky
Inextensible	Some extensibility
Able to hold sharp folds	Non creasing
Stiff, little drape	Flexible, drapes easily
Relatively non-porous	Porous
Low wet tensile strength	High wet tensile strength
Low tearing resistance	High tearing resistance

Nonvoven products find place in so many technical textile applications because of their different functions and advantages. Different kinds of nonwoven products' advantages according to their end uses are summarized in Table-7.

Table 7. Advantages of nonwovens

END USE	COMPETES WITH	ADVANTAGE OF NONWOVEN
Blind, shades	Woven, aluminum, wood	Price
Carpet backing	Woven, jute	Price, supply
Wall covering	Paper, paint	Resistance, wear
Packaging	Paper	Resistance
Lining	Woven	Price, application ease
Filter	Woven	Performance
Bandage	Woven	Price, performance
Surgical wear	Woven	Less infection
Wipes	Paper	Durability, less lint
Cleaning wipe	Woven	Price, disposable

You can found some example of nonwovens in technical textile applications at Table-8

Table 8. Some samples of nonwovens in technical textile applications.

Applications	Samples
Agrotech	Greenhouse cover, erosion preventive, decorative, artificial grass, pool isolation, rood bag, freeze/insect protector, crop cover
Buildtech	Wall paper, heat isolation, roofing, pool isolation, bitumen felt, pipe cover, sound isolation,
Clothtech	Fusible interlining, wadding, shoes felt, toe-puff, counter
Geotech	Geotextiles, membranes, drainage, filtration
Hometech	Under parquet felt, furniture and mattresses felts, pocked spring, floor covering, artificial leather backing, cleaning wipes, carpet backing, blind/shades
Indutech	Filters, abrasive, papermaking felt, cd cover, cable cover, battery separator, reinforced plastic, self adhesive tape, greaser pad, flame barrier isolator, ironing felt
Medtech	Surgical wear, coverlet, cleaning wipes, bone, mask, bandage, filter, pad
Mobiltech	Sound and heat isolator, molded felt, carped, brake lining, head liner
Packtech	Breathable webs, water and humidity blocker, flame retardant web, envelop, harmful material packaging,
Protech	Safety cloths, head and moisture barrier, awning, tent, sleeping bag
Sporttech	Wind proof web, breathable web, heat isolator,
Oekotech	Oil absorber web

Because of their large product range and functionality, nonwoven products have very important position in technical textile marked.

REFERENCES

(1) Technical Textile, TAD, No. 2, 74-78, 2003.

(2) Yıldırım, Kenan, Technical textile for high standart life and end usage, Chemical Technologies, No. 17, May. 2002

(3) Adanur, Sabit, Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles, Technomic Publishing co. inc., 141-155, 1995.

(4) Rigby, David, Technical Textile and Industrial nonwovens:World Market Forcast to 2010, David Rigby Associates, 2002

(5) Chris, Byrne, Technical textiles : World marked wait for 2005 (1), TAD, 108-112, 1999

(6) Chris, Byrne, Technical textiles : World marked wait for 2005 (2), TAD, 108-112, 1999

PLASMA POLYMERIZATION TECHNOLOGY TO OVERCOME POSSIBLE PROBLEMS IN TEXTILE INDUSTRY

A. CİRELİ[1], M. MUTLU[2], B. KUTLU[1]

[1]Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering, Textile Engineering Department, TURKEY

[2]Hacettepe University, Institute for Pure and Applied Sciences, Bioengineering Division, Plasma Aided Bioengineering and Biotechnology (PABB) Research Group, TURKEY

1.INTRODUCTION

Plasma technology has been used in material sciences since 1960's. The advantage of the plasma treatment is that the effects of the plasma do not penetrate more than 100 Å from the surface therefore the bulk of the material is not affected by the treatment. Today this technology is commercialized in the textiles, plastics, metallurgy, medical and electronics industries [Li, et al. 1997; Cokeliler, et al 2002; Mutlu, et al 2002; Luo, 2002; Noureddine & Hequet, 2004].

Plasma consisting of ions, free radicals, photons, excited atoms, neutral atoms and molecules is very reactive medium and suitable for surface modification of materials. Plasma can be generated by giving ionization energy to gases. The most common method to give this energy to gases is electrical discharge. Plasma can be formed by passing a direct current, microwave, low frequency, and radio frequency voltage over a pair of series of electrodes at low pressure or atmospheric pressure [Verschuren & Kiekens, 2001].

In plasma there are two major processes with opposite effects: The first is polymerization, which leads to the deposition of materials, is resulted if the gas has high proportions of C and H atoms in its composition such as methane, ethane and ethanol, organo-silicon and organo-metallic vapors. The second is ablation, which leads to the removal of materials, is resulted if it is formed by an inert gas and inorganic and organic molecular gases which are chemically reactive but do not form polymeric deposition in their pure gas plasmas [Arefi, et al., 1992; Luo, 2002; Noureddine & Hequet, 2004].

Plasma-deposited films result from polymerization with fed monomer gases into the plasma state such as hydrocarbon, fluorocarbon, nitrogen-containing and organo-silicon monomers and then activated and transformed into reactive species by electronic reduction. Plasma polymerization is carried out by interaction between active species of monomers in plasma whereas plasma-aid graft polymerizations are initiated by interactions between radicals and vapor, liquid or solid monomers. In addition, even saturated hydrocarbon and fluorocarbon gases can be used to generate deposited film while cannot be

polymerized in conventional polymerization methods. Plasma polymerization is a unique technique to fabricate ultra-thin (< 1 μm) polymer films from a variety of organic and organometallic starting materials. Films are also highly cross-linked without pinhole and therefore are insoluble, thermally stable, chemically inert and mechanically though. Moreover, any kind of substrate is possibly used (polymer, ceramic and metal), and good adhesion between substrate and deposited film can be easily achieved [Arefi et al., 1992; Hwang, 2003].

Several parameters are effective in determining the final products of the plasma polymerization process. These are the deposition rate, the configuration of the plasma system, the reactivity of the monomer, monomer vapor/gas flow rate, the working pressure, the input power, exposure time and the temperature of the substrate [Hwang, 2003; Luo, 2002].

2.USING POSSIBILITIES OF PLASMA POLYMERIZATION TECHNOLOGY IN TEXTILE FINISHING

In conventional process, textile material is impregnated in a bath containing finishing agent at a pick-up of 70-80%. After that, it is dried at 110-150°C and cured at 150-175°C. For instance, concentrations of chemicals used for effective flame retardant finishes are 300-500 g/l. Using such high chemical concentrations is hazardous to environment and performance properties of textile material. For example, when using phosphate compounds, phosphoric acid releases in curing and it causes a decrease at about 20-40% in strength of cotton textile materials. Bromine compounds are extremely harmful for human health and safety, and environment. These compounds may cause dermatitis, asthma and cancer. It is known that some triazine substituted bromo-alkyl compounds show mutagenic activity [Richardson, 2004].

The main attraction of plasma polymerization in industrial processing is the avoidance of chemical effluents. Other advantages include: low cost, rapid reaction times, low amount of chemicals and elimination of water so the plasma polymerization is an ecological and economic process. Plasma polymerization is used in many textile finishing processes to give fabric functional properties such as water-, soil-repellency, wettability, flame-retardancy, etc. [Allan, et al., 2002; Zhang, 2003].

2.1 Water- and Soil-Repellent Finishing Processes

The manufacturing of water-resistant and soil-resistant fabrics has long been an interesting subject attracting a great deal of research. Various treatment methods, which include spraying with fluorochloro polymers-CF_4, and siloxane plasma treatment; vapor phase treatment with amines; and ultraviolet treatment with alkali inorganic salts, have been used. Plasma treating or coating has

extensively been studied and proved to be a promising method for conferring to a fabric or fiber hydrophilicity to improve dyeing, printing, wetting, shrink-proofing, and adhesion properties. Plasma process does not need additional manipulations of a fabric, such as a wetting and drying process [Zhang, 2003].

To make cotton fiber hydrophobic by plasma polymerization, tetramethylcyclotetrasiloxane (TMCTS), octamethylcyclotetrasiloxane (OMCTS) and fluorocarbon liquid precursors and certain fluorocarbon gases can be used. After the plasma polymerization, a thin film layer is coated on the textile material and textile materials have very high water contact angles >135°, while non-treated cotton wets immediately. For the fluorocarbon compound, the fabric becomes hydrophobic with a water contact angle of 164° [Figure 1]. The softness, feel, color, permeability, abrasion resistance, water retention, and friction coefficient of the plasma-film-coated cotton are measured and found to be superior to those of the fluorocarbon-sprayed cotton fabric. Therefore, it has been verified that plasma nanoparticulate film coating is a useful treatment of water- or soil-resistant cotton fabrics. Also C_3F_6 gas plasma can generate polymers on the substrate through plasma polymerization. Increments in treatment time and power in C_3F_6 plasma polymerization process increase hydrophobicity. The plasma coating is more durable than traditional sprayed finishes because the coating is chemically bonded to the treated fabric [Herbert, 2003; McCord et al., 2003; Zhang, 2003].

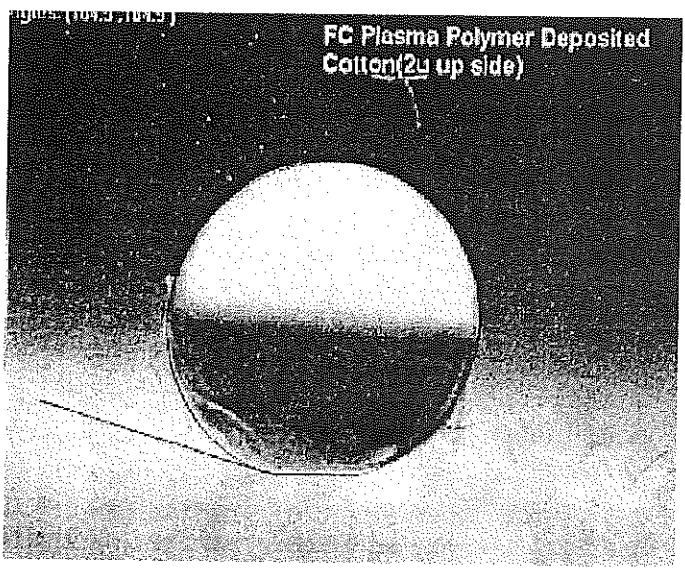


Figure 1. A water droplet on the fluorocarbon plasma polymer deposited cotton fabric

For hydrophobicity of polyacrilonitrile, 1.1.2.2-tetrahydrofluorodecyl acrylate (AC8) has been studied. Because of the low volatility of AC8 (<1.3 hPa at T=298K), the monomer was kept in a thermostatic bath between 25 and 80°C. The vapor of AC8 was introduced directly into the plasma chamber by passing an argon flow over the surface of the liquid monomer (Figure 2). For this process, polymer deposition rate (%) increases with increasing treatment time (0-20 min), working pressure (0-150 Pa) and temperature of thermostatic bath (25-80°C). According the Schmerber (Shopper) test, a value of 0.32 N/cm^2 (320 mm water column) is obtained after this polymerization process. Water repellency of polyacrylonitrile textile materials may be realized using gases containing fluorocarbon and hydrocarbon compounds. Plasma coating after the plasma cleaning with argon gives very good results. Breaking load and elongation of fabrics remain unchanged after the plasma coating. Water column of plasma cleaned-plasma coated samples are higher than that of traditionally finished samples. The best result is 370 mm water column obtained by gas mixture of 93 % fluorocarbon / 7 % methane [Hochart et al., 2003; Pane et al., 2001].

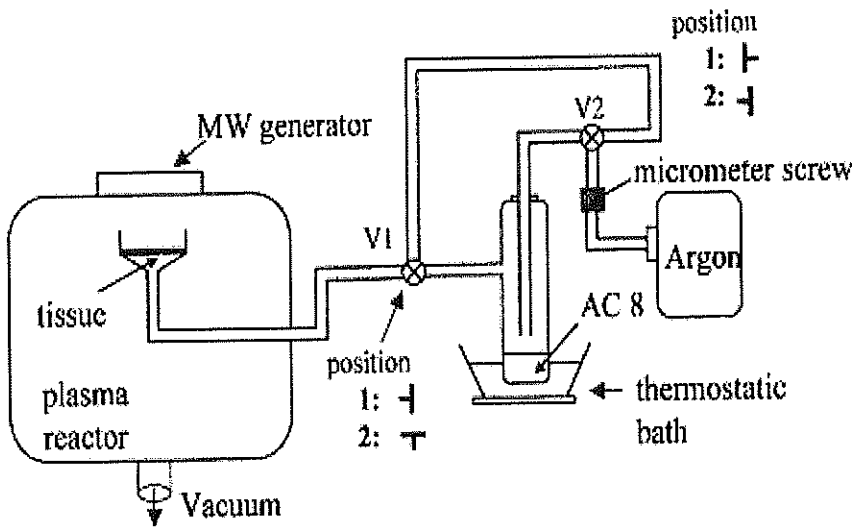


Figure 2. Experimental set up for the vaporization of AC8

Fluororcarbon compounds also give oil-repellency to textile materials using perfluoroalkene precursors for plasma polymerization. Poly(heptadecafluorodecene) is coated on polypropylene film by using heptadecafluorodecene (HDFD) precursor. Oil repellency of the film increases with an oil repellency grade 3, while non-treated polypropylene wets immediately [Herbert, 2003].

2.2 Wettability of Textile Materials

Plasma polymerization of 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA), acrylamide (AAm), N- isopropyl acrylamide (NiPAAm), acrylic acid (AA), 2-methoxyethyl acrylate (MEA), and 2-hydroxyethyl acrylate (HEA) on cotton, cellulose acetate, rayon and cupraammonium cellulose was realized. Among these monomers, the best was HEMA and the second was NiPAAm. Optimum temperature of grafting of HEMA was 60-65°C and grafting degree decreased above this temperature. To make this process effective, vacuum processing was desirable. Plasma polymerization of HEMA was increased the breaking strength of yarns. It was due to the binding of fibrils by graft polymers. Among fibers, the most reactive fiber was cotton. Grafting was also dependent on the nature of fiber [Zubaidi, 1996].

For hydrophilicity of polyolefin fibers, tetramethylcyclotetrasiloxane (TMCTS) and octamethylcyclotetrasiloxane (OMTCS) in oxidizing plasma conditions and acrylic acid in non-oxidising plasma conditions may be used. Poly(acrylic acid) plasma coating gives polypropylene a -COOH rich surface structure [Herbert, 2003].

Treatment of polyester fabrics by plasma polymerization using hexamethyldisilane (HMDS) and tris(trimethylsilyoxy)vinylsilane (TTMSVS) monomers at atmospheric pressure increases the color intensity [Kang & Sarmadi, 2004].

2.3 Flame Retardant Finishing Processes

The conventional ways to flame retard a textile material are to incorporate additives to fiber spinning solution/melt or to impregnate with solutions and then dry and condensate the fabrics. This changes colors, handle and mechanical properties of the textile materials. Moreover, it leads to ecological problems concerning for example the incineration of polymers loaded with halogenated flame retardants. When concerning the interface between pyrolysis zone and gas phase, material surface is identified as key position. Therefore, as a surface modification method, plasma polymerization is an appropriate way to make flame retardant textile materials [Quede et al., 2002; Schartel et al., 2002].

Flame retardant properties of Polyamid 6 sheets is improved by cold remote nitrogen plasma (CRNP) assisted polymerization of 1,1,3,3-tetramethyldisiloxane (TMDSO) premixed with oxygen. This reactor configuration (Figure 3) is different from the others. This process has the advantage of not damaging the substrate by high energy particle bombardment from the plasma. After the plasma polymerization, limiting oxygen index shows an increase of 130%, rate of heat release peak decrease by 41% and total heat evolved decrease by 33% [Quede et al., 2004; Quede et al. 2002].

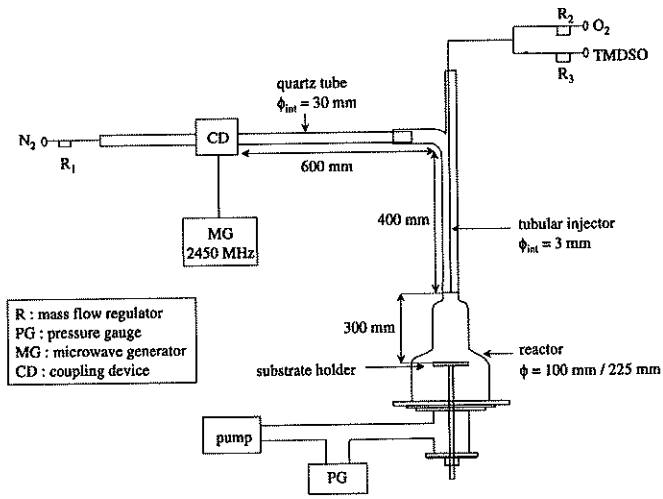


Figure 3. Cold remote nitrogen plasma (CRNP) reactor set-up

Akovali & Gundogan studied for flame retardancy of polyacrylonitrile (PAN) fibers by plasma polymerization of ethyldicholorophosphate (EDCP), hexamethyldisiloxane (HMDSO) and tris (butoxyethyl) phosphate monomers. The best results were obtained with TBEP monomer. Since TBEP had a very high boiling point it was applied to the fibers by impregnating spray method and then plasma treatment was realized. After plasma polymerization of EDCP, the LOI (limiting oxygen index) value of fibers increased to 27, while that of non-treated fibers was 25 [Akovali & Gundogan, 1990].

For polyester (PES) fibers, plasma polymerization of HMDSO, 1.1.2-trichloroethane, trichloroethylene, tetrachloroethylene and allylamine monomers were studied [Akovali & Takrouri, 1991].

2.4 Moisture Content and Electrical Surface Resistivity of Fiber

For synthetic fibers, static electricity due to their hydrophobic nature is an undesirable property. Relative humidity (and hence moisture content of fiber) have the greatest effect on fiber resistivity. To control static electricity, plasma grafting of acrylonitrile and acrylamide was studied for cotton and polyester fabrics. For acrylamide, fabrics were immersed in acrylamide solution and then plasma treatment was done. For acrylonitrile, its vapor was introduced into the reactor chamber through a needle valve. For cotton, moisture content increase only at RH 70% and surface resistivity drops significantly by plasma grafting of polyacrylamide. The moisture content of polyacrylamide grafted polyester rises to almost 3 % and to 2 % for plasma polymerized polyacrylonitrile polyester. Surface resistivity of polyester was reduced after plasma grafting of acrylamide and acrylonitrile [Bhat & Benjamin, 1999].

3. CONCLUSION

The increasing interest in the application of plasma processes on textiles is due to the necessity of adding value to products and to develop new pollution free technologies. In fact, plasma treatments allow modification of the textile surface behavior with a flexible production process. In addition, plasma polymerization processes are characterized by the very small quantity of chemicals involved and by the absence of solvent or water, which are usually employed in traditional finishing processes.

Plasma treatment of textiles has developed remarkably during the past decade. Although much work needs to be done before application on an industrial scale, textile industries see a promising future for plasma technology, with its environmental and energy conservation benefits, in developing high-performance materials for the world market.

REFERENCES

1. Akovali, G. & Gundogan, G. (1990). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.41**, pp.2011-2019
2. Akovali, G. & Takrouri, F. (1991). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.42**, pp.2717-2725
3. Allan, G. et al. (2002). *AUTEX Research Journal*, **Vol.2**, No.2, pp.64-68
4. Arefi, F. et al. (1992). *Pure and Applied Chemistry*, **Vol.64**, No.5, pp.715-723
5. Bhat, N.V. & Benjamin, Y.N. (1999). *Textile Research Journal*, **69**(1), pp.38-42
6. Cokeliler D, Mutlu M. (2002). *Analytica Chimica Acta*, **469**, pp.217-223
7. Errifai, I. et al. (2004). *Surface and Coating Technology*, **180-181**, pp.297-301
8. Herbert, T. et al. (2003). "Plasma Polymerization of Liquid Precursors - A New Route to High Performance Textile Coatings", *12th International Techtextil Symposium for Technical Textiles, Nonwovens & Textile Reinforced Materials*, 7-10 April.
9. Hochart, F. et al. (2003). *Surface and Coating Technology*, **165**, pp.201-210
10. Hwang, Y.J. (2003). Characterization of Atmospheric Pressure Plasma Interactions With Textile / Polymer Substrates, *Doctoral Thesis*, North Caroline State University
11. Kang, J. & Sarmadi, M. (2004). *AATCC Review*, November 2004, pp.29-33
12. Li, R, et al. (1997). *Composites Part A*, **28A**, pp.73-86
13. Luo, S. (2002). Surface Modification of Textile Fibers and Cords by Plasma Polymerization for Improvement of Adhesion to Polymeric Matrices, *Doctoral Thesis*, University of Cincinati
14. McCord, M.G. et al. (2003). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.88**, pp.2038-2047

15. Mutlu S, Zeaire MH, Piskin E, Mutlu M. (2002). Glow-Discharge-Treated Quartz Crystal Microbalance as Immunosensor, in *Biomedical Diagnostic Science and Technology*, WT Law, N Akmal and AM Usmani, eds., Marcel Dekker, Inc., pp.203-214

16. Noureddine, A. & Hequet, E. (2004). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.93**, pp.145-154

17. Pane, S. et al. (2001). *Journal of Industrial Textiles*, **Vol.31**, No.2, pp.135-145

18. Quede, A. et al. (2002). *Journal of Materials Science*, **37**, pp.1395-1399

19. Quede, A. et al. (2004). *Surface and Coating Technology*, **180-181**, pp.265-270

20. Richardson, S.D. (2004). Enviromental Mass Spectrometry: Emerging Contaminants and Current Issues, *Analytical Chemistry*, **76**, 3337-3364

21. Schartel, B. et al. (2002), *Macromolecular Materials and Engineering*, **287**, pp.579-582

22. Zhang, J., et al. (2003). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.88**, pp.1473-1481

23. Zubaidi & Hirotsu, T. (1996). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.61**, pp.1579-1584

EXPLORING NEW MARKETS WITH MODERN SPUNBOND- AND MELTBLOWN-TECHNOLOGIES

M. WEHMANN

Nordson Fiber Systems Europe, GERMANY

ABSTRACT

The paper will explain the different manufacturing technologies for nonwovens with a comparison to the Spunbond- and Meltblown- Technologies (Spunmelt). The nonwoven markets will be discussed and trends as seen from the view of the equipment producer will be shown. As a result out of this the focus will be drawn to highlights in specialty products for nichemarkets. BiComponent-Filaments and –materials as well as composites will give good chances in future. The Spunbond- and Meltblown-Technology can contribute to this. In the following section these technologies will be explained. Which are the advantages and challenges ? The presentation will give examples in Hygiene- and Filtration-Applications and demonstrate technical details in design features. An example of a modern Pilotmachine for development and demonstration will be given.

Keywords :Nonwoven Technologies, Nonwoven Markets, Meltblown, Spunbond, Challenges, Design Details

CHARACTERISTICS OF TIRE CORD FABRIC

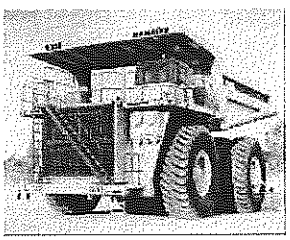
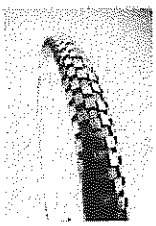
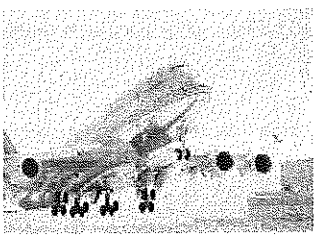
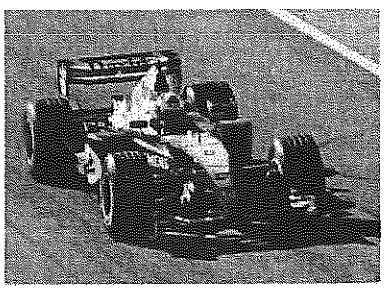
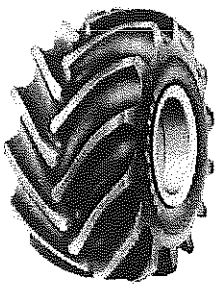
BERRIN YILMAZ

Kordsa, TURKEY

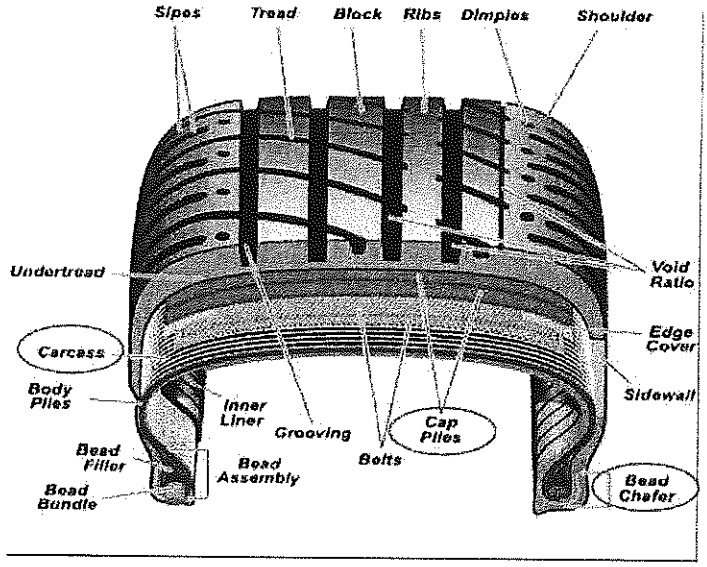
TABLE OF CONTENTS

1. Tire, Tire Cord Fabric and Yarn properties
2. Tire Cord Fabric Production Process
3. Rubber - Fabric Adhesion System
4. Methods for Testing Adhesion
5. Effect of Ambient Conditions on Adhesion
6. Warning for Storage And Handling of Tyre Cord
7. Conclusion

TIRES IN OUR LIVES

A TYPICAL RADIAL PASSENGER TIRE



TIRE, TIRE CORD FABRIC, YARN PROPERTIES

Tire

- textile reinforced rubber good.
- typical composite materials.
  - The integrity of such a composite is mainly determined by the adhesion achieved between the reinforcing synthetic cords and the rubber matrix

Tirecord fabric

- 5-10% weight of tire is tire cord fabric
- Tire cord fabric is parallel arrays of wraps
- Reinforcing component of tire
- Load bearing element
- Sustains dimensional stability of tire during running

Tire cord fabric properties

- Breaking strength
- Fatigue resistance

- Modulus
- Fabric- rubber adhesion
- Retention of characteristics at elevated temperatures
- Dimensional stability

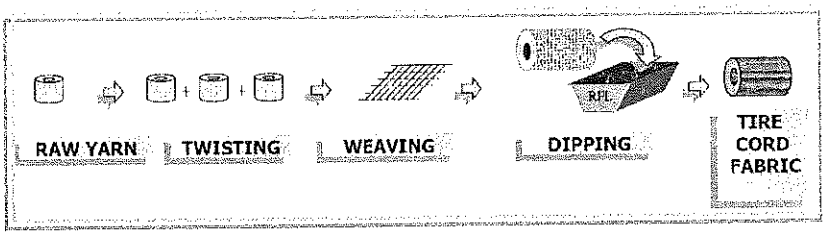
Tire cord fabric materials

- Polyamide (Nylon) 6.6 (700 - 2100 dtex)
- Polyamide (Nylon) 6(700 - 2100 dtex)
- Rayon (1220 -2440 dtex)
- Polyester (1100 -3300 dtex)
- Aramid (1100 -3300 dtex)
- PVA (1200-2200 dtex)
- Fiberglas (500 - 3300 dtex)

Comparision of tire reinforcing materials

Material	Advantage	Disadvantage
Rayon	High modulus Dimensional stability Adhesion Standardization in tyre cord production	High price Environmental pollution Low breaking strentgh Special production conditions
Polyester	Tenacity/price ratio Low price High modulus	Lower modulus compared to rayon Poor adhesion Tire side wall indentation problem
Aramide	Breaking strength Dimensional stability High modulus	High price Adhesion Fatigue resistance Special precautions in production
Nylon	High breaking strentgh Adhesion Fatigue resistance	Dimensional stability High elongation Flat spotting

Tire Cord Fabric Production Process



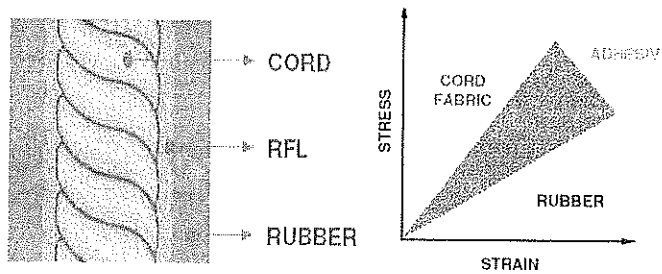
RUBBER - FABRIC ADHESION SYSTEM

Rubber - fabric adhesion systems generally consist of water based solutions of

- Resorcinol
- Formaldehyde
- Latex

Rubber - Fabric Adhesion System (cont'd)

Adhesion takes place between the Cord Fabric – RFL and RFL- Rubber interfaces



Characteristics of adhesion system:

1. high strength & low elongation ⟶ **Cord**
2. low strength & high elongation ⟶ **Rubber**
3. phase transition layer ⟶ **RFL adhesive**

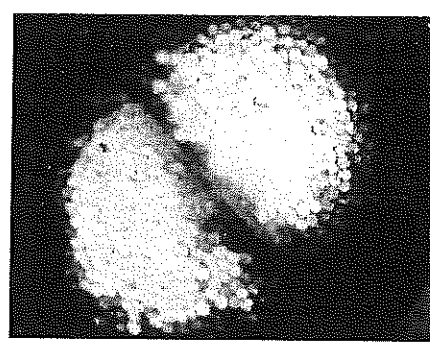
Adhesion Mechanisms

The adhesion between two materials is achieved mainly by three ways;

a. Mechanical adhesion

b. Physico-chemical bonding

c. Chemical adhesion



a. Mechanical adhesion

The roughness of the adhering surfaces enhances the mechanical interlocking e.g. Yarn, cord and fabric constructions

b. Physico - chemical bonding

The contribution of hydrogen bonding achieved by polar groups of the synthetic fibre and RFL.

e.g. Rayon > Polyamide > Polyester

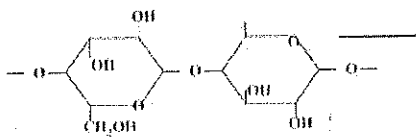
c. Chemical adhesion

Chemical adhesion is achieved by the chemical reaction between the polar groups of synthetic fibre and RFL adhesive.

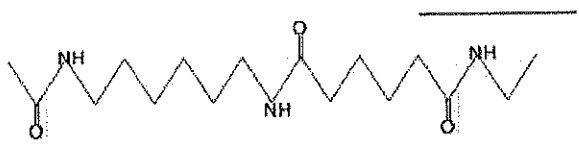
The extent of the reaction between adhesive and fibre depends on the reactivity of functional groups.

e.g. Hydroxyl > Amide > Ester

YARN CHEMICAL ACTIVITY

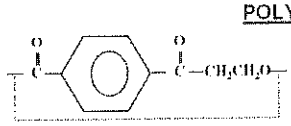


- High frequency of -OH groups (6 -OH goups/repeating unit)
- Reaction between methylol groups of rf resin and -OH of rayon
- H -bonding between phenolic group of RFL and methylol groups of RY.



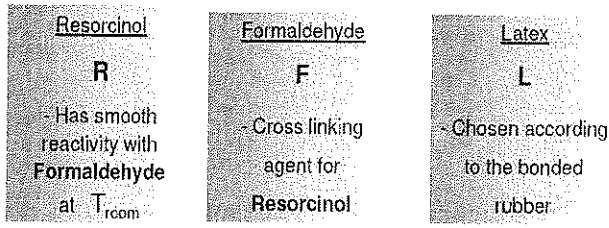
- Less reactive than rayon due to lower frequency of amide group (2 amide group/repeating unit)
- Highly polar amide groups
- Chemical reaction between methylol groups of RFL and amide groups to form methylene bridge
- H-bonding between phenolic groups of RFL and amide groups of NY

POLYESTER



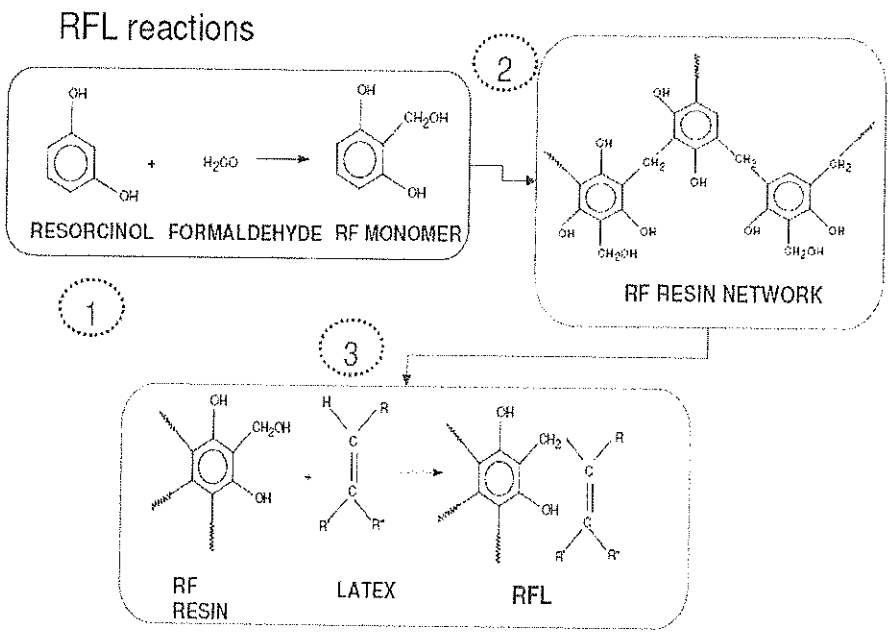
- Lack of functional polar groups prevent chemical reaction.
- Chemical reaction with the terminal -OH and -COOH groups which are very limited.
- No sites for H-bonding.

c. Chemical adhesion (cont'd)

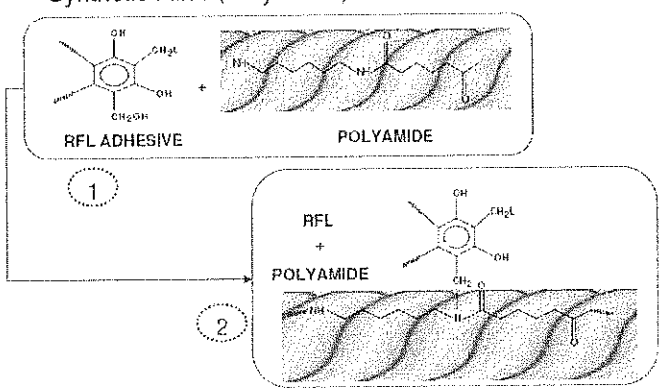


RF side ⟶ reactive to synthetic fibre

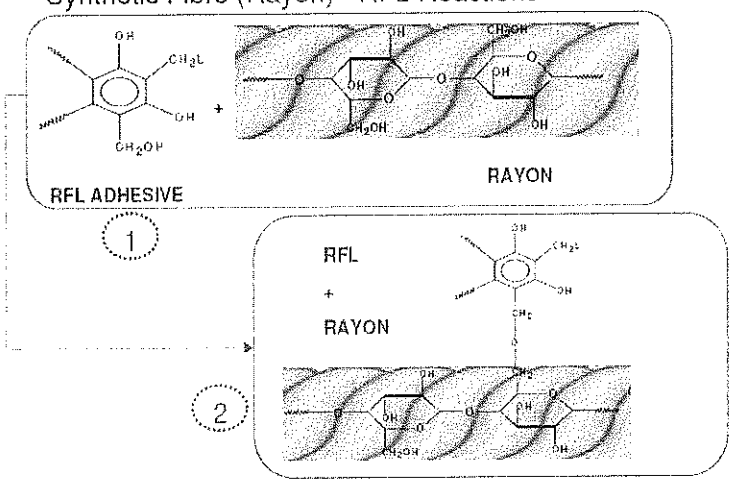
L side ⟶ reactive to rubber



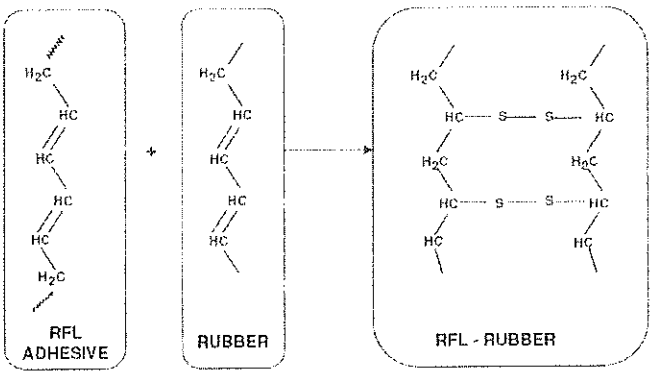
Synthetic Fibre (Polyamide) - RFL Reactions



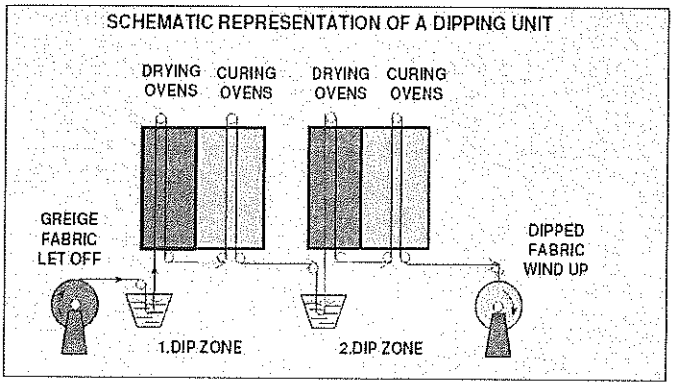
Synthetic Fibre (Rayon) - RFL Reactions



RFL – Rubber Reactions

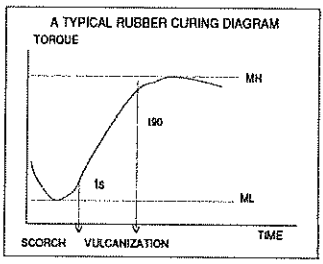


- Dipping process depends on the fiber material type and its properties



Rubber compounding and curing

- Rubber - latex interactions
- Type of curing agents
- Reinforcing fillers
- Lubricating oils
- Accelarators
- Homogenity



METHODS FOR TESTING ADHESION

Methods for testing static adhesion

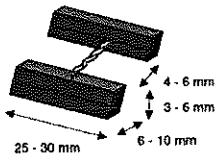
- Pull out adhesion
- Peel adhesion

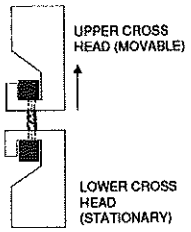
- Pull out adhesion
  - measures the force required to pull out the cordfrom the rubber block
  - The property measured is the shearing forceacting at the rubber cord interface

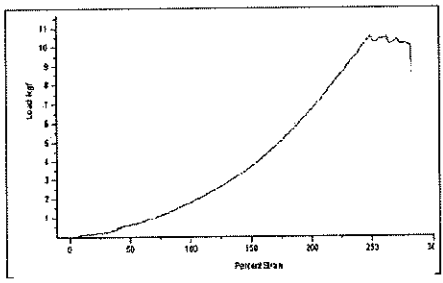
H adhesion

U adhesion

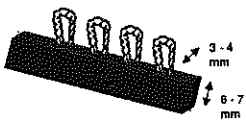
H adhesion

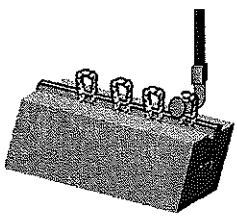


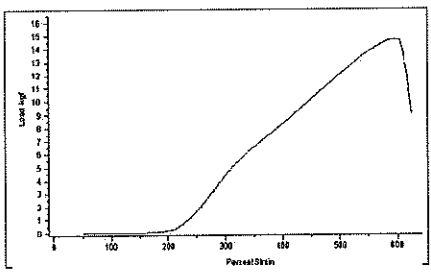




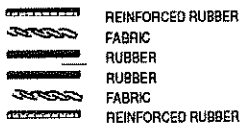
U adhesion

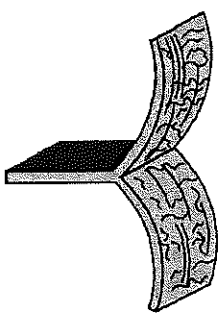


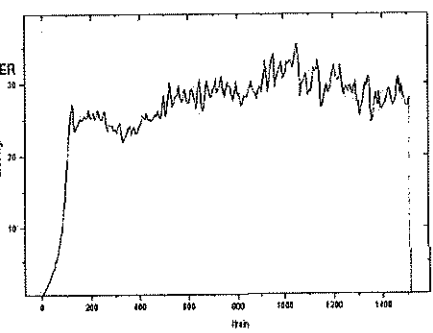


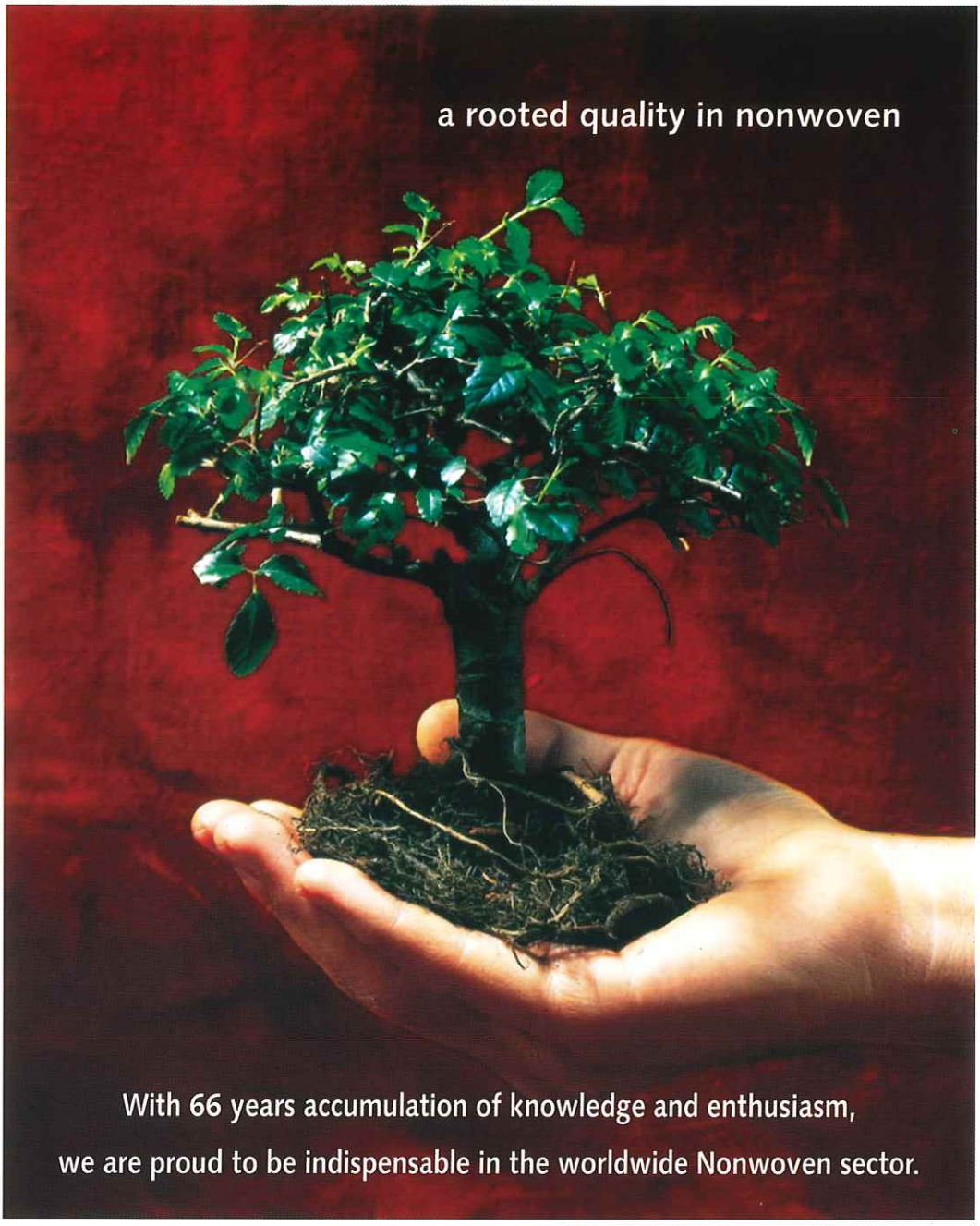


Peel adhesion









HASSAN
GROUP

Sanbir Blvd. 4/58 Büyükçekmece 34500 Istanbul - Turkey
Phone : +90(212) 886 50 60 Fax : +90(212) 886 50 70 www.hassangroup.com info@hassangroup.com

a member of SATRA edana ISPA KYSD

- Peel adhesion
  - Measures the force required to separate two fabrics vulcanized between rubber layers

Dynamic tensile and adhesion test

•Adhesion gradually detoriates with repeated deformation. Dynamic evaluation of adhesion is made by counting cycles of deformation to reach a limiting value.

Effect of Storage Conditions on Adhesion Aging

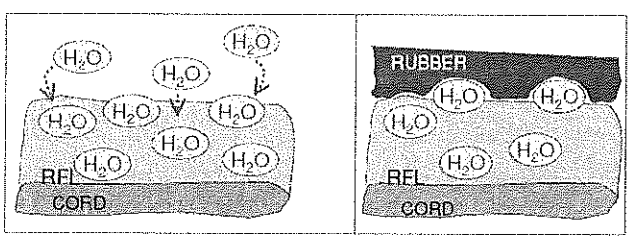
RFL dipped cords gradually deteriorate in terms of their adhesion characteristics by aging during prolonged storage.

It is well known that moisture, heat, light, ultraviolet radiation and ozone have synergistic effect on deterioration of adhesion.

If a property has a decaying nature by time, time dependency of the property can be predicted by accelerated aging of samples.

Effect of 'humidity' on adhesion

Test Conditions	Adhesion of fabric without conditioning	Adhesion of the fabric after conditioning (at 60%RH, 60 °C, 24 hr)
Peel Adhesion (factored)	100	90 ± 6
Fabric : NYLON 66		



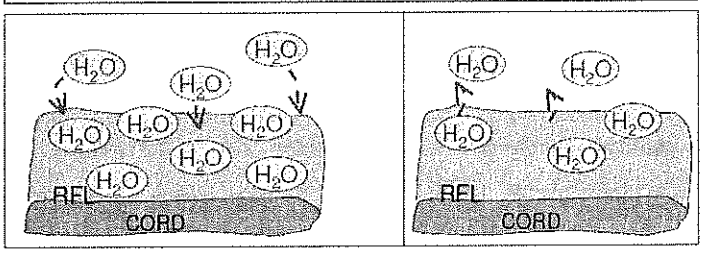
The conditioned samples under humid conditions show a decrease in adhesion.

Moisture adsorbed on the surface is captured between rubber and RFL layer.

Effect of 'drying' on adhesion

Test Conditions	Adhesion of fabric after conditioning (at 50% relative humidity, 24 °C, 24 hour)	Adhesion of fabric after drying (at 120C for 3 mins)
Peel Adhesion (factored)	90 ± 6	100

FABRIC : NYLON 66



Dried samples show an increase in adhesion.

Moisture adsorbed on the surface is removed by drying.

Ozone generation

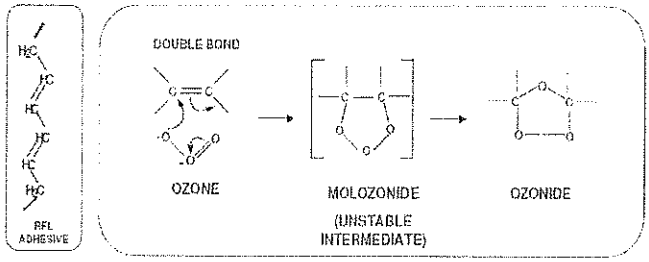
$$\text{Oxygen} + NO_x + \text{VOC} + \text{UV} + \text{high temperature} \longrightarrow O_3 \text{ (Ozone)}$$

VOCs

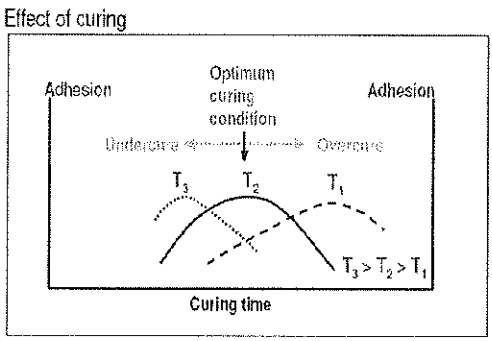
Methylene Chloride or Dichloromethane, Tetrachloroethene, Trans-1,2-Dichloroethene , Chlorobenzene , cis-1,2-Dichloroethene Ethylbenzene , 1,1,1-Trichloroethane , 1,3-dimethylbenzene or m-Xylene , 1,2-Dichloroethane ,1,4-dimethylbenzene or p-Xylene , Benzene , Styrene ,Carbon tetrachloride , 1,2-dimethylbenzene or o-Xylene , Trichloroethene , 1,4-Dichlorobenzene , 1,2-Dichloropropane ,1,2-Dichlorobenzene , Toluene , 1,2,4-trichlorobenzene, 1,1,2-Trichloroethane

OZONE CONCENTRATION (ppm) (8-hours average)	AIR QUALITY INDEX VALUES	AIR QUALITY DESCRIPTOR
0. 0 to 0.064	0 to 50	good
0.065 to 0.084	51 to 100	moderate
0.085 to 0.104	101 to 150	unhealthy for sensitive groups
0.105 to 0.124	151 to 200	unhealthy
0.125(8 hr) to 0.404 (1 hr)	201 to 300	very unhealthy

How does ozone affect adhesion?



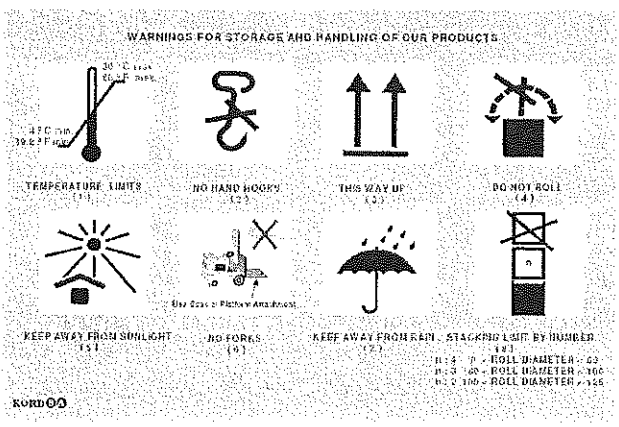
Attack of ozone to the double bond of adhesive leads to formation of ozonides.



Short exposure time will result insufficient adhesion.

Long exposure time may improve adhesion between cord and RFL, however causes to insufficient adhesion between RFL and rubber. Because fewer reactive sites remain available for rubber- RFL bonding.

Warning for Storage and Handling of Tyre Cord Products (ISO 782)



Warning for Storage and Handling of Tyre Cord Products (ISO 782)

(1) **Temperature** Limits : indicates the temperature limits within our products shall be stored and handled.

(2) **No Hand Hooks** : are prohibited for handling of our products.

(3) This **Way** up : indicates correct upright position of our products.

(4) **Do Not Roll** : our products shall not be rolled.

(5) **Keep Away From Sunlight** : our products shall not be exposed to sunlight, UV and moisture. The packaging of the rolls shall not be opened until they are processed. If they are not processed at once, the remaining part should be carefully packed again.

(6) No **Forks** : shall not be handled by forklift trucks.

(7) **Keep Away From** Rain : shall be kept away from rain and other any kind of liquids that will possibly contact with our product.

(8) **Stacking** Limit **by Number**: max. number of the products stacked on one another, where " n " is the limiting number.

CONCLUSION

- Tire is a composite of tirecord fabric and rubber components.
- The tirecord synthetic yarn is determined based on the type of tire
- The performance tire is closely related to adhesive layer properties. RFL layer must be compatible with rubber and cord material.
- Impact of environmental pollutants on adhesion makes carefull handinling of tire cord fabric

DYEING AND FINISHING OF HIGH-VISIBILITY CLOTHING

E VARIŞ, B YILMAZ, E ÖNER

Marmara University, UTKAR International Textile and Clothing Technologies Research and Development Centre, TURKEY

ABSTRACT

High visibility safety garments should be worn by anyone who is exposed at work to potentially hazardous situations and these are specially designed to maximise the visibility of the wearer from all angles. Minimum requirements for fluorescent background fabric and retroreflective strips are specified in EN471:2003. These garments are mainly used by the police forces, the road rescue services, the fire brigades, the towns refuse collectors and many other workers who want to draw attention to themselves as these materials are easily recognisable. These garments must provide high visibility protection and stand up to daily use in hard working conditions, and they must be comfortable to wear as well. In this work, 100% polyester fabrics were dyed with two fluorescent dyes, namely C.I. Disperse Red 277 and C.I. Disperse Yellow 184/1. These fluorescent dyed fabrics were then treated with a water/soil repellent agent. The colouristic and fastness properties of the dyed and finished fabrics were investigated.

Key words: fluorescent dyes, high visibility garments, 100% PES dyeing

1. INTRODUCTION

The high visibility garments are mainly used by the police forces, the road rescue services, the fire brigades, the towns refuse collectors and many other workers who want to draw attention to themselves as these materials are easily recognisable. These garments must provide high visibility protection and stand up to daily use in hard working conditions, and they must be comfortable to wear as well [1-3]. EN 471:2003 classifies the warning clothing into three classes:

Class 1 – provides the lowest level of protection (waistband trousers, harnesses, etc.),

Class 2 – provides an intermediate level of protection (sleeveless waistcoats, tabards, bib and brace trousers, etc.), and

Class 3 – provides the highest level of protection (coats & jackets with sleeves, coveralls, two piece combination suits, etc.)

The chromaticity shall lie within one of the areas defined in Table 1 and the luminance factor shall exceed the corresponding minimum value in Table 1.

In the literature, there is limited information on dyeing and finishing of such materials. In this work, 100% polyester fabrics were dyed with two fluorescent dyes,

namely C.I. Disperse Red 277 and C.I. Disperse Yellow 184/1. These fluorescent dyed fabrics were then treated with a water/soil repellent agent. The colouristic and fastness properties of the dyed and finished fabrics were investigated.

Table 1. EN 471:2003 Colour requirements for background and combined material[1].

Colour	Chromaticity Coordinates		Minimum Luminance Factor (β_{min})
	x	y	
Fluorescent yellow	0.387 0.356 0.398 0.460	0.610 0.494 0.452 0.540	0.70
Fluorescent orange-red	0.610 0.535 0.570 0.655	0.390 0.375 0.340 0.345	0.40
Fluorescent red	0.655 0.570 0.595 0.690	0.345 0.340 0.315 0.310	0.25

2. EXPERIMENTAL

The aim of this experimental work was to investigate the colouristic and the fastness properties of 100% PES fabrics dyed with two commercial fluorescent dyes. Accordingly, 100% PES knitted fabric (rib, 265 g/m^2) was used for dyeing with fluorescent dyes, namely, C.I. Disperse Yellow 184/1 [Dianix Luminous Yellow 10G (DyStar)], C.I. Disperse Red 277 [Dianix Luminous Red G (DyStar)] and also for dyeing in mixtures of these two dyes at various concentrations.

0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2% and 3% o.w.f. dye concentrations with each dye and 1% o.w.f. dye mixtures were applied to the fabrics by exhaustion method. The dyeings were carried out in a laboratory scale HT dyeing machine (Roaches). The sample size was 5 g and the liquor ratio was 40:1. 0.5 g/L Levegal DLP (Bayer) was added to each bath. The dyeing was initiated at 50°C with pH 5.0-5.5. After 10 minutes, the temperature was raised to 130°C at a heating rate of 1.5°C/min and the dyeing was carried out at 130°C for 30 minutes. The dyebath was then cooled to 70°C at a heating rate of 2°C/min and the sample was given a reductive washing with 2 g/L sodium dithionite, 2 g/L NaOH (38°Be) and 0.5 g/L Levegal DLP, at 75°C for 25 minutes. Then the sample was washed in hot water and rinsed with cold water.

In an additional study, 100% PES microfibre woven fabric (118 g/m^2) was also dyed with C.I. Disperse Yellow 184/1 and treated with a water/soil repellent agent [Setapret FC (Setaş Kimya)] by a padding application and fixation. The effect of the finishing chemical on the colouristic properties of fluorescent dyed fabric was investigated.

The colour measurements, repeatability of dyeings and the fastness (washing, staining, rubbing, hot pressing and light fastness) tests were carried out and the colours were evaluated in accordance with the chromaticity coordinates and the luminance factors given in the EN 471:2003 standard.

3. RESULTS

3.1 The Colouristic Properties of the Fluorescent Dyed Materials

The graphs of wavelength versus % SRF values for C.I. Disperse Yellow 184:1, C.I. Disperse Red 277 and the mixture of these two were given in Figures 1-3 and the CIELab values of the dyed samples in Tables 2-4. The %SRF values were measured by Datacolor SF 600+ spectrophotometer with the USAV (Ultras Small Area View, the illuminated area of 6.6 mm) aperture to minimize the possible measurement errors caused by the fluorescence, as suggested in the literature[4,5]. The CIELab values were calculated using D65 illuminant and 2° Standard Observer values. The luminance factors of the dyed materials were calculated in accordance with the EN 471:2003 standard.

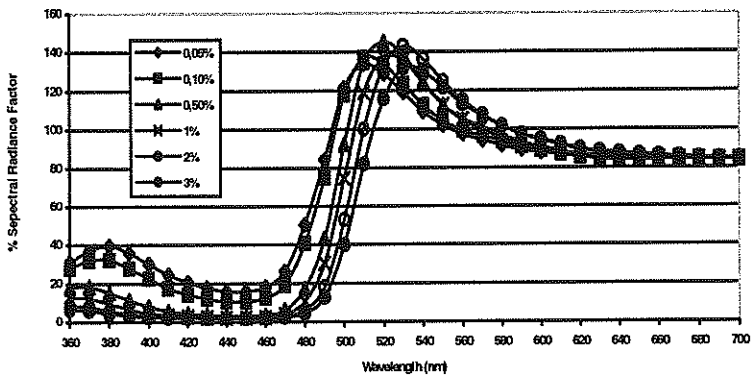


Figure 1: Wavelength vs. %SRF values of C.I. Disperse Yellow 184/1 dyed samples.

Table 2: CIELab values of C.I. Disperse Yellow 184/1 dyed fabrics (D65/2°).

% Dye	CIE Colour Coordinates										Luminance Factor (β)
	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y	
0.05	99.84	-38.43	65.83	76.23	120.27	74.43	99.59	32.67	0.36	0.48	0.99
0.1	100.49	-40.84	76.36	86.59	118.14	74.61	101.26	26.25	0.37	0.50	1.01
0.5	101.48	-46.23	101.65	111.66	114.46	74.08	103.88	13.99	0.39	0.54	1.03
1.0	100.73	-41.97	108.59	116.42	111.13	74.57	101.90	10.83	0.40	0.54	1.01
2.0	101.95	-40.03	117.69	124.31	108.78	78.12	105.13	8.56	0.41	0.55	1.05
3.0	100.18	-33.59	119.36	124.00	105.72	77.52	100.46	7.22	0.42	0.54	1.00

According to the EN 471:2003 standard, the minimum luminance factor for a yellow dyed material shall be 0.7. These dyed materials have the luminance factors greater than that and meet the requirement.

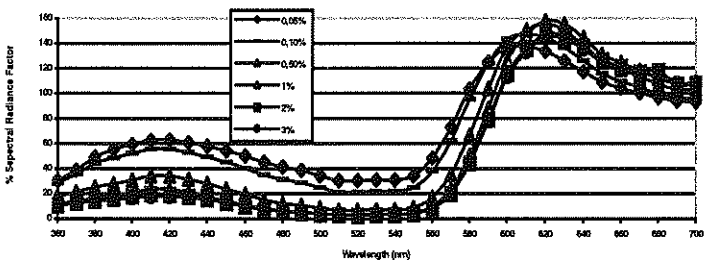


Figure 2. Wavelength vs. %SRF values of C.I. Disperse Red 277 dyed samples.

Table 3. CIELab values of C.I. Disperse Red 277 dyed fabrics (D65/2°).

% Dye	CIE Colour Coordinates										Luminance Factor (β)
	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y	
0.05	85.50	51.36	14.86	53.46	16.14	88.83	66.99	55.89	0.42	0.32	0.66
0.1	82.56	61.74	19.92	64.87	17.88	87.58	61.34	45.95	0.45	0.31	0.61
0.5	73.96	79.24	34.73	86.52	23.67	77.44	46.65	23.74	0.52	0.32	0.46
1.0	69.61	84.76	45.43	96.17	28.19	71.04	40.20	14.52	0.56	0.32	0.40
2.0	67.18	83.37	45.23	94.85	28.48	65.60	36.87	12.88	0.57	0.32	0.36
3.0	66.65	82.71	45.42	94.36	28.77	64.31	36.17	12.45	0.57	0.32	0.36

According to the EN 471:2003 standard, the minimum luminance factor for a red dyed material shall be 0.25. These dyed materials have the luminance factors greater than that and they meet the requirement.

The fabric was also dyed with mixtures of C.I. Disperse Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277 dyes. According to the EN 471:2003 standard, the minimum luminance factor for an orange-red dyed material shall be 0.4 and these dyed materials have the luminance factors greater the required value. The colour strength was 1% and the dyed fabrics were coded such as "190", "280", etc., as the first number represented the fractional amount of the red dye, the second being the amount of the yellow dye, and the third being the amount of the blue dye. For example, "190" represents a fabric dyed with a mixture of 0.1% o.w.f. red, 0.9% o.w.f. yellow and 0% o.w.f. blue dyes.

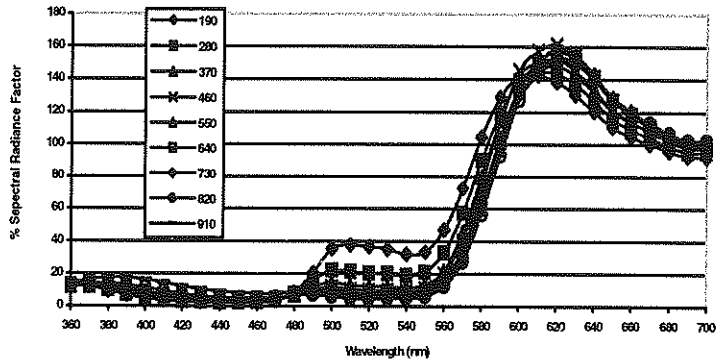


Figure 3: Wavelength vs. %SFR values of the samples dyed with the mixtures of C.I. Dispers Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277.

Table 4. CIELab values of the samples dyed with the mixtures of C.I. Disperse Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277. (D65/2°).

Code(*)	CIE Colour Coordinates										Luminance Factor (β)
	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y	
"190"	85.63	37.93	98.13	105.20	68.87	82.00	67.25	6.24	0.53	0.43	0.67
"280"	80.16	53.46	93.20	107.45	60.16	77.91	56.97	5.21	0.56	0.41	0.56
"370"	77.04	64.94	90.17	111.12	54.24	76.93	51.60	4.72	0.58	0.39	0.51
"460"	76.21	70.55	89.68	114.10	51.81	77.93	50.22	4.53	0.59	0.38	0.50
"550"	73.29	70.60	83.49	109.34	49.78	71.85	45.61	4.76	0.59	0.37	0.45
"640"	73.13	74.27	80.95	109.86	47.47	73.25	45.36	5.23	0.59	0.37	0.45
"730"	72.27	76.68	78.75	109.92	45.76	72.64	44.06	5.39	0.59	0.36	0.44
"820"	70.45	77.93	71.54	105.79	42.55	69.55	41.39	6.34	0.59	0.35	0.41
"910"	71.04	78.02	61.09	99.09	38.06	70.77	42.25	9.59	0.58	0.34	0.42

(*) %1 total dye o.w.f. ; Example for the Codes"190" = 0.1% red + 0.9% yellow + 0% blue dye respectively.

3.2 Colour Fastness Test Results of the Fluorescent Dyed Materials

The washing, staining, rubbing and hot pressing fastness tests were carried out with the dyed materials in accordance with ISO 105-C06, ISO 105-X12 and TS 472.

3.2.1 Washing and Staining Colour Fastness Test Results

The washing and staining colour fastness test results were given in Tables 5-9 for the dyed fabric.

Table 5. Washing fastness test results of C.I. Disperse Yellow 184/1 dyed fabrics (D65/10°).

% Dye	Colour Change	CIELab Colour Difference			
		DE*	DL*	DC*	DH*
0.05	3	5.515	-3.755	-4.037	-0.124
0.1	3	3.999	-3.476	-1.904	0.536
0.5	3-4	2.690	-2.416	-0.007	-1.185
1.0	3	3.838	-3.285	-1.907	-0.550
2.0	4	2.432	-1.535	-1.723	0.766
3.0	4	1.707	-1.241	-1.068	0.482

Table 6. Washing fastness test results of C.I. Disperse Red 277 dyed fabrics (D65/10°).

% Dye	Colour Change	CIELab Colour Difference			
		DE*	DL*	DC*	DH*
0.05	4-5	1.546	-0.895	-1.233	-0.262
0.1	4-5	1.710	-0.978	-1.312	-0.495
0.5	4-5	0.854	-0.692	-0.041	-0.498
1.0	4-5	0.997	-0.809	-0.246	-0.529
2.0	4-5	1.602	-0.706	-0.826	-1.177
3.0	4-5	1.756	-0.779	-1.121	-1.105

Table 7. Staining fastness results of C.I. Disperse Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277 dyed fabrics (D65/10°)

% Dye	Yellow 184/1	Red 277
0.05	4-5	4-5
0.1	4-5	4-5
0.5	3	4-5
1.0	4	3-4
2.0	2-3	3
3.0	2-3	3-4

Table 8. Washing fastness of the samples dyed with mixtures of C.I. Disperse Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277 (D65/10°).

Dyeing Codes	Colour Change	CIELab Colour Difference			
		DE*	DL*	DC*	DH*
"190"	4	4.127	0.368	-3.102	2.697
"280"	5	1.045	0.221	1.011	0.149
"370"	5	0.926	0.320	0.764	-0.413
"460"	4-5	2.525	-0.952	-2.155	0.909
"550"	4-5	1.237	-0.014	-0.961	0.779
"640"	4-5	0.868	-0.413	-0.608	0.462
"730"	4	2.570	-1.374	-2.151	0.304
"820"	4-5	1.122	-1.008	-0.241	-0.428
"910"	4-5	1.000	-0.729	-0.554	-0.402

(*) %1 total dye o.w.f. ; Example for the Codes"190" = 0.1% red + 0.9% yellow + 0% blue dye respectively.

Table 9. Staining fastness of the samples dyed with mixtures of C.I. Disperse Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277 (D65/10°).

Dyeing Codes	Staining
"190"	3
"280"	3-4
"370"	3
"460"	4-5
"550"	3-4
"640"	4
"730"	4
"820"	3-4
"910"	3-4

3.2.2 Rubbing Fastness Test Results

The "dry" and "wet" rubbing colour fastness test results were given in Tables 10-12 for the dyed fabric.

Table 10. Rubbing fastness test results of the fabrics dyed with C.I. Disperse Yellow 184/1 (D65/10°).

% Dye	Rubbing Fastness			
	Dry- width	Dry - Length	Wet - Width	Wet – Length
0.05	5	5	5	5
0.1	5	5	5	5
0.5	5	5	5	5
1.0	5	5	5	4-5
2.0	5	5	5	4-5
3.0	5	5	5	4

Table 11. Rubbing fastness test results of the fabrics dyed with C.I. Disperse Red 277 (D65/10°).

% Dye	Rubbing Fastness			
	Dry- width	Dry - Length	Wet - Width	Wet - Length
0.05	5	5	5	5
0.1	5	5	5	5
0.5	5	5	5	5
1.0	5	4-5	5	5
2.0	4-5	4-5	5	4-5
3.0	4-5	4-5	5	4-5

Table 12. Rubbing fastness of the samples dyed with mixtures of C.I. Disperse Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277 (D65/10°).

Dyeing Codes	Rubbing Fastness			
	Dry- width	Dry - Length	Wet - Width	Wet - Length
"190"	5	5	5	4-5
"280"	5	5	5	4-5
"370"	5	5	5	4-5
"460"	5	5	5	5
"550"	5	5	5	5
"640"	5	5	5	5
"730"	5	4-5	5	5
"820"	5	4-5	5	4-5
"910"	5	4-5	5	4-5

3.2.3 Hot Pressing Colour Fastness Test Results

The "dry", "damp" and "wet" hot pressing colour fastness test results were given in Tables 13-14 for the dyed fabric.

Table 13. Hot pressing fastness test results of the dyed fabrics (D65/10°).

% Dye	C.I. Disperse Yellow 184/1			C.I. Disperse Red 277		
	Dry	Damp	Wet	Dry	Damp	Wet
0.05	4-5	5	4-5	4-5	4-5	4-5
0.1	4-5	5	4-5	5	4-5	4-5
0.5	4-5	4-5	4-5	4-5	5	4-5
1.0	4	5	4-5	5	4-5	4-5
2.0	4-5	5	4-5	5	5	4-5
3.0	3	5	4-5	5	5	4-5

Table 14. Hot pressing fastness of the samples dyed with mixtures of C.I. Disperse Yellow 184/1 and C.I. Disperse Red 277 (D65/10°).

Dyeing Codes	Dry	Damp	Wet
"190"	4-5	4-5	4-5
"280"	4-5	4-5	4-5
"370"	4-5	5	4-5
"460"	4-5	4-5	4-5
"550"	5	4-5	4-5
"640"	5	4-5	4-5
"730"	5	5	4-5
"820"	5	4-5	4-5
"910"	5	4-5	4-5

3.3 Water/Soil Repellent Finishing of C.I. Disperse Yellow 184/1 Dyed Fabric

100% PES microfibre woven fabric (119 g/m^2) was first dyed with C.I. Disperse Yellow 184/1 by the exhaustion method described above and it was then treated with a water/soil repellent agent (Setapret FC [Setaş]). For the finishing treatment, a laboratory type padder (Roaches) was employed with a pick-up of 40-50% of the liquor. The fabric was eventually dried and fixed at 160-170°C for 30 s on a laboratory type stenter (Benz). The water/soil repellent treated fabrics were tested in accordance with the TS 259 standard.

Table 16: Evaluation the Water Repellent Finish in accordance with the TS 259 Standard.

Treated Fabric	Untreated Fabric
100	0
No sticking or wetting of upper surface	Complete wetting of whole upper and lower surfaces

The treated fabric showed excellent water repellence.

4. CONCLUSION

In this work, 100% polyester fabrics were dyed with fluorescent dyes and the colouristic properties and fastness properties of this dyed materials were studied. The wash fastness and hot pressing fastness properties of the dyed

fabrics are quite good, being "4" to "4-5" in most cases. The colours meet the EN 471 standard's requirements. The application of the finishing agent did not impair the colour yield. The light fastness tests were also carried out in the James H Heal Light Fastness Tester, however, the light fastnesses of these materials were found to be poor after exposing the materials to xenon light for almost 365 hours at 40°C. These values will be published elsewhere in detail.

Further investigations have also been carried out on the colouristic evaluation, improving the light fastnesses and the colour matching of the fluorescence dyed materials.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their sincere thanks to DyStar (Türkiye), SPOT A.Ş., Clariant (Türkiye) and Setaş Kimya A.Ş. for providing the dyes and the chemicals used in this project.

REFERENCES

1. BSI, "BS EN 471:2003, High-visibility warning clothing for professional use – Test methods and requirements", 2004.
2. Szuster L, Kazmierska M, Krol I, "Fluorescent Dyes Destined for Dyeing High-Visibility Polyester Textile Products", *Fibres & Textiles in Eastern Europe, January/March*, 2004, Vol.12, No: 1 (45), p. 70-75.
3. Varış E, "Use of Fluorescent Dyes in Textile Materials", MSc Thesis, Marmara University, Institute of Applied Sciences, Supervised by Prof.Dr. Erhan ÖNER, 2005 (To be published).
4. Berns R., "Principles of Color Technology", 3rd Ed., John Willey & Sons, 2000.
5. Sprinsteen A., "Introduction to measurement of color of fluorescent materials", *Analytica Chimica Acta*, 380, 1999, p.183-199.

NUMERICAL INVESTIGATION OF WOVEN TEXTILE PLATE COMPOSITES

İ. KAYNAK[1], M. SARIKANAT[2]

[1]Dumlupınar University, Technical Education Faculty, TURKEY.

[2]Ege University, Department of Mechanical Engineering, TURKEY.

ABSTRACT

The woven and unidirectional textile plate composites are investigated physical behaviors under impact conditions. Numerous researches have conducted to identify material properties and system mechanism that are important to the performance of these impact condition textiles. In this research, different types of textile plate composites modeled as three-dimensional. The woven and unidirectional laminated plate composites are made of different plies of glass/epoxy. Finite Element Method (FEM) and experimental solutions compared with the results. Each physical behavior is described in detail, and ongoing to optimize references are cited to allow further investigation.

Keywords: Woven glass fibers, Textile composites, Impact behavior, FEM analysis.

1. INTRODUCTION

The susceptibility of composite materials under the high velocity impact of energy levels is mainly factors affecting the design of armor-grade fiber reinforced materials. The composite materials offer a number of attractive properties depend on the specifically used area, especially compliant laminates of woven fabric for ballistic impact as protective structures. In particular, impact load can be classified into three categories, low velocity impact (Charpy impact test), high velocity impact (ballistic impact), hyper velocity impact (the light gas gun). The layered silk in ancient Japan, the use of leather shields and to chain mail, suits of armor in the Middle Ages, the personnel protection from the ancient times has sought to protect its wearer from the corresponding advances in armaments.

The impact and perforation of fabric and compliant laminates are functions of a number of parameters including the material properties of the yarns; the fabric structure; the projectile geometry and velocity; the interaction of multiple plies; the far-field boundary conditions, and the friction between the yarns themselves and between the yarns and the projectile [9]

The Charpy test has provided invaluable indications on the impact properties of materials. The Charpy test is able to provide more quantitative results by instrumenting the striker, which allows the evolution of the applied load during the impact to be determined. The Charpy test is of great importance to evaluate the embrittlement of steels by irradiation in nuclear reactors [1].

There are extensive researches about impact behavior of composite materials respect of various properties. Mallick et. al. [2] investigated that hybrid composites have superior impact properties based on charpy and flexural impact test. A Low-velocity impact study depends on the fiber-reinforced plastics carried out as a subject of liberally analytical and experimental investigations [3-7]. A more general impact classification of different velocity target regimes is provided by Zukas et. al. [8].

In the present study, the high and low velocity impact energy absorption characteristics of the two type of hybrid composite materials were investigated with respect to first layer unidirectional $\theta = 0$ and the second type first layer is $\theta = 45$ compared to the different last layer of the similar thickness. The composite materials implemented high velocity (ballistic) impact under the same geometry of a projectile (bullet) but different velocity to cut-through the woven and unidirectional textile plate composites. And the composite materials are also researched in energy absorption under Charpy test ASTM D 256.

Finally, the high and low impact energy absorption characteristics of unidirectional and woven glass fiber hybrid composites were calculated using the finite element method model and compared with the experimentally obtained results.

Nomenclature

L1U First Laminate Unidirectional
PV Projectile Velocity
L2W First Laminate Woven
k Perforation
L1B Twaron-Free Ply
n Non- perforation
L2B Kevlar- Free Ply
L3 45 angle ply
C_{th} Composite Material Thickness
K Kevlar ply
W Woven fabric ply

Table 1. Ballistic impact test results are velocity of projectiles for E-glass/epoxy hybrid laminates.

Composite System	Sample Designation	PV (m/sn)	Perforation	Thickness
L1U [0/90]	$W[0/90]_7W[0/90]_7$	365 and 440	k and n	8 mm
L2W [45/90]	$0[45/90]_7K[45/90]_7K$	398	k	8 mm
L1B [200 gr/m^2]	Twaron CT 716	365 and 440	7-k	30 ply
L2B [120 gr/m^2]	Kevlar	365 and 440	8-k	30 ply

2. LOW AND HIGH VELOCITY IMPACT FOR THE TEXTILE PLATES

The description of single ply fabric deformation is given to serve as an illustrative example to point out some of the fundamental physical mechanisms observed that influence the ballistic performance of fabrics.

The low velocity impact behaviors of composite fibers are considered energy absorption capability as 2D woven fabric properties. Low velocity impact of fiber reinforced composites has been subject of many experimental and analytical investigations [10-12].

To describe the high-velocity impact of the projectile penetration behavior of solid composite media, the three conservation laws of mass, momentum and energy must be obeyed. Generally, the conservation laws offer five scalar equations but involve seven unknowns, which are density, pressure, temperature, internal energy and three velocity components. The physical phenomena occurring in high-velocity impact on composite laminates are complex. They include bending, local contact, bulging, matrix cracking, fiber breakage, delamination, fragmentation, etc. Therefore, most investigation of this problem has focused on either the determination of ballistic limits and residual velocities of a projectile on composite targets or experimental observation of deformation and damage. [13]

Shown in Fig. 1-3, when a projectile strikes a fiber, two waves, longitudinal and transverse, propagate from the point of impact for the textile plates. For a detailed description of critical velocity, the authors refer to Lyons [14]. In their work impacting Kevlar (Twaron) fabric with steel spheres, Shim et al. [15] has described the differences observed between low and high velocity impact.

With low velocity impact velocities, the yarns don not fail during the initial stress rise; therefore, the transverse deflection of the fabric has rise; therefore, the transverse deflection of the fabric has time to propagate to the edges of the panel, which allows the fabric to absorb more energy [9].

Using a model developed to analyze the impact of fabric, Roylance and Wang [16] have shown that materials progressing a high modules, E, and low density, ρ, (thus, a high-wave velocity) disperse the strain wave rapidly away from the impact point, which distributes the energy over a wider area and prevents large strains from developing at the impact point.

3. DEVELOPMENT OF FINITE ELEMENT MODELS

In the description of projectile and composite target, conically cylindrical steel projectile of 9mm in diameter was used in ballistic test and 400x400mm square plate a glass-fiber/epoxy. The properties of the glass fibers, E=62.5 GPa, υ=0.2, and epoxy properties, E=3.2GPa, υ=0.42. The projectile is assumed to be rigid body in finite element analysis because there is no deformation of the projectile after the ballistic impact test.

A finite element simulation of hybrid-ply laminates was undertaken to allow comparison with the woven fabric and unidirectional laminates in terms of first target faces energy absorptions properties. The simulation of finite element model is considered woven fabric laminate composite plates as shown in Fig. 1. The finite element mesh for the composite target and the projectile are shown in Fig. 2. This FEM model is also employed here to decompose the 3D woven fibers into epoxy resin. Three different composite targets were used ballistic impact test. One of them is first and ninth plies woven fabric. There are various angle laminate between the first and ninth woven $[0/90]_7$ and laminate continue composite plies $[45]_8$. This woven fabric is illustrated in Fig. 1. Other composite targets are shown in Fig 2-3. The projectile velocities are obtained experimentally at the laboratory. The velocity values are the impact angle of composite laminate for the projectile impact 90 degree. The modeling of woven fabric composites consist of warp and fill yarns, interlaced in a regular sequence. As the projectile impacts on the woven fabric composite, there can be many yarns beneath the projectile. In the present analysis of FEM, all the warp and fill yarns are treated with epoxy as a composite laminated plates.

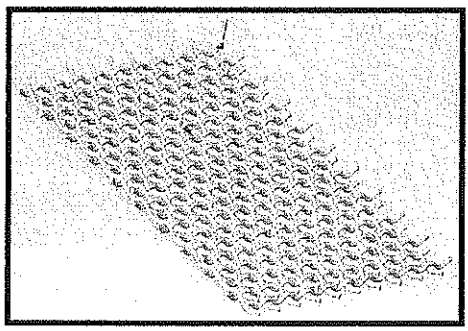


Figure1. Finite element model for woven glass-fabric laminate composite as a lamina.

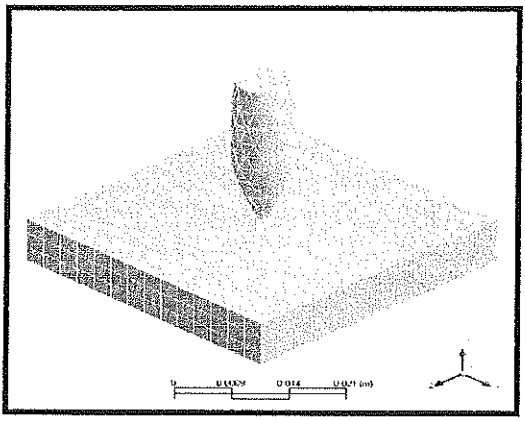


Figure 2. Mesh scheme of finite element model of projectile and lamina target is FEM illustration.

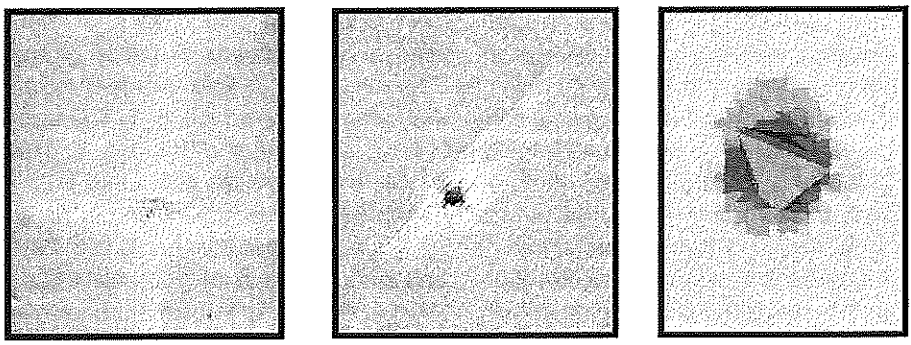


Figure 3. The woven fabric angle $\theta = 45$ first layer is rear and target faces glass fiber reinforced armor-grade of composites materials post-perforation photographs and the simulation of FEM model target face.

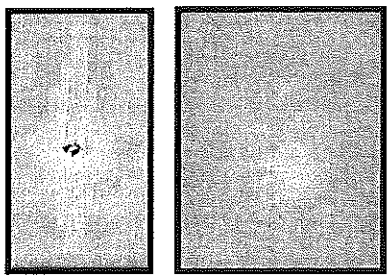


Figure 4. The unidirectional first layer is target face and rear glass fiber reinforced armor-grade of composite materials post-no to be perforated photographs.

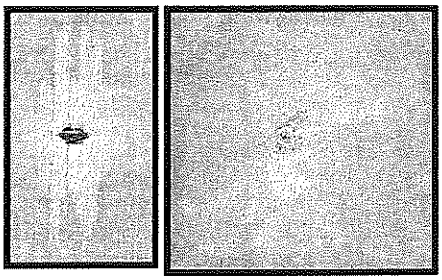


Figure 5. The unidirectional first layer photograph of 8, 80 mm thick is target face and rear of glass fiber reinforced (GRP) armor-grade of composite materials post-perforation

The elliptic delamination hole 2 of projectile rear part is X_{h2} = 23,5mm; Y_{h2}= 39mm, cross the yz-plane and 8mm the direction of x and as seen in Fig. 3. The graphical view of the last rear plate in Fig.4 perforation sizes illustrated at the below. The elliptical delamination 1 of projectile rear part is the sizes X_{h1} = 14.3mm; Y_{h1}= 18.2mm and as seen in Fig. 2.

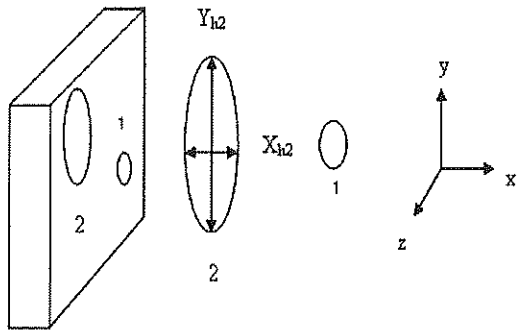
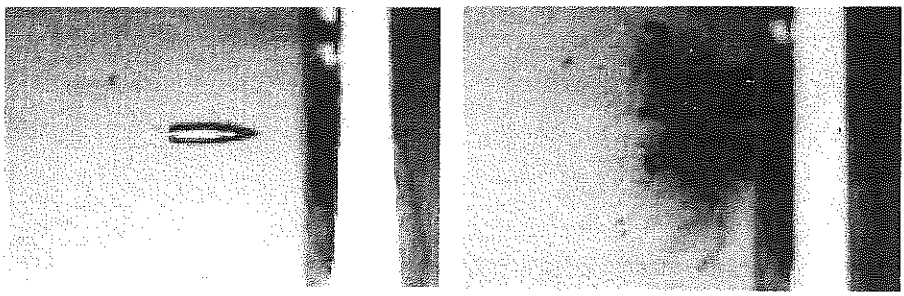


Figure 4. The unidirectional and woven last rear layer is post-perforation delamination of armor-grade of composite material. The number is shown us first bullet shot 1 and the number 2 is second bullet shot on the composite material.



(a) **(b)**

Figure 5. The panels are developed by the Mofet Ezion company. This panel offers ballistic protection against small arms up to medium, target face **(a)** and rear **(b)** view of the armor panels.

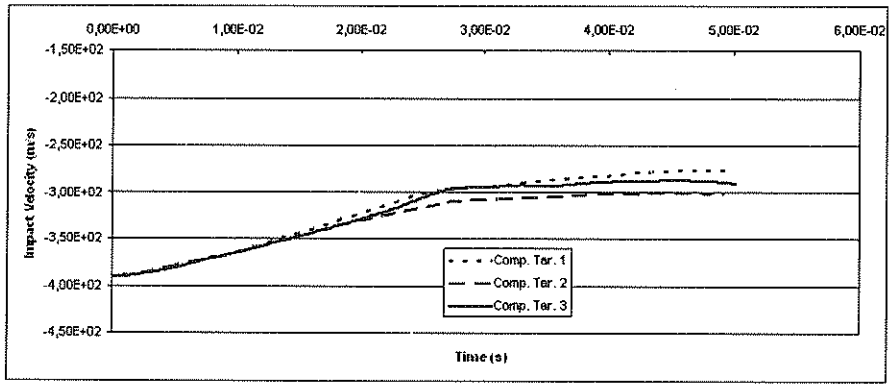


Figure 6. Impact velocity- time dependent graphics related to unidirectional and woven composite laminate

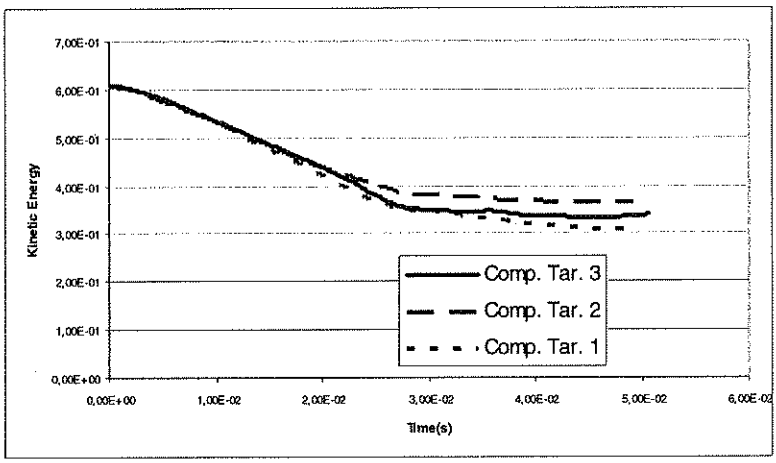


Figure 7. Kinetic energy- time dependent graphics related to unidirectional and woven composite laminate

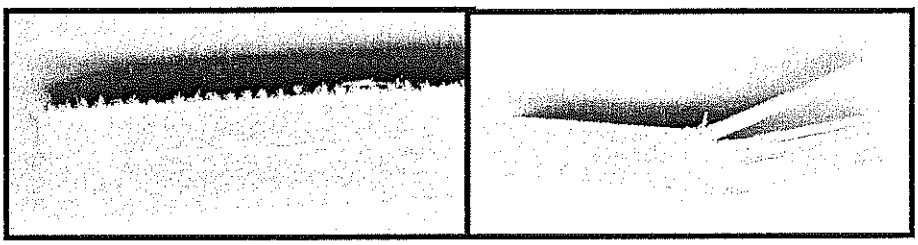


Figure 8. Unidirectional composite laminates for charpy test ASTM D256

In this study, ballistic tests are maintained in the military service and ballistic protection against small arms is illustrated in Fig. 5. The post-perforation test results are graphically illustrated in Fig. 4. The results are given in Table 1.

Take various composite targets as an example which represents the velocity and kinetic energy of projectile during penetration as shown in Fig. 6-7. Depends on the first layers, the composite target 1 is 3D woven textile laminate composite and composite target 2 is 45 angle ply textile laminate composite, the last one is unidirectional textile laminate composite. The textile composite plates of material absorbing energy depends on the charpy test and FEM results are obtained the composite target one is 36 J and target 2 is 24,5 J the last one target 3 is 28,7 J.

4. CONCLUSIONS

The behaviors of unidirectional and woven fabric laminated composite plates have been studied numerical investigation of textile laminate under transverse central low and high velocity impact conditions. For this, the finite element method and experimental results are compared. And woven fabric textile composite targets observed more energy than unidirectional

textile composite targets. After the projectile impact to the woven and unidirectional textile composite plates, damage of impact can be seen easily principal direction of fibers.

REFERENCES

1- Francois, D. and Pineau, A., From Charpy to Present Impact Testing, p.4, Elsevier, 2002.

2- Mallick, PK, Broutman LJ., Static and impact properties of laminated hybrid composites, J. Testing and Evaluation, 1977, 5, p. 190-200.

3- Bogdonavic AE, Friedrich K., Initial and progressive failure analysis of laminated composite structures under dynamic loading. Composite Structure, 1994, 27, p. 439-456.

4- Naik NK, Sekher YC. Damage in laminated composites due to low velocity impact, J. Reinf. Plast. Compos, 1998, 17 (14), p. 1232-1263.

5- Shen WQ, Dynamic response of rectangular plates under drop mass impact, Int. J. Impact Engineering, 1997, 19 (3), p.207-229.

6- Belingardi, G., Vadori, R., Low velocity impact tests of laminate glass-fiber-epoxy matrix composite material plates, Int. J. Impact Engineering, 2002, 27, p. 213-229.

7- Belingardi, G., Vadori, R., Influence of the laminate thickness in low velocity impact behavior of composite material plate, Composite Structures, 2003, 61, p. 27-29.

8- Zukas JA, Nicholas T, Swift HF, Greszczuk LB, Curran DR, Impact Dynamics, New York, Wiley, 1982.

9- Cheeseman A., Bogetti A., Ballistic impact into fabric and compliant composite laminates, Composite Structures, 2003, 61, p. 161-173.

10- Bogdanovich AE, Friedrich K., Initial and progressive failure analysis of laminated composite structures under dynamic loading, Composite Structures, 1994, 27, p. 439-456.

11- Naik NK., Sekher YC., Damage in laminated composite due to low velocity impact , J. Reinf. Plast. Compo., 1998, 17(14), p. 1232-1263.

12- Shen WQ, Dynamic response of rectangular plates under drop mass impact., Int. J. Impact Eng. , 1997, 19(3), p. 207-229.

13- Chen J. K., Allahdadi A., Carney C., High velocity impact og graphite /epoxy composite laminates, Composite Science and Technology , 1997, 57, p. 1369-1379.

14- Lyons WJ., Impact Phenomena in textiles, Cambridge, Massachusetts: MIT Press;1963.

15- Shim VPW, Tan VBC, Tay TE, modeling deformation and damage characteristics of woven fabric under small projectile impact, Int J Impact Eng, 1995, 16(4), p. 585-605.

16- Roylance D, Wang SS., Penetration mechanics of textile structures. In: Laible RC, editor, Ballistic Materials and Penetration Mechanics, New York, Elsevier Scientific Publishing Co; 1980.

A STUDY ON TEXTILES MADE OF SMART FIBERS IN VIEW OF AESTHETIC AND FUNCTIONAL QUALITIES WITHIN THE CONTEXT OF TEXTILE DESIGNING

H. HALAÇELİ, N. ÖNLÜ

Dokuz Eylül University, Faculty of Art, Textile Department, TURKEY

ABSTRACT

Within the process of restructuring economic downfalls and healing traumas in the global war, technological developments involving communication, biotechnology and space research have caused the period of transition from industrial to information community to be experienced, which also has impact upon today's livelihood and social life. In information community working hours have lenghtened, individual requirements changed and expectation of the product differentiated. Therefore, industrial production processes have varied, and durability, cost-effectiveness and multifunctinality have been expected of the product manufactured. As developed nations experienced the tendency from labor-based industries to information-focused processes, qualified labor dominated the information community and as information has been easier to spread, individuality replaced by social utility in social processes. In the course of transition from industrial to informational community such problems as enviromental pollution caused by industrialisation have become significant, and production processes forced harmony with nature, recycling of wastes and saving of resources to be taken into account. Information community increased value of knowledge and communication and induced natural sciences, imitation of nature to be progressed and stimulated inspiration from nature itself in terms of technology. In the light of biotechnological studies inspired by nature, responses of single cell organisms to light, heat, mechanical, chemical, electrical or magnetic influences inspired textile fibers to be adapted to textile products thanks to smart fiber concept. Smart and multifunctional textiles have taken place in fashion, most of which can change their color by the amount of light, vary and adjust to enviromental temperatures by thermal regulation, store knowledge and therefore inform on the user's health by means of their conductive aspects which enable designers to create newer visual affects. Smart and multifunctonal textiles used in active sportswear have also become utilised in the production of fashion fabrics based on changing demands for the items in textile market. Shifting of producers to multifunctional textiles has played a role in ease of designing in order to provide aesthetical features for textile surfaces within the context of new-tech textile design.

KEY WORDS: Smart fabrics, information society, textile design, light, color

1. INTRODUCTION

Consumerism spread in 1960s following the World War II as well as dramatic downfall in raw material output created worldwide energy crisis in 1970s failure of supply to meet demand, economic recessions and emergence of crisis. The crisis experienced in that period was that of economic recessions in other words of modernism-induced system, capitalism.

One tried to overcome the crisis capitalism experienced by means of technological break-throughs and radical restructuring processes in economic terms. As new technologies found implementation in western block, communication accelerated, information became easy to spread and infra-structure of information age was established [1].

Information age paved the way for changes in social structures thanks to technological and economic modifications it created. Social and psychological transformation of individual and redefinition of his or her social status changed functional aspects expected from consumer goods and services, part of the communication with social and physical environment in the sense that they can serve multiply functions. In information community supported by communication means, individual attitude to designing led to changes in visual appearance which is assessed within the context of 20th Century contemporary aesthetics changing by function and personal tastes expected from the goods. In this process, synthetic materials produced by new output technologies were of great importance, with speed and ergonomic being dominant. High technology became significant in textile industry as in other manufacturing sectors, which interest people and smart fibers appeared as important items. Smart fibers preferred for their functional features opened new horizons to textile designing today in modern age when customized designs have been popular.

2. APPEARANCE OF SMART FİBERS

In emergence of smart fibers lie the possibilities presented by technological break–throughs and changes the technology has brought about in society. One of the most important factors influencing proliferation of smart fibers is space research and defense-purpose technology.

They were developed in order to adjust astronauts to weather changes in atmosphere during space research. NASA aimed to prevent astronauts and technical equipment from being affected by temperatual extremities in space when it started the study program involving heat-storage material in 1960s. Textiles have been introduced since 1980s which absorb infrared rays in solar lights, produce heat and thus increase internal temperature of space clothing. On the other hand, in 1990s appeared clothes which keep cool by absorbing UV rays while reflecting infra-red ones. This technology used for space clothing was also introduced into civil business in the light of two-purpose utility of NASA [2]. Moreover, the fact that traditional textile technology in industry shifted to developing countries, where labor is cost-effective led developed countries to information-based and interdisciplinary studies from labor-based production.

"Soldier of Future" developed for the enemies to be located for defensive purpose and the troops to fight better brought about manufacturing of wearable

electronics, whereas foriage dresses which can change in color so as to protect soldiers are produced for civil purposes today.

One of the factors in introduction of smart textiles is changing way of life accounted for by information society as well as by all such a military and space research and varying consumers needs and expectations.

Today's technological developments has made high-tech concept progressive technology communication means and smart buildings an integral part of modern living, which includes smart fiber production and smart textiles in this process. While one considers living quality and interests of customer in consumed items, the fibers are designed and produced for the purposes of adjusting to nature, saving time, relaxing effects and relieving stresses caused by working conditions and time constraints.

2.1 Smart Fibers

Smart fibers and textiles are those which are capable of sensing light, heat, pressure, electromagnetic waves, sound and ultrasound waves, action and change in motion as well as creating protective and visual effects. Such textiles include an 'actuator' part to realize the response attached to the sensor capable of establishing warnings thanks to simulating responses to light, heat and pressure which is unique to single cell creatures, in addition to the means provided by biomimetics technologies [3].

Under the heading 'the fibers used in the production of smart textiles', those fibers are assessed which can stretch by shape memory, store and release heat in cold environments, change in color depending on light and weather conditions thanks to their photo-chromatic features, keep body temperature and convey conductive and light. It is possible to manufacture fibers and textiles which provide for thermal regulation due to phase-change material technology adapted to fiber production. Cloth changes between black and white, with smart fibers being converted into artificial smart ones, and therefore the user can adjust himself or herself to temperature changes between cold, cool, warm and hot. Color remains white above 23 °C while it can change into vivid colors under 14 °C [4].

Use of heat and light-sensitive microcapsules in fiber structures enables textiles to be produced capable of changing in color due to heat and light. Clothes composed of fiber changing in appearance in heat and light can present designers with new opportunities. Ability of living organisms to change their color under light in nature inspires high-tech experts and designers with potential creations. Fiber structures are added iridescent films and fibers obtained with iridescence depending on the amount of light, as well as structures of organisms being examined such as pearl shell, peacock's feathers and Brazilian morpho ala, a butterfly. Yarns made of these fibers include a variety of hues [5].

Anne Mieke Kooper used permalight yarns in her designs which glaze, because they contain color pigments under artificial light (Figure1) [6].

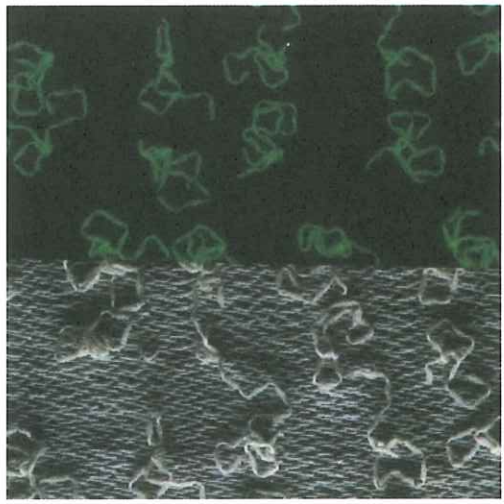


Figure1. A fabric woven with color change yarns, Anne Mieke Kooper, 1996.

Optical fibers used in communication electronics are also utilized in clothing called wearable electronics which inform on health of the wearer. Optical fibers are of great interest to designers as they conduct light in structure (Figure2).



Figure 2. A cloth woven with optical fibers, Sarah Taylor

3. AESTHETICAL ASSESSMENT OF COLOR AND LIGHT EFFECTS OBTAINED WITH SMART FIBERS IN THE CONTEXT OF TEXTILE DESIGNING

Today ability to change color and reflect light has become interesting with aesthetic novelties beyond protection and security. Application of photo-chromatic and thermo-chromatic substances to fabrics provides fabric designing with a new dimension. Ability of the fabric to change in color in heat and light can present the user with his unique colored clothes since it can produce responses to temperatual changes in and around the body, in addition to functionality. Color, an important aspect in designing cloth, challenges human imagination because of its ability to change in heat and light. Therefore smart clothes happen to enter our life which can change when we are excited through the heart throbbing and thus reflect our emotions.

Light can influence the way of conceiving color form and texture in designing, while reflection and transparency become impressive in light. Based on changes in perception and taste with smart materials being integrated into textiles, aesthetically valuable, color-form-texture associated designs and new visual appearences have emerged.

Light is a means which enables us to perceive the color, enlarging it and changing the texture. Light became an important element in 20th century cloth decorations considering variable structure permeability and the role it plays in perception of forms. Emergence of light as a decoration on fabrics was introduced in 1990 with the exhibition on 'color, light, surface' by Cooper Hewitt Museum. Designers also evaluated new smart materials created by technology, in order to create light impressions on fabric surfaces [7].

Leading material used in this field are optical fibers. Walking on a tufting carpet woven with optical fibers designed by Stephen French, a Scottish designer, suggests galactical constellations (Figure 3).

Optical fibers are also found interesting by fabric producers as they can emit light. An Italian textile firm, Zibetti, seeks research on mass production of fabrics woven with optical fibers, which are often used in silk fabrics to produce nicely glittering effects (Figure 4) [8]. Although it is difficult to sew materials woven with optical fibers, they are believed to be likely to be of great interest in industrial field in future.



Figure 3. Fiber optical carpet, Stephen French,1989

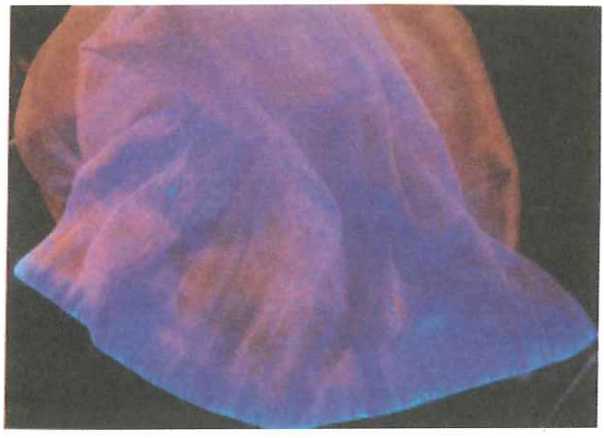


Figure 4. Fabric woven with optical fibers, Zibetti

There are fabrics that change in color in light to create proggressive visual effects, as well as materials shedding light with optical fibers in them. Fabrics changing colors in light can be produced by printing photo-chromatic ingredients in addition to adding them into the fiber during fiber extrusion. The fibers produced by photo chromatic substances are used for photochromatic yarns.

Ability of photo chromatic elements to change in color is based on the idea that they can absorb UV rays first, then reflect them in different wavelenghts to appear different in color. Today use of photochromatic matters has emerged on fashion fabrics.

Polypropilene yarns containing different photochromatic ingredients developed by solar active international company look white indoors but assume different in color when exposed to rain or sunny weathering, which enables photochromatic matters to be active (Figure 5). However, when they exposed to conditions in which UV lights are not present, they turn out to be white. Manufactures believe that this technology could allow for embroidery designs capable of changing in color due to UV rays when used in garment sector [9].

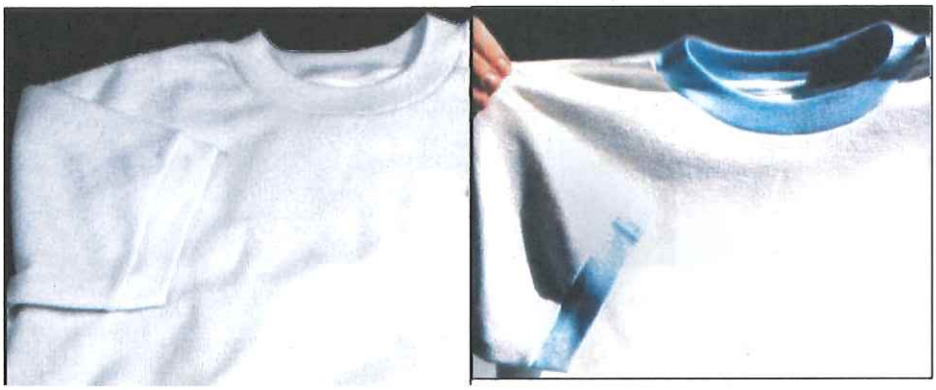


Figure 5. Color change T-shirt

Ability of material to change in color can also be created by thermochromatic capsules changing their colors thanks to temperatual differences in addition to photochromatic elements.

Toray, a company working on this issue, produces thermochromatic garments to change color in temperatual variations every 5 °C. Such garments are capable of changing in color in medium temperature.

The company, Toray has manufactured thermochromatic clothing with SWAY material produced by printing homogenously micro capsules of 3-4 nanometer on the material. The microcapsules are composed of a substance called chromophore changing its color due to the temperature as well as dyestuff therein.

International Fashion Machines (IFM), one of the corps applying color change material to textiles introduces ability to change in color on conductive materials. It also works on wearable music players, color change electronic textiles, security and interior design items too. Heat-induced color change electronic capsules are also used in this technology adaptable to IFM accessories, table cloth and wear items, which become darker as thermo chromatic dyestuffs are heated in the capsules, and lighter in color when cooled. This company tries to

adapt electronic clothing technology to such items as shoes, jeweleries and handbags (Fig.6).

The technology employed by IFM permits wallpapers, decoration and garments to change in color in different ambient temperatures, providing consumers with endless possibilities [11].



Figure 6. Electronic dress, Maggie Orth, Emily Cooper, Derek Lockwood

Electronic garment produces light with energy induced by body temperature through electronic cloth circuits in it, which was exhibited in National Textile Museum in Washington.

4. CONCLUSION

The most important technological break-throughs following the industrial revolution appeared during the process of restructuring after the World War II, paving the way for transition from industrial to information community. Significant developments were experienced in biotechnology, electronics and communication technologies so as to cope with the crisis. Technological progression accounted for variations in social structure as well as economic and production methodologies, which changed individuals' expectations and requirements accordingly.

Science and information technology cause completely wearing mentality to change as well. Therefore in view of aesthetic trend and consumers' demands, fabric structures changing color with smart materials been used in addition to different clothing structures and their surface appearance produced by most new textile materials considering the wearing tastes based on the current aesthetic concept in the textiles. Application of phase change changing material material technology to the textile structures enables textile to change light to dark or black to white due to temperatual and light differences. There are also iridescent items produced by adding reflective films to the fiber structure offering innovative light and color effects. Both technologies inspire textile designers with new visions, enabling them manufacture distinct designs in the wholeness of color form and texture.

The material used in design changes the product in aesthetics, visual, appearance and function with a different production technique plus different material causing new visual impressions to be obtained. Technology in the information age leads to a mentality of customised designing which is created to satisfy individual tastes and choices.

REFERENCES

1. Şaylan, Gencay., *Postmodernizm*, İmge Kitabevi, Ankara, 2002.
2. Ayhan, Ahmet., *Dünden Bugüne Türkiye'de Bilim-teknoloji ve Geleceğin Teknolojileri*, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, İstanbul, 2002.
3. Tao, Xiaoming., *Smart Fibres, Fabrics and Clothing*, Textile Institute, CRC Press, New York, 2001.
4. Miller, Edward., *Textiles/Properties, Behaviour*, BT Batsford Ltd., London, 1995.
5. Hongu, Tatsuya., Glyn, O.Phillips, *New Fibers*, Second Edition, Woodhead Publishing LTD., Cambridge, 1997.
6. Braddock, E. Sarah., O'Mahony, Marie., *Techno Textiles*, Thames& Hudson, Italy, 1998.
7. Colchester, Chloe., *The New Textiles, Trends +Traditions*, Thames& Hudson, Singapore, 1996.
8. Higginson, Stephen., Excitement at Zibetti, *International Textiles*, p.8, April May 2004,
9. H.C.Dunn, J.N. Etters., Solar Active Products that Change Color on Exposure to UV, *Textile Chemist and Colorist&American Dyestuff Reporter*, p. 20, Vol.32, no:3, March 2000.
10. Coşkun, Meltem Yenal., Akıl Dokulu Kumaşlar, *Bilim ve Teknik*, p.63., sayı:435, Şubat 2004.

A PROBLEM of CRACKING, PEELING, SPLIT AND BALDING ON THE COATED FABRIC WHICH COMPOSED OF NEEDLE PUNCHED NON-WOVEN AND POLYURETHANE FILM

K. YILDIRIM, N. AYDIN, A.M. KÖSTEM VE Ş. GÜÇER

Tübitak- Butal, BURSA

ABSTRACT

On this work we search the reason of the occurring of cracking, peeling, split and balding on the coated jackets. The aim of this work is to get some clues to overcome many of the quality problems for the firms who manufacture coated and laminated fabrics.

On this work we use the basic rules of analytical chemistry and physical methods.

On this work we use two types jackets produced from coated material composed of needle punched non-woven as a ground and polyurethane as a coated polymer. Both of them are produced similar method and material but different polymeric film preparation. The first jacket was produced in 2002 year and there had not been a fault on the jacket during using period and its not used one. The second was produced in 2003 year and had been a fault on the jacket during using period and its non used one.

The frame of this work is comparing two types of coated materials based on the physical, performance, chemical characteristic parameters for the aim of finding differences which result in the fault; cracking, peeling, split and balding on the coated film. Because of that we applied these test and analyzes are FT-IR, DSC, Stereo microscopy, Microscopy, Thickness, Crease flexibility, Tensile strength and strain, Delimitation strength, Dynamic seam strength, Material types and composition, Dynamic friction coefficient, Elasticity, Surface appearance, Bursting strength .

According to the results of these test and analyzes, the difference between two jackets on which one there had been fault as a cracking, peeling, split and balding on the coated film, on the other one there had not been a fault are due to the differences between the polyurethane films properties. These properties is given below.

- The PU film on the faulty fabric is brittle than the other
- The adhesion of the PU film to the non-woven ground on the faulty fabric is less than the other

Because of these differences and due to the forces effect during the using period on the PU film on the faulty fabric the PU delaminated regional from the ground. After having these occurred, micro crack and macro crack had been occurred on the film due to friction, crease, tensile-compression forces.

Keywords: coated fabrics, surface crack and split, non-woven, PU, performance and analytical tests.

POSTER PRESENTATIONS

EVALUATION OF THERMAL PROTECTIVE CLOTHING: PROTECTION AGAINST RADIANT HEAT

A. CİRELİ, B. KUTLU

Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering, Textile Engineering Department, TURKEY

1.INTRODUCTION

Research and development about fire fighter's thermal protective clothing have been continuing for several decades. Most of work has been done for the flash fire conditions, because flash fire exposure generally results in death or serious injuries. For example, the TPP test was originally designed to test fabric performance under short duration, high convective together with radiative heat flux exposures. This level of heat flux is chosen in order to replicate a flash fire or mid-range post-flashover exposure. The TPP test does not produce the detailed information necessary for evaluating the thermal performance of protective clothing over a range of conditions. This is an important issue since, many fire fighter burn injuries appear to result from longer duration moderate heat flux exposures. In fact, fire fighters do not generally fight fires from the inside of the flaming envelope produced by a structural fire, but initiate their attack from outside of the flaming environment. Without flame contact, exposure to fire sources must be considered exclusively in terms of radiant heat, and studies of the composition of flames have found that fuel fires with flame can involve as much as 80 % radiation. Thermal radiation levels are high in these areas as a result of the hot gas clouds and the heated structural surfaces. The flow of hot gases from open doorway or through a window may be well above 400°C and may extend tens of meters down a corridor or across a adjoining room ceiling. Thermal radiation from a room's open doorway or window may reach levels which will cause burn injuries to exposed skin and cause charring or ignition of protective clothing fabrics which result in burn injuries to protected skin [Lawson, 1996; Mell & Lawson, 1999; Yoo, et al., 2000].

The second degree burns will occur when the skin temperature reaches 55°C and instantaneous skin destruction occurs at a temperature of 72°C. These temperatures are very low when compared to t he decomposition or charring temperatures of protective clothing and common clothing fabrics. Therefore, a fire fighter could receive a serious burn injury even though no thermal damage to the clothing is evident [Lawson, 1996].

2. PROTECTIVE CLOTHING AND IMPORTANCE OF RADIANT HEAT IN THE CASE OF FIRE

Protective clothing ensembles typically consist of a flame resistant outer shell, a moisture barrier and a thermal barrier. Outer shell resists ignition upon being exposed to thermal radiation or very short periods of direct flame contact. Moisture barriers may totally prevent the passage of moisture, liquid and vapor or may prevent liquid but permit the passage of moisture vapor. The thermal barrier is a layer of insulating material which retards heat flow through the garment. The insulating quality of this barrier primarily depends upon the amount air space within the material and to a lesser degree on the heat transfer properties of the materials used to make barrier. According to results of study of Sun et al. radiant protection of protective clothing is affected by material, structure, thickness, and weight. The higher the thickness or the heavier the weight, the better the radiant protection. [Lawson, 1996; Sun et al., 2000].

In Lawson's work (1996), it is found that relatively high incident radiant heat flux values can be experienced several meters away from the open door of a fire room. Radiant heat flux plots for the corridor floors are shown in Figure 1 and can be compared with Stoll's burn data displayed with a dashed line in figure. A 30 second exposure to the environment created by a 600 kW room fire could cause burn injuries to a fire fighter on the corridor floor 6 m away from the fire room door. These fire data also indicate that the fire fighters will be receiving substantial amounts heat energy that will be stored within their protective clothing and equipment. This heat energy exposure could lead to serious injuries from sweat related burns by heat transfer from the protective garments if they become compressed against skin [Lawson, 1996].

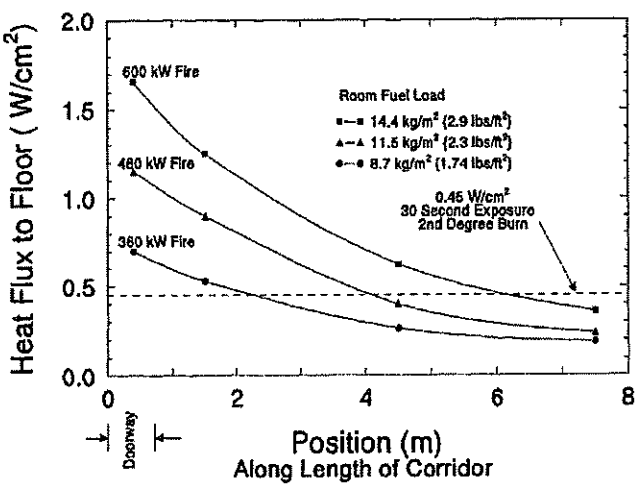


Figure 1. Radiant heat flux plots for the corridor floors

Many of the serious burn injuries reported each year involve fires where flashover has already occurred, and in some cases the fires have been growing over a long period of time. Figure 2 shows thermal radiation resulting from a room undergoing flashover. Thermal radiation increases a meter or so just outside of the room's doorway and then decreases. This increase indicates that flashover is occurring in the room and that flames are extending through the doorway into the corridor. Radiant heat and hot gases can extend significant distances away from the fire's source. As fire size gets larger, the effects of radiant heat energy will be experienced at greater distances from the fire's source. When fighting large structural fires from the outside, as with all other fires, safety from burn injury is based on the performance limits of the fire fighter's protective clothing and equipment ensemble, and the fire fighting tactics which control a fire fighter's distance from a fire and thermal exposure time [Lawson, 1996].

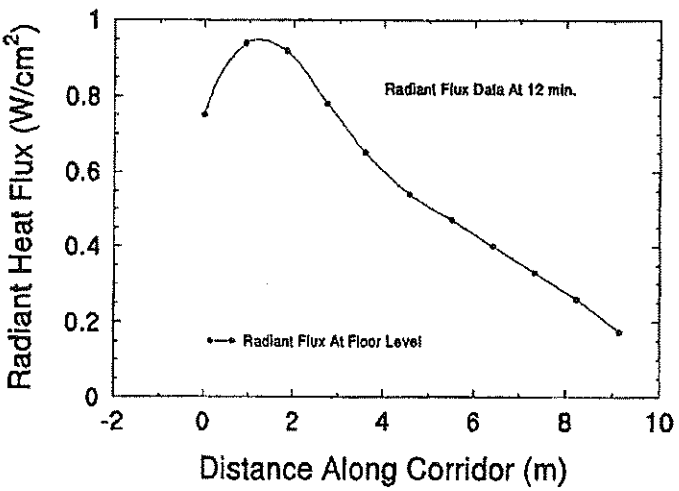


Figure 2. Thermal radiation resulting from a room undergoing flashover

3. STANDARDS ON PROTECTIVE CLOTHING, PROTECTION AGAINST RADIANT HEAT

It has been seen that protection against radiant heat is extremely important in a fire condition. In this case, fire fighter's protective clothing has a considering duty to protect skin from radiant heat. Therefore, evaluating thermal protective clothing, its performance against radiant heat flux must be determined. For this purpose, proper test methods are defined in NFPA 1976 and EN ISO 6942 standards and also in Turkish Standard TS 5142 EN 366.

In NFPA 1976, title 6.10 defines the radiant reflectivity test for protective clothing and equipments. Test is applied to garment and glove outer shell material, helmet faceshields, whole footwear, helmet outer covers and helmet shrouds. In this test specimen sizes are 75 mm X 250 mm. The test specimens are subjected to 300 abrasion cycles before testing in an oscillating drum abrasion apparatus. The radiant apparatus consists of a vertically oriented radiant heat source, specimen holder assembly, protective shutter, sensor assembly and recorder. The sensor block consists of a 133 mm X 133 mm X 13 mm heat resistant material. Heat source consists of a bank of five 500W, infrared, tubular, translucent quartz lamps having a 125 mm lighted length and a mean overall length of 224 mm. The sensor is a copper calorimeter mounted in the insulating block. Specimens are exposed to a thermal heat flux of 2.0 cal/cm^2 ±0.1 cal/cm^2. The specimen is exposed to the heat for 25 seconds. The evaluation value is radiant reflective value and it is graphically determined from the recorder chart of the sensor response and overlay defined in ASTM D 4108 (Stoll's second degree burn criteria). The time in seconds is read from the overlay curve intersect. This value is the radiant reflective value of the sample [NFPA 1976].

EN standard on protection from radiant heat is EN ISO 6942 (EN 366): Protective Clothing - Protection against Heat and Fire – Method of Test: Evaluation of Materials and Material Assemblies When Exposed to a Source of Radiant Heat and is the same as TS 5142 EN 366. This standard is for single or multilayer textiles or other materials intended for clothing for protection against heat. The sizes of the samples are 70 mm X 230 mm. There is no abrasion cycle for specimens. The apparatus consists of source of radiation, test frame, specimen holder, calorimeter and temperature measuring and recording device. The radiation source consists of six silicon carbide (SiC) heating rods which have the total lengths of 356 mm and the lengths of heating parts of 178 mm. It can move on a rail to change the distance from the specimen and so the heat flux. The calorimeter is a block of pure aluminium (at least 99.5%) of dimensions of 50 mm X 50 mm X 80 mm with two borings for sensor and heating coil. Its back and sides are surrounded with a 20 mm thick layer of insulating material. There are three levels of heat flux density. Because industrial workers or fire fighters may be exposed to a relatively low radiation intensity over a long period of time. The heat flux levels are low levels (5 and 10 kW/m^2), medium levels (20 and 40 kW/m^2) and a high level (80 kW/m^2). The test consists of two methods. In Method A, changes in appearance of the specimens are recorded. In Method B, from the recorded data of temperature rise of the calorimeter versus time the heat transmission factor and the different heat transfer levels are determined. In Dokuz Eylul University Textile Engineering Department, an apparatus is

established as explained in this standard for testing of thermal protective clothing and equipment [EN 366; TS 5142 EN 366].

REFERENCES

1. EN 366: 1993 - Protective Clothing – Protection Against Heat and Fire – Method of Test: Evaluation of Materials and Material Assemblies When Exposed to a Source of Radiant Heat
2. Lawson, J.R. (1996). "Fire Fighter's Protective Clothing and Thermal Environments of Structural Fire Fighting", *NISTIR 5804*, National Institute of Science and Technology, Gaithersburg, MD.
3. Mell, W.E. & Lawson, J.R. (1999). "A Heat Transfer Model for Fire Fighter's Protective Clothing", *NISTIR 6299*, National Institute of Science and Technology, Gaithersburg, MD.
4. NFPA 1976: 2000 - Standard on Protective Ensemble for Proximity Fire Fighting
5. Sun, G. (2000). *Textile Research Journal*, **70**(7), pp.567-573
6. TS 5142 EN 366: 1997 – Koruyucu Elbise – Isı ve Ateşe Karşı Koruyucu – Deney Metodu: Işıma Isısına Maruz Kalan Malzeme ve Malzeme Gruplarının Değerlendirilmesi
7. Yoo, H.S. et al. (2000). "Thermal Protective Performance and Comfort of Wildland Firefighter Clothing: The Transport Properties of Multilayer Fabric Systems", *Performance of Protective Clothing: Seventh Volume, ASTM STP 1386*, Nelson, C.N. & Henry, N. W. (Eds.), American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.

GEOTEXTILE APPLICATIONS IN LANDFILLS

M. C. KÜTÜKOĞLU

Hassan Tekstil San.Tic.A.Ş, TURKEY

ABSTRACT

Geotextiles are permeable textile products used to implement various functions, and they constitute the largest family of Geosynthetics. In this presentation, the application of Geosynthetics in landfills which is in fact one of the main areas of Geosynthetic applications will be discussed as to the applications, purposes,performances, functions and application details.The case referred to in this presentation is the Atyrau City, Tengiz Region Landfill in Kazakhstan.

CLASSIFICATION

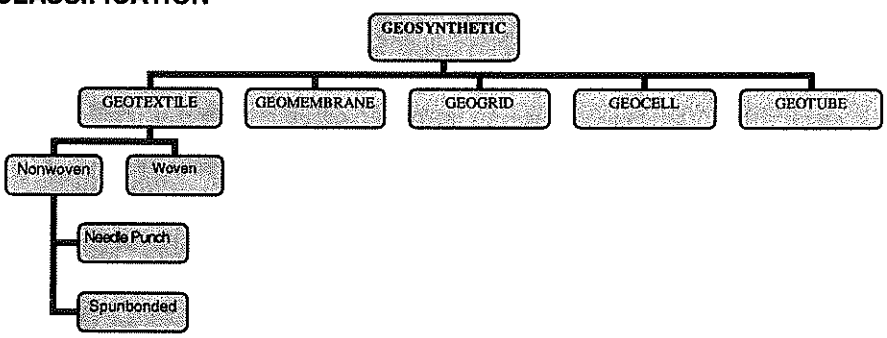


Figure1. The Classification of Geosynthetics

GEOTEXTILES: DESCRIPTION

Geotextiles consist of permeable spreads produced from synthetic raw materials such as polyester, polypropylene or polyethylene, and described in the ASTM Standards (American Society of Testing and Materials) as "Permeable textile products used as part of a manmade project, structure of system along with base elements, ground, rock and earth or any geotechnical engineering material".

GEOTEXTILE APPLICATION AREAS

-Motorways, bridges and viaducts
-Tunnels, subways, underground facilities
-Agricultural areas, roof terrace gardens
-Mining areas
-Landfills
-Shore protection
-Sports fields (Golf, tennis, football)
-Artistic structures
-Airports
-Railways
-Irrigation canals and artificial ponds
-Isolation

LANDFILLS

Proper solidwaste disposal is an important problem to be solved especially in highly populated urban areas. Leakage from poorly designed and disorderly storage areas causes to the contamination and pollution of surface and ground water resources.

Today, in line with the growing environmental awareness, the use of geosynthetics and geotextiles in landfill projects is presenting a visibly increasing trend owing to their favourable effects on the environment. Additionally, they allow considerable savings both in terms of time and in terms of costs as they are easy to install and as they substitute the natural materials traditionally utilised in these projects.

Landfills are designed and constructed in fine detail taking into consideration numerous factors such as the climate and the environmental conditions of the area, urban development and transportation in the stages of field selection, field preparation and solidwaste disposal.

Tengiz–Kazakhstan Landfill

Project	:	TCO–IWMP Landfill Project
Project Location	:	Tengiz – Kazakhstan
Employer	:	Tengizchevroil
Contractor	:	Sk Senimdi Kurylys llp.
Application	:	Engin İzolasyon Ltd. Şti.
Net Application Area	:	76.000 m^2
Amount of Geotextile	:	160.000 m^2

Project Design

A Project design and control department has been formed within TCO and the design of the landfill project has been assigned to Parsons Overseas Company, Kazakhstan (POC(K)). The engineering and design of the Geosynthetic and Geotextile materials used in the project works has been realized by this company.

As it was foreseen that in time the landfill area would also accommodate chemical waste storage, it has been decided to use a double layer of geomembranes and multiple geotextiles and geocomposite materials in implementation (Table 1.)

Current Status

As the region is rich in petroleum, a landfill with 300,000 m^2 of area had been previously designed and implemented in the area again by TCO. However, the increase in the oil production and the subsequent raise in employment,

population and housing resulted in the existing facility being filled earlier than expected, therefore a new landfill area was required. The area currently houses a population of 10,000 people.

In the area, the ground exhibits a sandy constituency and is saturated with water. At the same time, it is situated at an altitude of 28 m below sea level.

The petroleum produced in the area is transported to a nearby factory for the removal of its sulphure content, where it undergoes several processes after which the raw petroleum is conveyed by special pipelines and railroad transportation to Novorski Harbor from where it is shipped to the markets worldwide.

Geosynthetics Application Details in the Landfill

- Landfill application details (Table 1, Figure 2)
- Upper part of Embankment application details (Table 2)
- Leachate collection pond application details (Table 3)

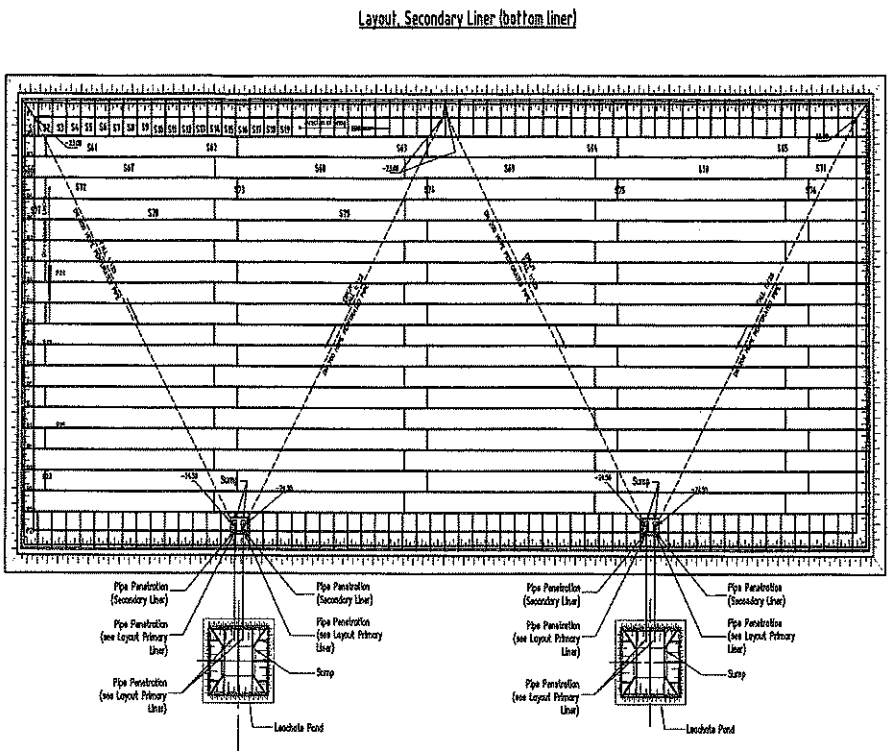


Figure 2. Geomembrane Application Plan

Table 1.Landfill Application Detail

Item No		Material	Description
8		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , 135 g/m2
7		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , TS : 20
6		Geocomposite Layer	Geotextile/Net/Geotextile , TS : 14
5		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , TS : 74
4		HDPE Geomembrane	2.0 mm
3		Drainage Layer	Polypropylene , TS : 30
2		HDPE Geomembrane	2.0 mm
1		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , 1.200 g/m2
-		Compacted Soil	-

TS: Tensile Strength (kN/m)

Table 2. Upper Part of Embankment Application Detail

Item No		Material	Description
5		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , 300 g/m2
4		HDPE Geomembrane	2.0 mm
3		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , TS : 74
2		HDPE Geomembrane	2.0 mm
1		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , 1.200 g/m2
-		Compacted Soil	-

Table 3.Leachate Collection Pond Application Detail

Item No		Material	Description
4		HDPE Geomembrane	2.0 mm
3		Drainage Layer	Polypropylene , TS : 30
2		HDPE Geomembrane	2.0 mm
1		Nonwoven Geotextile	Polypropylene , 1.200 g/m2
-		Compacted Soil	-

TS: Tensile Strength (kN/m)

Table 4.Geotextile Functions

	Material	Description
	Nonwoven Geotextile	Signal Layer
	Nonwoven Geotextile	Drainage Function
	Geocomposite Layer	Filtration, Drainage and Load Distribution
	Nonwoven Geotextile	Protection Function
	HDPE Geomembrane	2.0 mm
	Drainage Layer	Protection and Drainage Function
	HDPE Geomembrane	2.0 mm
	Nonwoven Geotextile	Protection and Seperation Function
	Compacted Soil	-

Use of Geotextiles in Landfills

The first priority in the design and construction of landfills is the collection of leachates from the accumulated solidwaste layers and keeping this leachate from contaminating the environment. The most effective method for this purpose is the isolation of the natural base of the landfill by covering the whole surface with impermeable materials (HDPE Membrane). These synthetic spreads are of an average thickness of 1.5 – 2 mm and can be easily punctured or scratched under the effect of the heavy loads of solid wastes and cover soil and the vehicles that will be working over them. The use of geotextiles will enhance landfill liner integrity by increasing the puncture resistance of the membrane layers.

The Advantages Brought About by the Use of Geotextiles

They help increase the puncture, rupture and abrasion resistance of the Geomembranes with which they are used.

- They protect the Geomembranes against abrasion and also allow the utilisation of thinner membranes, thus cutting costs.
- They provide a smooth surface over which the Geomembranes can be laid and fused effectively.
- They eliminate water very efficiently due to their high permeability and thus help incrase the bearing capacity of the ground.
- They will help maintain the hydraulic and mechanical properties of the details in which they are used due to their resistance to bacteria, microorganisms, mildew, acidity and alcalinity, humidity, and heat. Therefore they will increase the longevity of the structures in which they are used.

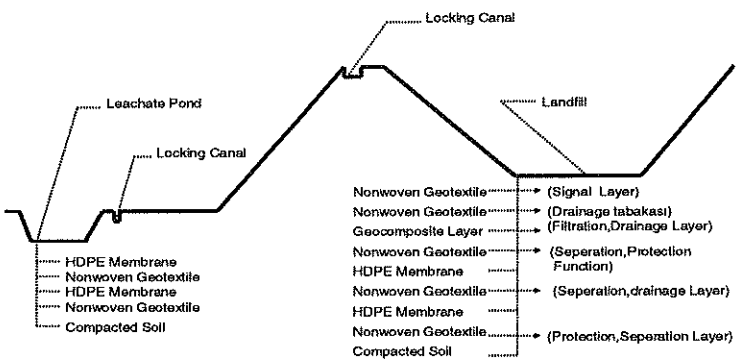
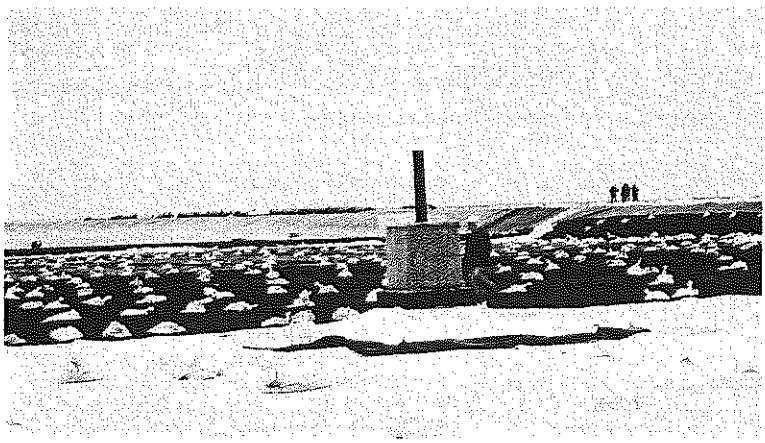


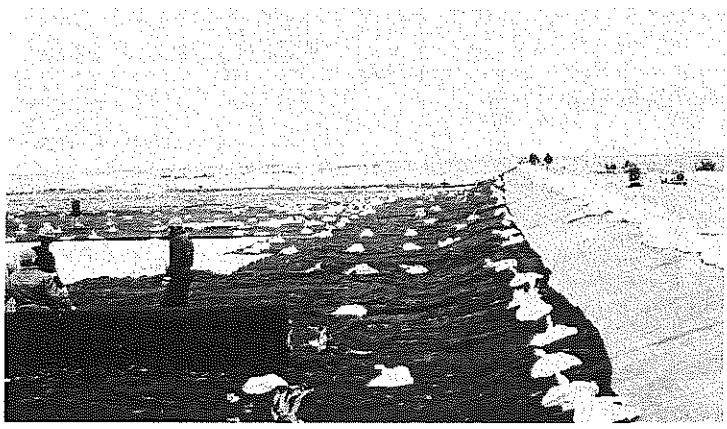
Figure 2. Landfill Geosynthetic Application Detail



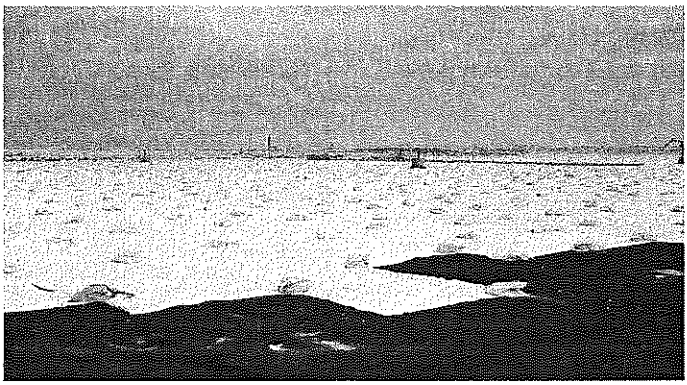
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 3. (a),(b),(c),(d) Geotextile Applications in Landfills

CONCLUSION

In addition to many civil engineering applications, the application of Geotextiles in regular solid waste areas will continue intensively to expand with the growing of environmental awareness. The technical, environmental and economical advantages of geotextiles are expected to promote further their utilisation in engineering applications in the near future.

REFERENCES

1. www.astm.org

2. Engin İzolasyon San.Tic.Ltd.Şti application project documents (www.enginizolasyon.com.tr)

3. Parsons Overseas Company Kazakhstan, POC(K) project details

FABRIC STRUCTURE PROPERTIES OF AUTOMOTIVE SEAT FABRICS

F. ÇEKEN, G. PAMUK

Dokuz Eylül University Engineering Faculty,Textile Engineering Department, TURKEY

Technical textiles are considered to be the fastest growing sector of textile market and %19 (10 million tones) of the total world fiber consumption is used in this field [5]. It's estimated that this figure will rise to 14 million tones by the year 2005. As it seen table (1), transport sector takes the first place in main growing shields [2]. The automotive textile industry which uses 20 kg technical textiles for each of the 45 million cars produced every year in the world is the biggest technical textile employer [2] and it is estimated that every year more than 1 million tones textile is consumed for this market [3]. These textiles are air bags, floor and ceiling laminates door panels and seat cover fabrics.

Technical textile markets by sector-world estimates: year 2005

Developments in Technical Fabrics- Part 1

Application	('000 tones)	%
Automobiles, shipping, railways and aerospace	2,483	16
Filtration, cleaning and other industrial fabrics	2,344	17
Furniture, upholstery and floor	2,259	16
Hygiene and medical	1,652	12
Building and construction	1,266	9
Agriculture, horticulture and forestry	1,021	7
Technical components of shoes and clothing	824	6
Packaging	658	5
Geotextiles and civil engineering	574	4
Sports leisure	390	3
Environmental protection	305	2
Personal and property protection	215	1
Total	13,991	100 %

People spend more time in their cars with increased daily commuter distances to and from work, increased traffic density, more people work away from home and travel long distances by car at the weekends [2]. For this reason the automobile manufacturers not only improve the technical and mechanical primary functions

of the automobile but also improve the secondary parts that appeal to the senses, such as seats, door panels, carpets etc and the importance of interior design is increasing as customer's expectations rise. Seat covers is one of the most important factor for interior car design and for passenger's comfort.

Seat covers should withstand till the end of automobile life, at least for a ten-year period. For this reason high performance fabrics especially high resistant to abrasion, crocking, pilling, flammability and UV besides tear strength, tensile strength and tensile extension are demanded. The main fiber types used for seat covers are polyester and acrylics. Polyester fibers that has good resistance to UV degradation, heat and chemical degradation, easy care characteristics, durability, low moisture absorbency, resilience and good dimensional stability takes the place of acrylics which has faster flammability speed and higher UV degradation [4]. For these reasons, polyester fabrics are ideal for automobile seat covers and approximately over than 90% of seat covers are made from these fibers [2].

The main fabric technologies used for seat covers are woven velour, jacquard woven, warp knit, warp knit pile sinker (Pol), warp knit double needle bar raschel velour, circular knit jacquard pile and spacers [5]. Figure 1, 2, 3, and 4 display these techniques.

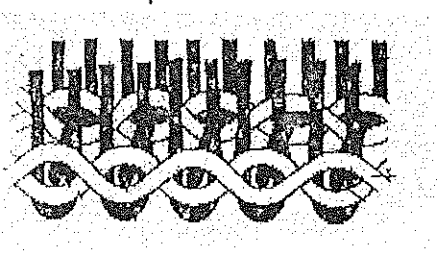


Figure 1. Woven Velour

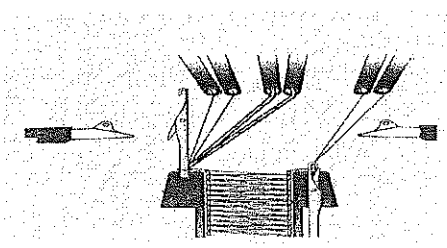


Figure 2. Warp Knitting

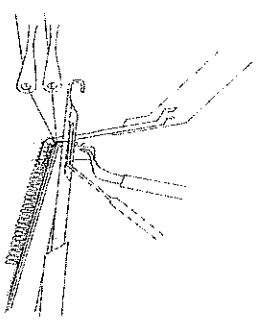


Figure 3. Warp Knit Pile Sinker (Pol),

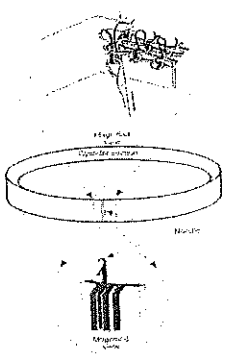


Figure 4. Circular Knitting

When producing circular knit jacquard pile the fabric is knitted as a circular tube and after slitting into a flat sheet it is passed under a cropping machine which crops the tips of the loops leaving a vertical pile and this process causes a lot of waste due to cropping which makes these types of fabrics expensive despite this versatility its infinite designing and flexible properties ensured a significant place in the market. The warp knitted fabrics have a structure that can be controlled and specific level of stretch and recovery. The warp knitted structures have a big importance because of their capability of achieving a very wide range of surface textures and three-dimensional designs. The major limitation of warp knitted structures is their relatively limited capability to producing large area of color and design effects. Spacer fabrics are stuffed structures produced in double needle bar warp knitting and weft knitting machines. Although their major application is in footwear and too expensive for automotives, when used in seat covers, they provide temperature control, comfort and support.

REFERENCES

1. Anand, S. Developments In Technical Fabrics- Part I. Knitting International. 2000, July, P. 32–35

2. Anand S. In The Driving Seat-Part II. Knitting International, 2001, July, P. 54–57

3. Anand, S. Recent Advances In Knitting Technology And Knitting Structures For Technical Textiles Applications. ISTEK 2003 Proceedings, P. 97–113

4.Fung W., Hardcastle M. Textiles In Automotive Engineering. Woodhead Publishing Limited, England, 2001.

5. Hardcastle M. In The Driving Seat-Part I, Knitting International, 2001, July, P. 51–53

RFID APPLICATIONS IN TEXTILE INDUSTRY

E. Y. BULGUN, O. KAYACAN

Dokuz Eylul University Engineering Faculty Textile Engineering Department, TURKEY

1.INTRODUCTION

Data storage, processing and sharing capability of mobile devices are getting bigger with the high technology. Especially by the help of recently developed mobile devices that have an ability to store data, all materials around us can store data theoretically. The amount and variety of data increase every day by the support of developing electronics technology. Finally small electronics components that can be assembled in to almost everything and smart labels can inform us about the devices they are placed in. Such systems can be applied to textile and apparel industry like other industries. In this study, Radio Frequency Identification Technology (RFID) known as smart labels are introduced and the application opportunities in the textile and apparel industry are investigated.

2. RFID TECHNOLOGY

2.1 History of RFID

Although some people think that the first known device may have been invented by Leon Theremin as an espionage tool for the Russian Government in 1945, the first real usage of RFID devices predates that. During World War II the United Kingdom used RFID devices to distinguish returning British airplanes from inbound German ones. At first, RADAR was only able to signal the presence of a plane, not the kind of plane it was. Later, Identification friend or foe (IFF) transponders carried in friendly aircraft gave them a distinctive "blip" on radar screens [1].

The commercial applications of RFID has been realized not by this early technology but a different one. In the early 1970's there was a patented technology in Drexter University of Technology Institute. This automated product code system was using an ink mark that flashes under the ultraviolet light. In 1973 this technology was replaced to the barcode system due to some technological difficulties. Almost everything that we buy from retailers has a barcode printed on it nowadays. The barcode technology, also, serve as a product fingerprints made of machine-readable parallel bars that store binary codes. But the disadvantages of bar code system force the expert to turn back to the RFID technology and developed it [1].

2.2 What is RFID?

RFID (Radio Frequency Identification) technology is the generic name for technologies that use radio waves to automatically identify individual items that carry such identification tags. When we think about the variety of electronic tags, data storage and reading technology, the wide implementation opportunity of RFID system can be imagined. This technology doesn't need a visual control or contact unlike bar-code. RFID devices can work within meters far from the scanner. The dimensions of the system that consist of a chip and an antenna, built in paper, plastic or ceramic, are less than 1.5 cm^2 and only have a thickness about 0.3 mm [2]. The thickness of a sample RFID tag is shown on Figure 1. RFID applications were taken attention from several industries, because it has a capacity to apply for identification, delivery and storage procedures of all kinds of product.

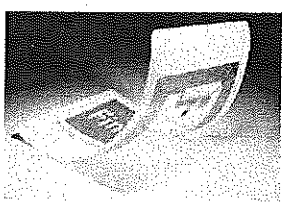


Figure 1. Paper size thickness of a RFID tag [3]

By the help of this smart labels that can send the information on it wirelessly, the product can be control from the production level to even the waste-box. For the retailing aspect, it's possible to evaluate all products in the store and to find out the items that expired and/or sold out. At the same time, retailers will reflect on their ability to handle and make effect use of data captured by RFID. This smart technology also allows the retailers to control inventory details, shipment procedures and distribution programs [4].

Radio frequency identification uses the radio waves. For low frequency tags, 125 to 134 kHz; for high frequency tags, 13.56 mHz; for UHF tags, 868 to 956 mHz and for microwave tags, 2.45 gHz frequency is used. The most often frequency that used for commercial applications is 13,56 mHz. In recent years, smart labeling technology is very popular owing to it's unique capability about product identification, production and inventory accuracy and performance [5].

2.3 The Components of RFID System

The main components of RFID system are;

1.RFID tags and chips

2.RFID antenna

3.RFID reader

4.RFID station

RFID Tags

RFID tags can be mainly classified in to two groups as "active" and "passive". RFID tags are writable and readable devices and they allow the saved data to update or re-new.

a. Passive Tags

Passive RFID tags are small electronic components with an integrated circuit and a small antenna usually sealed in one small package They do not have their own power supply: the minute electrical current induced in the antenna by the incoming radio-frequency scan provides enough power for the tag to send a response. Due to it's non internal electrical supply, transmissions must be short and typically only provide an ID number. Lack of its own power supply makes the device quite small: commercially available products exist that can be embedded under the skin. As of 2004, the smallest such devices commercially available measured 0.4 mm x 0.4 mm, and thinner than a sheet of paper; such devices are practically invisible. Passive tags have practical read ranges that vary from about 10 mm up to about 5 meters. Interaction between tag and reader occurs as inductive or capacitive. Inductive tags have several applications areas such as railway and airline travel and toll collection in highways for several years. Capacitive tags have been developed for the needs of low cost. This kind of passive RFID tags works by using a little silicon materials instead of metal coils. As passive tags are much cheaper to manufacture and do not depend on a battery, the vast majority of RFID tags in existence are of the passive variety. As of 2004 tags cost from US$ 0.40, the aim is to produce tags for less than US$0.05 to make widespread RFID tagging commercially viable [1].

b. Active Tags

The active RFID tags are powered by a built-in battery and they have longer ranges and larger memories. The active tags can store more types of information than a passive tag and also they are as small as a coin. Practical ranges of them are tens of meters and they have a battery life of up to several years. The cost of active tags is higher than passive ones. But their accuracy and security levels are satisfactory for widespread applications [1]. Figure 2 shows the electronic circuit on a RFID tag [6].

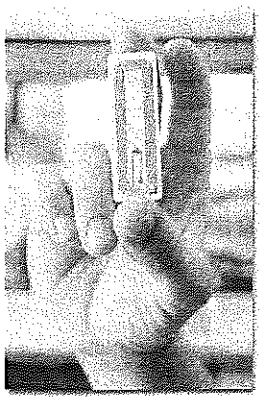


Figure 2. The electronic circuit on a RFID tag

RFID tags have 3 different radio frequencies as low-medium and high. The lower the frequencies, the nearer the interaction distance, but the more energy requirement. There are no global regulation rules for radio frequencies used in RFID systems. Each country determine their own rules. In addition to frequency regulation, there are also various health and environmental regulations in different countries. For example in Europe, according to the WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment)* Regulation It's is not allowed to throw out the RFID tags [1].

Main criterias about choosing the right frequencies and RFID tags are as below;

1. The operating range.
2. Distance between chips.
3. Reading speed.
4. Performance / cost proportion.

1.RFID Antenna

RFID antenna supplies the energy and the operating range for reading the tag. The data on the tag or chip are sent to RFID reader without any wired connection [5].

RFID Reader

The reader transfers the data that collected from the antenna in the right order and accuracy. The reader can read more than one tag simultaneously and have a high-speed capability. There are 2 different types of reader, as hand-held terminals and non-mobile stable terminals [5].

RFID Station

RFID stations consist of an antenna-reader. It reads the tags and transfers the data to the center. Also it updates the tags and chips in the system. For instance, it can be installed in an assembly line to control the amount/staff/time information. In addition, it can be integrated to the inventory management procedures [5].

Schematic view of a sample RFID system can be seen on Figure 3.

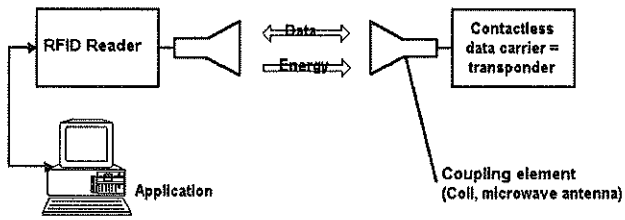


Figure 3. Schematic view of a sample RFID system

3. COMPARISONS OF RFID SYSTEM AND BARCODE TECHNOLOGY

There are some advantages of RFID technology when compared to barcode system. For example, speed, reading distance and security properties are much better. In case of mobile reading or a barrier between tag and reader, the system always works. Also it's possible to read RFID tags when they placed in boxes or even pallets. On the contrary of barcode system, the reading procedure occurs precisely and speed even there is no visual contact between tag and reader. Among these advantages, may be the best one is the simultaneously reading ability of more than one tag. As known generally, barcodes should be read one by one . The visual reading of barcode can be seen on Figure 5 [7].

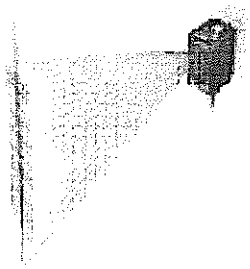


Figure 5. Visual contact and reading of barcodes

Also there are some disadvantages about barcode system;

1. For the inventory control, the necessity of scanning barcodes on each product
2. The necessity of establishing check points i.e. supermarket's cashier's desk
3. Read-only technology of barcode system

Table 1. shows the comparisons between Bar-code system and RFID technology [8].

Table 1: RFID versus Bar Code Technology	
Bar Codes	**RFID Tags**
* Bar Codes require line of sight to be read	* RFID tags can be read or updated without line of sight
* Bar Codes can only be read individually	* Multiple RFID tags can be read simultaneously
* Bar Codes cannot be read if they become dirty or damaged	* RFID tags are able to cope with harsh and dirty environments
* Bar Codes must be visible to be logged	* RFID tags are ultra thin, and they can be read even when concealed within an item
* Bar Codes can only identify the type of item	* RFID tags can identify a specific item
* Bar Code information cannot be updated	* Electronic information can be over-written repeatedly on RFID tags
* Bar Codes must be manually tracked for item identification, making human error an issue	* RFID tags can be automatically tracked, eliminating human error

RFID system is much more developed than currently used EAS system (Electronic Article Surveillance). There is an alarm tag on each product in EAS. The tags are activated in case of passing the check points without inactivation process. However, by using RFID system, the shop managers can be informed about the positions and amount of goods, production informations and other details instantly [4].

4. RFID APPLICATIONS IN TEXTILE AND APPAREL INDUSTRY

As mentioned before, described as smart labeling system, RFID technology can send data such as place, amount and time information of product or staff to evaluate the entire system by reading the tags in a certain area. For example, the entrance of goods to the ware-house can be done automatically with the right and accurate informations about quality, quantity and time. The same principle is also valid for the distribution of the products. Also accuracy, speed and productivity is provided by using RFID in supply chain management activities [5].

The main fields, in which the RFID system can be applied, are as follows [5].

- Products
- Production systems
- Quality control
- Order & equipment
- Staff
- Distribution
- Inventory Management

By using RFID technology, the textile /clothing companies that works with multi-suppliers, can control entire products one by one. One the other hand, from production to logistic, from raw material procedures to the distribution, or even to cashier's desk details, entire supply chain processes can be observed. Also it's aimed to provide the high accuracy in distribution and less lost in logistics, occurred by the unnecessary processes or visual inspections. The front and back view of some RFID tags that used in apparel products is shown on Figure 6 [9].

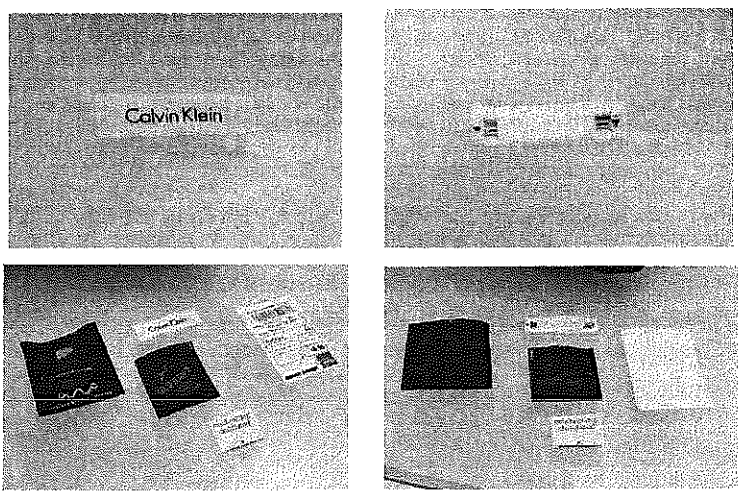


Figure 6. The front and back view of some RFID tags that used in apparel products

Many opportunities about RFID applications across inventory management, batch management and logistics exist. One opportunity with RFID is automating basic tracking of products. Current manual processes require employees to scan and record data as items move. RFID can help automate this. For instance, if a pallet of yarn has a RFID tag on it and your forklift has a RFID reader aboard; the driver has immediate information of the contents of the pallet when he pulls

close enough for the reader to communicate with the tag. Based on that, he knows where that pallet belongs. When it is time to load a knitting machine with yarn, RFID helps locate the pallet stored in the warehouse, wherever it may have been moved, and alerts the driver to its current location.

Another benefit is in the area of batch management and quality assurance. For instance, the possibility of mixing lots of yarn on a knitting machine will be reduced, as you now match a particular lot of yarn with the knitting machine and the production order. The reader on the knitting machine will alert the operator if yarn entering its perimeter is incorrect. The logistics benefit comes from automating the manifest as a container is being loaded. As a roll of fabric passes through the RFID-enabled dock door to the truck, that roll is automatically added to the manifest. If you were to have the truck pass through a second canopy on the way out of the yard, you can again match what's on the truck with the manifest.

The first pilot project of RFID application has been taken place in Kaufhof company in Germany. RFID tags have been placed in to price label of apparel product that produced by a certain supplier. For this purpose, the clothes have been labeled by the logistic company and distributed to Kaufhof stores. Reading devices have been placed both to the supplier and final ware-house. So, all products can be controlled through the entire supply chain. The staff of the store can accept the new products to the store within few seconds and can inspect them while placing to the shelves. A central reading system can determine the total inventory.

For instance, in apparel companies, it's possible to control all the moves in production stages by the computers from the first level to the end. Fabric quality, inspection results, control procedures and line balancing of assembly lines, 1st and 2nd quality ratios, all kinds of information about staff, productivity details of all machines can be controlled instantly.



Figure 6. Getting the information about the products for the warehouse management [10]

Staff control procedures in textile/apparel industry is another application opportunity of RFID system. The entrance of the staff to the factory, office or a certain area can be investigated automatically and instantly. So the detailed information about staff is provided. According to the needs and application properties, the goods or staff activity in the entire office or building (or even in certain places) can be observed. The determinations and readings are implemented by only passing the ID card or tag through the reading point. There is no need for visual control. If there are different information required to install staff ID card, these features also can be utilized through the system. Single product-based inventory control system is also another application field of RFID [11-12]. Some sample applications in textile and apparel industry are as below:

According to the results of some pilot RFID projects in USA, there is %7 increase in selling for some clothing retailers due to the efficient inventory control. Famous Italian fashion producer Prada implemented RFID application which identifies the product that customer takes to the changing rooms and then automatically displays information about the garment (most favorite models sizes etc.)in it's New York store. In March 2003, Benetton announced that with it's technology partner, Philips, were to use washable tags embedded in Benetton garments. The inventory control applications have been implemented [13].

Marks & Spencer, one of the UK's largest retailers, implemented the technology across 350 million clothing items it sells each year. It would be able to know the exact location of any garment in the entire supply chain. At the store level, the tags will automate stock inventories. Also it's emphasized that, for M&S supply chain, one of the biggest one, the RFID system provide efficiency and accurate control [14].

A research that performed in Europe, has been mainly scoped to RFID application opportunities in textile and apparel industry. The priorities for the possible RFID application areas have been asked to the participants. Monitoring and controlling activities got the first place with the 85%. Ware house management have been taken the second place with the 53% priority. The other major possible application fields are transportation and logistics (52%) and inventory management (49%). Research results are similar in between the different regions, but demand planning and stock organizing issues were differentiated. Europeans expressed that these two issues have minor priority for RFID applications [15].

5. THE PROBLEMS ABOUT IMPLEMENTING RFID TECHNOLOGY

The METRO Group one of the biggest retailer, begins the introduction of Radio Frequency Identification (RFID) in logistics by marking pallets with 20 suppliers. World's another largest company Wal-Mart directs its top 100 suppliers to have all their cases and pallets "chipped" by January 1, 2005. Sales of RFID tags and

related equipments is expected to grow dramatically in the next few years reaching around $4.6 billion in 2007, estimated by Wall Street research firm Robert W. Baird & Co. In the year of 2005, pallet and box based RFID application is implemented by just % 3 of North America based retailer companies. Also it's estimated that product based implementation of RFID system would be implemented not earlier than 8 years [4].

RFID tags are still expensive, costing over a dollar each. Active tags are useful for tracking high-value goods that need to be scanned over long ranges, Passive tags are less expensive and therefore are used on less expensive goods. The price of passive tags is still around 25 cents, if bought in high volumes, and around 75 cents, if not. Vendors have aimed to bring the cost down to five cents [RFID Journal, 2004b]. However, it's believed that RFID tags would still be a money-saving technology without becoming as inexpensive as five cents [4].

General opinion about the cost of RFID is the tendency of cost reduction with the world wide application opportunities. The cheaper the tags, the more applications fields for RFID technology. So that lots of consumer such as Wal-Mart have forced the RFID companies to produce much more smart tag. It's estimated that, at the end of 2006, there will be 10 million chips, produced all over the world in each month [4].

Another problem about RFID applications is the secrecy. Because it's possible to monitor consumer purchases and habits unnecessarily by RFID technology. There is potential risk to track the product after the purchase. For many products, tags are not removed once they leave the retail store. This makes it possible for others to retrieve information from an active or passive tag without the customer's knowledge. Until retailers adopt a policy of 'killing' tags once they leave the store, these tags could be read and updated by any RFID scanner within range of the tag.

Health issue is another important point to investigate. The impact of RFID technology on human health is not clear. Even though the negative effects haven't been proved, it's possible to be some potential dangers about radio waves.

Security is another case for RFID, If the security of the system can not be provided efficiently, the inventory information of a store can be monitored without any permission The current RFID tags are only readable not over-writable type from long distances. So, this situation prevents to occur some risks [16].

6. CONCLUSION

By the help of developing wireless communication technologies and data storage and processing ability of mobile devices, RFID technology will have wide application areas. Smart labeling processes of big packages/pallets or even single products will be simple and cost effective. These RFID activities will

provide productive effects to the production and marketing stages of textile and clothing industry. Also it's possible to prevent "fake products" by RFID. It's very simple to find out the originality of products that contain RFID tags. In textile and apparel industry, from production to logistic, from raw material procedures to the distribution, or even to cashier's desk details, entire supply chain processes can be observed and controlled by RFID technology effectively in the near future. Also the researches about health, secrecy and security issues of RFID technology need to investigate

REFERENCES

1) "RFID Dost mu Düşman mı?", http://www.eksenotomasyon.com.tr/t.htm

2) Süzer, H.D., "Savaş Teknolojisi Neler Değiştirecek", Capital Ekonomi Dergisi, Haziran 2005

3) "How does Findentity RF work?" http://www.thax.de/english/programm/findentity.html

4) Pulur, Ş.M., "Perakendecilikte Teknoloji", Glokal, Bahar 2005

5) "RFID nedir?", http://www.teknomer.com/rfid.html

6) http://www.tracenews.net/tracenews/article.php3?id_article=20575

7) "Barkod Nedir?", http://www.barkom.com.tr/barkod.asp

8) Juban, R.L., Wyld, D.C., "Would You Like Chips With That?: Consumer Perspectives of RFID", Vol. 27 No. 11/12, Management Research News, pp29-44, 2004

9) "Which company has secret, item-level RFID tagging plans?" http://www.spychips.com/press-releases/checkpoint-photos.html

10) Darsch, G., Evangelos, K., Natick Soldier Center(NSC) – DoD Combat Feeding Program "RFID Technology Demonstration - Initial Observation Report", 2004

11) Schmidt, A., Gellersen, H., Merz, C., "Enabling Implicit Human Computer Interaction A Wearable RFID-Tag Reader", 4th Int. Symp. on Wearable Comp.(ISWC'00), p.193, 2000

12) Adomnitei, S. et all, "E-Garment Element Including Radiofrequency Identification System", World Textile Conference- 4th AUTEX Conference, Roubaix, France, 2004

13) Jones, P. et all, "Radio Frequency Identification in the UK: Opportunities and Challenges", Int. J. of Retail and Distribution, V:32, n:3, pp164-171, 2004

14) Kuchinskas, S. "U.K. Retailer Tests Smart Tags on Clothing" http://siliconvalley.internet.com /news/article.php/3093101

15) Uzunhasan, B."RFID Teknolojisinin Sınırı Yok", Platin-Gelecex, Eylül 2003

16) Anonim, "RFID ile yüksek performans sağlamak", Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Dergisi, Kasım 2004

AN ILLUSTRATION FOR THE FIBER-REINFORCED COMPOSITES

S. CANOĞLU, S.M. YÜKSELOĞLU

Marmara University, Faculty of Technical Education, Department of Textile Education, TURKEY

ABSTRACT

Nowadays, both natural and synthetic polymers are widely used in many engineering fields.. For the requirement of properties, polymeric materials are combined with various additive materials such as antioxidants, thermal stabilzators, protecting agents, plasticides, colour agents, flame retardants and etc. Polymers with such additives mentioned above are not enough to supply alone most mechanical properties due to the different properties (i.e. viscoelasticity) they may have. For this reason, different fibre reinforced composite structures have been introduced to the polymers with the synergistic properties they may have. By these methods, composite materials have an advantage such as a higher strength than the other materials.

In this paper, fibre reinforced composite materials have been introduced and their importance have been emphasized abd their application fields are mentioned.

Keywords: Polymer, composite, breaking strength

1. INTRODUCTION

Composite materials can be described as combining same or different grouped materials with its best sides on the one material at its macro level and therefore a synergistic properties are gained on the novel material.

High weight molecule compunds which are named as polymers, either produced natural or synthetic, are used in various engineering fields. Those that are used in various engineering applications are to supply the desired properties; for this purpose some additives i.e antioksidants, antistatic agents, compound agents, filling materials, thermal stabilizators, protective agents, plasticieds, pigments, flame retardants and low viscose materials are adding up. Altough, these polymers mostly do not supply the desired properties alone (such as adequate breaking strength-elongation, static and dynamic elastisity, abrasion etc.). For this reason, lately polymer structures are reinforced with fibres (matrix/reinforced component) to produce a composite structure.

Generally, in a composite material structure, there is a core which is a reinforced component and a matrix material surrounds this core. Some of the reinforced components that are used have different morphological properties with various fibre lengths from short to continous lengths. The main purpose of these are, to increase the strength of the matrix by taking the static and dynamic loads onto them which are coming from the outside. The function of the matrix is to protect

the reinforced component of fibres surface from the outside and from the environment effects that is against to it [1]. Table 1 gives aome examples on the matrix materials, reinforced components and composite structures.

Table 1. Matrix, reinforced component and composite material types [2]

Matrix Materials	Reinforced Structures	Structure of the Composites
Polymers	Fibres	Sheets/layers
Metals	Granuls	Coatings
Ceramics	Whiskers	Film-Folie
	Powder	Honey-Combs
	Chip	Filament Wrapped Structures

2. GENERAL INFORMATION ON THE COMPOSITE MATERIALS

2.1 Definition of the Composite Materials

Composite materials refer to materials containing more than one phase such that the different phases are artificially blended together and is a multicompound material that has a different properties from the each material that is consist of [3].

2.2 General Properties of the Composite Materials

Main properties of the composite materials can be classified as follow:

Lightness; polymer-matrix composites (PME) are generally in density of 1.5 – 2 g/cm^3 . Metal-matrix composites (MMC) are in density of 2.5 - 4.5 g/cm^3. On the other hand, ceramic-matrix composites (CMC) have a density between those two composite materials.

Rigidity and Dimension Stability; extensible coefficients are somehow lower and have tough and strong structure and have a large dimensional stability.

High Mechanical Properties; rupture, pressure, impact and fatigue strengths are higher [4].

2.3 Advantages of Composite Materials

General advantages of the composite materials are:

1. To obtain different mechanical properties, different layers and different combination of composite materials can be fabricated.
2. Composite materials are resistant to the chemicals, corosition and weather conditions.
3. Due to the complex piece production at ones, amount of the pieces are reduced. Therefore, detailed combining intermediates and decrease in pieces production time is also reduced.

4. High strength/density proportion.
5. High module/weight proportion [2].

2.4 Disadvantages of Composite Materials

1. Difficulties in production,
2. Expensive,
3. Due to the difficulty in fabrication and its high cost, there may be a dilemma in obtaining essential surface quality,
4. There is no chance for recycling like the other materials do have,
5. Low breaking extension,
6. Complexity and restriction in product design and use due to the anizotropi of the materials,
7. Expensive of the raw-materials
8. Material quality depends on the production methods, there is no standards for the quality.
9. As the composite materials are breakable they may easily damaged, new problems may occur due to restoring.
10. Materials have limited self life. Some type of composites needed to be kept in cool.
11. Hot drying is needed.
12. Compostes have to be well cleaned before reparing and must be dried. In some cases, this may be difficult [2,5].

3. MODERN COMPOSITE MATERIALS AND CLASSIFICATION

There are three groups of composite materials; these can be classified according to the reinforced components [1] :

1. Fibre reinforced composite materials (Figure 1),
2. Particle reinforced composite materials,
3. Layered composite materials,

These three reinforced components of composites can be within the plastic, metal or ceramic matrix. Second phase or reinforced component are always harder than the matrix itself due to obtaning a clear property. Fibre reinforced composiztes can be divided into sub-categories such as;

a. Continous fibre-reinforced composties,
b. Staple fibre reinforced composites and
c. Random plane oriented composites [1].

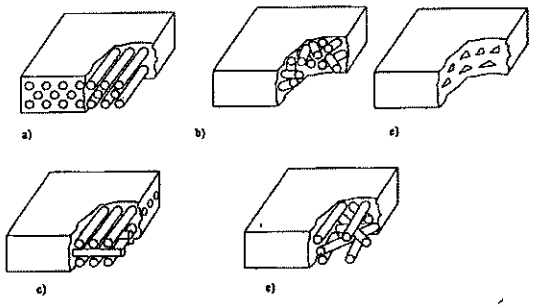


Figure 1. Various shaped of fibre reinforced composites [1]

a. Single direction continous fibre, **b.** Staple fibre, **c.** Orthogonal fibre **d.** Randomised surface oriented fibre

4. MATRIX STRUCTURE MATERIALS

Matrix is one of the important compound of the two fibre reinforced materials. The fibre reinforced should bear the required strains that is dependent on the appropirate selection of the matrix; the types of these matrix are listed below:

1. Metal matrix and alloys
2. Plastic matric
   a. Thermoplastics
   b. Termosets
   c. Elastomers
3. Ceramics

5. REINFORCED MATERIALS

Reinforced compounds forms the secondary phase which produces the composite material with the matrix. The main function of the reinforced compound is to increase the rigidity and strength of the matrix by transferring the load from itself. Therefore, selection of the reinforced compound and its properties must known well. The basic properties essential for the fibres are;

-High module and durability,

-Low density,

-Chemical synchronization,

-Ease of productivity,

-Thermal resistance [6].

6. INTERMEDİATE SURFACE

As mentioned earlier, composite materials are consist of at least two compounds and there is an intermediate phase which boundaries between the matrix and reinforced phases. Intermediate surface, is very important concept for the

İnelli Plastik

İnelli Plastik San. ve Tic. Ltd. Şti.

İplik Taşıyıcı Bobinler
Plastic and Paper Yarn Carriers



FİTİL MAKARALARI / *ROVING BOBBINS*



DELİKLİ BOBİNLER / *PERFORATED BOBBINS*



RİNG MASURALARI / *RING SPINNING TUBES*



BURÇLU RİNG MASURALARI / *TUBES WITH BUSHINGS*



KONİKLER / *CONES*



KOMPLE KOPSLAR / *DRAWTWISTER BOBBINS*



SİLİNDİRİKLER / *CYLINDRICAL TUBES*



KOPS KILIFLARI / *COPS SLEEVES*

YARIM YÜZYILI AŞKIN DENEYİMİMİZLE TEKSTİL SEKTÖRÜNÜN HİZMETİNDEYİZ

mariplast-İnelli

Mariplast - İnelli Plastik San. ve Tic. Ltd. Şti.

PATENTED

İplik Boyama Bobinleri
Package Dyeing Solutions



MARIPRESS



FLEXBRAVO



MARIFLEX



ARMOL



FLEX - DIA



MARIPLAST - İNELLİ

ENSINGER İnelli

SOR, DÜŞÜN, BAŞAR

EADS – TQNet – ISO 9001:2000

Yüksek Performanslı Mühendislik Plastikleri

ENSINGER ÜRÜNLERİ



EKSTRUZYON VE DÖKÜM YARI MAMÜLLER



ENJEKSİYON BİTMİŞ PARÇALAR



TALAŞLI ÜRETİMLE BİTMİŞ PARÇALAR



TECARIM VE DÖKÜM POLİAMİD KALIPLI PARÇALAR



ENDÜSTRİYEL PROFİL VE BORULAR



AKSESUARLI DESTEK DİSKİ

YÜKSEK ISI PLASTİKLERİ

VESPEL (PI)
SINTIMID (PI)
TECAPEEK (PEEK)
TECAFLON (PTFE)
TECATRON (PPS)
TECASON (PSU, PPSU)
TECAPEI (PEI)
TECAFLON (PVDF)

KONSTRÜKSİYON PLASTİKLERİ

TECANAT (PC)
TECADUR (PET, PBT)
TECAMID 66 (PA 66)
TECAMID 6 (PA 6)
TECAST 6 VE 12 (PA 6 G, PA 12 G)
TECAFORM AD (POM-H)
TECAFORM AH (POM-C)

STANDART PLASTİKLERİ

TECAFINE (PE, PP)
TECARAN (ABS)

300 °C

60 °C

DÜNYACA ÜNLÜ ENSINGER KALİTESİ, İNELLİ GÜVENCESİYLE KALİTELİ SERVİS, ZENGİN STOK, HIZLI TESLİMAT

Fabrika / Main Office
Atatürk Organize Sanayi Bölgesi 10000 Sk. No.10 35620 Çiğli - İZMİR / TURKEY Tel:+90 (232) 376 75 00 (pbx) Faks: +90 (232) 376 71 13
Web: http://www.inelli.com.tr E.mail: inelli@inelli.com.tr
İstanbul Office
Ataköy 11. kısım Mine Blok No:1 34775 Bakırköy - İSTANBUL / TURKEY Tel: +90 (212) 559 19 22 Faks: +90 (212) 559 19 28 Mobile: +90 (532) 213 48 72
Bursa Fabrika
Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi Köknar Cad. No: 44 16140 Nilüfer BURSA / TURKEY Tel: +90 (224) 411 99 46-47 Faks: +90 (224) 411 99 35

composite technology. This is one of the significant factors that effects the mechanical properties of the composites and it is the upper surface of the fibre surface, also depends on the both fibre and the matrix itself [6].

7. DEVELOPMENT OF THE COMPOSITE MATERIALS AND APPLICATION FIELDS

The most important element for the development of the composites are wars and hence to gain superiority over the rivals by the latest technology and to obtain advantages by improving the materials that are used.

Recently, synergistic properties have been acquired by adding a little amount of Litium to Al alloys [7]. Litium is the most light metal within its class. An example is given for those in Figure 2, where an airplane wing is produced from an Aluminum honeycomb [1].

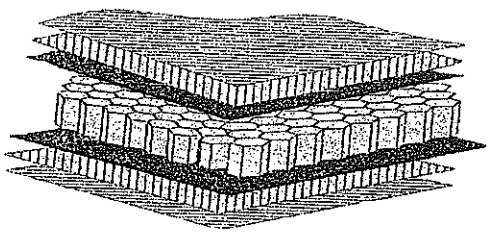


Figure 2. Honeycomb material used for the airplane wing [1]

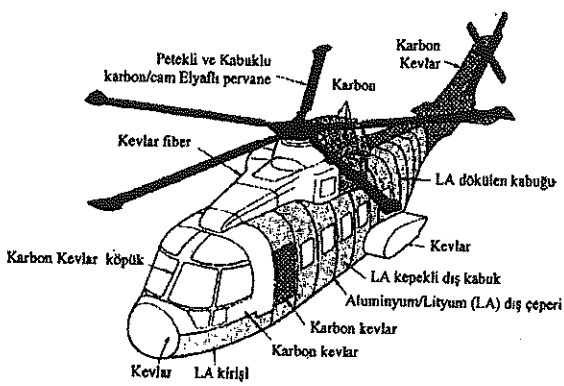


Figure 3. Some parts of the helicopter are made of composites and Al-Li [1]

Composite materials are widely used in military aircrafts. Composite materials of these airplanes are almost 50% of the surface and nearly 10% lightness have been provided. Figure 4 presents the composite materials and other metal alloys used in F-18 war airplanes [1].

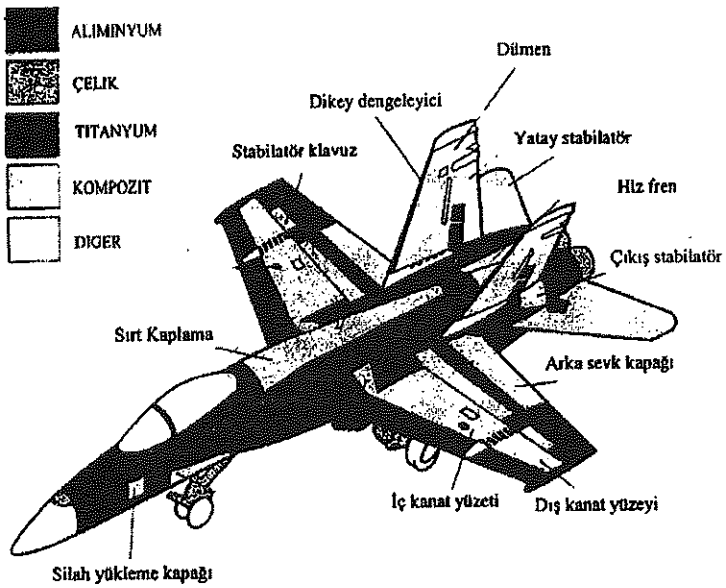


Figure 4. Composite materials and other metal alloys used in F-18 war airplane [1]

Also, composite materials are greatly used in maritime industry . For example, body of the sailboat (aramid carbon woven coatings), CTP sail pole (kevlar+epoxy) can be given (Figure 5).

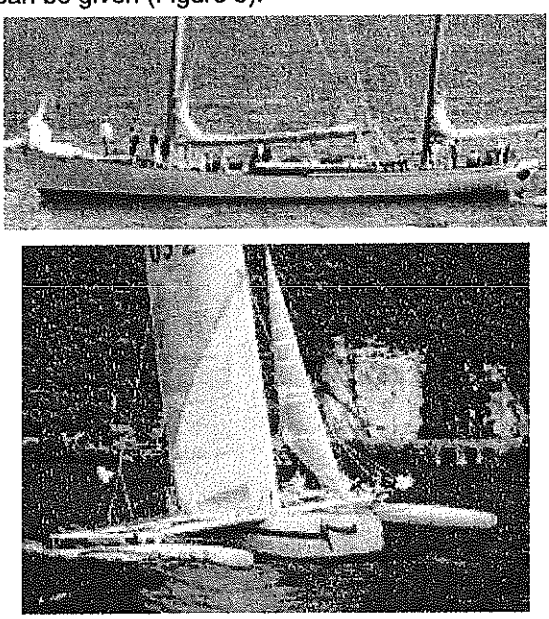


Figure 5. CTP Maritime Crafts [2]

Also in some sport products such as golf club, tennis racket, the weight can be easily reduced by using the carbon fibre reinforced composite materials. Similar applications are shown in Figure 6.

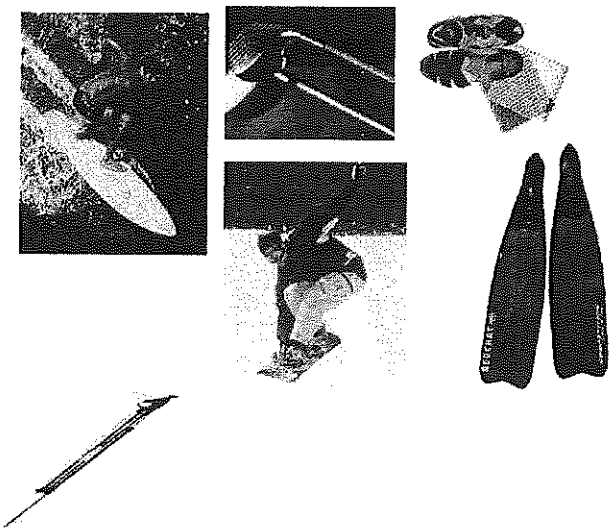


Figure 6. Sport Products Made of Composite Materials [2]

Lotus Elize (see Figure 7 a,b) has been fabricated by using the Aluminum and plastic blended materials. This car is for two persons and has a maximum speed of 200km/h with a 4 cylinder and 1.8 litre of motor capacity.

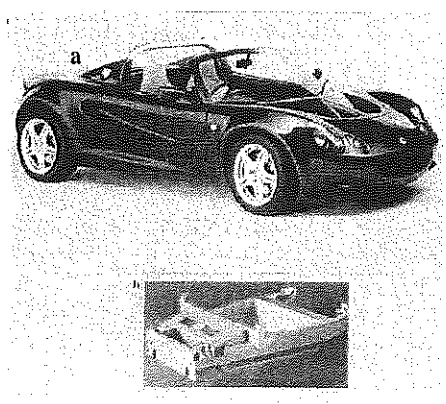


Figure 7. a. A small sport car: Lotus-Elize
b. Plastic-aluminum construction [4]

In London College of Furniture and in some other institutes, advanced composite materials are also studied on the musical instruments. One of the main problem is the part of the neck of the instrument's string where has been deformated due to the stretched of the strings of the stringed instrument, which is produced by the advanced composite materials. Figure 8 shows the violin that is made of carbon fibre+epoxy composites [7].

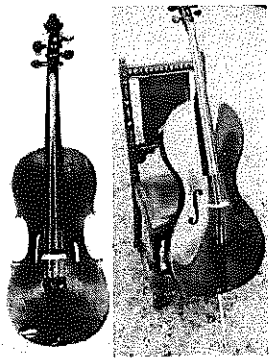


Figure 8. Violin made of carbon + epoxy [7]

8. FIBRE REINFORCED COMPOSITE MATERIALS

8.1. Properties of the Fibre Reinforced Composite Materials

Fibre reinforced composites are the most important group of the composite materials. In this group, the whole sample is equiped with the material called "fibre".

Fibre reinforced composite material, basically can be introduced as a two phases composite. The continous phase of the composite is the matrix which is the main compound that keeps the fibres together and has the higher proportion of the volume within the composites. The transportation of the mechanical effect of the matrix onto the fibre can only be contributed by the fibre reinforced composites.

Altough fibre lengths can be specific it can be continous depending on the conditions. Hence, fibre lengths can be very different.

Fibre composed composite materials can be introduced, depending on the matrix and fibre phase, at the following headings:

a. Stretched matrix and breakable fibre composites,
b. Breakable matrix and stretched fibre composites.

The matrix phase of the materials of the stretched matrix and breakable fibre composites are made of organic materials such as epoxy, polyester, phenolic resin and melamine resin. Glass fibre reinforced with polyester resin can be given as an example which is widely used in our country. This material has been

known as "Fiberglas" for a long time. Nowadays, "Glass Reinforced Plastic" known as CTP is widely used.

Composites which are produced from the inorganic bindings i.e. cement, plaster are generally made of breakable and stretched matrix. The most widely used ones are the metal and glass fibres and various organic and inorganic fibres [3].

Mechanical properties of the composite materials have been dependent on the following factors:

1. Change in fibre length, diameter and fibre properties
2. Fibre volume proportion
3. Proportion of fibre length/diameter
4. Structure of the matrix
5. Function of the fibre geometry
6. Production method
7. Porosite [7].

9. MATRIX MATERIALS USED IN FIBRE REINFORCED COMPOSITES

9.1 Plastic Matrix Materials

Polymers are the most used matrix materials for the fibre reinforced composites. This material is also termed as "plastics". In this sector, for example "Glass Reinforced Plastics" are briefly termed as CTP [3].

9.1.1 Polyester

Polyester resins are the most applied matrix materials within the production of the glass reinforced plastics. These can be classified as saturated polyester and unsaturated polyester.

Saturated polyester resins show thermoplastic characteristics and are used in injection coating and fibre productions. On the other hand, unsaturated polyesters are the thermoset resins with the help of the appropriate catalyst they can produce a structure [2,3].

9.1.2 Epoxy

Other thermoset material that is used with the fibre reinforced composties are epoxy resins.This is the type resin that is preferred for the advanced composites and can be used with all kinds of fibres.

Hardening time is about 1 hour and it can be obtained under the pressure and under the temperature of 127-177 °C. Additional, some of the stabil epoxy types have been developed upto 250 °C .

They have a broad employ in the field such as aviation, sport, transportation, military and maritime crafts and parts.

- Good mechanical properties
- Resistant to water
- Thermal resistance up to, if it wet 140 ºC or if dry 220ºC .
- Low proportion in shrinkage when during hardening
- High cost, 5 – 25 $/kg
- Very harmfull for skin
- Right blend has a vital importance [2,3].

9.1.3 Fenolic

Fenolic resins or fenol-formaldehide resins have been used since the beginning of this century. Hardening is achieved by the thermal energy, pressure is needed for the laminant and coating. Fenolic resins have a very good strength to the thermal stabilities, electrical properties and to all chemicals apart from water and alkali.

These resins are continous up to the 300 °C, if it is reinforced with asbest then it could be used for a while up to 1000 °C [2,4].

9.1.4 Vinyl ester

Apart from the polyester and epoxy resins, vinyl ester resins are also used as a matrix materials for the laminant applications and ready-made coating compounds. Also, for the corrosive environment, vinyl ester resins are used for the production of the plastic reinforced compunds [2,3].

9.1.6 Silicon

Apart from the others, silicon resins are the materials which have inorganic base silicons instead of carbon.within their structure [2].

9.1.7 Melamine and Urea- Formaldehide

Melamine and urea-formaldehide resins are produced at the asidic environment with the reaction of the melamine and with formaldehide of urea [3].

9.1.8 Bismaleimide

It is used for the airplane engines and for the pieces that are exposed to the high temperature.

- Highly resistant to the high temperature, when wet 230°C when dry 250°C
- High cost, 80 $/kg [2].

9.1.9 Cynate Esters

Mainly used in airplane industry. It has resistance of up to 200ºC when it is wet [2].

9.1.10 Polyimide

These type of resins have the most thermal resistance within the organic resins. Polyimide resins can be produced starting from the 127 °C to the temperature of 316 °C [3].

9.2 Metal and High Temperature Matrix Materials

Matrix materials are the component that keeps the composites together in continous phase and determines the materials properties with the fibre; hence metal matrix materials are used for the transporting and especially has a higher strength than the polymer matrix. Although, fibre reinforced composites with the metal matrix are difficult to produce and have a high cost, the metal matrix material increases the density of the composites and gives an authorization to the high temperature [2]. If ceramic is being used for a matrix then composite materials can be used up to the temperature of 1300°C .

10. FIBRE TYPES USED IN THE FIBRE REINFORCED COMPOSITE MATERIALS

Various types of fibres and their different properties are used for the fibre reinforced composites. Also, fibres can be in different lengths and different shapes.

In recent, fibres with different dimension and shape properties can be used. Fibre fitting materials depend on the dimension and hence are grouped as "strand", "fibre", "hair".

Strands are metal materials of millimetric dimension. Their diameters are higher than the other filling materials and therefore are used for concrete and for mortar applications. Fibres in continous fittings are mostly under the 6-7 cm in length [3].

Although its superior properties, because of the production method hair reinforced composites are very limited in fabrication. Additionally, high strength in shrinkage of the hairs are only exist at the elastic region. As the plastic deformation starts their strength reduces [3].

Altough the glass fibre is the most used reinforced material, generally pure carbon fibre is used with the new composite materials. Even though the carbon fibre stronger and lighter than the glass fibre, its production cost is higher. It is preffered to metals for the aircrafts skeleton and for the sport vehicles. On the other hand, bor fibre is stronger than the carbon but also much more expensive [2].

Polymers can be used both for matrix and for fibre production of the composites. For example, Kevlar (Aramide) is a polymer material which supplies the strength and hardness to the composite material [2].

Aramide is preffered for the light and safety requirements of the composite materials. If longer fibres are used, direction of the fibres can be changed and therefore different direction may enable various mechanical properties. This is called anistropic property. Like metal, some materials may show same mechanical properties in all directions; such are called isotropic properties [2].

All synthetic polymers (thermoplastics, thermosets and elastomers) are used for the matrix compund of the composite structures. Apart from the reinforced material of inorganic powders, fibres of organic and inorganic staples and filaments are widely applied in this field.

Some of the other important fibres that are used in the composite materials are also listed below.

10.1 Man-made Fibres

1. Glass fibres (CTP: glass reinforced plastic)
2. Asbest fibre
3. Bor fibre
4. Carbon fibre
5. Steel fibres
6. Aluminium Okside (Alumina)
7. Silisium Carbour
8. Capillary Crystals (Whisker)
9. Sapphire fibre
10. SVM (Polyheteroarilene) fibre
11. Ceramic fibre
12. Man-made organic fibres

12.1. Polypropylene fibre

12.2. Polyethylene fibre

12.3. Nylon fibre (Polyamide)

10.2 Natural Fibres

1. Silk
2. Blend fibres (Hybrides)

11. PRODUCTION METHODS OF THE FIBRE REINFORCED COMPOSITE MATERIALS

11.1 Production of the Fibre Reinforced Plastic Composite Materials

11.1.1 Hand Laying Method

Although hand laying needs intensive labour, it is very suitable for the little amount of production [4]. For example, rowboats, tanks, building panels, chest,

reinforced equipments for corrosion, car pieces, flat and grooved tablets can be fiven for the hand laying of glass reinforced polyester and epoxy applications.

Main materials are given below for this method.

a. Sheared fibres
b. Reinforced fabrics
c. Molds
d. Gels
e. Resins (as well as polyester and epoxy, vinyl ester and fenolic resins are the other materilas) [6].

11.1.2 Bag Molding Method

This method is used for hardening the composite material on the mold by piling it up. It is carried out to remove the air from the material and to gain a high quality composite material [6].

11.1.3 Spray – up Method

Spray-up method is the tool technique of the hand laying method (Figure 9,10). Sheared fibres are sprayed-up with the addition of hardening resin on the mold surface by a special chopper gun. The shearing of the fibre is achieved by a trimmer which works freely on the spray gun. After the spray-up process, the surface is being smoothed by a roll and therefore the product is finally being ready for use.

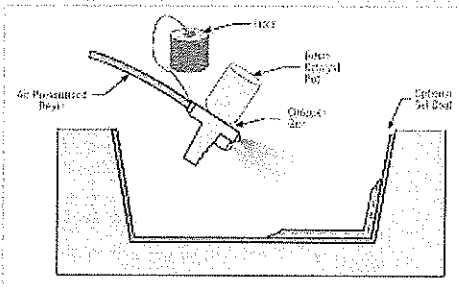


Figure 9. Spray-up Method [4]

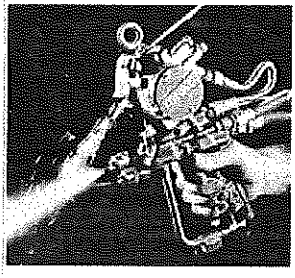


Figure 10. Spray-up tool [4]

In this technique, as the increase of the tenacity is not enough for continous fibres, the knitted fibres are also added to improve the specific strength. Boats, accessories of the car and truck, large panels, furniture and various types of its staff, tanks and showering units can be given as an example for this technique [2].

Fibre Wrap Method

This method is available for mass production of special designed products. Fibre wrap method is a technique where continous fibres are wetted with resin and

later are drawn out from a spool and are wrapped onto a revolving mold. Cylinderical pipes, car shafts, airplane and water tanks, yacht poles, circular pressure tanks are the general products that are produced by this method [4].

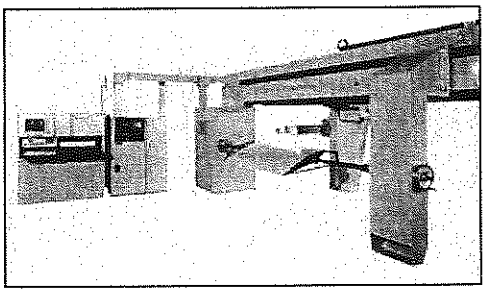


Figure 11. Fibre Wrap Machine [2]

11.1.5 Pultruzion Method

Pultruzion method is a mass prodcution technique where stable cross-sectioned composite profiles are produced with a low cost. It has been derived from the words of "pull and "extrusion. In this method, a very high mechanical strength is achieved due to the contionus fibre used. To be able to carry the width loads, spesific wovens are needed [2].

11.1.6 Injection Molding Method

Although, this composite production is much more speedy and has a longer life than the hand laying, it is necessary to use two pieces of mold. Dry felt, fabric or both combinations are used for reinforced materials. Thermoplastics, such as nylon, polyetilene, polyvinyl and etc., are used for matrix and widely applied onto the production of pieces of house tools and electronic equipments. Complex pieces can be easily produced by this method.

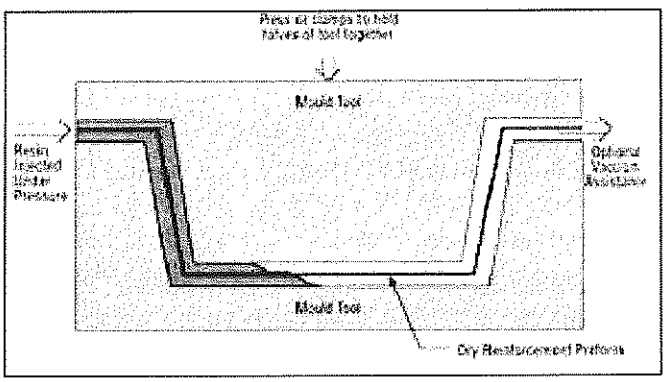


Figure 12. RTM Method [2]

Apart from the methods given above, there are many other production techniues exist on the fibre reinforced composite materials. These methods are given below:

1. Santrifuge Method
2. Molding Method on the Press
3. Pressure and Transfer Molding Method
4. Thermo Shaping Method
5. Molding Method by the extrusion
6. Production of the fibre reinforced metal composites
7. Infiltration
8. Liquid Molding Method
9. Plasma Santrifuge Method
10. Rapid Thickening Method
11. Half Thickening Mixing
12. Hot Pressing Method
13. Solvent Metalurgy Method
14. Pressuring Under the Vacum and Combining Method
15. Electrolite Coating Method
16. Depoze Method
17. Rolling Method
18. Jointly Extrusion Method
19. Bursting Welding and Soldering Method

12.END-USE OF THE FIBRE REINFORCED COMPOSITE MATERIALS

Different types of matrix materials can be used on the poduction of fibre reinforced composites with various fibres and these are applied onto many fields. If the properties of the matrix material, its amount, way of application and the type of the technique is controlled consciously then various type of properties of composites can be obtained for different fields of sectors. These materials can be used in many fields such as civil engineering, stock raising, space industry, automative sector, line of work machines, electrical units, house tools and furniture production, applications in city planning, substructure works, transportation, agriculture and so on [2]. Below is given some examples on the fibre reinforced composites and their end-uses:

1. Glass Fibre Reinforced Plastics(Marine life sectore etc.)
2. Carbon Fibre Reinforced Composite Materials (Aviation, civil engineering, sport materials etc.)

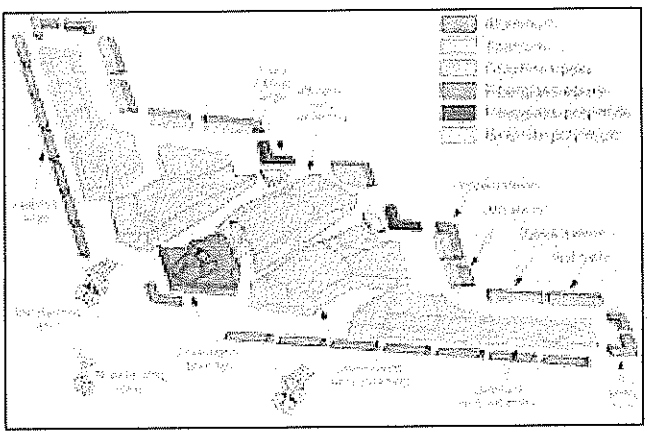


Figure 13. Composite materials used in airplane production [2]

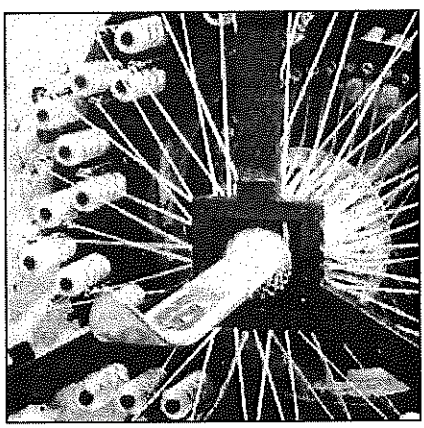


Figure 14. Ski production steps with the composite materials [2]

3. Bor Fibre Reinforced Composite Materials (these are much more expensive than the other composites; for example ski units, yacht poles etc.)

4. Kevlar Reinforced Composite Materials (space industry etc.)

5. Natural Fibre Reinforced Composite Materials (where thermal and sound isolation is required)

6. Aluminium- Bor Composite Materials (Jet motors etc.)

7. Aluminium- Silisium Carbur Composite Materials (Sliver prodcution etc.)

8. Titanium Matrix Composite Materials (compressor wings etc.)

9. Wire Reinforced Superalloys (it is used to improve the strength of the superalloys)

10. Magnezium Alloys Composites (are used in engine pistons)

11. Fibre Reinforced Layered Composite Materials (marine boats, various hoods of the vehicles etc.)

12. Nanokil Composites (New generation of nanokils such as airplane and automative sector benefits from this type of compossites) [4,5,7,8,9].

13. RESULTS

Composite materials and its properties are tremendously improving and are the answer for various application fields. High and standard quality of the composite materials can only be guaranteed by having an acceptable production cost and a high technology. Although are expensive they provide a good solution in various ways for the end-users. Especially most fibres used in textiles supply vital properties to the composite materials.

REFERENCES

1. Şahin, Yusuf, Kompozit Malzemelere Giriş ,Gazi Kitap Evi, Ankara, 2000
2. www.designophy.com. (Erişim tarihi: Nisan 2004)
3. Ersoy, H.Y, Kompozit Malzemeler, Literatür Yayınları, İstanbul, 2001
4. Sağdıç, G, Kompozit Malzemeler, Y.Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998
5. Tarım, N, Ön Gerilmeli Elyaf Takviyeli Kompozit Malzemelerin Deneysel veTeorik İncelenmesi,Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst., İstanbul, 1996
6. Kavrazlı, S., Saraç, H, Lif Takviyeli Kompozit Malzemeler, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü, Bitirme Tezi, İstanbul, 2004
7. Koçak D., Mıstık, S. İ., Ağaç Liflerinin Kompozit Yapılardaki Mekanik Özelliklerine Etkileri, Tekstil&Teknik, 182, 2002
8. www.mam.gov.tr. (Erişim tarihi: Kasım 2004
9. Kazancı, M, Doğal Liflerden Elde Edilen Kompozit Malzemeler, Tekstil&Teknik, 189-191, 2002

A SPECIFIC DESIGN FOR SEAM PERFORMANCE ON THE AUTOMOTIVE UPHOLSTERY FABRICS: DYNAMIC SEAM FATIGUE TESTER

M. KÖSTEM, K. YILDIRIM, N. OGAN, Ş. GÜÇER

Tübitak- Butal, BURSA

Technical textiles are widely used in transportation vehicles and systems. They are used both on moving parts like tires, and on upholsters for car seats, and security materials like airbags and on motion transportation systems. [1]

Upholstery fabrics for car seats are produced from woven, warp knitted, circular knitted or knitted fabrics. These type of fabrics can be used both alone and different combination. The combination of these fabrics are made by the technique of lamination. Lamination is a technique by which two or more fabrics between these there are a foam layer or not are be together with the proper adhesive. [2]

Many test and analyses methods are improved for determining the performance and functional parameters of car seat upholsters. One of the important problem is the appearance change at stitch lines because of the opening during usage (fig. 1).

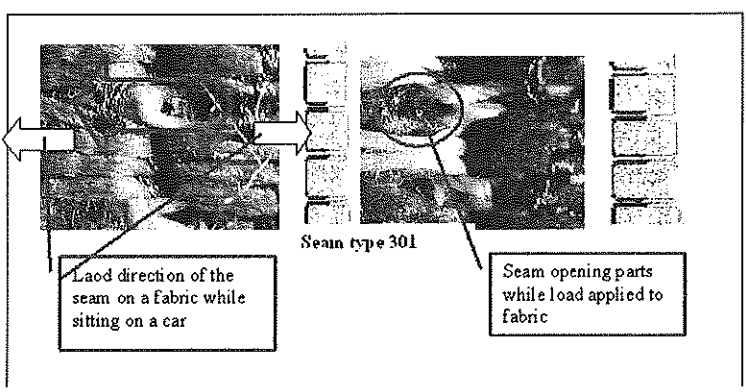


Figure 1. Seam type which is applied to the fabric while producing a car seat

For the client pleasure, determining this problem before usage in a laboratory is an important criterion. In this scope, for determining this

problem a test equipment (fig. 2) was designed by our laboratory staff and dynamic seam fatigue test is performed according to existing automotive standards and Butal FM 23 which was formed along with the test equipment. [3]

Samples which will be tested at this equipment are cut in respect of the dimensions that determined in the standard. Then, two of the samples are attached with a standard thread, needle and 301 seam type for the test preparation.

Samples which were prepared for the test are put in the jaws of the equipment and the test is performed according to cycling period and weights which are choused in respect to the standard. The stroke is fixed, but sample dimension, cycling period and weight can be changed.

The test equipment has a driving unit (motor and reductor), a center jaw, two pieces of auxiliary jaws, an eccentric, a sledge system, a cycle counter, an automatic stopper, a cycle counter sensor, two pieces of changing direction reel system, two pieces of ramp, a magnifying glass, and a button for opening and closing. (fig.2)

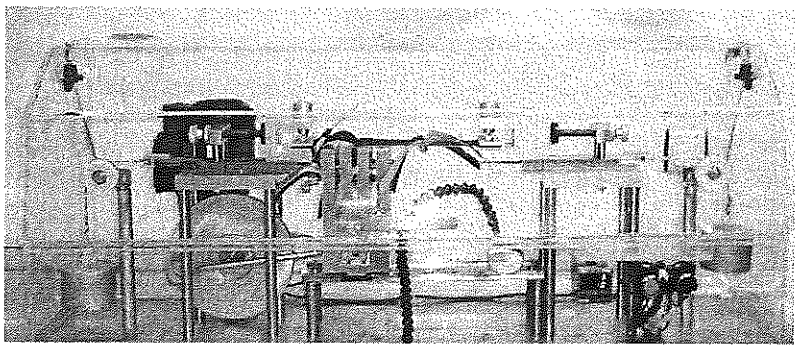


Figure 2. Appearance of dynamic seam fatigue test device

By this device the test can be carried out according to the standards HES News 6506, Mitsubishi ES-X83220, Hyundai MS 300-32 and Butal FM 23

Key Words: Technical Textiles, auto trim, dynamic seam fatigue, fabric performance

REFERENCES

1. Adanur Sabit, *Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles*, Technomic,USA, 1995
2. Mukhopadhyay S.K., Partridge J.F., *Automotive Textiles*, International Textile Institute, UK, 1999
3. YILDIRIM Kenan, AYDIN Nurcan ve GÜÇER Şeref, *Otomotiv Tekstillerinde Kalite Kontrol: Bazı Performans Parametreleri*, Otomotiv Teknolojileri Kongresi, Bursa, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 21-23 Haziran 2004

A NEW DESIGN FOR AUTOMOTIVE TEXTILES ACCORDING TO EUROPIEN UNION DIRECTIVES: HORIZONTAL BURN TEST DEVICE

N. AYDIN, K. YILDIRIM, U. ÖZÇAĞATAY, Ş. GÜÇER

Tübitak- Butal, BURSA

For increasing competition of our automotive textile producers in the international market and the aim of carrying out the quality control tests in our country instead of other countries, some test devices which are requested by these producers were designed and had been manufactured in our laboratory.

In this presentation we mention about a test device which was designed and produced in our laboratory according to 95/28/AT (EC) motorised vehicle directive and ISO 3795 and TS ISO 3795 standards. By this device, it can be measured that horizontal burning performance of automotive upholstery fabrics. [1,3]

The device consist of two parts. One of them is an electronic control unite, the other is a burning chamber. The test device was designed modular, because of the possibility of damage on the electronic parts during the test, due to the heat high temperature. [2]

On the electronic control unit there are an automatic timer for the gas turn on and off valve, test timers, an electronic circuit and a transformer .



Figure 1. General view of horizontal burning test device

During the test, the test camber close by a sliding bar window. Ash, remind after the test, collect on a bolted shelf and the fume, occur during the test, is realised through the holes.

The flame obtained by the bunsen burner and the test timer controlled by photocell.

Due to each photocell located at definite distances, the burning speed can be calculate easily by the dividing the distance to the burning time.

Before starting the test, the gas valve on the bunsen burner was turn on and than fire on by the automatic fever. The samples prepared by using the sample template. After the sample located on the under part of the sample holder, the upper part of the sample holder fixing on the under part. [2,3]

$$V_{burn} = \frac{S_{\text{distance}}}{t_{time}} \qquad \text{(equation 1) [4]}$$

After having accomplished the test, for determining the burning speed from equation 1, the distance between two thread are divided to the burning time, read on the timer.

Key Words: 95/28/AT (EC), automotive textiles, horizontal burn,

REFERENCES

1. 95/28/AT (EC) nolu motorlu taşıtlar direktifi,
2. YILDIRIM Kenan, AYDIN Nurcan ve GÜÇER Şeref, *Otomotiv Tekstillerinde Kalite Kontrol: Bazı Performans Parametreleri,* Otomotiv Teknolojileri Kongresi, Bursa, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 21-23 Haziran 2004
3. TS ISO 3795,
4. Gieck K., *Mühendislik Formülleri,* Güven Yayıncılık, Ankara, 1982

RISK DESIGNS

N. GÖKSEL, A. B. DAĞISTANLI

Dokuz Eylül University, TURKEY

Technical Textile is a field of business which is great importance in the textile sector and has been progresing rapidly in recent years.

Technical Textiles emphasize functional and technical peformance rather than esthetics or decoration. In view of a garment"s designer, this technicality and functionality can be seen as a restricting element in designing .It is, however, the garment"s designer to assume some important missions. Richness of factors leading designers, such as varieties of material used (new fibers and new fabrics) gradually changing target consumer and different areas of uses can create new horizans for designers.

This process of study presents garment designs and an associated garment example whose functions and uses could easily be changed by their ends,such as items which soldiers security and rescue teams could wear in cases of death and or injury risks.

EXAMPLES ONTO THE NEW ENGINEERING SOLUTIONS USING GEOSYNTHETICS

H. R. YILMAZ, T. ESKİŞAR, P. AKLIK

Ege University Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, TURKEY

ABSTRACT

Geosynthetics is the generic term for all synthetic materials used in geotechnical engineering applications; it includes GEOTEXTILES, GEOGRIDS, GEONETS, GEOMEMBRANES and GEOCOMPOSITES.

These very important materials according to geotechnical literature and ASTM standards on geosynthetics are expressed.

Key words: Geosynthetic, stabilization, reinforcement, drainage, protection.

1. DEFINITIONS

GEOTEXTILE; a permeable geosynthetic comprised solely of textiles.

(Discussion; geotextiles perform several functions in geotechnical engineering applications, including seperation, filtration, drainage, reinforcement and protection D 1987, D 4439, D 5544)

Koerner is describing like this:

".....any permeable textile used with foundation, soil, rock, earth, or any other geotechnical engineering related material as an integral part of a human made project; structure or system" (Figure 1).

GEOGRID; a deformed or nondeformed gridlike polymeric material formed by intersecting ribs jointed at the juctions used for reinforcement with foundation, soil, rock, earth, or any other geotechnical engineering related material as an integral part of a human made project; structure or system (Figure 2).

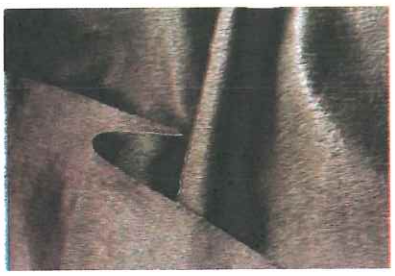
GEOMEMBRANE; an essentially impermeable membrane used as a liquid or vapor barrier with foundation, soil, rock, earth, or any other geotechnical engineering related material as an integral part of a human made project; structure or system (Figure 3).

GEONET; a net like polymeric material formed from intersecting ribs integrally joined at the junctions used for drainage with foundation, soil, rock, earth, or any other geotechnical engineering related material as an integral part of a human made project; structure or system (Figure 4).

GEOCOMPOSITE; a manufactured material using geotextiles, geogrids, geonets and/or geomembranes in laminated or composite form (Figure 5).

GEOTECHNICS; the application of scientific methods and engineering principles to the acquisition, interpretation, and use of knowledge of materials of the earth's crust to the solution of engineering problems; it embraces the field of soil mechanics, rock mechanics, and many of the engineering aspects of geology, geophysics, hydrology and related sciences.

GEOTECHNICAL ENGINEERING; is the engineering application geotechnics.



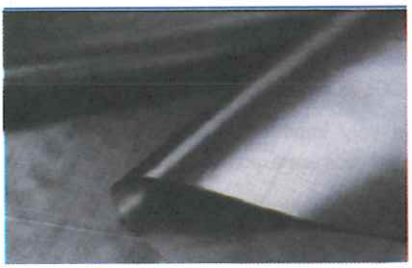
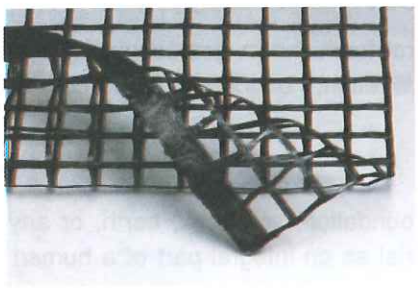


Figure 1. a) Geotextile nonwoven **b)** Geotextile woven



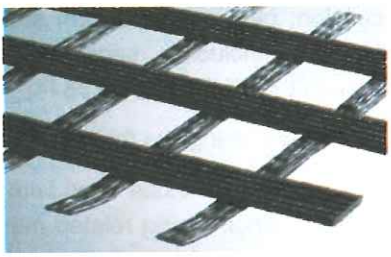


Figure 2. **a)** Geogrid uniaxial **b)** Geogrid biaxial



Figure 3. Geomembrane

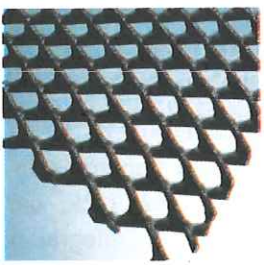


Figure 4. Geonet



Figure 5. Geocomposite

2. NEW ENGINEERING SOLUTIONS USING GEOSYNTHETICS

This study aims to be a guide to these new materials and their applications grouping the main application areas like below.

i. Transportation engineering applications
ii. Reinforced soil engineering applications
iii. Marine engineering applications
iv. Environmental engineering applications

Transportation engineering applications comprise; site drainage, subgrade stabilization (paved or unpaved roads, railways, runways, parking lots, etc.), base reinforcement, pavement reinforcement and repair, site erosion (vegetation of slopes, ditches and channels)

Reinforced soil engineering applications comprise; retaining walls (permanent and temporary), reinforced steepened slopes, embankments on weak foundations (highway embankments, levees, dams, containment dikes, etc.)

Marine engineering applications comprise; shore line erosion control structures (revetments, groynes, jetties, breakwaters), containment (dredge spoil disposal, dewatering of contaminated sludge)

Environmental engineering applications comprise; municipal solid waste landfills (liner protection, liner reinforcement, veneer reinforcement, drainage & collection), industrial waste cells closure (sludge lagoons, tailing ponds, etc.)

Now one by one the applications are presented below.

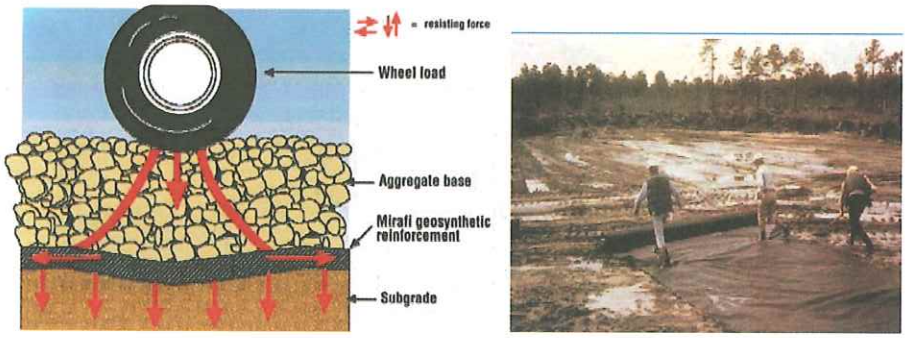


Figure 6. Subgrade stabilization

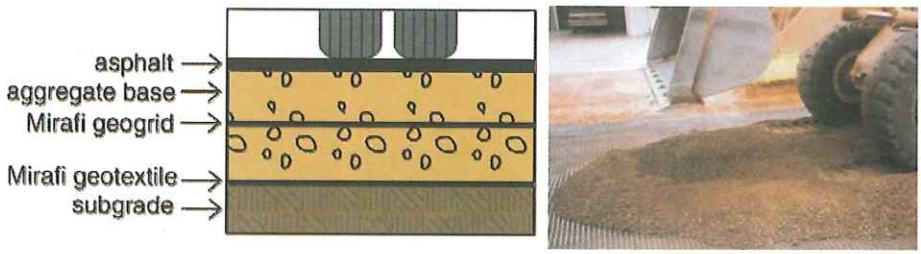


Figure 7. Base reinforcement

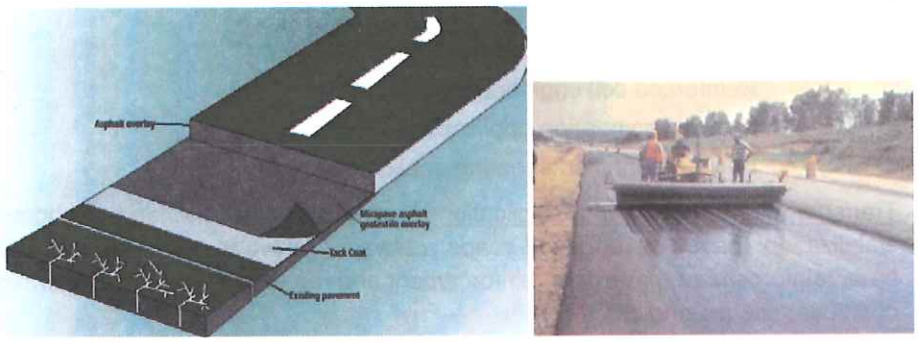


Figure 8. Pavement reinforcement

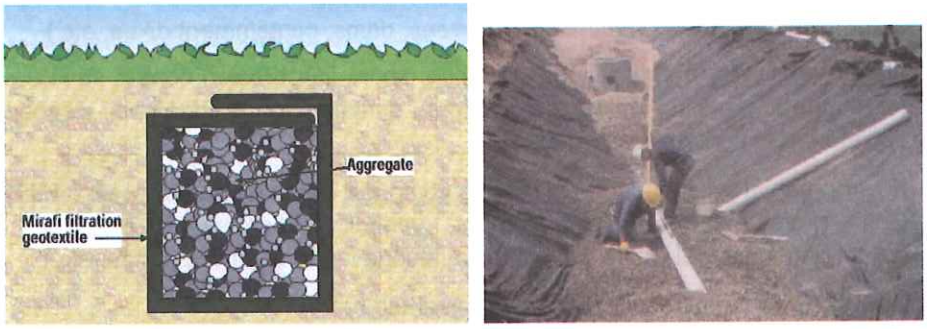


Figure 9. Site drainage

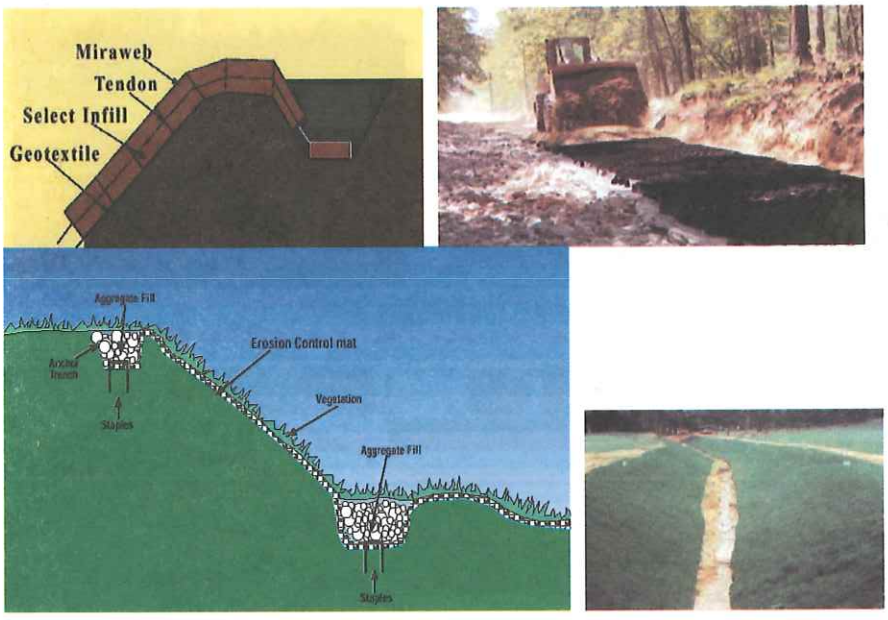


Figure 10. Site erosion

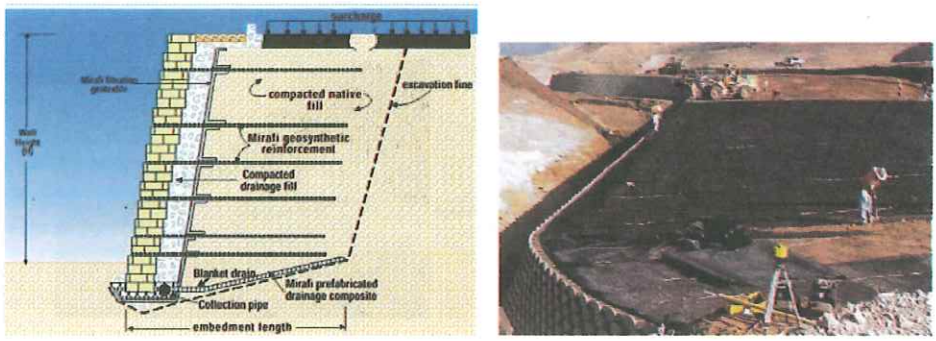


Figure 11. Retaining walls

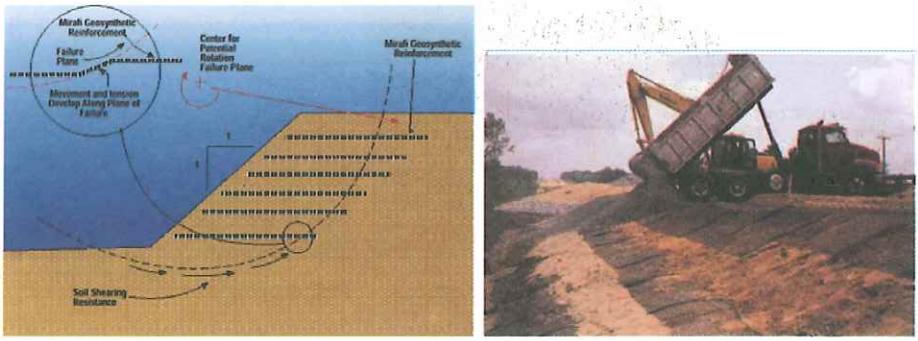


Figure 12. Reinforced steepened slope

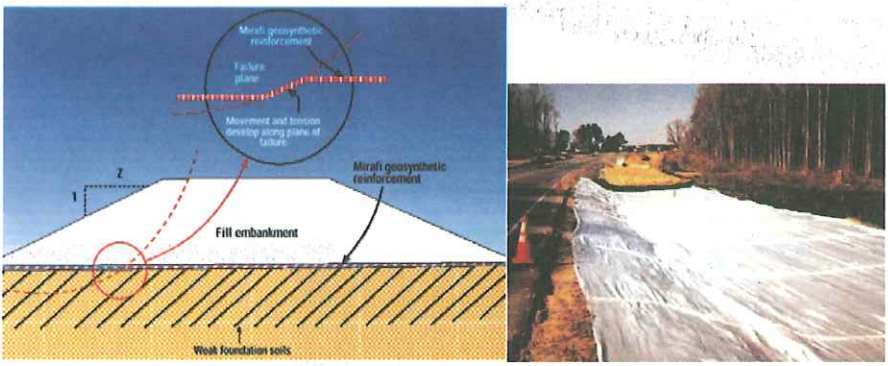


Figure 13. Embankments

DETERMINATION OF THE LONG TERM DESIGN STRENGTH (LTDS) OF GEOSYNTHETICS AND EXPLANATION OF THE REDUCTION FACTORS

H. R. YILMAZ, P. AKLIK, T. ESKİŞAR

Ege University Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, TURKEY

ABSTRACT

There are currently three accepted methods for determining the long term reinforcement strength of geosynthetic materials. These methods are; GRI-GG4(b), NCMA and AASHTO. The three methodologies above differ in the nomenclature used to determine the allowable strength of the reinforcement. The nomenclature for this long term allowable strength is as follows

GRI – GG4 uses $T_{allowable}$

NCMA uses LTDS (Long term design strength)

AASHTO uses T_{al}

In this study the long term design strength (LTDS) using NCMA methodology has been chosen and described. In general, the reduction factor concept is applicable to all three methods and long term reinforcement strength. The reduction factors are mainly the factor for installation damage RF_{ID}, the factor for material creep RF_{CR} the factor for durability RF_D and the factor for connection / seams with also some other reduction factors. The procedure and recommended reduction factors are given below.

Key words: Long term design strength, geosynthetic, reduction factor.

1.DETERMINATION OF LONG TERM DESIGN STRENGTH (LTDS)

Long term design strength is determined as follows;

$LTDS = T_{ULT} / (RF_{ID} * RF_{CR} * RF_D * RF_{CD})$

where:

T_{ULT}: is the minimum average roll value (MARV) wide width ultimate tensile strength determined by ASTM D4595.

RF_{ID}: is the reduction factor for installation damage.

RF_{CR}: is the reduction factor for material creep.

RF_D: is the reduction factor for durability.

RF_{CD}: is the reduction factor for connection / seams.

Other reduction factors may be considered depending on the methodology or project requirements.

As it is seen in the formula that the design approaches widely applied in soil reinforcement allows the use of reduction factors in order to take various different influnces into account. Reduction factors reduce the numerical effort significantly, hence allow reasonable design procedures.

In the formula given above, LTDS means the "maximum allowable tensile stress". The effect of simply multiplying the reduction factors in the denominator results basically in a of the creep rupture curve diminished by a factor as shown in Figure 1 (UTS means: ultimate tensile stress).

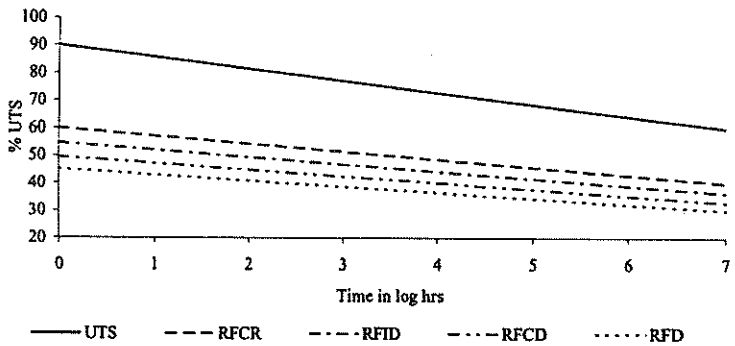


Figure 1. Effect of multiplying reduction factors

Allen et al (1996) concluded that "the multiplication of creep reduction and installation damage factors may be conservative and hence results in errors on the safe side for design.

1.1 Global Factor of Safety

An additional factor of safety is often added to reduce the LTDS of the geosynthetic. This "global" or overall factor of safety is to account for uncertainities in the geometry of the structure, fill properties, reinforcement properties and externally applied loads. This factor of safety is typically between 1,5 to 2,0 and is independent of the geosynthetic reinforcement used in the design.

2.DETAILED EXPLANATIONS OF THE REDUCTION FACTORS

The reduction factors such as creep, installation damage, durability and connection / seams are explained below in detail with the suggested values in the geotechnical literature.

2.1 Creep Reduction Factor

Long term creep / stress rupture tests' relevant standarts are ISO 13431, ASTM D5262, GRIGS10.

Creep is the gradual, irreversible straining that a geosynthetic under load undergoes over time. It can be measured conventionally by placing the expected load on a typical geosynthetic specimen and monitoring its strain. The time – frame or design life of interest can be 100 years or more.

A specimen under load will gradually strain (slightly elongate) until it suddenly begins to strain very quickly until it ruptures.

Common geosynthetica available in the market consists of various polymer, including (PET) polyethylene (PE), polypropylene (PP) and polyvinily alcohol (PVA). All of these polimers are susceptible to creep and all have distinctly different creep characteristics.

Typical values for RF_{CR} are

PET = 1,5 to 1,8

HDPE = 2,4 to 3,1

PP = 3,5 to 4,5

According to Schröer, these values are a little different.

Creep is an important main factor affecting the safe working loads for soil reinforcement geotextiles. Creep is important because of the fact that a design life of at least 120 years is sometimes required. Therefore a "safe" or "characteristic" long term strength for a specified design life has to be assested after long term laboratory testing. Polyethylene grids are considered to be relatively high – creep geotextiles and polyester grids are considered to be relatively low – creep geotextiles.

For low - creep geotextiles 1/4 to 1/3 of the ultimate short – term strength will normally be safe considering long – term creep. Geotextiles are more extensible than metallic reinforcements.

Figure 2a below presents the stress – rupture characteristics of various structural elements used in geotextile reinforcements.

Creep coefficients can be determined by fitting a straight line to the isostress creep curves on the strain versus log time plot. The equation for total strain of the material becomes

$$\varepsilon_t = \varepsilon_o + b * \log t$$

where ε_t is the total extension in the material after time period t, ε_o is the initial extension in the material at time t = 0 and b is the creep coefficient. The creep coefficient is dependent on the stress level in the material and is a measure of its rate of creep (Figure 2b).

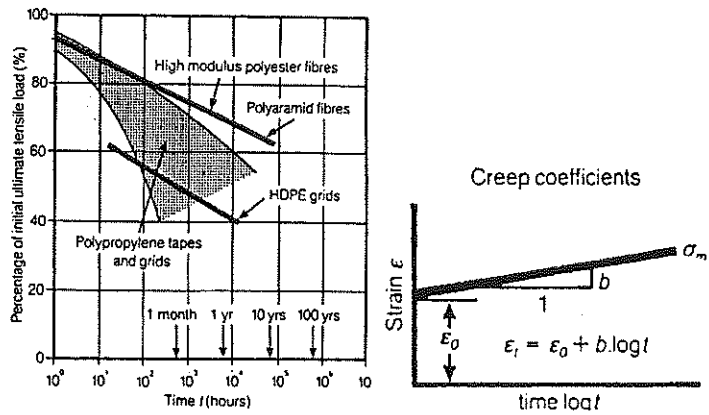


Figure 2. a) Stress – rupture characteristics of high modulus polyester fibres, polypropylene tapes and grids and HDPE grids at 23°C.

b) A way of representing creep data (at constant temperature)

2.2 Installation Damage Reduction Factor

Installation damage tests' relevant standarts are ISO / TR 10722, ISO 13437, ASTM D5818-95. Placement of the geosynthetic in the field can result in installation damage to the material. This is typically reflected by a reduction of the teensile strength, properties of the geosynthetic. Installation damage is determined by subjecting the geosynthetic to a backfill and compaction cycle, exhuming the material and determining the strength retained.

In the coming two tables, minimum reduction factors for installation damage (Table 1) and the partial factors of safety factor for installation damage (Table 2) is given below.

Table 1. Minimum reduction factors for installation damage (Schröer, 2000)

Soil consisting of round grains	RF_{ID}
Fine grained	≥ 1,5
Mixed and round grained	≥ 2,0

Table 2. Partial factors of safety for installation damage.

Geotextile type	**Soil type**		
	Sand	Gravel	Cobbles
Woven geotextiles	1,05-1,17	1,05-1,50	1,40-1,80
Geogrids			
Cross laid strips	1,00-1,15	1,00-1,50	1,30-1,80
Punched sheets	1,10-1,25	1,30-1,60	----
Geocomposites			
Strips	1,00	1,00-1,10	1,00-1,25
Link structures	1,00	1,00-1,10	1,00-1,25
Jewell and Greenwood (1998)			

The term has been called "survivability" by Christopher and Holtz (1984) is defined as the "resistance to damage during construction and initial operation" but the term "durability" which can be defined as "resistance to damage by long term degradation of biological, chemical or aging mechanisms".

2.3 Reduction Factors for Durability

Durability is a major issue for all polymeric materials, including geosynthetic reinforcing materials such as geogrids and high – strength woven geotextiles, when long design life time is required. Degradation of a polymeric material typically results in a loss of strength. All generally accepted soil reinforcement design procedures require that this potential strength loss be accounted for the determination of the reinforcing materials long term design strength.

2.4 Geosynthetic Durability – Background

Geosynthetics like all other construction materials, will degrade over time. The rate of degradation will depend on the molecular make – up of the geosynthetic polymer and the nature of the environment to which the geosynthetic is exposed.

Since most geosynthetics are buried in non – agressive soil environments, geosynthetic degradation normally occurs at a very slow, almost unmeasurable rate. Still, it is possible for significant rates of degradation to take place if unstable polymers are used or extreme conditions are encountered.

The partial reduction factor for durability RF_D is derived from testing. Figure 3 complies the reduction factors associated with durability testings.

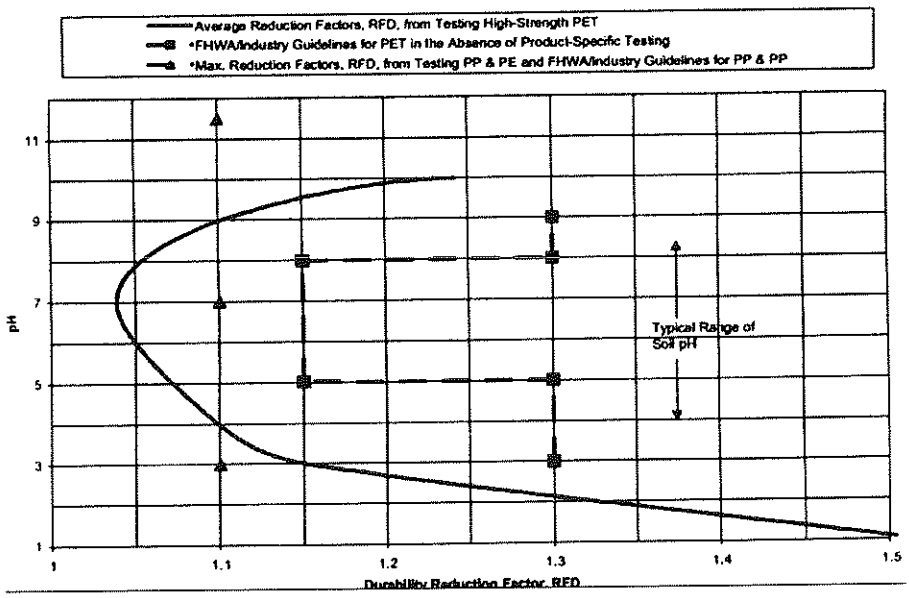


Figure 3. Durability reduction factors, RF_D, for high strength geosynthetics at 75 years. (www.tc.mirafi.com)

According to Koerner (1998) "How long will the geosynthetic last?" is a frequently asked question and can only be answered with taking into account the durability interested degradation properties such as

i. Temperature degradation (ASTM D746)
ii. Oxidation degradation (ASTM D794)
iii. Hydrolysis degradation
iv. Chemical degradation (ASTM D543)
v. Radioactive degradation
vi. Biological degradation
vii. Sunlight (Ultraviolet (UV) degradation (ASTM D4355, ASTM D1435)
viii. Other degradation processes (ozone attack, rodent or termite affect)
ix. Geotextile aging (ASTM D3786)
x. Stress cracking (ASTM D1693, ASTM D5397)

(only high crystalline polyethelene is of concern to this phenomenon)

All of these factors may necessiate applying another safety factor depending upon the conditions and environment.

The basis of the design by function concept in fact in establishment of a factor of safety and it is defined as

$$FS = \frac{T_{allowable}}{T_{required}}$$

FS = the global factor of safety (to handle unknown loading conditions or uncertainities in design methods)

T_{all} = the tensile strength from laboratory testing and

T_{req} = the required tensile strength as obtained from design of the actual system

The laboratory generated tensile strength is usually an ultimate value, which must be reduced before used in design.

That is: $T_{all} < T_{ult}$ (Koerner, 1998)

One way of accomplishing this is to place partial factors of safety on each of the items not adequately modelled in the laboratory tests. Thats why the above formula including with the reduction factors (in a sense factor of safety) are being applied.

2.5 Extreme Environments

The partial reduction factor for durability is dependent on the soil environment, as well as on the geosynthetic polymer. Extreme soil environments may accelerate the degradation of polypropylene and polyethylene contain acid – sulfates or transition metals in high concentrations. Saturated high pH soils may

adversely effect polyester but according to Allen and Elias (1996) the degradation rate decreases as the temperature and / or humidity decreases, as the polymer molecular weight increases, and as the polymer carboxyl end group content decreases.

As long as polymer stability can be demonstrated and the anticipated soil environment is typically nonagressive. It is common to use a default partial reduction factor for durability, RF_D. The FHWA geosynthetics industry has given some conservative guidance on the selection of the RF_D in the absence of product specific testing (Table 3).

Table 3. Default partial reduction factors for durability.

Geosynthetic type	3<pH<5	5<pH<8	8<pH<9
Polyester CEG>30	2,0	1,6	2,0
Polyester CEG<30	1,3	1,15	1,3
Polypropylene	1,1	1,1	1,1
Polyethylene	1,1	1,1	1,1

2.6 A Durability Sub Factor: UV Resistance

Sunlight is an important cause of degradation to all organic materials, including polymers from with geosynthetics are produced Of the three types of energy produced from the sun, ultraviolet (UV) is the most harmful to geosynthetics. For laboratory simulation of sunlight, artificial light sources (amps) are generally compared to worst – case conditions. The recommended ASTM test for geosynthetics is D4355 which exposes samples to simulated UV conditions.

When the nature of the application is such that the geotextile will be exposed to sunlight for long periods of time in landfill construction.

It is essential to protect the products from degradation by the use of some stabilizers. By this way high quality geotextiles come equipped with such high – performence stabilizers, so that the required life time of the geotextile is guaranteed.

The degradation processes within the polymer of the geosynthetic take place extremely slowly under the ambient temperatures.

There is no proven correlation between laboratory tests and practical applicat,on as these products have only been in use for only 30 years. However, a desgn life time of 120 years is required.

The chemical reaction of oxidative processes is very well known. Currently, no single laboratory method is suitable for all types of geotextiles and

geosynthetics. The factors mentioned above so far, clearly demonstrate the importance of using high quality.

2.7 The UV Resistance of Different Geotextile Raw Materials

Neither PET nor PP can achieve UV resistance. Generally the UV resistance of polypropylene (PP) is lower than that of polyester (PET).

However, the resistance of PP can be significantly increased by adding UV stabilizers or inhibitors to the polymer prior to fibre extrusion, as is done with polyfelt. TS geotextiles.

Additionally, there are a number of other factors which influence the UV stability of geotextiles:

- the colour of the geotextile,
- the temperature and relative humidity (Figure 4),
- angle of incidence of the sunlight (time of day),
- polymer purity,
- manufacturing process, stabilizers, etc.

Various outdoor exposure tests show that the UV resistance of some types of geotextiles is very high. First laboratory tests in accordance with EN ISO 12224 seem to confirm the findings of outdoor tests which show that the manufacturing process has a significant influence on the UV resistance.

From more than 20 years, for example Polyfelt has appraised its products in terms of long – term resistance, in order to offer optimum quality to end – users. First investigations date back to the year 1982 (Polyfelt Design Catalogue)

The use of UV stabilizers during the spunbonding process is the reason for polyfelt. TS's highest UV resistance compared to any other geotextile on the market according the knowledge from the catalogue.

It is particularly important to insist on stabilized products in critical applications. Certificates, such as the CE accompanying document, can confirm the level of stabilization.

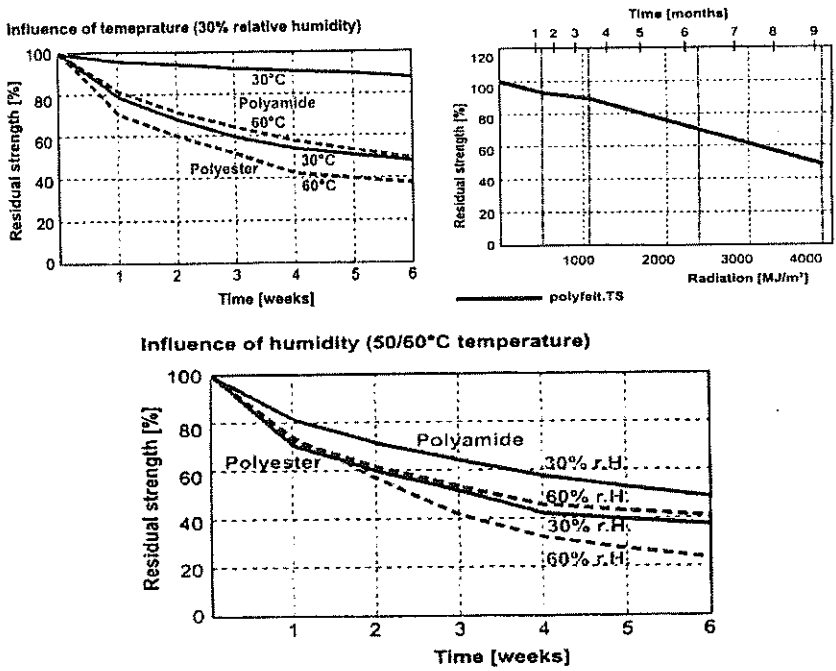


Figure 4. Influence of temperature, influence of humidity and the results of outdoor exposure tests in Hong Kong

2.8 Chemical Resistance

Polypropylene is characterized by an excellent resistance to chemicals. In the course of the CE certification programme, a number of investigations in accordance with ISO 14030 were carried out. For PP geotextiles, no strength loss was observed, even in acid or alkaline media, in contrast to polyester or polyamide products.

The fibre surface of PET yarns is particularly susceptible to degradation when exposed to alkaline medis (pH > 10) (external hydrolysis). But even when it is exposed to acids, the material is gradually degraded by internal hydrolysis. In this case, the polymer chains are split by the presence of water, thereby reducing the molecular weight, and finally leading to a drastic reduction of mechanical properties.

In this respect, it is therefore essential to provide adequate protection, e.g. by coating PET yarns used in reinforcing geogrids.

Table 4. Some of the chemical resitance testing services and relevant standards

Chemical Resistance – Lab Immersion	ASTM D 5322
Chemical Resistance – Field Immersion	ASTM D 5496
Chemical Resistance – EPA	EPA Method 9090A
Chemical Resistance - Geomembranes	ASTM D 5747
Chemical Resistance - Geotextiles	ASTM D 6389
Chemical Resistance - Geonets	ASTM D 6388
Chemical Resistance - Geopipe	TRI Procedure
Chemical Resistance - Geogrids	ASTM D 6213
Chemical Resistance – GCL Clay	ASTM D 6141

(TRI Geosynthetics)

2.9 Biological Resistance

Tests according to EN ISO 12225 have shown that polypropylene geotextiles are 100% resistant to micro-organisms. At present, no organisms are known which could be harmful to PP. This is of importance in long – term applications, as the influence of micro-organisms cannot be estimated.

REFERENCES

1. Koerner, R. D., Designing with Geosynthetics, 4th Edition, 1998.
2. Hsieh, C., Wu, J. H., Lin C. K. & Hsieh M. W., The study of the installation damage of flexible geogrids.
3. TRI Technical Note, Creep testing.
4. Technical Note, Polyfelt TS, Investigation on the installation survivability of geotextiles in subgrade stabilisation works.
5. TRI / Geosynthetics I. Durability Testing.
6. Schöer et al, S., Stepped isotermal method to determine a combined reduction factor for creep and installation damage, Germany.
7. Durability of high strength geosynthetics by TC Mirafi, www. tc.mirafi.com, Jan 2000.
8. ASTM Designation: D5262 – 97, Standard test method for evaluating the unconfined tension creep behaviour of geosynthetics.
9. Von Maubouge K. P., Long term resistance to oxidation of PP and PE geotextiles, Germany.
10. Determination of the long term properties for Miragrid reinforcement geogrids, TC Mirafi, www. tc.mirafi.com.
11. Technical Note, Polyfelt TS, Long term resistance of geotextiles.
12. Wasti, Y., İnşaat mühendisliğinde geotekstil ve geomebran uygulamaları eğitim semineri I.Kısım: Geotekstiller, ODTÜ-SEM, Ankara, Turkey, 1992.
13. http://www.geosyntheticstesting.com/ durability.

FABRICS USING IN SPORTSWEAR AND THE FEATURES OF WEAR COMFORT

S. YEŞİLPINAR, O. E. KEÇECİ

Dokuz Eylul University, Engineering Faculty, The Department of Textile Engineering, TURKEY

ABSTRACT

World demands for leisure and sportswear have been rapidly increased recent years. A continuous progress on the sports sector can be observed which, among other things, is due to the fact that there are no longer any clear delimitations between outwear and/or casual wear and functional sportswear. According to current market research demand for sportswear will steady. It is expected that new free time activities, which require comfortable and fashionable clothing, will be created with the heightened health consciousness.

For the consumer, leisure clothing and sportswear must be practical, easy-care and proof against wind, rain and snow without forgoing comfortable wearing properties. Sportswear is not used only for actively sporting activities, but also worn as casual wear, so it needs to fulfil the fashion and functional demands of this area. With the increase in leisure activities and new consumer buying behaviour- the right outfit for the relevant sports activities- other requirements on textile material and manufacturers have been added, like hygiene aspect and protection from ultra-violet radiation, for example. In order to be able to meet these growing requirements, fabric manufacturers and chemical industry are continually offering new materials and finishing products.

In this paper, fabrics, which used in sports clothing, have been reviewed. Effects of these fabrics on comfort features of clothing have been comparatively discussed.

Keywords: Sportswear, fabric, comfort, performance

1. INTRODUCTION

World demands for leisure and sportswear have been rapidly increased recent years. A continuous progress on the sports sector can be observed which, among other things, is due to the fact that there are no longer any clear delimitations between outwear and/or casual wear and functional sportswear [1]. According to current market research demand for sportswear will steady. It is expected that new free time activities, which require comfortable and fashionable clothing, will be created with the increasing health consciousness.

For the consumer, leisure clothing and sportswear must be practical, easy-care and proof against wind, rain and snow without forgoing comfortable wearing properties. Sportswear is not used only for actively sporting activities, but also worn as casual wear, so it needs to fulfil the fashion and functional demands of this area. With the increase in leisure activities and new consumer buying behaviour- the right outfit for

the relevant sports activities- other requirements on textile material and manufacturers have been added, like hygiene aspect and protection from ultra-violet radiation, for example. In order to be able to meet these growing requirements, fabric manufacturers and chemical industry are continually offering new materials and finishing products [2].

For sportsman who engage in swimming, running, cycling, gymnastic or ski it is more important, in functional clothing buying behaviour, that if the textile material meet the expected requirements rather than which material it is made of. The previous resistance to synthetic fibres in sports- and functional clothing has almost disappeared. Advanced properties of synthetics and considerable innovations in textile products have acceptance in our society. Handle and performance were not known in recent 15 years. With the development of hightech textile products, advantage of performance has been finished the traditional hesitant behaviour in clothing and has been changed demands of consumers [3].

In this paper, fabrics, which used in sports clothing, have been reviewed. Effects of these fabrics on comfort features of clothing have been comparatively discussed.

2. FABRICS USING IN SPORTSWEAR

In this section, fabrics, which are used in sportswear, have been reviewed. Fabrics, which are developed from different firms, are discussed due to their comfort aspect.

2.1 X-Mac

Teijin's fabric X-Mac is a comfortable high functional fabric that offers perspiration absorbing and air permeable properties. This fabric is a light weight polyester filament knitted fabric with a three-dimensional structure. X-Mac obtains perspiration absorbing/quick drying properties through a synergy of these filaments themselves as well as the knit construction of the fabric.

Each filament contained in X-Mac has grooves along the filament length. The structure of these grooves serves to rapidly absorb and disperse perspiration to evaporate quickly in the atmosphere. Moreover, filaments with special modified-cross-sections give X-Mac bulkiness and lightness.

The main uses for X-Mac include tennis shirts and golf shirts. Teijin has traditionally targeted the heavy duty sector, mostly super-high density woven fabrics for the company's active sportswear fabrics [4].

2.2 Killat N

Kanebo Ltd. has developed this new nylon hollow filament yarn with the hollow portion of the cross-section of each filament being 33% (Figure 1). Kanebo has named fabrics using this yarn Killat N. Since Killat N uses hollow filaments, it has

features of lightweight, excellent warmth-retentive property and water absorbency. Kanebo has started to market Killat N first for active sportswear requiring warmth retention such as wind jumpers, athletic wear, rain wear for golfers, etc.

Conventional hollow filament yarn has some disadvantages that the shape of the hollow portion was unstable and easily crushed and false twisting was not possible. Kanebo has overcome the weak points of the conventional hollow filament yarn by the method of melting out the core of each filament at the fabric finishing stage.

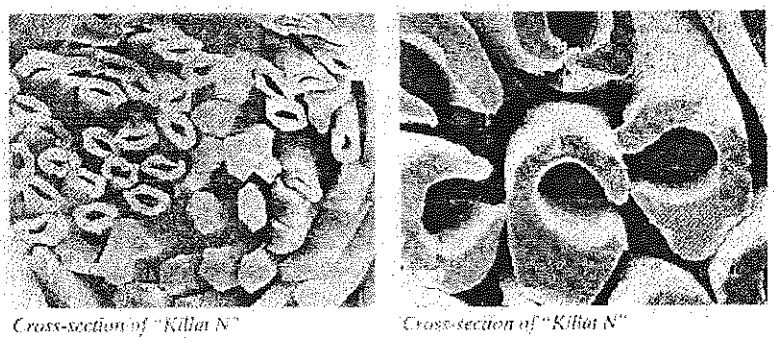


Figure 1. Killat N

Features of the manufacturing technology of hollow filament for Killat N are as shown below;

- This method is to melt out the core part of each filament by the dissolving and removing method in the fabric dyeing and finishing process instead of making the hollow portion in the spinning process.
- The yarn is spun as a bicomponent filament yarn with soluble polyester as the core portion and nylon as the skin portion
- This bicomponent filament yarn has almost the same physical properties as ordinary nylon
- By giving alkali-weight loss treatment in the fabric dyeing and finishing process, the soluble polyester copolymer which made up the core portion of the bicomponent filament will dissolve and a large hollow portion exceeding 30% of the cross-section will be created [5].

2.3 Naiva

Naiva is an Eval / nylon bicomponent filament yarn and its fabric (Figure 2). Eval is a copolymer resin of ethylene vinyl alcohol which was commercialised by Kuraray. Eval has features such as hydrophilic, low specific gravity and a low refractive index. Kuraray developed Eval / polyester bicompenent filament yarn "E-X-E" using Eval for the sheath and polyester for the core.

Naiva is circular cross-section bicomponent filament yarn using Eval for the core and nylon 6 for the sheath. The filament composition is 55% Eval (23 % ethylene + 32% vinyl alcohol) / 45% nylon. The yarn is 30 denier/12 filaments. The features of the Naiva yarn are;

- High thermal shrinkage rate and high thermal shrinkage stress
- High strength
- High moisture permeability
- Low specific gravity
- Excellent colour development peculiar to nylon

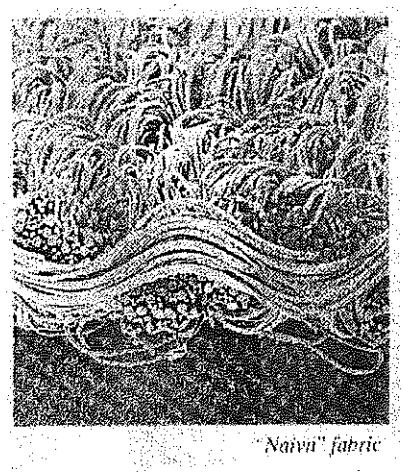


Figure 2. Naiva

Unitika has also developed Naiva fabrics using the yarn made by the combining Naiva yarn and nylon microfibre. These fabrics contain nylon micro-loops on the surface performing the high shrinkage property of Naiva yarn and have the following features;

- Soft, supple touch different from that of shin-gosen
- Airiness with unique bulkiness
- Natural surface appearance peculiar to Naiva
- Light weight
- High moisture permeability
- Secondary finishing to the fabrics is possible

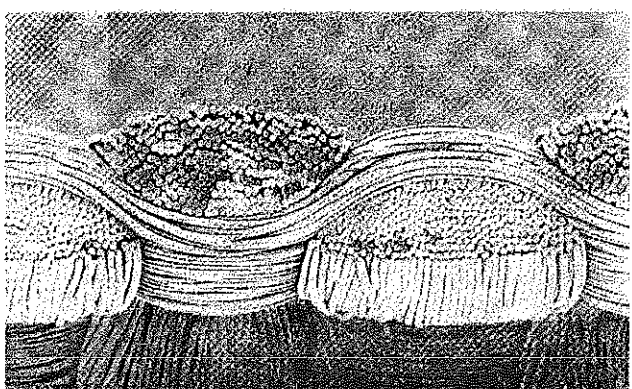
Naiva fabrics have wet surface appearance of light brushed type. They are suited to a wide range of applications from active sportswear such as skiwear to coats and casual town wear [6].

2.4 Tuflex HR

Tuflex-HR is an ultra high density plain woven fabric using 0,3 den/filament polyester micro-fibres(Figure 3). Because of its ultra high density weaving constructions, Tuflex-HR has water pressure resistance even without coating or laminating. This water pressure resistance is more than 1000 mm, and for the highest performance fabrics reaches 3000 mm (0,3 kgf/cm^2). Tuflex-HR is the first non-coated and/or non-laminated fabric to realise water-pressure resistance of 3000 mm.

Tuflex-HR has a moisture permeability of 9900 g/m^2/24 hours. This is far superior to normally coated and laminated fabrics. Excellent moisture permeability of Tuflex-HR can release excessive moisture vapour held inside exercise or working garments to the outside. This provides safeness for the wearer from his own body moisture, keeping him dry and comfortable.

Tuflex-HR has durable water repellency. In addition to superior high functions, Tuflex-HR offers a soft touch and smooth surface. This is because Tuflex-HR is a non-coated, non-laminated fabric, which serves to realise the essential texture of the fabric itself. Tuflex-HR has a wide range of applications including skiwear, rain coats, golf wear, mountaineering wear, marine sportswear, outdoor sportswear and leisure wear [7].



Unitika "Tuflex-HR"

Figure 3. Tuflex HR

2.5 Loverain

Kanebo Gohsen has developed a water repellent nylon fabric Loverain with an abrasion resistant property. Loverain not only provides durable water repellent properties, but also prevents water repellent properties from diminishing as a result of rubbing.

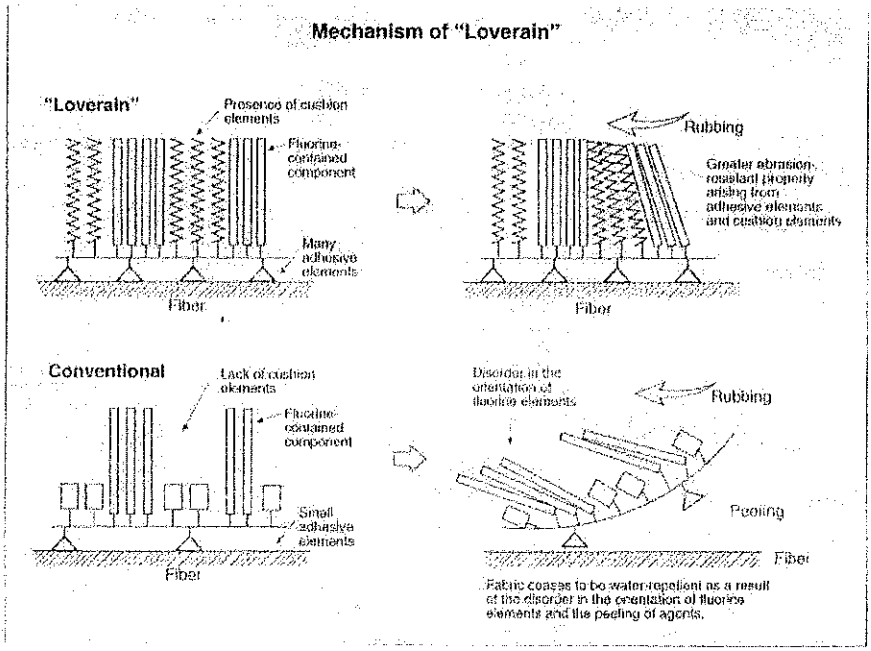


Figure 4. Loverain

To improve the abrasion resistant property of nylon fabrics that have water repellent properties, Kanebo Gohsen has developed new agents jointly with a chemical maker. These combine "cushion components" with conventional agents (fluorine-contained compound). In the case of conventional products, their water repellent properties were lost with the fall of molecular chains of fluorine components with water repellent properties as a result of rubbing. However in the case of Loverain newly structured cushion components support molecular chains of fluorine components to guard against this fall. In addition, this new finishing improves the adhesive bonds between the surface of the fibres and agents, and prevents the peeling of agents themselves (Figure 4).
Loverain seldom weakens the touch of nylon fabrics. Applications include snowboarding wear, rainwear for golf, sports & casual wear, etc [8].

2.6 Condenier

Condenier is an ultrahigh density woven fabric made of 0,3 denier/filament polyester micro-fibre. Condenier achieves following high performance by means of weaving constructions alone, not by means coating or film laminating (Figure 5). These include high water pressure resistance, anti-leaking, water repellency and moisture permeability. At the same time Condenier has no disadvantages such as the peeling-off of films or the removing by abrasion of resins. Condenier offers excellent wearing comfort.

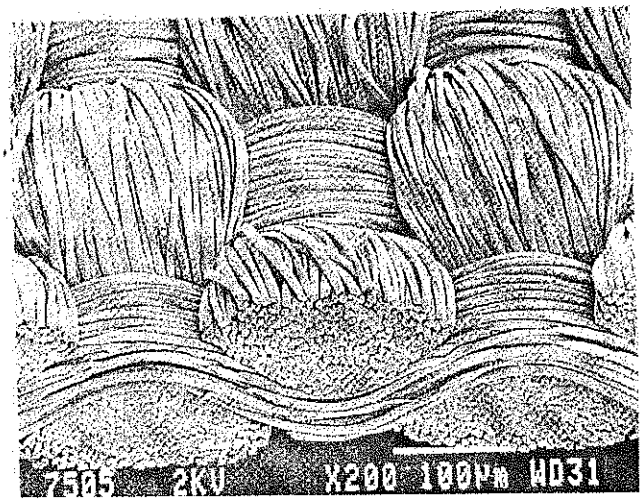


Figure 5. Condenier

According to Teijin, Condenier is characterised by;

- Durable water-pressure resistance: Condenier can maintain more than 1000 mm water-pressure resistance even after five washings without leaking for more than 24 hours
- Moisture permeability: 10000 g/m².m/24 hours.
- Water repellency:90 points after 20 washings and
- Wearing comfortability; soft touch and dry touch. Condenier offers excellent moisture permeability and it is consideration free.

Teijin is marketing Condenier in the field of outdoor sportswear, mountaineering wear and skiwear [9].

2.7 Dynamonus

Toray markets Dynamonus for active sportswear. Dynamonus is a woven fabric made of Kevlar para-aramid cut-fibre/polyester staple blended yarn. Toray has emphased Dynamonus as a 'soft protective fabric' offering high performance with comfort. Dynamonus is also suited to tough outdoor sports applications from skiwear through mountaineering wear. Dynamonus also has the incision resistance and friction-induced heat melting resistance required for snowboarding wear. Dynamonus is offered in two types of fibre contents; 90% polyester and 10% Kevlar, and stronger mixture 80% polyester and 20% Kevlar. The main uses for Dynamonus include reinforcing fabrics for elbows, knees and seats for active sportswear, gloves and bags [10].

2.8 Coolmax

DuPont Coolmax is a high performance fabric, using DuPont's proprietary Dacron fibres (Figure 6). When body produces excessive amounts of sweat, it means it's using it energy to try and keep cool. If the sweat doesn't evaporate quickly, body core temperature heats up, producing more sweat. The specially engineered DuPont fibres used in Coolmax fabrics transport perspiration away from the body to the surface of the garment, where it can evaporate quickly [11].

Sweat saps your strength. Better evaporation means you spend less energy to cool your body, which increases your performance and endurance [12]. At the same time, the uniquely shaped fibres provide great breathability, even when wet. The breathability further enhances the thermoregulatory effect [13]. Coolmax has better breathability and is more comfortable. Coolmax dries almost completely in just 30 minutes, while cotton retains 50% more moisture. [14]

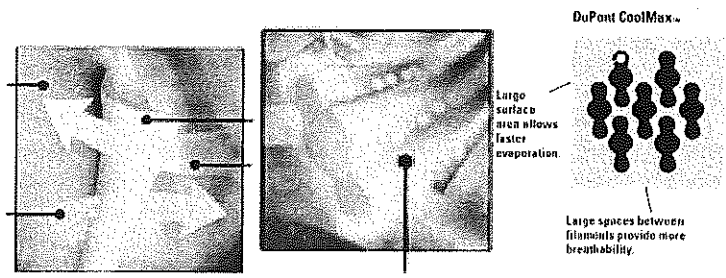


Figure 6. Coolmax

2.9 Akwatek-Akwadyne

Akwatek polyester and Akwadyne nylon, developed by Comfort technologies Inc., give the wearer best comfort by the newest generation of performance fabrics utilising thermoregulatory action. Their unique properties give the wearer comfort and performance over a wide range of temperatures.

Unlike fabrics that rely on capillary action, Akwatek and Akwadyne do not need to be worn close to the skin to work. Akwatek and Akwadyne transport moisture and thermoregulate by a chemical principle known as electrochemical transport. The process involves chemically modifying the fibres resulting in a permanent treatment which can not be removed by laundering. The process can modify staple fibre, yarn or fabric and can be applied to spun and filament yarns to produce both knits and wovens.

In warm temperatures the fabric responds electrostatically, moving moisture and excess heat from the body to the surface of the fabric for release. The fabric adjusts its properties in hot weather to help keep the wearer cooler and drier.

The more a wearer perspires, the more the fabric electrostatically moves moisture from the body. As activity decreases, the fabric will reduce the evaporation process time, leaving a constant water barrier between the wearer and the fabric (Figure 7).

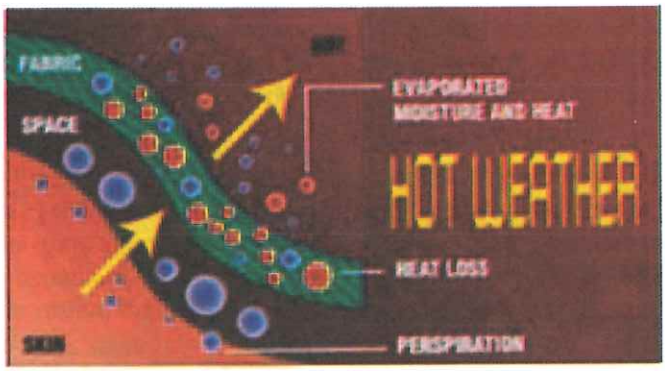


Figure 7. Akwatek and Akwadyne in warm weather

In cooler weather; Akwatek and Akwadyne performance fabrics help the wearer retain heat by creating a layer of warm air between the skin and the fabric. A 100% relative humidity layer of moist air is created between the skin and the fabric that holds more heat during cooler temperatures. The fabric adjusts to trap heat while releasing moisture, always helping to keep the wearer warm, dry and comfortable. Because Akwatek and Akwadyne electrostatically absorbe moisture, it increases the heat capacity of trapped air next to the skin (Figure 8).

Akwatek and Akwadyne have 3 times better evaporation ability in comparison with capillary or acid coated fabrics when initial contacts are made with water. Even after over 125 washings, results show no decrease in product performance. Tests prove that after machine spinning cycle 250% less water remained in the Akwatek and Akwadyne garments than in other garments [15].



Figure 8. Akwatek and Akwadyne in cooler weather

2.10 Tuffer

Kanebo Gohsen has developed its nylon fabric Tuffer utilising its electric-conductive fibre Belltron and the company is marketing Tuffer in the field of active sportswear. Tuffer is intended to eliminate uncomfortable feelings of wearers doing active sports.

Belltron is a yarn made by the bicomponent spinning of nylon or polyester fibre and conductive particles. This will neutralise the charge of fabrics by means of corona discharge. Belltron offers a black type using carbon as conductive particles as well as a white type using a white metal compound. Black Belltron can be used when higher anti-static effects are required, while white Belltron can be used when the focus is on fashionability. In the case of filament fabrics, these fabrics can obtain sufficient anti-static effects by making the mixing pitch of the fabric surface 2-10 mm.

Kanebo Gohsen has completed its durable anti-static nylon fabric Tuffer by freely using its technology from filaments to dyeing and finishing in order to maximise anti-static effects which are offered by Belltron. Tuffer will provide excellent anti-static effects in preventing the adhesion of dust, pollen and bacteria, anti-static disorders such as discharge shock and disasters such as explosions and ignition by means of spark discharges.

The blending of Belltron has no restrictions as to construction by knitting or weaving or the kinds of the fabric. It can be applicable with all nylon fabrics. The uniform blending of Belltron at regular intervals in response to particular apparel requirements will thoroughly stabilise anti-static properties, maintain durability and perform excellent resistance to washing [16].

2.11 Polartec Power Dry

Polartec Power Dry fabrics, by Malden Mills, are designed to keep your skin dry when you sweat. All fabrics in this series feature a patented bi-component knit construction that uses different yarns on each side of the fabric. This creates two different surfaces; one that is optimised to move moisture away from the skin, the other to dry quickly (Figure 9).

Moisture and high relative humidity next to the skin cause discomfort. Polartec Power Dry fabrics keep the skin dry through three complementary mechanisms;

- The fabric is very breathable and does not restrict the movement of moisture vapor.
- The brushed inner surface creates many "touch points" that feel good on the skin and draw off the sweat. Sweat is wicked off the skin to the outside of the fabric, where it spreads rapidly for evaporation. Polartec Power Dry fabrics move at least 30% more moisture away from the skin than all other fabrics.

- When the sweat reaches the outside of the fabric, it spreads out to many times its original surface area, enabling it to dry at least 2 times faster than cotton. This minimizes conductive heat loss in cold weather and provides a cooling effect when exercising in warmer weather.

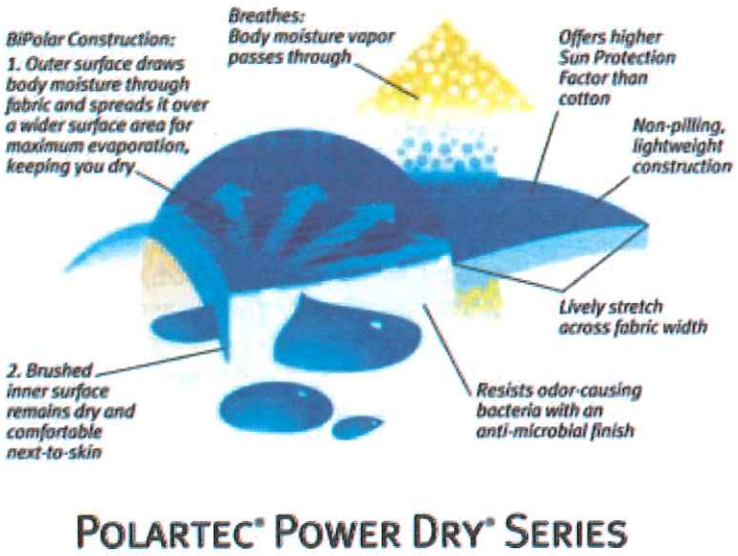


Figure 9. Polartec

Power dry fabrics with X-Static fibre also effectively prevent body odour by inhibiting the growth of odour causing bacteria in the fabric. .X-Static is not a surface treatment and contains no chemicals. It is a pure silver bonded fibre that is knit into the fabric construction. X-Static will last for the life of the garment, is safe, and has permanent odour protection.

A high sun protection factor is available on most fabrics in this series. Polartec Power Dry fabrics are 100% PES, highly breathable, and are ideal as the base layer for all outdoor sports, either as underwear or technical clothing [17].

3. CONCLUSION

Sportswear is worth DM 30 billion in Europe, with an average growth rate of 10%. Jogging bottoms, tops, tracksuits, shorts and socks account for 70% of those sales but in actual end-usage 85% of items are used as casual clothing [18]. According to current market research world demand for leisure and sportswear will increase in coming years. Increasing health consciousness is expected to create new free time activities which will require comfortable and

fashionable clothing. Combinations of synthetic fibres with breathable materials are very successful due to their capabilities and wearer comfort. Sportswear is not used for the most part for actively sporting activities, but rather worn as casual wear, and so needs to fulfil the fashion and functional demands that go with that area.

REFERENCES

1. Anonym, 1997. Warp-knitted Track-suits are Trendsetters, *Kettenwirkpraxis*, 31/4, 5-6
2. Bohringer, A., 1998. The Function Determines the Finish, *International Textile Bulletin*, 44\4, 28-35
3. Anonym,1999. Funktionsmaschen 2000: Entscheidend ist das leistungsprofil, *Bekleidung Wear*, 51\6, 12-13
4. Anonym, 997. Growth in Active Sportswear Fabric Exports, *JTN Monthly*, August, 71-74
5. Anonym, 1993. Newly Developed Nylon Hollow Filament, *JTN Monthly*, February, 44.
6. Anonym, 1993. New Material "Naiva", *JTN Monthly*, February, 40
7. Anonym,1997. Growing Active Sportswear Fabric Exports, *JTN Monthly*, February, 69-77
8. Anonym,1996. Japanese Active Sportswear Fabrics *JTN Monthly*, February, 69-77
9. Anonym,1997. Growing Active Sportswear Fabric Exports, JTN Monthly, February, 69-77
10. Anonym, 1995. Active Sportswear & Fabrics, *JTN Monthly*, August, 71-74
11. www.dupont.com/coolmax/html/why-coolmax.html
12. www.dupont.com/coolmax/html/whats-coolmax.html
13. www.dupont.com/coolmax/html/why-coolmax.html
14. www.dupont.com/coolmax/html/diagrams.html
15. www.fabriclink.com/pk/akwadyne/home.html
16. Anonym, 1996. Specialisation of Active Sportswear Fabrics, JTN Monthly, August, 47-64
17. www.maldenmills.com
18. Anonim, 1999. This sporting life, *Textile Horizans*, May, 15

THE TESTING AND CONTROL SYSTEM OF THE YARNS TENSILE AND YARNS FRICTION FORCES

M.V. NEMESCU, M. TEMNEANU

"Gh.Asachi" Technical University of Iasi, ROMANIA

ABSTRACT

The stress force that appears on the technological layout of the yarn processing has a great influence on the product quality. The paper presents a system for testing and control of the yarns tensile and friction forces, the used transducers and the device block diagram.

Keywords: yarn tensile forces, friction forces, control system

1. INTRODUCTION

On the technological layout, before the feed of the textile yarn, this is lead over various guiding devices (yarn carriers) that create a certain breaking and an increasing of the yarn stress. The stress increasing depends on the nature and the shape of the guiding surfaces, on the yarn velocity and acceleration, etc. and is determined by the friction of the yarn with the surface of the yarn carrier. At the same time, the friction coefficient related to the yarn carrier is fixed by the nature of the material and the quality in surface processing. In the yarns processing is very important to know the friction forces and the factors that have an influence on those.

2. THEORETICAL CONSIDERATIONS

One considers a section in the yarn motion plane that is presented in Fig.1.

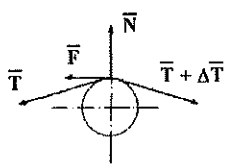


Figure 1.

Taking into account the figure 1, the equation of the forces equilibrium has the form:

$$\Delta\overline{T} - am\Delta l = \mu\overline{N} = \overline{F} \qquad (1)$$

where:

a – is the yarn-motion acceleration

m – is the mass of the length unity

Δl – the contact length of the yarn

μ - friction coefficient on the surface

If the inertial force is neglected, from (1) yields:

$$\mu = \frac{\Delta T}{N} \qquad (2)$$

So, if the stress variation ΔT is known, the friction force is known and the friction coefficient can be calculated.

The determination of the stress variation ΔT can be realised by measuring the yarn stress before and after the yarn carrier. This measurement can be performed using two specialised transducers, their principle being presented in Fig.2.

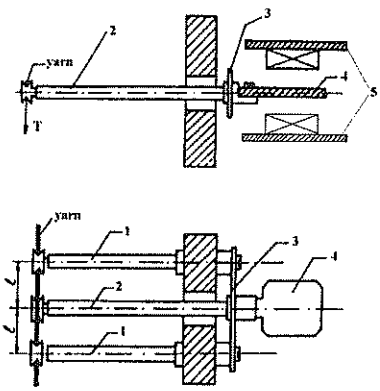


Figure 2.

Such a transducer transforms at beginning, through the mobile rod 2 and the elastic element 3, the yarn stress into a displacement. Its operation is based on the forces-balance principle (fig.2). The resistant torque of the elastic element equilibrates the torque created by the force N1, perpendicular to the mobile rod. The mobile rod displacement owed to the force N_1 determines a displacement of the lamella 4, fixed in opposite at the other end.

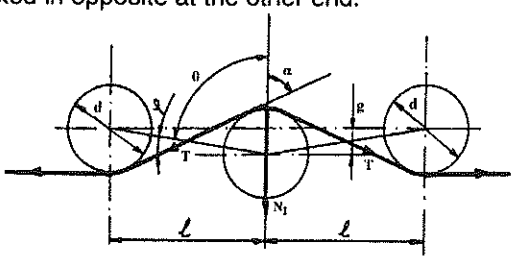


Figure 3.

According to the Fig.3, where *d* denotes the diameter of the rollers placed at the rod ends, one get the following:

$$N_1 = -2T\cos\left(\arcsin\frac{d}{\sqrt{l^2+g^2}} + arctg\frac{l}{g}\right) \tag{3}$$

that can be written in the form:

$$N_1 = kT \tag{4}$$

where:

$$k = -2\cos\left(\arcsin\frac{d}{\sqrt{l^2+g^2}} + arctg\frac{l}{g}\right) \tag{5}$$

One notes in (3) the existence of a nonlinear dependence between the normal force N_1 and the yarn stress T.

For an accurate measurement, the equation (4) must be linear, i.e. the coefficient *k* maintains oneself constant over the entire variation range of the yarn stress.

In relationship (5) the non linear dependency of the coefficient k on the constructive parameters is noticeable. In Fig.4 the variations of the k coefficient are shown as a function of these parameters.

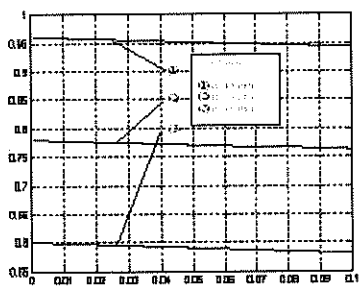


Figure 4.a. Dependence k = f(g) for l =constant

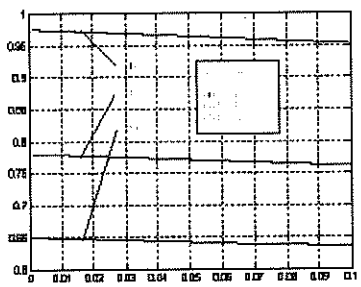


Figure 4.b. Dependence k = f(g) for d = constant

The experiments have shown that, for small displacements of the mobile rod up to 0.1mm, the variation of the coefficient *k* can be practically neglected. In this case, the coefficient *k* is considered constant over the entire measurement range.

The displacement of the lamella 4, which is fixed at the end of the mobile rod, occurs between two inductances of a displacement-phase differential transducer

(v. fig.2). This is composed by two circuits LC operating at the resonance. The lamella displacement determines a phase shifting of the collected signals from the two LC circuits.

An oscillator feeds the LC circuits with voltage pulses. The equivalent electric diagram of a LC circuit coupled with the lamella 4 is presented in Fig.5.

Relating to the Fig.4, the following relations can be written:

$$I_{11}(s) = sCU(s) \tag{6}$$

$$I_{12}(s) = \frac{U(s) - sML_k(s)}{R_C - sL} \tag{7}$$

$$I_k(s) = \frac{sMI_1(s)}{R_C + sL_k} \tag{8}$$

$$I_1(s) = I_{11}(s) + I_{12}(s) \tag{9}$$

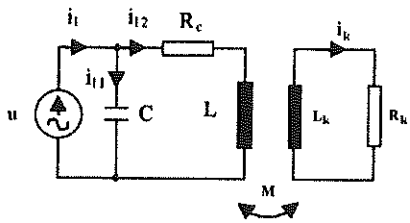


Figure 5.

The circuit transfer function is:

$$\frac{U(s)}{I_1(s)} = \frac{z_1(s)z_2(s) - s^2M^2}{z_1(s)z_3(s)} \tag{10}$$

where:

$$z_1(s) = R_C(s) + sL \tag{11}$$

$$z_2(s) = R_k + sL_k \tag{12}$$

$$z_3(s) = 1 + sC(R_C + sL) \tag{13}$$

Calculating the frequency response of the circuit $\frac{U}{I_1}(j\omega)$, one obtains:

$$\varphi(\omega) = \arg\left(\frac{U}{I_1}(j\omega)\right) = \arg\frac{R_CR_k - \omega^2LL_k + \omega^2M^2 + j\omega(R_CL_k + R_kL)}{R_k - \omega^2R_CCL_k - \omega^2R_kCL + j\omega(R_CR_kC + L_k - \omega^2LL_kC)} \tag{14}$$

The parameter values M, L_k and R_k are subjected to the lamella displacement. The values modification of the variables L_k and R_k is owed to the magnetic flux variation during the lamella displacement.

3. EXPERIMENTAL RESULTS

The block diagram of the analysed device is shown in Fig.6.

Its functioning is as follows:

The transducers $Tr_1...Tr_4$ are fed by the oscillator Osc_1 with rectangular voltage pulses. Since the transducers comprise LC circuits functioning in resonance, their output consists from sinusoidal signals corresponding to the fundamental frequency. These signals are supplied, by means of the switches $C_1...C_4$, to the formatters $F_1...F_4$ which convert them into dephased rectangular pulses, as a function of the position of the lamellae k_1 and k_2. The dephased pulses are introduced to the phase comparators PhC_1 and PhC_2, respectively, at the output of which constant amplitude pulses are obtained with variable fill factor, depending to the phase difference, therefore to the yarn tensile force.

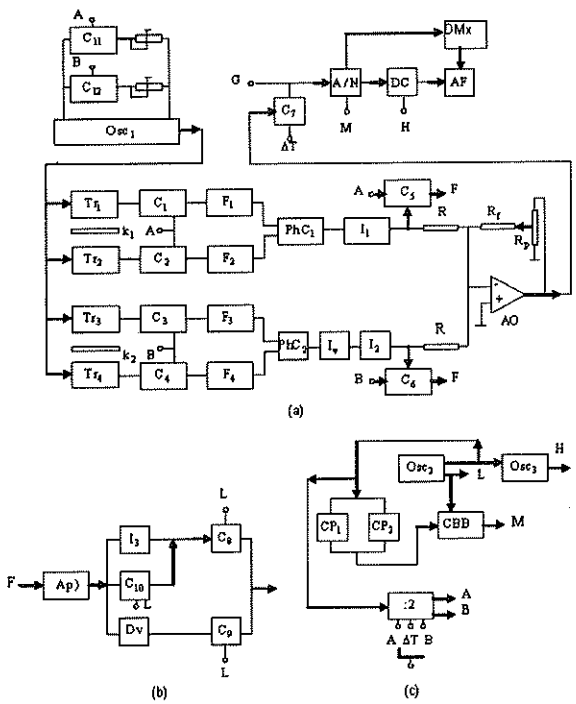


Figure 6. Block scheme of the system

In order to obtain a continuous voltage with variable value, these pulses are applied to the integrators I_1 and I_2. The resulting voltage depends on the yarn tensile force. One of the branches includes the inverter Iv which switches the sign of the output voltage of the integrator.

The two voltages are algebraically added on the operational amplifier AO. At the output of the amplifier a voltage is obtained which is proportional to the difference between the two yarn tensile forces, ΔT, measured by the two channels. The voltage value is digitally displayed. In this way information are provided regarding the friction of the yarn on a guiding device, providing that the two transducers are located before and after the device, respectively.

The system allows choosing the functioning regime, by means of the manual switch, which has three setting positions: A, B and ΔT. Setting the switch on the positions A and B enables displaying the tensile forces within the tested yarn. The average value of the tensile force, within a preset time interval (approx. 10 sec.), as well as its maximum value are cyclically displayed. The control of this cyclic display sequence is accomplished by means of the oscillators Osc_2 and Osc_3, the push-pull circuit CBB, the amplifier Ap, the integrator I_3 and the switches $C_8...C_{10}$. For the digital displaying of the test results the analogic-digital converter A/N, the decoder DC and the demultiplexer DMx are used.

The phase-frequency characteristic of the used LC circuits is presented in Fig.7. and the phase variation owed to the inductance modification is shown in Fig.8. One notes the characteristic linearity and the high sensitivity of the transducers.

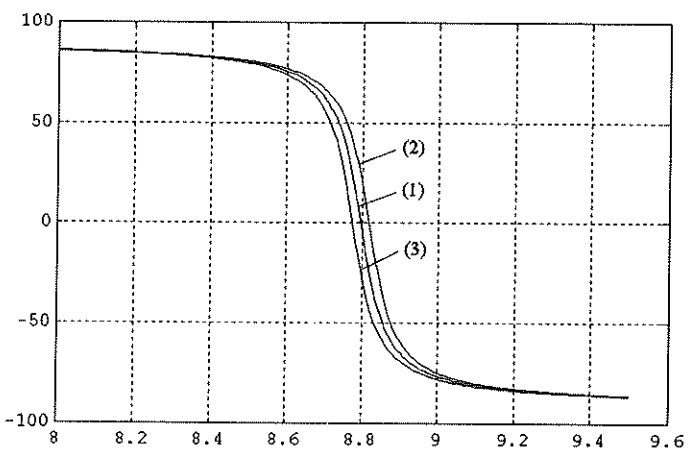


Figure 7.

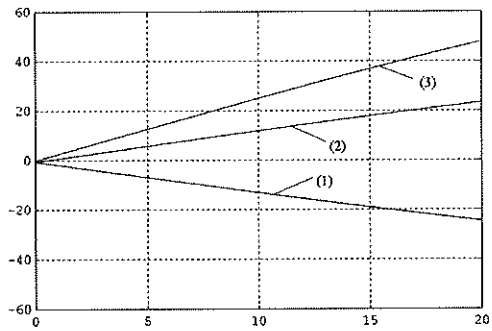


Figure 8.

4. CONCLUSIONS

The paper presents a system for testing and control of the yarns tensile and friction forces, the used transducers and the device block diagram.

The experimental determinations confirm the theoretical expectations.

REFERENCES:

[1] Dascălu D., et. al., *Circuite electronice,* Editura Didactica si Pedagogică, Bucureşti, 1985

[2] Nemescu M., Deniş A., *Traductor pentru măsurarea deplasărilor,* Brevet România, 1985

[3] Vyroubal D., Zele D., *Experimental optimization of the probe for eddy-current displacement transducer,* Vol.42, No.6, 1993

USAGE OF GEOTEXTILES IN ARCHITECTURAL ENGINEERING

A. KORKMAZ[1], S. KORKMAZ[2]

[1] Dokuz Eylül University, Civil Engineering Department, TURKEY,

[2].PennState University, Architectural Engineering Department. StateCollege, USA

ABSTRACT

Nowadays, it is very common and easy to apply multifunctional structural design in different aspects due to technological development in the structural area. Geotextiles are one of the important issue in architectural engineering for 2000's in both civil and architectural engineering. For Turkey, it is still difficult to apply, architectural aspects in the civil engineering rules and economical limitations. Architectural engineering is the overlap of civil engineering and architecture. For appropriate design and multifunctional structural use, it is very important to evaluate, architectural civil and economical dimension of the project. It is the only way to understand real dimension of the project. For geotextiles, it is easly understood to achieve the aesthetic view but it is also necessary to evaluate the engineering properties of the material. Here in this study, it is aimed to evaluate the structural use of geotextile in architectural design. Every year, millions of square metres of residential and puplic place roofs are covered with geotextile systems. These systems include a great variety of conventional and non-conventional roofing materials. Geotextile materials are applied on surfaces to protect structures from ultraviolet radiation. For geotextile roofing systems, some new materials are used newly. In these new systems, more factory prefabrication and less work for the roofs involved.

Keywords: Geotextiles, Architectural Engineering, Roofing systems, New Design Technologies

1. INTRODUCTION

Geotextiles are very important issue in architectural engineering for 2000's in both civil and architectural engineering. For geotextiles, it is easly understood to achieve the aesthetic view but it is also necessary to evaluate the engineering properties of the material. There are many different types of new membranes that are mostly prefabricated sheets applied materials that cure to form waterproof sheets. They are made from a wide variety of synthetic organic materials with various chemical compositions and additives. In some cases natural materials such as bitumen, organic fibers, etc. are compounded with them. A manufacturer may have a number of different products: reinforced or unreinforced with different fabrics, for protected or exposed application, with different seaming techniques and different attachment methods, availability in different colors. Geotextile materials are applied on surfaces to protect structures from ultraviolet radiation. For geotextile roofing systems, some new materials are used newly. In these new systems, more factory prefabrication and less work for the roofs involved.

2. PERFORMANCE OF ROOFING GEOTEXTILES

In general, performance is related to the user requirements and the attributes of materials of geotextile. The performance is the actual functional behavior of a structure system or element in service. Every roofing membrane as geotextile, irrespective of the material it is made of or who the manufacturer is, must be capable some properties such as, all weather factors during its service life. Resist various stresses from internal or external forces as earthquake and gravitiy forces. It may be appropriate to define some of the terms related to the performance of building materials or components in general. They apply to roofing sheets and membranes as well. Performance requirement is a qualitative statement describing what the system or element is to accomplish. Performance criterion is a quantitative aspect of the acceptable and/or adequate performance level. Characterization method means a method for evaluating the compliance with performance criteria. It should be noted that requirement and criterion are interchangeable and, to some, one means both, i.e. the qualitative aspect is implied in the statement of the quantitative aspects. The selection of a roofing geotextile, any other structural component, must be based on its ability to meet the performance requirements for proper functioning throughout its life.

The performance of roofs, as mentioned above, is related to numerous variables concerning weather factors and stresses. Most of the conditions vary from one situation to another, so that a large number of performance requirements and criteria are identifiable.

In this study, only the geotextile behavior and properties are considered. One way to predict the performance of a geotextile as a roof membrane is to identify the physical, chemical and mechanical properties essential for its performance and to quantify them either arbitrarily on the basis of experience or by testing many products in the same generic class. These values constitute the performance criteria for the specific class of product tests. These criteria may be projected with or without modifications to other generic types of geotextile. Similar requirements can be developed for a specific product if desired. Quantification of the requirements can be accomplished by comparison or experience with other products.

3. GEOTEXTILES IN DEVELOPMENT

The usage of geotextile are increasing by the years. The name of Professor Robert Koerner is synonymous with geotextiles and geosynthetics. His name is associated with pioneering development in the 1970's, fueled by his tireless offering of a series of courses in geotextiles in the Philadelphia Engineers Club,

around the US and the world. These lectures cumulated in the first book on geotextiles in 1980. Efforts in generations of civil engineering and textile/polymer material engineering have played a major role in the explosive growth of geotextiles in the past three decades. In figure 1, it iseen the incrasing usage of the geotextiles are given briefly. This curve is called the Koerner Growth Curve.

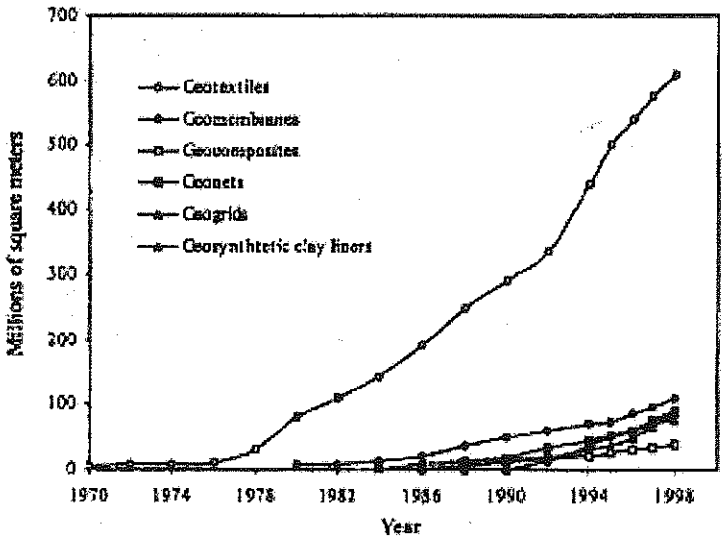


Figure 1. Increasing of the Usage of Geotextiles by Years

4. STRUCTURE OF GEOTEXTILES

Geotextiles is a sub-set of industrial textiles or technical textiles. According to the late Kaswell, industrial textiles can be categorized according to the form and the manner textile structures are used as outlined as in the items. In figure 2, it is seen the textile structures for geotechnical applications.

1. Composite Industrial Textiles: textiles are prepared by coating, impregnating, laminating or other processes not normally undertaken within the textile industry. Examples of products in this category include reinforced rubber; reinforced plastics, metal, ceramics and carbon matrices; abrasive fabrics; asphalt impregnates
2. Processing Industrial Textiles: textile structures used as a component in a manufacturing process. Examples include filtration fabrics such as paper making felts; polishing fabrics
3. Direct Use Industrial Textiles: textile structures that are manufactured or incorporated directly into the finished products such as awnings, tarpaulins, marine equipment, outdoor furniture, sporting goods, canvas bags, shoe linings

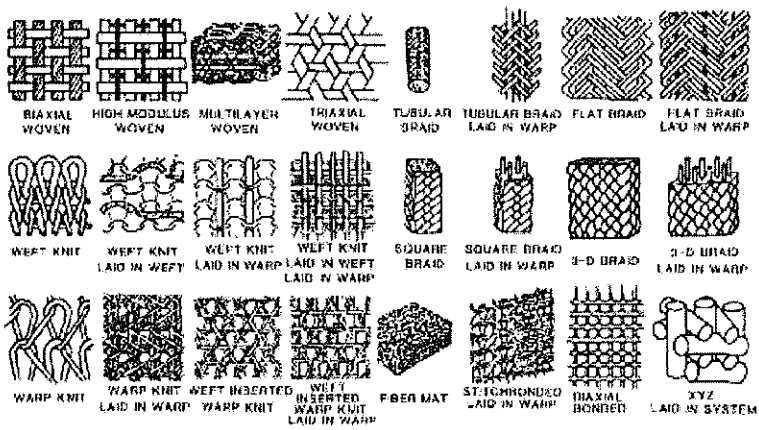


Figure 2. Textile Structures for technical Applications

There is a large family of textile structures available for geotextiles. Figure 2 illustrates examples of these structures. In the past two decades, aside from traditional woven fabrics, a diversification into various forms including knits and specialty nonwovens has occurred. A particular class of textile structures that has been rediscovered and undergone extensive development for advanced composites and many other industrial applications is the textile structure.

5. USAGE OF GEOTEXTILES IN ARCHITECTURAL DESIGN

For appropriate architectural design and multifunctional structural use, it is very important to evaluate, architectural civil and economical dimension of the project. It is the only way to understand real dimension of the project. For geotextiles, it is easly understood to achieve the aesthetic view but it is also necessary to evaluate the engineering properties of the material. Here in this part, some architectural applications are given.

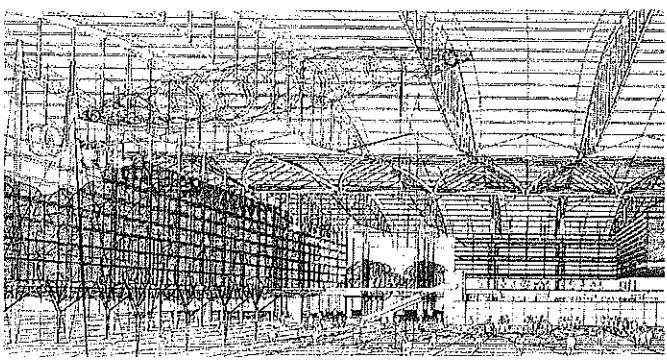


Figure 3. Geotechnical Applications for Roofing

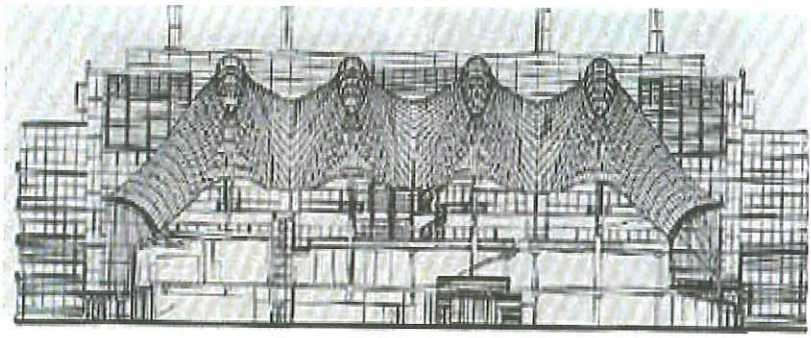


Figure 4. Architectural Design of Cover Roofing

In figure 3 and 4, it is given a design application for roofing and cover roffing design for long distance span. These kind of applications are for roofing applications. In figure 5, it is seen any other application is given for roofing systems.



Figure 5. Architectural Design of Cover Roofing



Figure 6. Some Application of Architectural Design of Cover Roofing for Various Spans

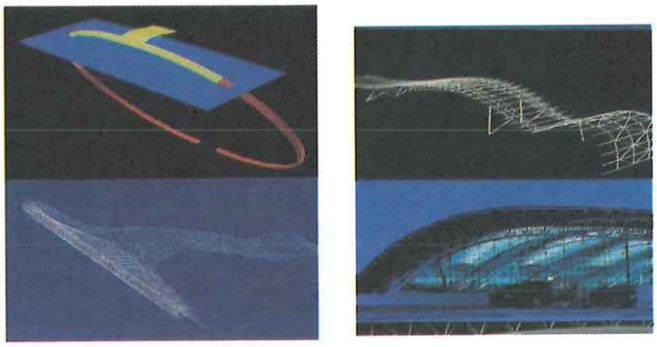


Figure 7. Design Shapes of Architectural Design of Cover Roofing for Various Spans

In figure 6, Some application of architectural design is given for roofing for various span length. In figure 7, Some design approach is given for covering system. In figure 8, it is given an application for roof cover. In figure 9, a public area over the structures is covered for recreation area



Figure 8. Architectural Design for Roof Covering in the Usage Purpose



Figure 9. Covering of A Public Area over the Structures for Recreation Area

6. SIMULATIONS OF GEOTEXTILES DESIGN

For Geotextile design in civil engineering, some simulations are used to analyze and design in optimum and stregthfull. Monte Carlo Simulations have most common usage in analyses. Monte Carlo Simulation gives the probabilistic structural design approach. Also some Finite Element analysis is used to achieve to design of geotixtiles as membranes. In figure 10 a simulation based design is given. And figure 11, Monte Carlo simulation design is given in the shape of probabilistic demand surface.

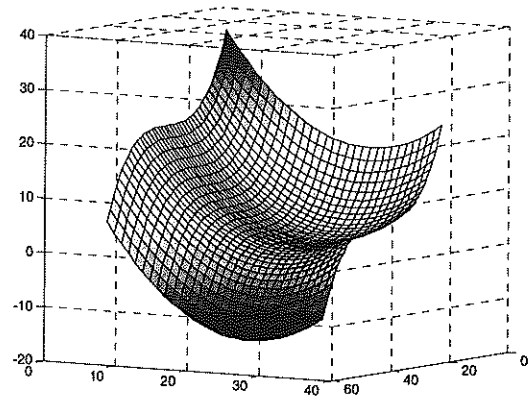


Figure 10. Simulation for Membrane Design

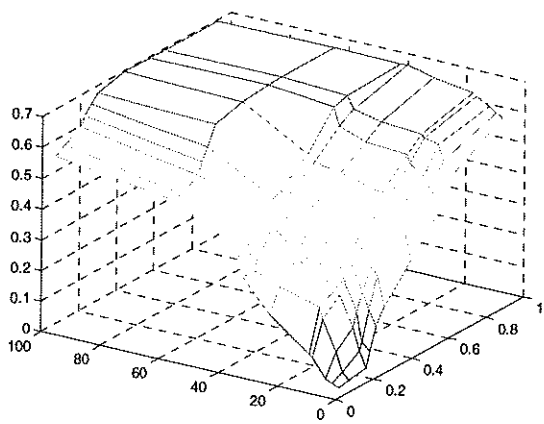


Figure 11. Monte Carlo Simulation Analysis of Membranes

7. CONCLUSION

There is a large family of textile structures available for geotechnical applications, a fundamental understanding of the dynamic interaction between textile structure and the geotechnical environment is essential for proper design and selection of geotextiles for a specific application. To provide a basis for assessment of the various fiber architectures for geotextiles and performance properties of various structures have been shown in terms of performance. Some examples of textile technologies suitable for linear and planar multifunctional usage are given in the figures. This paper is concluded by connecting geotextiles for architectural engineering. It is also given the Monte Carlo Simulation design is given membrane design.

REFERENCES

1. Chou, T.W. and Ko, F.K., Textile Structural Composites, Elsevier, 1989
2. Commerce Impact Study Of The Technical Textiles Sector, United Kingdom Department of Trade and Industry &PriceWaterhouseCoopers, May 2002
3. http://www.ukonlineforbusiness.gov.uk/cms/resource/file
4. George B. Haven., Mechanical Fabrics, John Wiley & Sons, 1932 Journal of Industrial Fabrics, Vol.1, Number 1,Summer 1982, IFAI
5. Koerner, R.M., and Ko, F.K., Laboratory Studies of Long Term Drainage Capability of Geotextiles, Proceedings, Part I. Second International Congress on Geotextiles, Las Vegas, August, 1982
6. Kaswell, E. R, Handbook of Industrial Textile, New York, West Point Pepperell, 1963
7. Matlab™ Program Tool Version 6.5. Release 13, The MathWorks, Inc. Software License Agreement
8. Marek, P., 2003, Probabilistic Assesment of Structures, 2. Edition, TERECO, Praha,CR
9. Somboosong, W., development of Ductile Hybrid Fiber Reinforced Polymer (DHFRP) Reinforcement for Concrete Structures, 1977, PhD Thesis, Drexel University
10. Technic Textile web page, http://www.technitex.org
11. Technical Textiles International, International Newsletters Ltd., June 2004 ve July 2004, http://www.technical-textiles.net/



D.E.Ü. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

II. ULUSLARARASI TEKNİK TEKSTİLLER KONGRESİ

13 - 15 Temmuz 2005

İstanbul Dünya Ticaret Merkezi

Yeni Fuar Kompleksi

İSTANBUL - TÜRKİYE

Editörler

Doç. Dr. Merih SARIIŞIK

Araş. Gör. Gülseren KARABAY

Araş. Gör. Ayşe ÇELİK

Kapak Tasarımı

Araş. Gör. F. Rahşan AKGÜL

(Güzel Sanatlar Fakültesi)

Araş. Gör. Ali Serkan SOYDAN



Teknik Fuarcılık Ltd. Şti. İşbirliğiyle

BİLDİRİLER

DBC-CHİTİN BİYOMATERYALLERİN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

I. KRUCIŃSKA[1], A. BŁASIŃSKA[1], A. KOMISARCZYK[1], P. KIEKENS[2], M. CHRZANOWSKI[1], L. SZOSLAND[1], G. SCHOUKENS[2]

[1]Tekstil Metroloji Bölümü, Łódź Teknik Üniversitesi, Polanya, [2]Tekstil Bölümü, Ghent Üniversitesi, **Belçika**

ÖZET

Çeviren: Gökhan Erkan

Chitin, antibakteriyel, antimetastatik, antiosteroporotik ve immunoadjuvant ajanı olarak aktiftir. Chitinin insan enzimleri varlığında biyolojik olarak parçalanabilir olduğuna, zehirli olmadığına ve insan vücuduna faydalı olduğuna dair birçok bilimsel kanıt bulunmaktadır. ABD patentlerine (Unitika Ltd., Japon: US4832404, 1990; US4431601, 1984) göre chitin liflerinin üretimi oldukça sorunludur ve çok fazla miktarlarda su ve yıkama maddesi gerektirmektedir. Tüm bunlar chitin lifleri ve bunlardan yapılan ürünlerin yüksek maliyetli olmasına neden olmaktadır. Son zamanlarda Chitomed projesi çerçevesinde, chitinin bir esteri olan ve popüler organik çözücülerde kolaylıkla çözülebilen dibutirilchitin (DBC)'nin sentezi için pilot tesis geliştirildi. DBC'nin lif ve film oluşturma özelliği vardır. DBC'nin biyolojik özelliklerinin araştırmaları, biyolojik olarak uygunluğunu ve organların iyileştirmesinin desteklemesinde sıra dışı kapasitesini göstermiştir. Bu makalenin amacı, yara pansuman malzemelerinin geliştirilmesi için iğneleme teknolojisinden başlayarak doğrudan eğirme sıvısından dokusuz yüzey üretimiyle sonlanan bir diz üretim yöntemlerini sunmaktır.

1. GİRİŞ

Yıllardan beri modern tıp ideal bir pansumanın tasarlanmasını ve üretilmesini beklemektedir. Bu tür bir pansuman şu gereklikleri yerine getirmelidir: cytotoksikal olarak davranmamalı ve tahriş etmemelidir, immunolojik tepkilere ve yarada istenmeyen morfolojik ve enzimatik değişikliklere neden olmamalıdır. Bu kusurların yerine pansuman yaraya iyi uymalı, kanamayı kesmeli, yarayı sızıntıların oluşmasına karşı korumalı ve bakterilere karşı koruyucu bir engel oluşturmalıdır. İlaveten ideal bir pansuman yarayı ıslak bir ortamda tutmalı, hava geçirgen olmalı ve oksijen geçişine olanak tanımalı, bakteriostatik ve analjezik özellikler göstermesinin yanı sıra zarar görmüş dokuların rejenarasyonunu teşvik etmelidir. Pansumanın ortadan kaldırılması işlemi sırasında taze dokunun zarar görmesine karşı yarayı koruyan değerli bir özellik de pansumanın yarayı iyileştirmesi sırasında biyolojik olarak parçalanabilmesidir.

Oldukça çok sayıda araştırma, doğal bir polisakkarit olan ve deniz ürünü işleminde atık bir materyal olan chitinin mükemmel pansuman materyali üretimi için kaçınılmaz yapan bir çok özelliğe sahip olduğunu göstermeye adamışlardır. Bir

çok deneme chitinin bakteriyosatatik ve analjezik etkiler gösteren biyolojik olarak uyumlu ve parçalanabilir bir polimer olduğunu ve ayrıca bağlayıcı dokuların tekrar inşasında ve yaranın iyileşmesinde zamanı kısalttığını ispatlamıştır. Doğal chitin aplikasyonunun tek dezavantajı genel olarak bulunabilen bilinen çözgenlerdeki çözünmezliği ve bununla ilişkili olarak chitin işlemesi ile ilgili çok büyük zorluklardır.

Bundan dolayı sadece birkaç araştırma ve üretim merkezi chitinin kullanıldığı uygun pansuman materyaline hakim olabilmekteydi. Bu üreticilerden biri BESTCHITIN adıyla pansuman materyali üreten ve bir Japon şirketi olan UNITIKA Co. dur. Bu şirket kendi ürününü çok yüksek fiyata sunmaktadır. Örnek olarak 10 x 8 cm boyutlarında pansumanın parça fiyatı 25 ABD dolarıdır. Ukrayna'da üretilen MYCOTON pansumanı da ayrıca piyasada bulunabilen bir chitin pansuman materyalidir. MYCOTON, içerisinde mantar kökenli chitin, glukan ve melamin kompleksi içeren hamurdan el yapımı kağıt üretim tekniği kullanılarak üretilir. Bu tür pansumanın esas dezavantajı kırılgan ve koyu renkli olmasıdır.

UNITIKA'nın yukarıda daha önceden bahsedilenden bağımsız olarak BESTCHITIN W ismi ile bir pansumanı da piyasada bulunmaktadır. Bu pansuman, yengeç chitininden yapılan bir dokusuz yüzey formundadır. Son zamanlarda yapısında mantar orijinli chitin barındıran bir membranı lifli materyal üzerine yaymayı amaçlayan girişimlerle ilgili bilgiler ortaya çıkmıştır. Sacchachitin membranı, içerisinde yaklaşık %40 chitin bulunan *Ganoderma Tsuage* mantarının ekstraktesi prensibine dayanarak üretilmektedir.

Chitinin sınırlı işleme özelliklerinden dolayı bir çok chitin türevi geliştirilmiştir. Chitosan, farklı uygulamalarda en yaygın türevdir. Japon EISAI Co. Ltd. şirketi, bu türev temel alınarak üretilmiş bir seri pansuman materyallerini piyasaya çıkarmıştır. Chitopack C ürünü 2 ila 20 mm uzunluğunda, uzunlamasına kesit çapı 20 µm – 50 µm ve enlemesine kesit çapı 3 - 15 µm olan pamuk gibi tanımlanabilen chitosan liflerinden oluşur. Bu lifler dokusuz yüzey pansuman üretimi için kullanılmaktadır. Aynı kuruluş Chitipack S ve P olmak üzere iki çeşit pansuman materyalini piyasaya sürmüşlerdir. Chitipack S köpük şeklinde deniz kökenli chitin içerirken, şişmiş chitin Chitopack P pansumanının ana kısmını oluşturur. Chitin veya chitosan içeren yapıdaki pansumanları üreten 3M şirketi diğer bir pansuman üreticisidir. Tegasorb ticari ismindeki bir ürün, poliisobütilen ve chitosan parçacıklarının dispersiyonundan oluşan bir hidrokollodial pansumandır.

Chitopoly lifleri, Fuji Spin Co. Ltd. tarafından üretilen farklı tekstil malzemeleridir. Bunlar lif yüzeyinde chitosan tabakalı polinozik liflerdir.

North Carolina State Üniversitesinden (NCSU) araştırmacılar üç tabakalı kompozit pansuman materyali gerçekleştirmişlerdir. Chitosan lifleri yara ile yüzyüze gelen tabakayı oluşturmaktadırlar. Bu tabaka antibakteriyel özelliklere sahip iken, orta tabaka membran şeklinde ve yara tarafından absorbe edilen biyolojik olarak parçalanabilir bir polimerden oluşur ve yaranın iyileşmesini hızlandırır. Ulaşılan bilgi bu tabakanın biri chitin türevi olan iki tip polimer içerdiği sonucuna yol açmaktadır. Üçüncü tabaka bir yapı elemanıdır ve resorbe olamayan ve iyileşme süresince değişen materyallerden oluşmaktadır.

Bilinen çözücülerde kolaylıkla çözülebilen bir ester chitin türevinin üretimi için yeni ve orijinal bir yöntem Lodz Teknik Üniversitesinde geliştirilmiştir. Disbutirilchitin (DBC) olarak bilinen bir polimer olan bu türevin film ve lif oluşturma özellikleri vardır. Bu lifler klasik yöntemlerle üretilebilmektedir. DBC ayrıca iplik üretimi ve tekstil pansuman materyalleri için bir hammaddedir. Bu materyaller göreceli olarak basit metotlarla işlenebilir ve kendi yapısında herhangi bir zarara yol açmadan rejenere chitin (RC) içeren materyallere dönüştürülebilir. DBC ve RC Avrupa standardı EN ISO 10993 tarafından belirlenmiş pansuman için tüm gereklikleri yerine getirmektedir.

DBC ve RC'den üretilen pansuman materyallerinin kullanılmasının araştırılması Wroclow'daki Tıp Akademisi Deneysel Ameliyat ve Biyomateryal Araştırma Bölümünde yapılmıştır. Yapılan testler bize, teknolojik olarak bazı avantajlı özelliklerleriyle karakterize edilen DBC'nin ayrıca chitin için aşağıdaki karakteristik biyoaktif özellikleri de koruduğunu tespit etmemize olanak tanımıştır [1-3].

- Sulu DBC ekstraktının yapılan "in vitro" testleri cytotoxicity etkilerinin tesbit edilemediğini kanıtlamıştır.
- Tavşan ve fareler üzerindeki "in vivo" canlı hayvan testleri sonrasında deri altı, DBC uygulaması sonucunda hiçbir reaksiyona rastlanmadığının yanı sıra DBC'nin karın boşluğuna implasyonundan sonra hiçbir doku reaksiyonuna rastlanmamıştır.
- Mikroskopik gözlemlerin sonuçları da Maxon ve Dexon ameliyat ipliklerinin çevresindeki reaksiyonların araştırılmasında elde edilenler ile aynıdır.
- Deney hayvanlarının karın sıvılarındaki IL1β ve IL6 interleukin seviye testleri, karın boşluğuna DBC'ye yerleştirilen hayvan grupları ile Maxon ve Dexon ameliyat iplikleri karın bölgesine yerleştirilen hayvan grupları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli farkların varlığını kanıtlamamaktadır.

Daha önce tanımlanan chitin türevinin bu belirgin özellikleri bir çok araştırma ve geliştirme merkezinin yanı sıra AB ülkelerindeki ve Polonya'daki ticari girişimcilerinde ilgisini çekmiştir. Şu anda DBC dokusuz yüzey yara pansuman materyali için optimal teknoloji geliştirilmesini konu alan Avrupa Birliği projesi CHITOMED gerçekleştirilmiş bulunmaktadır. Sunulan makalenin esas amacı, DBC lifleri ve çözeltisi kullanarak dokusuz yapı oluşturmada bazı dokusuz yüzey tekniklerini irdelemektir.

Pansuman materyali üretiminde dokusuz yüzey teknolojileri, ince düz tekstil ürünlerinin lif oluşumu olmadan doğrudan polimerden veya liflerden üretilmesine olanak tanır. Lifler kullanılarak en bilinen tülbent oluşturma yöntemi taraklama (karding) yöntemidir. Fakat bazı tip liflerde aerodinamik yöntemin uygulanmasının daha verimli olduğu ortaya çıkar. Yukarıda bahsedilen yöntemlerle karşılaştırıldığında doğrudan polimerden tülbent elde etme yöntemi şu anda şüphesiz daha ekonomiktir; çünkü doğrudan polimerden istenilen incelikteki ürünün üretilmesi olanağını yaratır. Bu teknolojilerde elde edilen ürünler şu dört yöntem ile üretilebilir: "spun-bonded" yöntemi ile, "melt-blown" yöntemi ile, "blow-about" ile polimer çözeltisinden ve elektrik alanı ile lif çekimi ile. Polimer eriğinden dokusuz yüzey üretimi için tasarlanan bazı donanımlar dünyanın her yerinde çalışırken, polimer çözeltisinden "blowing-about" yöntemi ile dokusuz yüzey üretimine olanak sağlayan donanım eksikliği vardır. Ne yazık ki DBC durumunda, DBC'nin erime sıcaklığı polimerin bozunma sıcaklığının yakınında olduğundan dolayı doğrudan eriyikten dokusuz yüzey üretimi imkansızdır. Chitomed projesi çerçevesinde doğrudan polimer çözeltisinden "blow-about" yöntemiyle ve bir Polonya ulusal projesi kapsamında elektrik alanı ile lif çekimi yöntemiyle doğrudan dokusuz yüzey elde etmeyi amaçlayan araştırmalar başlatılmıştır.

2. MEKANİK VATKA OLUŞTURMA YÖNTEMLERİNİ KULLANARAK DBC LİFLERİNDEN DOKUSUZ YÜZEY ÜRETİMİNİN TANIMI

Polimer çözeltisinden yaş eğirme işleminde elde edilen DBC lifleri kullanılarak vatkalar oluşturulmuştur. Liflerin üretimi için optimal koşulları ayarlamada şu çözücüler kullanılmıştır: Etil alkol, DMF, metilopirolidon ve DMSO. Farklı inceliklerde ve mekanik özelliklerdeki lifler Kimyasal Lifler Enstitüsü, Lodz, Polonya, tarafından üretilmiştir. Liflerin özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Deneyler sonucunda yüzey ağırlığı 40 g/m^2 den 100 g/m^2 ye taraklanmış vatkalar elde edilmiştir. Vatkalar boyuna veya enine lif düzenlemesine sahiptirler. Taraklama işlemi sırasında özellikle etil alkol çözeltisinden elde edilen liflerde yüksek lif kırılması gözlenmiştir. Ayrıca vatkaların düzgünlüğü de kullanılan liflerin elde edildiği eğirme işlemine bağlıydı. En iyi özellikler DMSO çözeltisinden üretilen DBC liflerinden yapılan vatkalarda ve en kötüleri etil alkolden üretilen DBC liflerinden yapılan vatkalarda elde edilmiştir. DMSO dan yapılan liflerin polimer kaybı %20, etil alkolden yapılan liflerde ise %60'dı.

Tablo 1. DBC liflerinin mekaniksel özellikleri

Nr	Lifin sembolü	Liflerin lineer kütlesi	Çözgen	Kuru halde germe		Halka halinde germe	
				Uzama	Mukavamet	Uzama	Mukavamet
		dtex		%	CN/tex	%	cN/tex
1.	IWCH/DBC 8E/1	3,3	Etanol	4,8	6,5	2,1	2,9
2.	IWCH/DBC 22/3	2,1	DMF	6,2	15,7	2,3	3,1
3.	IWCh/FDBC 35/1	2,8	N-MP	9,4	13,0	3,4	2,2
4.	IWCh/FDBC 68	2,9	DMSO	12,6	11,2	2,6	3,5

Vatka oluşumu için iki yöntem kullanılmıştır: taraklama ve aerodinamik.

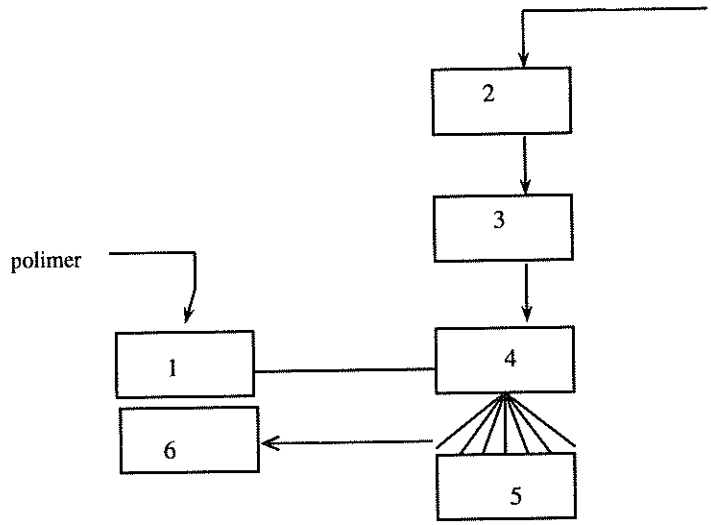
DBC liflerinin özellikle halka mukavemet testinde elde edilen düşük mekanik özellikleri, klasik taraklama sistemini kullanarak yüksek kalitede vatka elde edilmesinde bazı sorunların nedenidir. Bu DBC liflerinden dokusuz yüzey vatka üretiminde aerodinamik yöntemin neden kullanıldığının sebebidir. Deneyler orta büyüklükte metalik tarak garnitürlü ve açık hava kanallı aerodinamik Fehrer tip K12 makinede gerçekleştirilmiştir. Teknolojik parametreler şunlardır: kafesteki basınç, hava akımının basıncı ve hızı, liflerin özelliklerine göre krank milinin ayarlanması. Sonuçta üniform vatka örnekleri tarak sistemi ile karşılaştırıldığında çok daha az hammadde kaybında (%10 dan daha az) elde edilir.

3. POLİMER ÇÖZELTİSİNİN "BLOWING-ABOUT" YÖNTEMİ İLE DİBUTİRİLCHİTİN'DEN DOKUSUZ YÜZEY ÜRETİMİ KONSEPTİNİN TANIMI

Günümüze kadarki literatür pansuman materyali geliştirmede polimer çözeltisinden dokusuz yüzey üretimi için üç yöntemi işaret etmiştir. Bu yöntemlerden ikisi dokusuz yüzey kuru üretimine dayanmaktadır. İlk yönteme göre polimer eğirme düzesinden çıkar. Eğirme düzesine uygun açı altında yerleştirilen ikinci bir düze sıcak basınçlı hava besler. Hava akımı polimer filamentleri taşır ve onları bir taşıyıcı bant üzerine yayar. Çözgenin en son buharlaşması ve dokusuz yüzeyin katılaşması taşıyıcı bantta gerçekleştirilir. Diğer bir kuru polimer çözeltisinden dokusuz yüzey üretim yöntemi DuPont tarafından geliştirilmiştir. Filamentlerden uçucu çözgenlerin buharlaştırılması sonucu eğirme kanallarını ter ettikten sonra hızlı bir şekilde çeker. Üçüncü bir teknik dokusuz yüzeyin, polimer çözelti akışının bir sıvı banyo içerisine daldırılmış taşıyıcı üzerine yayılması ve bağlantısız vatkanın oluşturulmasından ibaret olan bir yaş çekim metodu ile çözeltiden üretilmesine dayanır. Vatka ilerideki bitim işlemlerine tabi tutulmalıdır.

Yukarıda bahsedilen üretim yöntemlerinden en uygunu hava akımının kullanıldığı teknoloji gözükmektedir. Bu teknolojiye dayalı olarak, dokusuz yüzey

tabakasını elde etmek için tarafımızdan bir laboratuar ekipmanı yapılmıştır. Bu ekipman Şekil 1'de gösterilen birimlerden oluşmaktadır. Birimler hep birlikte aşağıda listelenen fonksiyonları gerçekleştirmektedir.



Şekil 1. Dokusuz yüzey üretim tezgahının şeması

1) Eğirme düzesine polimer çözeltisinin iletilmesini yapan ve ortamın uygun sıcaklığını ve basıncını sağlayan besleme kısmı.
2) Sağlanan havanın önceden ayarlanmış sabit akış hızını koruyan hava akış kontrolörü.
3) Basınçlı havanın önceden ayarlanmış istenen sıcaklığa ısıtılmasını yerine getiren hava ısıtıcısı.
4) Polimer çözeltisinin arzu edilen sıcaklığa son ısıtmasını ve liflerin oluşumunu sağlayan eğirme düzesi.
5) Önceden ayarlanmış istenen birim alandaki ağırlıkta dokusuz yüzey oluşumunu saplayan alım birimi.
6) Oluşum bölgesinden gelen sıvıyı alan çözelti alıcısı.

4. DBC'DEN ELKTRİK ALANI ile LİF ÇEKİMİ YÖNTEMİ KULLANILARAK DOKUSUZ YÜZEY ÜRETİMİ KONSEPTİNİN TANIMI

Bu yöntem, bir elektrik alanındaki kuvetlerle polimer çözeltisinin düşerken lif oluşturması esasına dayanmaktadır. Bu yöntem, enine kesitleri nanometre boyutlarında olan liflerin elde edilmesine olanak tanımaktadır. Polimer damlasının elektrik alanı ile etkileşimindeki ilk araştırmalar 1914 yılında Zeleny (4) tarafından gerçekleştirilmiştir. Formhals elektrik alanı içerisinde eğirme işlemini 1934

de bulmuştur. Taylor 1964 de kritik bir voltaj varlığında verilen bir çeşit sıvının, düzeden çıkarken elektrik alanların etkisi altında bir polimer damlasının bir koniye dönüştüğünü ispatlamıştır. Elektrik alanının etkisiyle sıvı içerisine difüze olan elektrik yükleri, tüm sistemin enerjisini minimum yapacak şekilde lif yüzeyinin güçlü bir deformasyonuna yol açarlar. Maksimum alan şiddeti ve yük yoğunluğunda olan bölge içerisinde, elektrik yükleri yüzey gerilimini aşar ve sıvı düzeden çıkışta bir koni oluşturur. Sıvı partiküllerinin ince bir akışı koninin sonunda kesilmektedir. Taylor'un daha sonraki araştırmaları, farklı tipteki polimerlerin elektrik alanında davranışlarını inceleyen birçok araştırmacı için esin kaynağı ve çok küçük kesit boyutlarına sahip yeni nesil liflerin üretim teknolojilerinin geliştirilmesinde temel olmuştur (8-12).

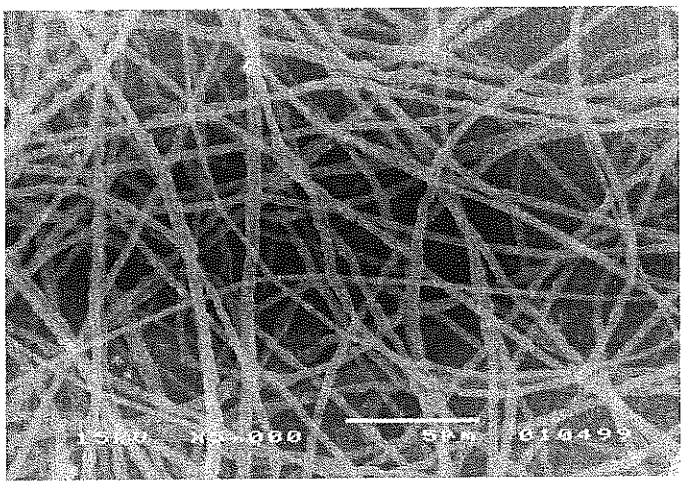
Tekstil Metroloji Bölümü çalışanları, elektrik alanı ile lif çekimi tekniği kullanarak dokusuz yüzey üretimi için laboratuar tipi prototip bir tezgah tasarlamış ve yapmışlardır. İki elektrot sistemin temel elementleridir. Bunlardan biri polimerin ekstruderden çekilmesini sağlar ve polimer damlasının uygun bir potansiyeli kazanmasına izin verir. Bu sistemin diğer bir önemli elemanı, polimerin üzerine elektrik potansiyelinin uygulandığı ve dokusuz yüzey işlemi sırasında liflerin üzerine bırakıldığı, alma elektrotu olan ikinci elektrottur.

Bu elektrot farklı şekillerde olabilir. Biz silindir biçimini önerdik. Bu silindirin döngüsel ve boylamsal hareketleri bizim isteklerimize bağlı olarak istenilen incelikte lif düzenlenmesine olanak tanımaktadır. Her iki hareketin (döngüsel ve boylamsal) kontrolü uygun bir otomatik kontrolün kullanılmasıyla kolay bir şekilde gerçekleşebilir. Bu tür bir konstrüksiyon ayrıca bize tüm sistemin komşularından basit izolasyonuna olanak verir. Her iki elektrot arasında yaratılan elektrik alanı uygulanan voltaj tarafından bozulmayacak şekilde karşılıklı izole edilir. Tüm sistem dış elektrik alanından ve hava akımlarından Faraday kafesi uygulanarak izole edilir.

5. DENEY SONUÇLARI

Çeşitli dokusuz yüzey tekniklerinin uygulanması, farklı incelikteki liflerin oluşturduğu farklı yapıdaki tülbentlerin üretilmesine izin vermiştir. Taramalı elektron mikroskobu kullanılarak elde edilen elektro-spun vatkaların mikroskobik fotoğrafları Şekil 2'de sunulmuştur.

Dokusuz yüzey vatkaları oluşturan liflerin enine boyutlarının analizi SEM kullanılarak yapılan gözleme dayanarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Tablo 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Elektrik alanı ile lif çekimi yöntemi ile üretilmiş DBC'den yapılmış dokusuz yüzey vatka. Fotoğraf JEOL JSM-5200-LV taramalı elektron mikroskobu kullanılarak elde edilmiştir.

Tablo 2. Elde edilen liflerin kesit boyutlarının ölçüm sonuçları.

Vatka oluşumu teknolojisi	Maksimum kesit boyutunun ortalama değeri, μm	Kesit boyutunun varyasyon katsayısı, %
"Blow-about" yöntemi	10,5	18,1
Elektrik alanı ile lif çekim yöntemi	0,338	18,9
Yaş eğrilmiş IWCh/FDBC 68 liflerinin kullanıldığı aerodinamik yöntem	17,9	11,6

6. SONUÇLAR

1. Yara pansuman materyali olarak en iyi karakteristik, DMSO çözeltisinden elde edilen liflerden yapılan vatkada gözükmektedir. (en iyi vatka üniformitesi). Aerodinamik yöntem ile oluşturulan vatka israf miktarını %10'a düşürmektedir.
2. Deneyler DBC çözeltisinden "blow-about" tekniği ve elektrik alanı ile lif çekimi yöntemi kullanılarak dokusuz yüzey oluşturma olanağını ispatlamıştır.
3. Elektrik alanı ile lif çekimi tekniğinin kullanılması tülbenti oluşturan liflerin enine boyutlarını iki kat azalmasına olanak tanır. Bu boyutların nanometre bölgesine inmesi demektir.

7. KAYNAKLAR

1. Paluch D., Pielka S., Szosland L., Staniszewska-Kuś J., Szymonowicz M., Solski L., Żywicka B.: Biological investigation of the regenerated chitin fibres. Eng. of Biomaterials 2000, 12, 17-22.
2. Paluch D., Szosland L., Staniszewska-Kuś J., Solski L., Szymonowicz M., Gębarowska E.: The biological assessment of chitin fibres. Polymers in Medicine 2000, XXX, V, 3-32.
3. Szosland L., Krucińska I., Cisło R., Paluch D., Staniszewska-Kuś J., Solski L., Szymonowicz M.: Synthesis of dibutyrylchitin and preparation of new textiles made from dibutyrylchitin and chitin for medical applications. Fibres & Textiles in Eastern Europe 2001, v.9, (34), 54-57.
4. Zeleny J. Phys.Rev 1914;3:69-91.
5. Formhals A.,Process and apparatus for preparing artificial threads. US Patent No.1,975,504,1934.
6. Taylor GI. Proc R Soc Lond A 1964;280:383-97.
7. Taylor GI. Proc R Soc Lond A 1969;31:453-75.
8. Zong X.,Kim,K.,Fang,D.,Ran,S.,Hsiao,B.S., Chu,B., Polymer, vol43, 4403-4412, 2002.
9. Kalayci,V.C., Patra,P.K., Warner,P.B., Electrostatic spinning and properties of ultrafine fibers,
10. Deitzel,J.M.,Kleinmayer, J.D., Hirvonen,J.K.,Beck Tan,N.C., Controlled deposition of electrospun poly(ethylene oxides) fibers, Polymer, Vol.42, pp.8163-8170,2001.
11. Demir, M.M., Yilgor,I.,Yilgor,E., Erman,B., Electrospinning of polyurethane fibers, Polymer, vol.43, pp.3303-3309.
12. Fong, H. I inni , Generation of electrospun fibers of nylon 6 and nylon 6-montmorillonite nanocomposite, Polymer, vol.43, pp.775-780,2002.

TEŞEKKÜR

Araştırma Avrupa Komisyonu tarafından proje numarası QLK5-2002-01330 "DBC ve Chitinden Yapılan Biyomedikal Tekstiller" projesi çerçevesinde kısmen finanse edilmiştir.

SENTETİK LİFLERİN FOTOKİMYASAL YÜZEY MODİFİKASYONLARI

E. SCHOLLMEYER, K. OPWIS, T. BAHNERS

Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V., Adlerstr. 1, D-47798 Krefeld-Germany

Çeviren: Bengi Kutlu

Farklı reaktif ortamların varlığında, sentetik liflerin (örn. Poliester (PET), poliamid (PA) ya da polipropilen (PP)) yüzey özellikleri, excimer-UV lambalar kullanılarak fotokimyasal olarak değiştirilebilir.

UV-ışınları polimer yüzeyindeki bağları, farklı türdeki reaktif ortamlarda reaksiyon verebilecek radikaller oluşturacak şekilde parçalayabilmektedirler. Substratın fotooksidasyonu, oksijenin (havanın) varlığında, hidrofilik materyaller oluşturacak şekilde gerçekleşir.

Alil bileşiklerini kullanarak aşılama reaksiyonu, yüzey radikallerinin çift bağlara katılması ile uygulanabilir. Katılan molekülün fonksiyonel gruplarına bağlı olarak, işlem gören polimerin yüzey özellikleri ayarlanabilmektedir. Örneğin, fotokimyasal olarak bağlanmış gliserol-1-alileterin hidroksil grupları, PET'a yüksek bir hidrofillik kazandırmaktadır ve perfloro-4-metilpent-2-en'in katılması, perflorlanmış karbon grupları nedeniyle polimere hidrofobik ve oleofobik özellik verir.

Dialil bileşikleri (örn. 1,7-oktadien ya da dialil ftalat) varlığında, bariyer tabakaları (örn. sentetik lif materyalinin bazik hidrolizini engellemek için) oluşturacak şekilde polimer yüzeyinde fotokimyasal olarak çapraz bağlanma reaksiyonları meydana gelmektedir.

Son araştırmalar enzimlerin, biyomoleküllerin ya da yüzey üzerinde bulunan, özel özellikleri olan moleküllerin fotokimyasal olarak immobilizasyonunu amaçlamaktadır. Bunun sonucunda, kataliz, tıp, tekstil endüstrisi ve gıda teknolojisinde geniş uygulamaları olan yüksek fonksiyonelliğe sahip sentetik lifler elde edilecektir.

JEOSENTETİK İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ YOL KAPLAMALARI İÇİN MEKANİSTİK BİR TEPKİ MODELİ

E. TUTUMLUER[1], H. CEYLAN[2]

[1]University of Illinois, [2]Iowa State University, USA.

Çeviren: R. Befru Turan

ÖZET

Esnek kaplamanın yapısal tepkisi ve performansı jeosentetiklerin taban sırası takviyesi olarak kullanılması ile geliştirilebilir. Jeosentetik takviyesi ile sağlanan yapısal yararı araştırmak için bir non-lineer mekanistik model geliştirilmiştir. Toprak/agregat-jeosentetik arayüzü 3-düğümlü kumaş elemanı ve 6-düğümlü kalınlıksız komşu arayüz elemanı ile modellenmiştir. Arayüz bağlantı durumlarının farklı dereceleri çalışılmıştır. Takviyesiz ve jeosentetik takviyeli konvansiyonel esnek kaplamalıda granüllü zemin tabakasının izotropik ve çarpraz-anizotropik karakterizasyonlarından tahminlenen tepkileri kıyaslamak için mekanistik model uygulanmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki; yüksek sertlikte jeosentetik takviye kullanımı doğal olarak kritik kaplama tepkilerini azaltmıştır.

Anahtar sözcükler: jeosentetikler, esnek kaplamalılar, sonsuz eleman, arayüz, anizotropi modülü

1.GİRİŞ

Jeotekstiller ve jeogridler yol yapımı endüstrisinde en çok kullanılan jeosentetik çeşitleridir. Hem jeogridler hem de yüksek mukavemetli dokunmuş jeotekstiller agregat taban sıraları için gerilme takviyesi sağlayabilirler. Jeogridler ve yüksek mukavemetli jeotekstiller ayrıca zayıf yol temel topraklarının sağlamlığını arttırmak ve performansını geliştirmek için yapım sırasında toprak altı direnç sağlamakta kullanılabilirler.

Alt tabaka güçlendirme tasarımı, zayıf veya yumuşak bir alttabakanın üzerinde taşıma kapasitesini veya yapı makinalarının desteklenmesini arttırmak için toprak altı/alt zemin veya toprak altı/temel arayüzeyi üzerine yerleştirilmiş bir jeotekstilin kullanımıdır .Bir jeosentetik tabakanın eklenmesi kaplama yapısının taşıma kapasitesini birbirini izleyen yüksek kesme dayanımlı yüzeyler oluşturmak üzere zorlayarak arttırabilir. Enlemesine kısıtlama ve/veya zar gerilim etkileri de yük taşıma kapasitesine katkıda bulunabilirler. Jeosentetikler ayrıca zayıf toprak altı zeminler üzerinde yapı makinaları için çalışma alanı sağlamada kullanılabilirler.

Eğer jeosentetikler yol kaplaması tasarımı amacı için kullanılıyorsa, bu genellikle yol kaplama yapısı üstündeki taşıt trafiğini desteklemek için başvurulan taban

takviyesi ile ilgilidir. Bu nedenle; jeosentetik takviyenin katkısını sayısal olarak göstermek için taban takviye tasarımı deneysel olarak elde edilmiş olan trafik yarar oranı yada taban sırası azalma faktöründen yararlanır.

Jeosentetik takviye ince asfalt yüzeye ve gerçekten kalın bağlantısız granül tabakalara sahip düşük ve orta yoğunluklu yollarda başarılı ve yararlı bir uygulama için yüksek potansiyele sahip görünür. Bu yararlar sık sık artan kaplama hayatıyla veya elde edilen yapısal performansı ile azalan taban sırası kalınlığıyla anlaşılır. Uygun mekanistik esaslı yol kaplaması tasarım modellerinin olmayışı, jeosentetik takviyesinin yollarda ulaşım malzemesiyle kullanılmasını sınırlandırır.

Son on yılda, yol kaplamaları için mekanistik esaslı bir tasarımı benimsemeye yönelik önemli bir eğilim vardır. Mekanistik-deneysel (M-E) bir tasarım yönteminin genel bileşenleri: (1) kritik yol kaplaması tepkilerini (σ,ε,Δ) mümkün olduğu kadar doğru bir şekilde hesaplamak için yol kaplaması yapısal modeli ve (2) transfer fonksiyonları yada bu tepkileri kaplama performans ölçümlerine çevirmek için kaplama "distress" modeli. O zaman tasarım yöntemi istenen performans derecesi ve güvenilirlik gerçekleşinceye kadar kaplama yapısını iteratif olarak ayarlayarak düzeltmeyi gerektirir.

Kaplamanın tabakalı yapısının sonlu eleman modeli (FE), en modern teknolojiyi ve nonlineer analizde gerilmeden bağımsız ve çoğunlukla anizotropik olan kaplama tabaka özellikleri, düzensiz geometriler ve jeogrid zemin takviyesi ile kolaylıkla uyum sağlayan kaplama materyallerinin en mükemmel özelliklerinin en mükemmel ve gelişmiş tanımlamasını hiç şüphesiz sağlar.

Bu yazı son zamanlarda Illinois üniversitesinde geliştirilen bir FE esaslı yapısal modelden elde edilen analitik sonuçları gösterir ve jeosentetik takviyeli kaplamaların mekanistik analizi için kullanılır. Jeosentetik takviyelerin teknik avantajlarını göstermek için gelişmiş materyal tanımlamanın ve tabaka arayüz modellemesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

2.Kaplamalı yol materyali tanımlaması

2.1. Asfalt beton ve toprak altı zemin

Kaplama yapısında hem üstteki asfalt beton (AC) tabakası hem de toprak altı zemin izotropik materyaller olarak modellendi. AC tabakası girdi olarak kullanılan sadece 2 elastik materyal sabiti ile lineer elastik olarak modellendi; bunlar elastik veya rezilyans modülü (MR) ve poisson oranı (v) olmaktadır. Toprak altı tabaka için, nonlineer zemin davranışı dikkate alınmıştır. İnce-granüllü toprak altı zeminlerin rezilyans modülü gerilme durumuna bağlıdır. Tipik olarak, zemin modulü

yükselen gerilim seviyesiyle orantılı olarak azalır, böylece gerilme-yumuşama modeli davranışı gösterir. Yapısal ilişkiler öncelikle rezilyans modülü ve ince-granüllü toprak altı zemin için saptırıcı gerilme arasında kurulmuştur. Bilineer veya aritmetik model toprak altı zeminleri için en yaygın kullanılan rezilyans modülü modelidir (Thompson ve Eliot,1985). Geliştirilen mekanistik modelde kullanılan bilineer zemin modeli aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$M_R = K_1 + K_3 x (K_2 - \sigma_d) ; \sigma_d \leq K_2$

$M_R = K_1 - K_4 x (\sigma_d - K_2) ; K_2 \leq \sigma_d$

Burada K_1, K_2, K_3 ve K_4 tekrarlanan yüklemeli üç eksenli testlerden elde edilen materyal sabitlerdir ve $\sigma_d (= \sigma_1 - \sigma_3)$ saptırıcı gerilmedir. Thompson ve Eliot'a göre (1985), bilineer eğride kopma noktasındaki rezilyans modülünün değeri, K_1, ince-granüllü zeminleri yumuşak, orta veya sert olarak sınıflandırmak için kullanılabilir.

2.2. Bağlı olmayan agregat taban

Hicks ve Monismith'in (1971) K-θ modeli, Uzan'ın (1985) modeli gibi rezilyans modülü modelleri zemin/toprak altı agregatların nonlineer davranışlarının modellenmesi için gerilme bağımlılığını dikkate alırlar ve FE programlaması ile pratik tasarım kullanımı için uygundurlar. Özellikle Uzan modeli hem sınırlama hem de saptırıcı gerilmelerin etkilerini dikkate alır ve bu yüzden bağlı olmayan bir agregat tabakada dikey ve yatay gerilme artışıyla yükselen modül veya sertliği çok iyi ele alır. Uzan (1985) modeli aşağıdaki gibi ifade edilir:

$M_R = K_1 (\theta / p_o)^{K_2} (\sigma_d / p_o)^{K_3}$

Burada; $\theta = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = \sigma_1 + 2\sigma_3$ = hacimsel gerilme ; $\sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3$ saptırıcı gerilme, p_o 1kPa'ın birim basıncı, ve K_1, K_2 ve K_3 granül materyaller üzerinde tekrarlanan yüklemeli üç eksenli test verilerinden elde edilen çoklu regresyon sabitleridir.

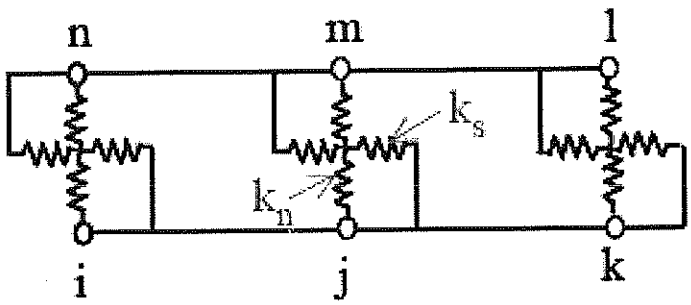
Materyal sabit değerlendirmesinde kolaylığı ve basitliği nedeniyle, Uzan modeli granüller materyaller için nonlineer tanımlama modeli olarak geliştirilmiş mekanistik modelde kullanılır. Bağlı olmayan agregat tabakaları ya Mr ve v'nin ataması ile izotropik olarak yada aşağıda verilen 5 materyal özelliğini gerektiren çarpraz-anizotropik olarak modellenebilir; yatay modül (M_R^h), dikey modül (M_R^v), kesme modülü (G_R), ve düzlem-içi (v_h) ve düzlem-dışı (v_v) Poisson oranları.Uzan (1985) çeşidi bir rezilyans modül modeli kaplama granül tabakalarının çarpraz-anizotropik tanımlaması ile uygun olarak her üç modül için etkin olarak geliştirilebilir (Tutumluer ve Thompson, 1997 ve Tutumluer ve arkadaşları, 2003).

2.3. Jeosentetik Takviyesi

Jeosentetik takviyeyi modellemek için 3 düğümlü eksene göre simetrik membran elemanı, jeosentetik takviyeyi modellemek için FE ağı olarak kullanılmıştır. Membran elemanları gerilme yüklerine dayanabilir, fakat eğilmeye dayanımları yoktur. Membran elemanı uzama bileşenleri eksene göre simetrik yer değiştirme alanında meridyenel ve çevresel yönlerde eksenel membran gerilmesi ve halka gerilmelerdir. Eksene göre simetrik analiz düzleminde bar elemanının fazlası olan eksene göre simetrik membran elemanı, geliştirilmiş eksene göre simetrik nonlineer FE programında jeogridler için düzenlenmiştir.

2.4. Zemin/agregat- jeosentetik arayüzü

Zemin/agregat-jeosentetik arayüzlerini modellemek için konvansiyonel kalınlıksız arayüz elemanları kullanıldı (Goodman ve arkadaşları, 1968; Cloug ve Duncan, 1969; Desai ve arkadaşları, 1984). Bu çalışmada benzer bir kalınlıksız 6 düğümlü arayüz elemanı, 3 düğümlü membran ve 8 düğümlü sürekli ortam elemanları ile uyumlu olması için seçilmiştir. Şekil 1 üst ve alt düğümlere bağlı 6 yay ile kesme ve normal sertliği ifade eden 6-düğümlü arayüz elemanını gösterir. Normal ve kesme yay katsayıları, k_n ve k_s, aslında elastik temel üstündeki bir eğilme/kayma probleminde toprak altı reaksiyon modülüne benzerdir ve aynı birimdedir (kPa/m). Yaylı bir uniform temel modülü k'nın gerilme enerjisi bu yüzden konsantre yay sertliğinin gerilme enerjisine eşitlenir. Farklı bağlantı durumları varsayılmış ve değişen k_s girdi değerleri ile jeosentetik-zemin altı arayüzlerinde incelenmişlerdir.



Şekil 1. 6-düğümlü kalınlıksız arayüz elemanı ayrıntısı

Bağıl lokal yer değiştirmeleriyle lokal gerilmeleri ilişkilendiren 6-düğümlü arayüz elemanının lineer elastik bağıntı, uygulanan normal gerilme σ_n ve arayüzün pürüzlülük yada sürtünme özelliklerine bağlı kesme sertliği, k_s, ve normal sertlik k_n kullanılarak ifade edilebilir (Desai,2001). Arayüz elemanının kesme sertliğini

değiştirerek, farklı jeosentetik bağ durumları özelleştirilebilir. Bunlar; tam bağlantı, kısmi bağlantı, yada uygun dolgu tabakası veya ilgili zemin-agregat katman veya arayüz kesme kuvveti dikkate alındığında jeosentetik olmayan durumdur.

3. Geliştirilen mekanistik tepki modeli

Jeosentetik-takviyeli esnek kaplamalar nonlineer esnek tepki modellerini çalışmak için lineer veya nonlineer elastik tabakalardan oluşmuş eksene göre simetrik zeminler olarak modellenmiştir. Non-lineer analizde gerilme bağımlılığının uygun bir şekilde tanımlanması ve fazla sıkıştırma gerilmelerinin ele alınması için küçük artımlı yükleme dikkate alınmıştır.

İncelenen tipik bir konvansiyonel esnek yol kaplaması 76 mm kalınlıkta bir AC tabaka ve 254 mm bağlantısız bir dolgu temel tabakasından oluşur. 828 kPa'lık uniform bir basınç, aşırı yüklemeli bir kamyon tekerliğinin kaplamaya 102 mm çaplı dairesel alan üzerinde uygulanan yüklemesini sümile etmek için uygulanmıştır. Geliştirilmiş FE modelinde kullanılan element çeşitleri ve seçilen materyal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Bağlı olmayan agregat zemin tabakası hem izotropik hem de çarpraz-anizotropik olarak modellenmiştir. Nonlineer izotropik ve anizotropik bağlantısız agregat taban modellerinde kullanılan Uzan model parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Gerçek basınç birimlerini kPa veya MPa olarak ifade etmek ve dikey yatay ve kesme modül modelleri için tanımlanan K_1,K_2 ve K_3 model parametrelerini oluşturmak için birim basınç p_o terimine ihtiyaç vardır.

Tablo 1'de listelenen 5516 MPa'lık jeosentetik modülü, birçok jeogrid ve jeotekstil için standart çekme mukavemeti testlerinden elde edilen klasik değerlerden açıkça daha büyüktür. Zemin/agregat-jeosentetik arayüzünün mekanizması henüz açıkça tanımlanmamış olduğu için; böyle yüksek değerlerde bir jeosentetik modülünün kullanılması alan uygulamalarında jeogrid/jeotekstil takviyesinin deneysel olarak gözlenen faydalarını vurgulamak için kullanılmıştır. Ayrıca, bu öncelikle zemin/agregat ve jeogrid arasındaki kompleks etkileşim ve bağlantının uygun modellemesini veya anlama eksikliğini dengelemek içindir. Eiksund ve arkadaşları (2002) da kaplama yüzey deformasyonlarını azaltmada değişen jeogrid sertliğin etkilerini inceledi ve çok yüksek değerlerde takviye özelliklerinin ve geliştirilmiş arayüz analiz tekniklerinin deneysel olarak gözlenmiş jeogrid yararlarını en iyi şekilde göstermek için gerekli olduğu sonucuna vardılar.

Tablo 1. Lineer ve nonlineer mekanistik FE analizlerinde seçilen materyal özellikleri

Materyaller	Element	Kalınlık (mm)	E (MPa)	v	Materyal özellikleri
AC	8-düğümlü zemin	76	2,758	0.35	Izotropik ve Lineer Elastik
Zemin		254	207 veya 124		Non-lineer $M_R=K_1(\theta/p_c)^{K_2}(\sigma_d/p_o)^{K_3}$
					K_1 (kPa) | K_2 | K_3
				v_v	Dikey rezilyans modülü parametreleri
				0.4	4100 | 0.64 | 0.065
				v_h	Yatay rezilyans modülü parametreleri
				0.1	615 | 3.416 | -2.808
				-	Kayma modülü parametreleri
				-	1435 | 0.834 | -0.167
Alt tabaka	8-düğümlü zemin	-	28 veya 41		Non-lineer: Bilineer veya aritmetik model
					K_1 (kPa) | K_2 (kPa) | K_3 | K_4
					41,369 | 41 | 1000 | 200
Jeosentetik(zemin/alt tabaka arayüzünde)	3-düğümlü membran	1.27	5,516	0.1	İzotropik ve lineer Elastik

4. Jeosentetik-takviyeli yol kaplama sistemi için arayüz model sonuçları

Tablo 2 iki farklı arayüz model yaklaşım çalışması için kullanılan arayüz özelliklerini listeler; bunlar geliştirilen FE mekanistik modeli ve de ticari ABAQUS™ FE program temas modelidir. Geliştirilen mekanistik modeldeki zemin/agregat-jeosentetik arayüzü membran elemanı ve komşu 6-düğümlü arayüz elemanı ile gösterilmiştir. Kontinyum ve membran elemanı arasına yerleştirilen normal ve kesme yayları, yay sertliğine (k_s ve k_n) bağlı göreli hareketleri sağlamaktadırlar. Normal arayüz yayları sürekliliği sağlamak ve komşu elemanların üst üste binmesini veya zımbalanmasını önlemek için $k_n=2442.6*10^6$ yüksek değerinde seçilmiştir. Taban ve toprak altı zemin tabakaları sırasıyla 207 ve 28 MPa sabit modülünde seçilir. Arayüz bağlantı durumlarının farklı seviyeleri arayüz elemanında değişen kesme sertliği,ks, ile incelenir.

Arayüz göreli yer değiştirmeleri her bir arayüz için seçilen kesme sertliği k_s yükseldikçe tipik olarak azalır. k_s'nin en yüksek değeri (=$2,714*10^6$ kPa/m) tam

bağlama durumuna uygun gelmektedir. Bu analizde eşit kayma sertlikleri ile tanımlanan üst ve alt arayüzlerde maksimum göreli yer değiştirmeler $25*10^{-6}$ ile $4{,}140*10^{-6}$ mm arasında değişirler. Tahmin edilen böyle küçük büyüklükte göreli yer değiştirmeler jeosentetiğin taban-toprak altı arayüzünde hiçbir geniş hareket veya kayma yapmadığını gösterir.

Tablo 2. Mekanistik modelde ve ABAQUS™ FE analizlerindeki arayüz özellikleri

Arayüz elemanı	Geliştirilmiş Mekanistik FE Modeli		ABAQUS™		sürtünme açısı Φ
	k_n ($*10^6$ kPa/m)	k_s ($*10^6$ kPa/m)	E_{slip} (mm)	Sürtünme katsayısı μ	
6-düğümlü yay arayüzü	2,442.6	1.4;4.1;16.3;135.7;2,714	-	-	-
Arayüz kontakt modeli (ABAQUS™)	-	-	0.25	1	45°

Eksene göre simetrik ABAQUS™ FE modelinde, jeosentetik takviyelerini modellemek için 3-düğümlü eksene göre simetrik membran (MAX2) kullanıldı. ABAQUS™ temas modeli zemin/agregat–jeogrid arayüzlerinde sürtünme direncini göstermek için farklı bağlantı durumları seçildi. Sürtünme katsayısı μ (=tan Φ) ve elastik kayma E_{slip} ABAQUS™ temas modeli için gerekli girdilerdir. Temel amaç gelişmiş mekanistik model arayüz davranışını kanıtlamak ve her bir analiz için benzer kaplama tepkileri, sağlamak üzere bir dizi girdi özelliği belirlemektir. Geliştirilen mekanistik FE modeli kaplama tepki tahminleri bu yüzden ABAQUS™ FE analiz sonuçlarıyla karşılaştırıldı. Tahmin edilen sonuçlar, k_s kesme sertliği 6-düğümlü arayüz elemanında ABAQUS™ kontak model inputu μ= 1 ve E_{slip}=0,25mm ile ilişkili olarak, 4.1x106 kPa/m (15,000 pci) alındığında mekanistik FE modeli ve ABAQUS™ çözümleri arasında iyi bir uyum olduğunu gösterdi.

Tablo 3 bu çalışmada geliştirilen FE mekanistik modeliden ve (1) takviye edilmemiş, (2) jeosentetikle tam bağlı, (3) arayüz elemanları kullanarak jeosentetiğin kısmen bağlandığı üç farklı arayüz bağlama koşullarını dikkate alarak yapılan AAQUS™ doğrusal elastik denemelerinden elde edilen dairesel tekerlek orta çizgisindeki yüklemeye ilişkin olarak tahminlenen kritik tepkilerde çok iyi uyum göstermektedir.

Tablo 3. Lineer analizlerden tahminlenen kaplama tepkilerinin karşılaştırması

Kaplama Tepkileri	Takviyesiz		Tam bağlamalı		Arayüz elemanları ile	
	ABAQUS™	FE Mekanistik modeli	ABAQUS™	FE Mekanistik modeli	ABAQUS™ (arayüz E_{slip}=0.25m,μ=1)	FE Mekanistik modeli (k_s=4.1*10^6 kPa/m)
δ(mm) yüzey	0.884	0.884	0.859	0.861	0.861	0.861
ε_r(με) AC altı	-275 (gerilme)	-274	-271	-271	-271	-271
ε_v(με) alttabaka üstü	658	631	595	593	595	592
σ_v(kPa) alttabaka altı	21.7	19.9	20.1	20.3	20.1	20.0

5. FE mekanistik lineer ve nonlineer analizlerinin karşılaştırılması

Daha sonra gerilmeye bağımlı temel ve nonlineer çözümlerde uygulanan toprak altı modül modelleri (Tablo1'de verilen) ile ilgili kaplama sisteminin analizinde mekanistik FE modeli uygulanmıştır. Nonlineer analizden tahminlenen taban sıra rezilyans modül dağılışları nonlineer Uzan (1985) modelinden elde edildiği gibi üstte 175 MPa ile alt tabakada 100 MPa arasında yer almıştır. Bu sonuçlara göre, taban sırasında 124 MPa olan ortalama sabit tabaka modülü lineer analizde kullanılmak için hesaplanmıştır. Benzer olarak nonlineer analizden hesaplanan toprak altı modülü bilineer yaklaşımdan elde edildiği gibi ağın üstünde 38 MPa'dan altında 45 MPa'a kadar değişmiştir.

Bu yüzden toprak altına 41 MPa'lık ortalama sabit tabaka modülü lineer elastik analizlerde kullanmak için seçilmiştir.

Üç farklı arayüz bağlantı durumu, (1) takviyesiz, (2) tam bağlamalı jeosentetik, ve (3) arayüz elemanları kullanımı ile kısmi bağlamalı jeosentetik düşünülerek, hem lineer hem nonlineer elastik analizlerden tahminlenen yüklemeye merkez çizgisindeki kaplama tepkileri Tablo 4'de listelenmiştir: Kısmi bağlamalı durumda ayrıca kesme sertlik girdisi k_s=4.1x10^6 kpa/m olarak alınmıştır. Tipik olarak, farklı bağlama koşulları için hem lineer hem nonlineer analizden kaplamada benzer yüzey eğilmeleri tahminlenmiştir.

Tablo 4'te verilen lineer ve nonlineer izotropik analiz sonuçlarının karşılaştırması, toprak altı tabakanın nonlineer analizden tahminlenen biraz yüksek dikey uzama/gerilme değiştirmelerini göstermektedir ki, bu da kaplama analizinde bu konunun dikkate alınmasını kritik hale getirir. Takviyesiz bölümden jeogrid takviyeli bölüme giderken olan kaplama tepkilerinde, önceden tahminlenen yüzde

azalmalar Tablo 4'te listelenmiştir. Takviyesizden takviyeliye doğru kaplama tepkilerinin yüzde azalmaları genellikle nonlineer analizlerde yüksektir. Sadece izotropik analiz düşünülerek, dikey toprak altı uzamalar takviyesiz kaplama bölümlerinde jeogrid kullanımı ile orijinal uzama seviyelerinin %24'üne kadar başarıyla azaltılmıştır.

6. FE mekanistik model lineer analizlerinin izotropik ve çarpraz-anizotropik taban sırası tanımlamaları için karşılaştırmaları

Önceki bölümde tartışılan sonuçlar izotropik lineer ve nonlineer analizlerden bulunmuştur. Granüler zemin tabakasının çarpraz-anizotropik bir materyal ile temsili dikey ve yatay yönlerde farklı rezilyans modül özellikleri seçilerek dikkate alınmıştır. Tablo 1 de verilen izotropik modül modellerinde kullanılan model parametreleri önceki araştırma çalışmalarından (Tutumluer ve arkadaşları, 2003) elde edilmişti.

Tablo 4. Lineer ve nonlineer analizlerinden tahminlenen kaplama tepkileri

Kaplama Tepkileri	Lineer Analiz Sonuçları (Takviyesizden % Azalma)					
	İzotrıpik Zemin			Anizotropik Zemin		
	Takviyesiz	k_s=4.1*10^6 kPa/m	Tam bağlamalı	Takviyesiz	k_s=4.1*10^6 kPa/m	Tam bağlamalı
δ_v (mm) yüzey	0.836	0.818 (2.1%)	0.815 (2.4%)	0.889	0.853 (4.0%)	0.848 (4.6%)
ε_R (με) AC altı	-347	-344 (1.0%)	-343 (1.2%)	-375	-363 (3.1%)	-361 (1.2%)
ε_v (με) alttabaka üstü	895	701 (21.7%)	728 (18.7%)	1306	827 (36.6%)	848 (35.1%)
σ_v (kPa) alttabaka altı	40	38 (5.8%)	39 (2.3%)	46	38 (14.7%)	41 (10.1%)
Kaplama Tepkileri	Nonlineer Analiz Sonuçları (Takviyesizden % Azalma)					
	İzotrıpik Zemin			Anizotropik Zemin		
	Takviyesiz	k_s=4.1*10^6 kPa/m	Tam bağlamalı	Takviyesiz	k_s=4.1*10^6 kPa/m	Tam bağlamalı
δ_v (mm) yüzey	0.836	0.815 (2.4%)	0.813 (2.7%)	0.889	0.856 (3.7%)	0.851 (4.3%)
ε_R (με) AC altı	-340	-335 (1.5%)	-334 (1.8%)	-373	-361 (3.2%)	-359 (3.8%)
ε_v (με) alttabaka üstü	946	719 (24.0%)	747 (21%)	1410	855 (39.4%)	872 (38.2%)
σ_v (kPa) alttabaka altı	42	40 (4.7%)	42 (2.1%)	49	44 (11.2%)	45 (8.7%)

Tablo 4 izotropik ve çarpraz–anizotropik agregat taban karakterlerinden tahminlenen kritik kaplama tepkilerini karşılaştırır. Genel olarak, tahminlenen kaplama tepkileri çarpraz-anizotropi dikkate alındığında daha yüksektir. Başka bir değişle,

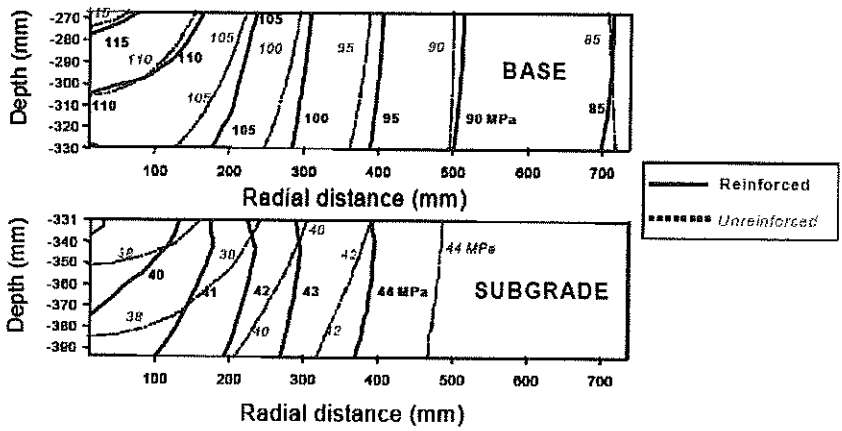
takviyesizden takviyeli bölüme doğru kaplama tepkilerinin yüzde azalması anizotropik analizlerde %39'a varan toprak altı dikey uzamalar için daha yüksektir.

Bu bulgular, Jeogrid takviyeli esnek kaplama tepkisi üzerine anizotropik taban sırası modül karakterizasyonlarının etkilerini inceleyen Eiksund ve arkadaşları (2002) sonuçları ile uyum içindedir.

Kaplama takviyesi uygulamalarında jeogrid/jeotekstil teknik avantaj veya yararlarının çok önemli bir göstergesi granül taban ve toprak alt katmanlarının sertlik etkisi veya sertlik alanı olarak gösterilen jeosentetik takviyesinin civarındaki sertliktir. Şekil 2, jeosentetik tabaka, takviye edilen bölümlerde toprak altı tabaka arayüzününe yerleştirildiğinde jeosentetik takviyeli bölümlerin hemen altındaki ve üstündeki zemin ve toprak altı tabakaların anizotropik analizinden tahminlenen dikey modülü göstermektedir. Şekil 2'deki aşırı modül kontürlerinde görüldüğü gibi, takviyeli kısımlar özellikle toprak altı tabakanın üzerinde hem toprak altı hem de zemin tabakalarında modül artışına neden olurlar. Bu sertleştirme etkisinin doğal sonucu, toprak altı tabakanın çökmesinden sorumlu olan toprak altı üstündeki dikey baskılı uzama/gerilme gibi kritik kaplama tepkilerini etkin biçimde azaltmaktır.

7.Özet ve sonuçlar

Jeosentetiklerin yol kaplamalarında taban takviyeleri gibi kullanımı kaplamalı yol performansında önemli iyileştirmelere öncülük edebilir. Böyle bir jeosentetik takviyeli mekanizmayı analitik olarak modellemek için, trafik yüklemesinden dolayı tabakalı kaplama tepkilerini mekanistik olarak çözmek ve esnek kaplama tasarımında jeosentetik taban takviyesiyle sağlanan yapısal yararları göstermek için eksene göre simetrik bir sonlu eleman modeli geliştirilmiştir. Mekanistik model, tekerlek yükünü dairesel uniform bir yüke yaklaştırır ve jeosentetikleri modellemek için kaplama tabakaları, kumaş veya membran elemanlarını göstermek için kullanılan sürekli ortam elemanları ve zemin/agregat-jeosentetik arayüzlerini modellemek için yay elemanları ile yapılan eksene göre simetrik gerilme analizinden kaplama elastik tepkilerini hesaplar. Jeorid-geotekstil takviye mekanizmasının incelenmesi çeşitli arayüz bağlama düzeylerini, diğer bir deyişle jeorid ile ve jeoridsiz kısmi bağlama ve tam bağlamayı belirlemek amacıyla hem izotropik hem anizotropik taban sıra karakterizasyonlarını dikkate alan lineer ve nonlineer analizler için arayüz elemanlarındaki kesme rijitliklerini değiştirerek yapılmıştır. Kalınlıksız arayüz elemanlarının yay kayma sertliği k_s yükseldikçe, kısmi bağlı durumlarda tahmini kaplama tepkileri tam bağlı durumun tahmini kaplama tepkilerine yaklaştı. Arayüz elemanları k_s yay kayma sertliği 4.1×10^6 kPa/m seçildiği ve ABAQUS^{TM} arayüz temas modeli elastik kayma 0.25 mm ve sürtünme kaysayısı $\mu=1$ kabul edildiğinde mekanistik model ve ABAQUS^{TM} tahminleri arasında iyi bir uyum sağlandı.



Şekil 2. Nonlineer analiz zemin özelliğinde tahmin edilen dikey modül dağılımları

Analiz sonuçları kaplama yapılarının performansının özellikle taban ve toprak altı tabakaları arasında jeogrid ve yüksek mukavemetli dokuma jeotekstiller içermesiyle geliştirilebileceğini gösterdi, çünkü jeosentetikle güçlendirilmiş bölümler genellikle azalmış kritik kaplama tepkileri verir. Bulgular (1) agregat taban ve toprak altı zemin tabaka modülüne bağlı nonlineer gerilme ve (2) bağlı olmayan granüler tabakaların çarpraz-anizotropisi analizde uygun olarak düşünüldüğü zaman jeosentetik takviyelerinin kullanımındaki yararların yükseldiğini göstermiştir. Jeosentetik takviye çevresinde yükselen modül özelliklerinden jeosentetik takviyenin çevresinde katılaşmış bir bölge belirlenmiştir.

Kaplama zemin takviyesi için jeogrid ve jeotekstil kullanımının deneylerle gözlemlenen teknik avantajlarını modelleme yoluyla daha iyi gösterebilmek için bu alandaki ileriki çalışmalar zemin/agregat ve jeogrid arasındaki kompleks etkileşim ve bağlanma ile arayüzün geliştirilmiş modelleri üzerine odaklanmalıdır.

8. Referanslar

1. Clough, G.W. and Duncan, J.M. 1969. Finite element analyses of Port Allen and old river rocks. Geotechnical Engineering Report, TE-69-3, Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley, September.

2. Desai, C.S. 2001. Mechanics of Materials and Interfaces - The Disturbed State Concept, CRC Press LLC, Florida, pp.421-476.

3. Desai, C.S., Zaman, M.M., Lightner, J.G., Siriwardane, H.J. 1984. Thin layer Element for interfaces and joints. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol. 8, pp. 19-43.

4. Eiksund, G., Hoff, I., Svano, G., Want, A., Cuelho, E.V., Perkins, S.W., Christopher, B.R., Schwartz, C.W. 2002. Material models for reinforced unbound aggregate, Proc. 6th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways, and Airfields, Lisbon, Portugal, June.

5. Goodman, R.E., Taylor, R.L., and Brekke, T.L. 1968. A model for the mechanics of jointed rocks. Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 94, SM3.

6. Hicks, R.G. and Monismith, C.L. 1971. Factors influencing the resilient properties of granular materials, In Transportation Research Record 345, TRB, National Research Council, Washington, DC, pp. 15-31.

7. Thompson, M.R. and Elliott, R.P. 1985. ILLI-PAVE based response algorithms for design of conventional flexible pavements. In Transportation Research Record 1043, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 50-57.

8. Tutumluer, E. and Thompson, M.R. 1997. Anisotropic modeling of granular bases in flexible pavements, In Transportation Research Record 1577, TRB, Washington D.C., pp. 18-26.

9. Tutumluer, E., Little, D.N., and Kim, S.-H. 2003. Validated model for predicting field performance of aggregate base courses, In Transportation Research Record 1837, Journal of the Transportation Research Board, TRB, Washington, D.C., pp. 41-49.

10. Uzan, J. 1985. Characterization of Granular Materials, In Transportation Research Record 1022, TRB, National Research Council, Washington D.C., pp. 52-59.

SAÇ ÖRGÜLÜ LİF TAKVIYELİ KOMPOZİT ÇUBUKLARLA BETONUN GÜÇLENDİRİLMESİ

R. FANGUEİRO[1], G. SOUSA[1], F. SOUTİNHO[1], S. JALALİ[2] AND M. DE ARAÚJO[1]

[1]Tekstil Mühendisliği Bölümü, Minho Üniversitesi, [2]İnşaat Mühendisliği Bölümü, Minho Üniversitesi

Çeviren: Özlem Kayacan

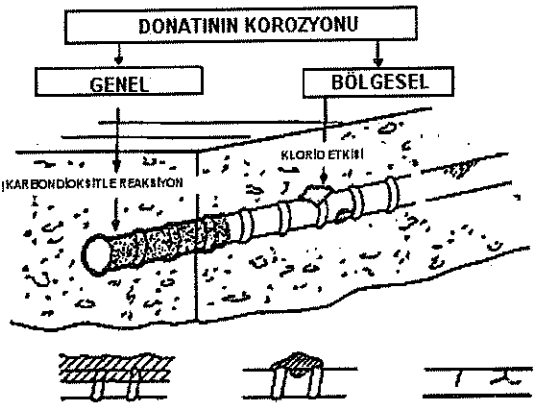
ÖZET

Bu bildiride betonun takviyesi için saç örgülü çubukların geliştirilmesi ile ilgili Minho Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir çalışma anlatılmaktadır. Saç örgülü yapıların mekaniksel davranışlarını anlamak amacı ile bir ön araştırma yapılmıştır. Farklı lif tipleri (cam, polyester ve aramid), farklı saç örgülü yapılar (basit, hibrit ve öz takviyeli) ve sonuncuda farklı özlü takviye ipliği sayısında çeşitli numuneler üretilmiştir. Bu numunelerin gerilme özellikleri değerlendirilmiştir ve sonuçları sunulmuştur. Her bir faktörün saç örgülü yapının gerilme özelliklerine etkisi analiz edilmiştir ve tartışılmıştır. Betonun takviyesinde kullanılmak üzere saç örgülü takviyeli kompozit çubuklar üretmek için standart dikey saç örgü makinesi kullanılarak, özel bir teknik geliştirilmiştir. Saç örgülü takviyeli kompozit materyaller, beton ve kendisi arasında adezyonu arttırmak için çıkıntılı yapının içinde üretilmiştir. Özel numuneler hazırlanmıştır ve her iki materyali içeren yapışmayı değerlendirmek için test edilmiştir. Saç örgülü takviyeli kompozit çubukların gerilme ve eğilme özellikleri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar tartılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton, saç örgüsü kumaşlar, kompozit, takviye

1. GİRİŞ

Beton yapılar sürekli yüke ve saldırgan çevresel etkenlere maruz kalırlar. Bu durum zamanla yapıda mekanik performansının ve dayanıklılık performansın zayıflaması ile sonuçlanır. Betonu etkileyen en önemli problemlerden biri çelik donatının korozyonudur. Şekil 1' de görüldüğü gibi, korozyon, hidrate edilmiş çimentoda bulunan kirecin karbondioksitle reaksiyonu veya klorürlerin etkisi ile oluşabilir. Birinci durumda kirecin atmosferde var olan karbondioksit ile reaksiyonu betonun alkaliliğinde derece derece azalmaya yol açmaktadır. Beton örtüsünün Ph'ı 9' dan düşük olduğunda, çeliği koruyan sıkı oksit tabakası zarar görür; bu nedenle çeliğin korozyonuna sebebiyet veren elektrokimyasal reaksiyonların oluşması gerçekleşir. Klorür iyonunun saldırısı yapının yakınlarında bulunan klorid iyonlarının göçünden ileri gelmektedir. Klorür iyonları verilen kritik miktara geldiği zaman, çeliğin korozyonu için gerekli potansiyelin önemli derecede arttığı kabul edilir. Bu durum özellikle denizle veya buzlanmayı önleme amaçlı kullanılan tuzlarla temasta olan yapılarda zararlıdır.



Şekil 1. Çelik donatının korozyonu

Saç örgü tekniği belki de tekstil yapıları için en eski üretim işlemlerindendir. Genellikle halatlar ve kablolarda kullanılır. Ayrıca saç örgüsü kumaşlar, özellikleri (düzlemde çok eksenli yerleşim, rahatlık, hasara karşı mükemmel dayanım ve maliyet) sebebi ile kompozit takviyeler için oldukça uygundur. Saç örgü tekniği ile kompozit takviyeler için (T'ler, I'lar, içi boş kumaşlar), geniş bir ön şekilli yapı grubu üretilebilmektedirler, bununla birlikte, saç örgü makinesindeki iplik bobinlerinin sayısı kumaş boyutlarını sınırlamaktadır.

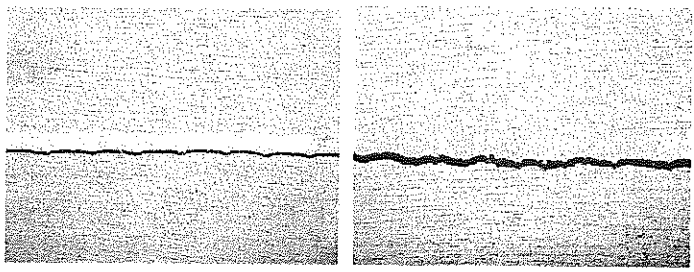
2. SAÇ ÖRGÜ TAKVİYELİ KOMPOZİT ÇUBUKLAR

Cam–saç örgü kumaş takviyeli betonların üzerinde yapılan önceki araştırmalarda karşılaşılan problemlerin üstesinden gelmek için saç örgü takviyeli kompozit çubuklar üretilmiş ve test edilmiştir. Ayrıca beton ve kompozit çubuklar arasındaki çekme değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

2.1 Üretim

Numuneler aynı anda saç örgülü kumaşlara emdirme yapacak biçimde özel olarak adapte edilmiş klasik bir saç örgüsü makinesinde üretilmiştir. Saç örgü takviyeli kompozit metal çubukların pürüzlülüğünü ve dolayısıyla betona adezyonunu arttırmak için saç örgülü kumaşlar Şekil 2' de görüldüğü gibi çıkıntılı bir yapı olarak üretilmektedir. Çıkıntılı yapı kalın ipliklerle, saç örgüsü makinesinde 7 standart 1 kalın iplik kombinasyonu ile sağlanmaktadır. Pürüzlülükte daha kuvvetli bir etki için saç örgüsünün üretimi sırasında kalın ipliklerin sayısı arttırılabilir.

Cam saç örgülü kumaşlar üretilmiş ve aynı zamanda saç örgüsü işlemi sırasında polyester termoset reçine ile emdirilmişlerdir. Üretilen kompozit materyal çubukların özellikleri Tablo 1' de verilmektedir.



a) b)

Şekil 2. Çıkıntılı yapı a) Saç örgülü kumaş b) Saç örgü takviyeli kompozit kumaş

Tablo 1. Kompozit Materyal Çubukları Özellikleri

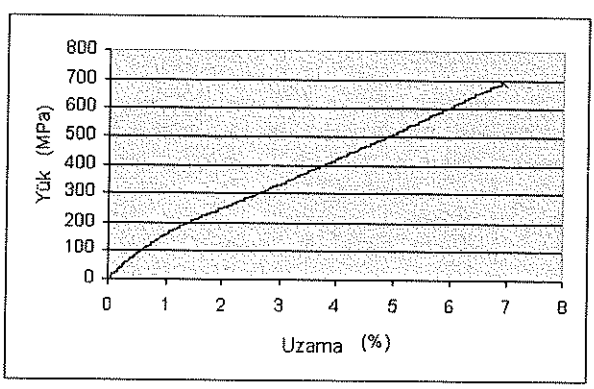
Saç Örgüsü Kumaş Tipi	Lif Tipi	Kalınlık (mm)	Lif Hacim Oranı (%)	Reçine Tipi
Öz takviyeli	Saç örgüsü iplikleri: 110 tex, E cam lifi Öz takviyesi: 12 E cam lifi 900 tex fitil	3.7	63.44	polyester

2.2 Mekaniksel Özellikler

Üretilen saç örgülü takviyeli kompozit çubukların gerilme özelliklerinin değerlendirilmesi için deneysel çalışmalar Hounsfield çok amaçlı mukavemet ölçerde, ASTM D368 standardına göre, çene hızı 1 mm/dk. olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 2' de verilmiştir. Şekil 3 tipik yük-uzama eğrisini göstermektedir.

Tablo 2. Kompozit takviyeli çubukların gerilme özellikleri

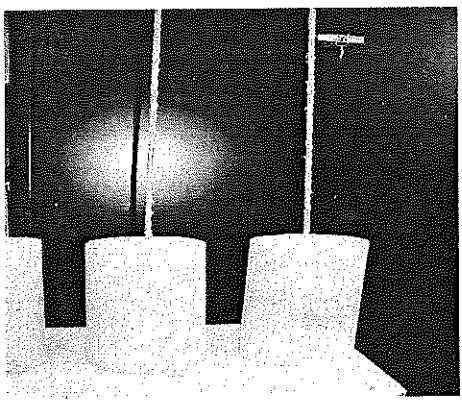
Mukavemet (MPa)	Maksimum gerilme kuvveti altında uzama (%)	Young modülü (MPa)
946.81	6.93	17700



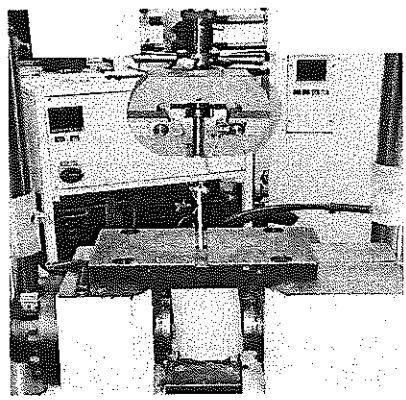
Şekil 3. Saç örgülü takviyeli kompozit çubuklar için tipik gerilme – uzama eğrisi

2.3 Betona Adezyon

Beton ile saç örgülü kompozit çubuklar arasında yapışmayı değerlendirmek amacıyla Şekil 4'teki gibi 8 adet numune hazırlanmıştır. Numuneler çok amaçlı mukavemet ölçerde genellikle çelik için kullanılan 0.1 mm/sn çene hızında NPEN 10002-1 standardına göre test edilmişlerdir. Saç örgülü kompozit çubuklar kopma noktasına kadar betona tamamen yapışmışlardır.



Şekil 4. Yapışma testi için numuneler

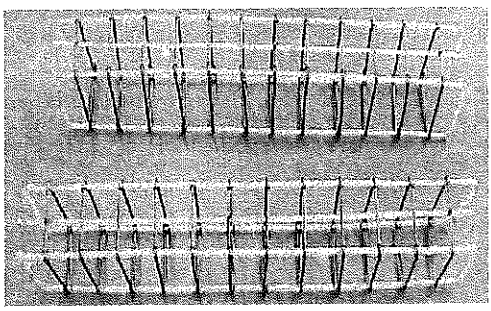


Şekil 5. Yapışma testi

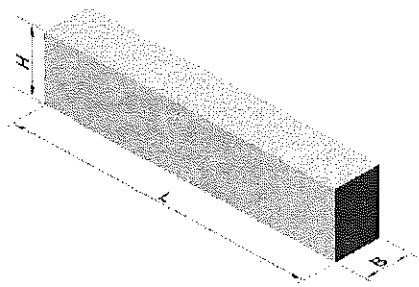
3. SAÇ ÖRGÜSÜ TAKVİYELİ ÇUBUKLARLA GÜÇLENDİRİLEN BETON KİRİŞLER

3.1 Numune Hazırlama

Saç örgülü kompozit çubuk donanımlı üç beton kiriş ve çelik takviyeli üç beton kiriş hazırlanmıştır (Şekil 6). Şekil 7' de kiriş boyutları verilmiştir.

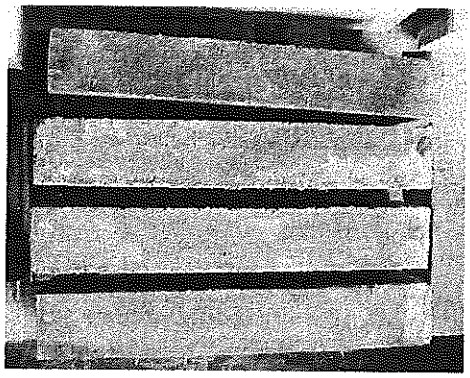


Şekil 6. Kullanılan kompozit çubuk takviyesi



Şekil 7. Kiriş Boyutları
(B=10 cm H=15 cm L=65 cm)

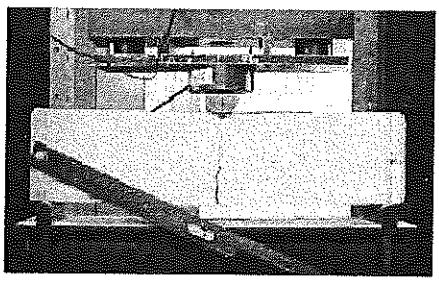
Kür aşaması, 24 saat kirişlerin üretildiği yerde, 20 gün 20 ºC sıcaklıkta su altında; 6 gün 20ºC oda sıcaklığında olmak üzere üç farklı adımda gerçekleşmiştir. (Şekil 8)



Şekil 8. Kompozit çubuklarla takviye edilen beton kirişler

3.2 Deneyler ve Sonuçları

Kirişler eğilme için servo kontrollü sistemde 10 μm/sn hızla test edilmişlerdir. Hareket mesafesi ve ilgili yükler kaydedilmiştir. (Şekil 9)



Şekil 9. Kompozit takviyeli çubuklar için 3 nokta eğilme testi

Tablo 3 ve Tablo 4' te test edilen kirişlerin her tipi için elde edilen deney sonuçları verilmiştir.

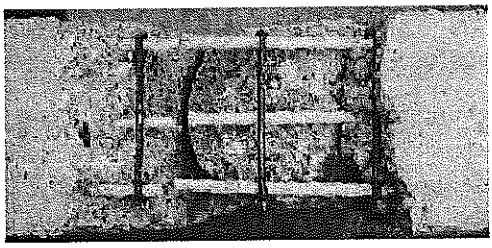
Tablo 3. Çelik takviyeli kirişler için eğilme testi sonuçları

	Mukavemet (KN)	**Kopma uzaması (mm)**
Kiriş 1	32.5	8.2
Kiriş 2	30.3	4.8
Kiriş 3	30.7	6.4
Ortalama	31.3	6.5

Tablo 4. Kompozit çubuklarla takviye edilen kirişlere uygulanan eğilme testi sonuçları

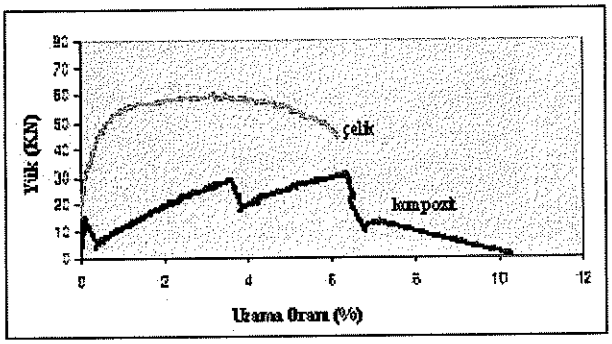
	Mukavemet (KN)	Kopma uzaması (mm)
Kiriş 1	58.1	4.4
Kiriş 2	63.3	2.5
Kiriş 3	60.1	3.4
Ortalama	60.5	3.4

Şekil 10 test sonrasındaki bir kirişi göstermektedir. Kırılmış saç örgülü takviyeli kompozit çubuklar gösterilmektedir.



Şekil 10. Test sonrasındaki saç örgülü kompozit çubuk takviyeli kiriş

Şekil 11 test edilen her kiriş tipi için yük-deformasyon eğrisini vermektedir.



Şekil 11. Kompozit çubuklarla ve çelikle takviye edilen beton kirişler için yük uzama eğrisi

4. SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlar ve ilgili yük uzama eğrilerini analiz edildiğinde, test edilen her iki tip kirişte farklı performanslar saptamak mümkündür. Çelik takviyeli kirişler, kompozit takviyeli kirişlerle karşılaştırıldığında 2 katı daha fazla yük taşır. Bundan başka; çelik takviyeli kirişlerin boyuna uzama değerleri kompozit

çubuklarla takviyeli kirişlerin boyuna uzama değerlerinden daha azdır. Kompozit takviyeli kirişlerin yük-deformasyon eğrilerinde kullanılan her bir kompozit çubuğun kopma noktası ile ilgili 3 pik (tepe noktası) görülmektedir. Bu tepe noktaları takviye için kullanılan çubukların aynı anda gerilmediğini göstermektedir. Ayrıca ilk tepe göstermektedir ki, testin ilk aşamasında takviye tüm yükü taşımamaktadır. Bu davranış muhtemelen kompozit çubukların oldukça gevşek durumda olmasından kaynaklanmaktadır ve bu çubuklar kirişin sadece belli bir oranda deformasyona uğramasından sonra gerilmektedir. Karşılaşılan diğer bir problem de kompozit çubukların, kullanılan çelik çubuklarla karşılaştırıldığında daha düşük elastisite modülüne, örneğin 18 Gpa elastisite modülü değerine karşılık 210 GPa, sahip olmasıdır.

Bu çalışmada karşılaşılan ve kaydedilen problemlerle ilgili başka araştırmalar da başlatılmıştır. Saç örgülü kompozit çubukların üretiminde kullanılan teknoloji, saç örgülü yapıda reçinenin düzgün dağılmasını ve içine düz lifler yerleştirilmesini sağlamak üzere geliştirilecektir. Numuneler şimdi özlü yapıda yüksek yoğunluktaki fitillerle üretilmiştir, böylece materyalin mekaniksel özellikleri geliştirilebilir. Ayrıca, 4 nokta eğilme testinin gerçekleştirilmesi için kirişler daha uzun olacaktır, böylece elde edilen sonuçlar gerçeğe daha yakın olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Coutinho, A. de Sousa, Gonçalves, Arlindo (1988), "Fabrico e Propriedades do Betão"; vols I, II e III, Lisboa.

2. Fangueiro, R.; Soutinho, F; Jalali, S. and Araújo, M. (2004), Development of Braided Fabrics For Concrete Reinforcements, Proceedings of 4rd AUTEX CONFERENCE, Roubaix, France, 22-24 June.

3. Ferreira, José (2003), Desenvolvimento de Estruturas de Reforço para Componentes de Veículos Automóveis, Relatório de Estágio, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

4. Ko, F.K., (1989), "Three dimensional Fabrics for composites", Textile Structural Composites: Series 3, Chou, T.W. and Ko, F.K., Editors, Elsevier, New York.

5. Mendes, M T., Gonçalves S. C., Alves, S. M.(2004), "Elementos Estruturais Entrançados para Reforço do Betão", Projecto da Universidade, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

6. Pastore, Christopher, Ko, Frank and Harris, Harry (2004), "Braided Hybrid Composites for Bridge Repair and Construction",

7. Somboonsong, W. (1997), "Development of ductile hybrid fiber reinforced polymer (D-H-FRP) for concrete structures", Ph.D.Thesis, Department of Civil and Architectural Engineering, Drexel University, Philadelphia, PA, December.

8. Sousa, G. (2004), "Estruturas entrançadas para reforço do betão", Master Thesis, University of Minho, Guimarães, Portugal.

Raul Fangueiro, Professor, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: rfang@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.

Guilherme Sousa, Master Student, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: gmjs@clix.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.

Filipe Soutinho, Researcher, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: filipesoutinho@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.

Said Jalali, Associate Professor, University of Minho, Department of Civil Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: said@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 100, FAX: +351 253 510 100.

Mário de Araújo, Full Professor, University of Minho, Department of Textile Engineering, 4800 Guimarães, Portugal, E-Mail: mario.araujo@det.uminho.pt; Phone: +351 253 510 280, FAX: +351 253 510 293.

NANO LIF ÜRETİMİ VE UYGULAMALARINDA REKABET VE FIRSATLAR

S. ADANUR AND B. ASCIOGLU

Auburn Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, ABD

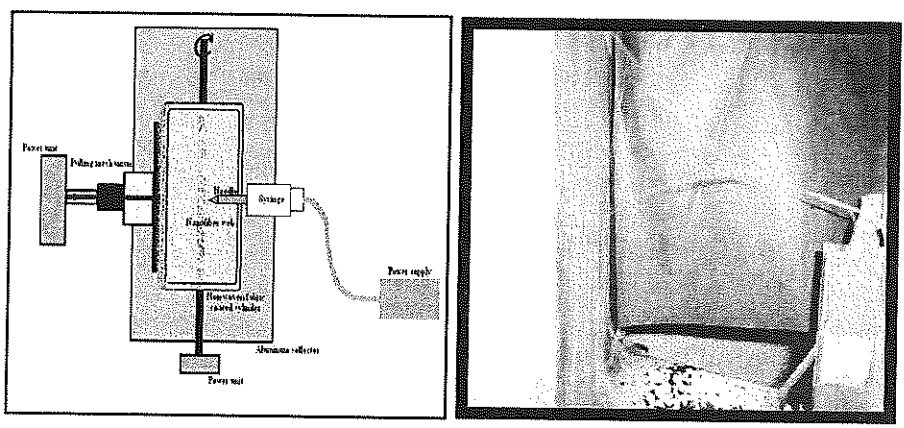
Çeviren: R. Befru Turan

GİRİŞ

Mikro liflerin tekstil mühendisliğindeki başarısından sonra, nano-liflere, nano-tüplere ve diğer nano-partiküllere olan ilgi son birkaç yıl içinde artmıştır. Bu ilginin nedeni yüksek performans uygulamalarında avantajlı olabilen nano boyutlarındaki yapıların sıra dışı özellikleridir.

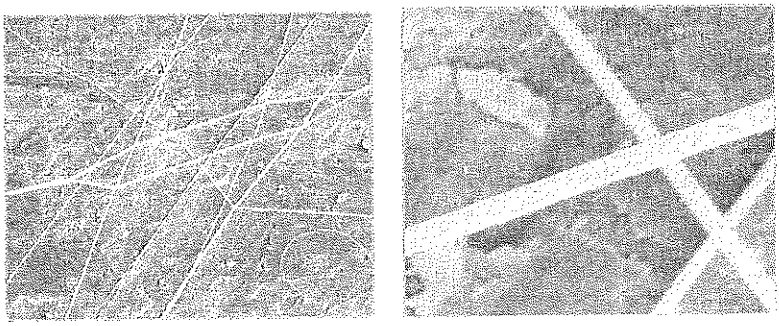
Nano-lif Üretimi

PVA nano-lifleri elektrik alan ile lif çekimi metodu kullanılarak üretildi. Şekil 1 PVA nano-lifleri üretmek için kullanılan deneysel sistemi gösterir. Temel elektrik alan ile lif çekim aleti güç kaynağı, pompa (çözelti akışının sabitliği için), iğne, şırınga ve toplayıcı içerir. Toplayıcı, oluşan nano-lifleri bir araya getirmek için alüminyum gibi iletken materyalden yapılmalıdır. Çözelti konsantrasyonu nano-lif üretiminde önemli bir faktördür. Voltaj büyüklüğü, enjeksiyon noktası ve toplayıcı arasındaki mesafe gibi üretimi etkileyen çeşitli faktörler vardır.



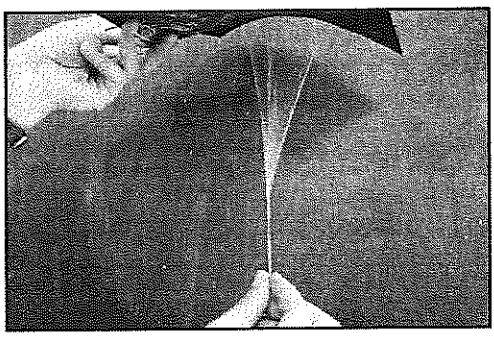
Şekil 1. Elektrik alan ile lif çekimi için deneysel düzenek

İğne pozisyonu lif akışını kontrol etmek için toplayıcıya göre düzenlenebilir. Uzun zaman periyodunda bir film tabakasının oluşumundan kaçınmak için toplayıcının yüzeyini dokusuz yüzey kumaşla örttük. En uygun PVA çözeltisi çözelti damlamasını engelleyen %12-14 civarındadır. Şekil 2'de görüldüğü gibi bizim elde ettiğimiz tipik nano-lif boyutları 200-400 nm'dir.

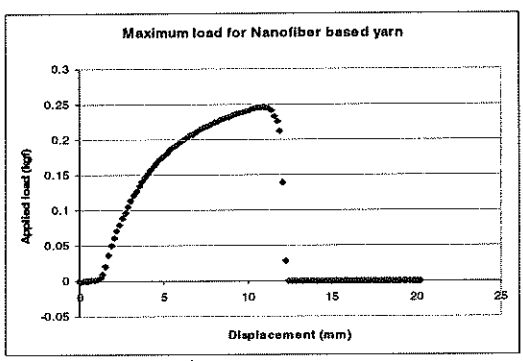


Şekil 2. PVA nano-lifleri(büyütme : 1000X (sol) ve 10000X).

İpliklerin nano-liflerden sürekli üretimi arzu edilen bir işlemdir (Şekil3).Elektrik alan bir dereceye kadar kontrol edilmelidir. Sürekli iplik çekimi de sağlanmalıdır. Küçük bir iplik örneği üretildi ve test edildi (Şekil 4).



Şekil 3. İplik elde etmek için nanoliflerin bükülmesi



Şekil 4. İplik yük-uzama eğrisi

Nano-lifler makro ve mikro liflere karşı birçok avantaj önermelerine rağmen, bu çalışmanın konusu olan ve A.B.D Ulusal Tekstil Merkezi (NTC) tarafından desteklenen üretimleri hala başlangıç aşamasındadır.

TEKSTİL MATERYALLERİNİN FONKSİYONELLEŞTİRİLMESİ İÇİN NANOTEKNOLOJİ

E. SCHOLLMEYER, J. ZOJANOVIC, T.TEXTOR, R.ZIMEHL, T. BAHNERS

Deutsches Textileschungszentrum

Çeviren: Gökhan Erkan

Partikül büyüklüğü birkaç nanometre aralığında olan parçacıklar, spesifik kaliteye sahip materyallerin üretilmesi için artarak kullanılmaktadır. Özellikle olağanüstü fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı 100 nm'den küçük partikül boyutuna sahip nano parçacıklar araştırma ve endüstriyel uygulamalarda çok büyük bir popülerliğe sahiptirler. Bu gibi inorganik nano parçacıklar (örnek olarak, yarı iletken metal oksitler), tekstil materyallerinin fonksiyonelleştirilmesinde kullanılabilen özel nano etkiler gösterirler.

Bu sunumda biz, temel deneylerden ilk yapı elementine kadar, tekstil materyallerindeki nano parçacıkların olası uygulama alanlarını göstermek istiyoruz. Tekstil materyallerinin nano parçacıklarla kaplanması ile spesifik fonksiyonel vasıfta yenilikçi materyaller üretilebilir. Çok fonksiyonelli katmanlar sol jel teknolojisi ile üretilebilir. Malzeme bilimindeki yeni malzeme gelişmeleri inorganik/organik hibrit malzemelerdir. Bu polimerler, bir taraftan organik olarak modifiye edilmiş silanların alkoksi gruplarının kondenzasyon reaksiyonları, diğer tarafta organik modifikasyonların çapraz bağ reaksiyonlarıyla türetilir. Oluşan ağ yapılar organik alanlardan olduğu gibi inorganik alanlardan da oluşur. Yukarıda bahsedilen hibrit polimerler ile tekstil kaplanmasında asıl düşünce, özellikle hidrofobik, oleofobik ve hidrofilik özellikleri gibi spesifik yüzey özelliklerini etkilemek idi. Örneğin Son çalışmalar balistik koruyucu kumaşların saplanma (Ç.N. bıçak v.b.kesici maddelere karşı) dayanımının, sert alüminyum ile modifiye edilmiş hibrit polimer ile oldukça arttığını göstermektedir.

Bu sunumdaki esas nokta tekstil yüzeyi üzerindeki parçacıklarını değil, fakat polimer yüzeylerin üzerine kimyasal bağlarla nano parçacıkların (partikül büyüklüğü < 100 nm) kalıcı ve doğrudan bağlanmasını ele almaktadır. Bunu gerçekleştirmek için tercih edilen bir işlem sol jel teknolojisi ile "in-situ" yerleştirmedir. TiO_2, SiO_2, ZnO, Al_2O_3 veya hapsedilmiş inorganik parçacıklar (örnek olarak süper paramanyetik demir oksit), özellikleri tamamen değiştirilmiş materyaller elde edilecek şekilde kovalent bağlarla yüzey üzerine doğrudan yerleştirilebilir.

TEKNİK UYGULAMALAR VE "İÇ ASTAR/TELA" UYGULAMALARI İÇİN GRİLTEX SICAK ERİYİK YAPIŞTIRICILAR

R. MEIER

EMS-GRILTECH, ISVİÇRE

Çeviren: Tuba Alpyıldız

İÇERİK

- Sıcak eriyik maddeler ile ilgili temel noktalar
- Girltex yapıştırıcılarının avantajları
- Girltex Kopolyester ve Kopolyamid
- "Girltex" özellikleri
- Kaplama yöntemleri: uygulama metotları
- Örnek uygulamalar
- EMS-GRILTECH Teknik Servisi

Sıcak Eriyik Maddeler

- Tek bileşen
- Oda sıcaklığında katı halde – erime sıcaklığının üzerinde sıvı halde
- Çözücü içermez
- Stabil değerlere hızlı ulaşır (yüksek üretim hızı)
- Sorunsuz depolama (reaktif PUR hariç)
- Geniş polimer çeşitliliği

Sık Kullanılan Termoplastik Sıcak Eriyik Yapıştırıcılar

- EVA: Etilen-Vinil-Asetat
- PE: Polyetilen
- PP: Polypropilen
- CoPES: Kopolyester
- CoPA: Kopolyamid
- TPU: Termoplastik polyüretan

Suda Eriyik Maddelerin Karakteristik Değerleri

- Erime sıcaklığı (erime aralığı, yumuşama noktası)
- Viskozite (Goettfert-, Brookfield-Viskozimetre, Reometre, bağıl viskozite)
- Kristalleşme oranı

Bağıl Yapıştırıcı Fiyatlarının Karşılaştırılması

Aynı Bağ Gücünü Elde Edebilmek için Gerekli Yapıştırıcı Miktarı

Griltex Sıcak Eriyik Yapıştırıcılar

- Sadece Kopolyester ve Kopolyamid ' den oluşur
- Granül, toz ve elfay halde bulunabilir.
- Isı ile aktive edilir.
- Termoplastiktir (tekrar tekrar aktive dilebilmektedir.)

Griltex Kopolyester

- Erime sıcaklığı 75°C den 220°C ye dek ayarlanabilir.
- Eriyik viskozitesi 60Pa*s'dan 1500 Pa*s'a (160°C de) dek ayarlanabilir.
- Kristalleşme oranı birkaç saniyeden birkaç güne (oda sıcaklığında)dek ayarlanabilir.

Griltex Koployester'in Özellikleri

- İyi yıkama dayanımı
- Değişik yüzeylere iyi, kendine has bağlama performansı
- Yüksek "Yeşil Güç"
- Ayarlanabilir esneklik
- İyi yangın dayanımı
- Çok iyi ekolojik özellikler (buharlaşma olmaz, geri dönüştürülebilir.)

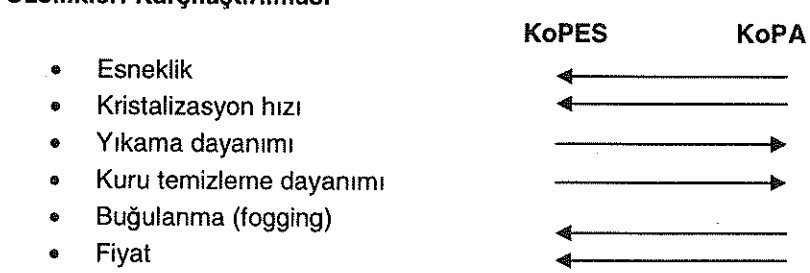
Griltex Kopolyamid

- Erime sıcaklığı 80°C den 210°C ye dek ayarlanabilir.
- Eriyik viskozitesi 50Pa*s'dan 3000 Pa*s'a (160°C de) dek ayarlanabilir.
- Kristalleşme oranı Kopolyester'e kıyasla genellikle daha düşüktür.

Griltex Koployamid'in Özellikleri

- İyi yıkama dayanımı
- Çok iyi kuru temizleme dayanımı
- İiyi, kendine has bağlama performansı
- Çok yüksek "Yeşil Güç"
- İyi şeffaflık
- İyi hidroliz dayanımı
- İyi organik çözücü dayanımı

Özellikleri Karşılaştırılması



Griltex Yapıştırıcılarının Uygulama Metotları

- "Scatter" Kaplama ve Laminasyon
- Sıcak Eriyik Kaplama ve Laminasyon
  - Gravür Silindir Kaplama
  - Çoklu Silindir Kaplama
  - Slot Boya Kaplama
- Sıvama Nokta Kaplama
- Çift Nokta Kaplama
- Toz Nokta Kaplama

"Scatter" Kaplama

dozaj silindiri, sıcak eriyik tozu, infrare ısıtıcı, katman

Gravür Silindir Kaplama

Sıcak eriyik yapıştırıcı, gravür silindir, infrare ısıtıcı, seviyeleme silindiri, baskı silindiri, katman

Slot Boya Kaplama

Slot boyama, sıcak eriyik yapıştırıcı, infrare ısıtıcı, seviyeleme silindiri, baskı silindiri, katman

Sıvama Nokta Kaplama

Çift Nokta Kaplama

Toz Nokta Kaplama

Griltex ürünlerinin kullanıldığı uygulamalar

- Otomotiv iç dekorasyonu
- Otomotiv ABC kolonları
- Otomotiv hava, yağ ve yakıt filtreleri için yüksek erime noktalı Griltex
- Desteksiz filmler ve ağlar için kopolyester
- Isı-hassas yüzeyler için kopolyesterler ve kopolyamidler
- Yüksek esneklikte bağlamalar için kopolyesterler
- Giysi uygulamalarında yıkama ve kuru temizleme dayanımlı kopolyesterler ve kopolyamidler
- Otomotiv, teknik kaplamalar ve giysiler için yangına dayanıklı Griltex
- Elektronik bileşenlerin döküm kalıplama ile üretimi için Girltex

Otomotiv Uygulamalarında Kopolyester/Kopolyamid

Otomotiv ABC Kolonlarının Enjeksiyon Kalıplama İle Üretiminde Copolyester

Otomotiv Hava Ve Yağ Filtreleri İçin Yüksek Erime Noktalı Griltex

Desteksiz Filmler ve Ağlar için Çok Hızlı Kristalize Olan Kopolyester

Isı Hassas Yüzeyler için Düşük Erime Noktalı Kopolyester/Kopolyamid

Yüksek Esneklikte Bağlamalar için Esnek Kopolester

Isı Hassas Yüzeyler için Düşük Erime Noktalı Kopolyester/Kopolyamid

Giysi Uygulamalarında Yıkama Ve Kuru Temizleme Dayanımlı Kopolyamidler

Yangına Dayanıklı Griltex

Elektronik Bileşenlerin Döküm Kalıplama İle Üretimi İçin Girltex

Ekstrüder (tavsiye edilen metot) veya erime tankı ile yapıştırıcının beslenmesi, kalıp şekli.

EMS-GRILTECH gelişen bir ortaklıktır.

Sizlere

- amaca yönelik özel ürünler
- yeni ürünlerin geliştirilmesi
- yerinde teknik servis
- analitik teknik servi sunulmaktadır.

EMS-GRILTECH Teknik Servisi

İNORGANİK-ORGANİK HİBRİT POLİMERLERLE KAPLAMALI TEKSTİLLER

E. SCHOLLMEYER, T. TEXTOR, R. ZIMEHL, J. ZOJANOVIC, T. BAHNERS

Alman Tekstil Araştırma Merkezi Nord-West e.V. Adlerstr. 1-D-47798 Krefeld

Çeviren:Özlem Kayacan

Sol-jel işlemi ile türetilen inorganik-organik hibrit polimer esaslı kaplamalar, orta sıcaklıklarda nispeten düşük bir çaba ile yüzey özelliklerinin değişiklikleri için geniş bir potansiyele sahiptir. Kaplamalar çoğu kez organik polimerlerin özellikleri ile seramik materyallerinkini birleştirmektedir. Bundan dolayı, bu hibrit polimerler, tekstil kaplamaları özellikle teknik tekstiller için muazzam bir ilgi konusudur. Bu temel materyaller, özellikle nano partiküller ile ağı (network) modifiye ederek veya doldurarak, çok sert, fakat esnek kaplamalar üretme şansını sunmaktadır. Çeşitli inorganik veya organik maddelerle bu tip kaplamaların geliştirilmesi yaklaşımları tekstil endüstrisinde istenen çok sayıdaki ek işlevin başarılmasını sağlamıştır. 1 mikrondan daha az kalınlıktaki kaplamalar kimyasal saldırılara karşı etkili bariyerler olarak davranmakta, süper-itici yüzeyler yaratabilmekte ve tekstil materyallerinin aşınma dayanımlarını geliştirebilmektedir. Bazı kaplamalar, güneş kremlerinde kullanıldığı gibi, nano partiküller kullanarak ultraviyole radyasyona bağlı olarak ayrıştırmaya karşı hassas polimerleri korumaktadır. Kumaş esaslı balistik giysiler silahlara karşı korur, fakat bıçaklara karşı iyi bir koruma sağlamazlar. Alüminyum nano partikülleri ile doldurulan inorganik-organik hibrit polimer esaslı ince kaplamalar bu tip ürünler için iyi saplanma (bıçak vs.) dayanımı sağlarlar. Gelecekteki araştırmalarda, güneş ışığına maruz kaldığında renk değiştiren geri dönüşebilir fotokromik kaplamalar, deri ile temas ettiğinde serbest kalan immobilize ilaçlarla gözenekli sol-jel kaplamaları içeren medikal ürünler veya manyetik hibrit polimerler konu edilecektir.

SICAK ERİYİK İLE ÜRETİLEN 3 KATLI LAMİNE KUMAŞLARDA YENİ GELİŞMELER

E. WEİSS

Cavitec (Santex AG), 9555 Tobel, Switzerland

Çeviren: Nurhan Onar

Sıcak eriyik adhesiflerle her iki yönde eş zamanlı kaplama ve lamina ile rulo halindeki ağların 3 tabaka laminasyonları için yeni teknolojiler geliştirildi. Nefes alan membranlar için membranın her iki tarafında eşleşik noktalarla daha iyi "nefes alma değerleri" sağlayan bir proses geliştirildi.

Anahtar Kelimeler: Laminasyon, kaplama, sıcak eriyik, üç katlı laminat, eş zamanlı, geçirgenlik

İsviçreli bir makine ve teknoloji tedarikçisi Cavitec firmasında 15 yıl önce tek adımda 3 katlı laminat üretmek için J.C. Villars tarafından proses geliştirme çalışmaları başlatıldı ve halen sürdürülmektedir. Yeni olarak ağın şekillendirildiği 3 katlı laminatların imalatı için 2 farklı tip makine geliştirilir. Bu makinelerden biri 3 katlı lamine üretimi için modifiye edilen CAVIFLEX makinesidir. Diğer makine ise her iki yüze eş zamanlı kaplama ve laminasyon yapabilen bir teknolojiye sahip Cavi-BSC makinesidir.

3 katlı lamineler çeşitli sektörlerde uygulama alanı bulurlar; örneğin, otomotiv içinde, nefes alan açık hava giysileri için (açık hava giysileri ve koruyucu kıyafetler), hijyen ve tıbbi kullanım, takviye kompozit materyaller, vs.

3 katlı laminatlara örnekler;

- üst kumaş+köpük+hassas örme
  otomotiv koltukları için
- yüzey kumaşı+membran+astar
  nefes alan açık hava giysileri için

1) Sıcak eriyik adhesiflerin iki grubu

3 katlı laminelerin üretimi için, sıcak eriyik adhesiflerin 2 ana grubuna bir göz atmak önemlidir.

Termoplastik sıcak eriyikler bir reaksiyon süresine ihtiyaç duymazlar; çünkü uygulandıklarında çapraz bağlanırlar. Tabakaların bağlanması plastikleştirme ve katılaştırma ile gerçekleştirilir. Bunlar sıcaklık değişimi ile sağlanır ve bu proses tersine çevrilebilirdir. Termoplastik sıcak eriyiklerin tipik örnekleri, EVA,coPES, coPA, PSA'dır.

Tekstil laminasyonunda kullanılan reaktif sıcak eriyikler tek-bileşen poliüretanlardır (PUR). Bu poliüretanlar aplikasyon sonrası çapraz bağlanırlar. Çapraz bağlama reaksiyonu çevredeki nemlilikten kaynaklanan su molekülleri ile gerçekleştirilir.

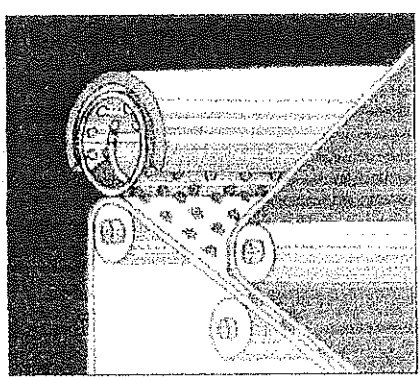
Dolayısıyla laminasyon yapılan topların ileri işlemine geçilene kadar uygun bağlanma etkisi sağlanması için gerekli olan bir reaksiyon süresi vardır. Bu proses tersine çevrilebilir değildir ve katılaşma kalıcıdır.

2) İki kaplama metodu

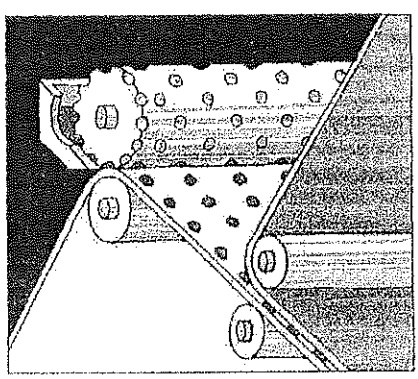
Top kumaşların laminasyonu için ana kaplama metodu rotogravür baskıdır. Burada rotogravür baskıda eritilen plastikleştirici adhesif tabakalardan birine gravür rulo metodu ile basılır ve daha sonra diğer tabaka ilkine ilave edilir (bakınız Şekil 1).

Diğer metot ise rotasyon film baskıdır. Rotasyon film baskı daha az yaygındır. Rotasyon film baskıda sıcak eriyik polimer ilk tabakaya bir film boyunca basılır ve sonra ikinci tabak ilave edilir (bakınız Şekil 2).

Rotasyon film baskı metodu yalnızca reaktif PU için ve daha düşük erime noktasına sahip termoplastik sıcak eriyik için önerilir.



Şekil 1. Rotogravür sıcak eriyik baskı

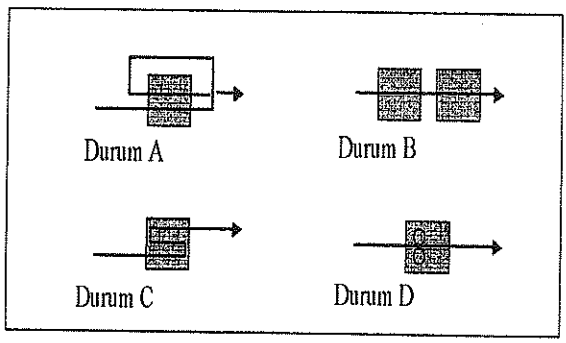


Şekil 2. Rotasyon film sıcak eriyik baskı

3) Üç katlı lamineler için laminasyon metotları

3 tabaka birbirine bağlanacağı için 2 arayüz uygulanacaktır. 3 katlı lamineler aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilebilir (bakınız Şekil 3):

- 1 makineden 2 geçiş (Durum A)
- Seri bağlı 2 makineden 1 geçiş (Durum B)
- 2 kaplama, 2 laminasyon ünitesi ile 1 makineden 1 geçiş (Durum C)
- 1 kaplama, 1 laminasyon ünitesi ile eş zamanlı olarak 1 makineden 1 geçiş (Durum D)



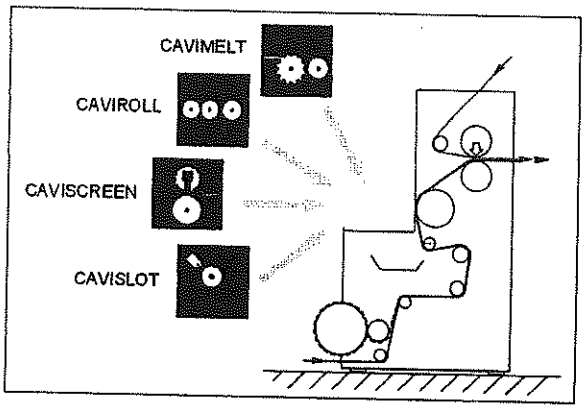
Şekil 3. 3 katlı lamine üretme olanakları

4) Caviflex sistemi

Caviflex sisteminin karakteristik özelliği yerdeğiştirebilir kaplama üniteleridir. Aynı kaplama hattında 4 farklı kaplama metodu uygulanabilir (bakınız Şekil 4).

Yer değiştirebilir bu birimler:
- Gravür rulo (Cavimelt)
- Rotasyon film (Caviscreen)
- Multi-rulo (Caviroll)
- Yarık kalıp (Cavislot)

olarak sağlanmaktadır.



Şekil 4. Yer değiştirebilir kaplama birimleri ile Caviflex

Bu olanak kullanılmadığında, bir laminasyon üreticisi başlangıçta bir kaplama metoduna yatırım yapmaya karar verir ve daha sonra bu metotla çalışmak zorundadır. Böyle bir işletme üretim hattında büyük bir modifikasyon yapmadan kolaylıkla bir başka metoda geçiş yapamaz. Bu ancak kaplama makinesinin tümüyle değiştirilmesiyle olu ve dönüştürme sonrası yalnızca alternatif metot kullanılabilir.

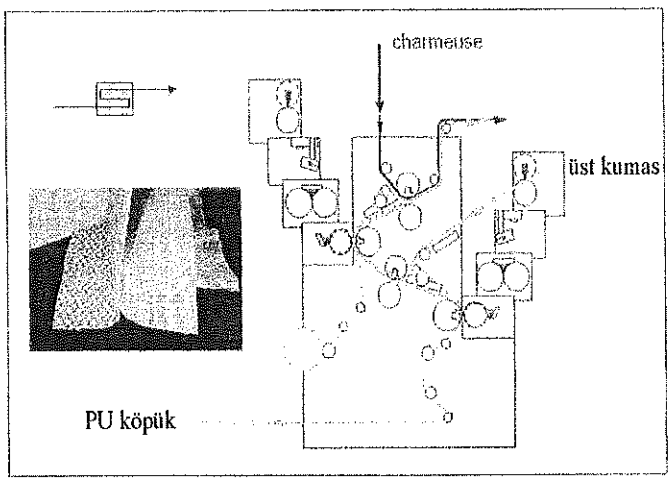
Caviflex ile tam bir işletme esnekliği sağlanmıştır, zira modüller en kısa sürede değiştirilebilir.

5) Durum C: Üç katlı lamine Caviflex

Almanya'da otomotiv endüstrisi için 2 tedarikçi tarafından kurulan Caviflex Tri-Laminate makineleri iki ayrı kaplama ve laminasyon birimleri ile donatıldı. İlk kaplama biriminde merkez tabakanın bir yüzü rotogravür baskısı ile sıcak eriyik ile kaplanır ve ilk üst tabaka eklenerek ve laminasyon kalandırında birlikte lamine edilirler. Daha sonra aynı makine içindeki ikinci bir bağımsız kaplama biriminde, merkez (orta) tabaka aynı biçimde rotogravür baskı ile öbür yüzünde kaplanır ve bir adımda 3 katlı laminat elde etmek için ikinci bir dış tabaka eklenir ve kaplanır (bakınız Şekil 5).

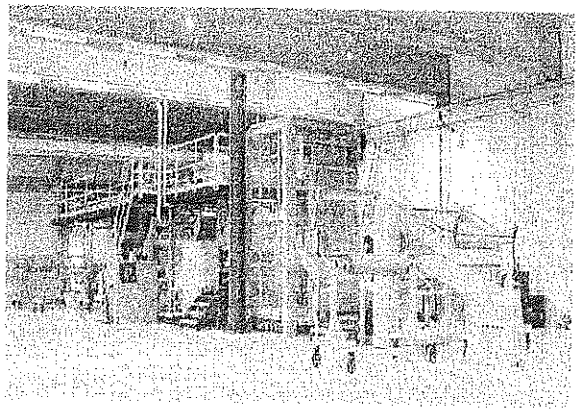
Eğer, ilk laminasyon adımında reaktif poliüretan adhesif kullanılırsa Durum C'nin bu metodu önerilmez. İki tabaka arasında çapraz bağlanma için zaman gerekir. Tabakaların kayma riski ilk laminasyondan sonra hemen ardından ikinci laminasyona izin vermez. Dolayısıyla iki laminasyon arasında 10 veya daha çok saat bekleme süresi gerekir ve Durum D'de tanımlandığı gibi iki kaplama/laminasyon adımları eş zamanlı olarak yapılamazsa Durum A'daki metodu uygulamak gerekir.

Otomotiv endüstrisi için tipik üç tabaka laminatlar da merkez tabaka köpük olup ve köpükten oluşan merkez tabaka bir koruyucu kumaş ve arka yüzde bir astar ile lamine edilmiştir.



Şekil 5. Bir Caviflex makinesinde 2 kaplama ünitesi ile proses akışı

Otomotiv iç materyalleri için kaplama ve laminasyon hattı Şekil 6'da gösterilir.

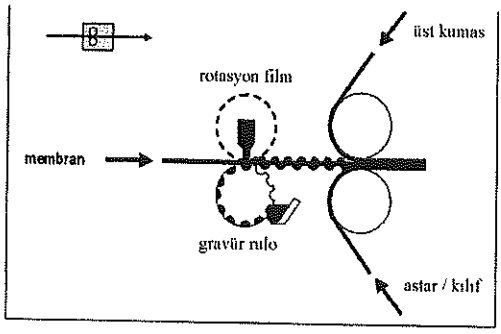


Şekil 6. Otomotiv içi materyaller için Caviflex kaplama ve laminasyon hattı

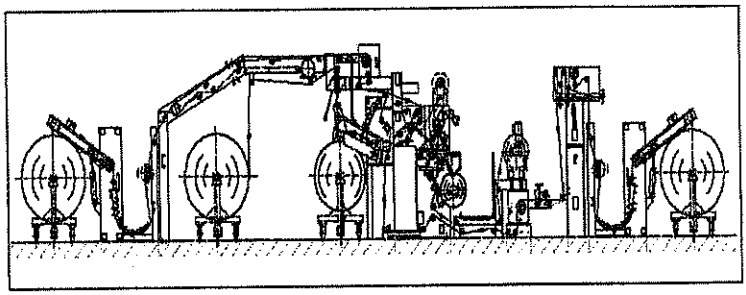
6) Durum D: Cavi-BSC ile eş zamanlı kaplama ve laminasyon

İki yüzlü kaplama ile Cavi-BSC prosesi eş zamanlı ön ve arka yüz kaplaması yapan kombine bir kaplama birimine sahiptir. Bu eş zamanlı laminasyon tek adımda her iki yüzde reaktif PU adhesifin kullanımına izin verir. Kaplama, kombine bir kaplama biriminde merkez tabakanın her iki yüzünde eş zamanlı olarak gerçekleştirilir. Ağ gravür rulo kaplama başlığı aşağıda ve rotasyon film baskı başlığı yukarıda olmak üzere bir çift kaplama birimi boyunca yatay olarak hareket ettirilir. Laminasyon kalandırında birlikte her iki yüzü kaplama ve laminasyon yapıldıktan sonra membran dışardan iki tabakayla beslenir (bakınız Şekil 7 ve 8).

Bu metotla reaktif poliüretan sıcak eriyik her iki yüze laminasyon için kullanılabilir. Reaktif PU sıcak eriyik kullanılan tipik üç tabaka laminatlar merkez tabaka olarak nefes alan bir membran ile koruyucu kıyafetler ve açık hava kıyafetleri için istenmektedir.



Şekil 7. Cavi-BSC'in çalışma prensibi



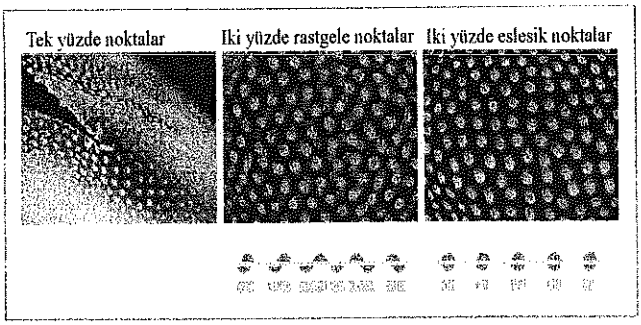
Şekil 8. Her iki yüze eş zamanlı kaplama ve laminasyon hattı

7) PiP ile her iki yönde eşleşik noktalar

Cavitec 3 tabakanın eş zamanlı kaplama ve laminasyonu için bir prosese sahip olmanın yanında, bir membranın her iki yüzünde adhesif noktaların eşleşik dizilmesini sağlayan bir prosese de sahiptir.

Membranın her iki yüzünde adhesif olan 3 katlı laminatlarda membran alanı geçirgen veya az geçirgen adhesifle kaplı olduğu sürece bağlanmış ürünün nefes alma yeteneği azalır. Adhesif noktaların alanı ürünün serbest yüzey alanını azaltır. 3 katlı laminatlarda adhesif noktalar şüphesiz membranın her iki yüzündedir. Adhesif noktalar genellikle tesadüfi olarak dağıtılırlar ve yalnızca kısmen üst üste çakışırlar ve bazıları tümüyle birbirinden uzaktır.

Eşleşik adhesif noktalı Cavitec'in Point-in-Point (PiP) prosesi membranın her iki yüzünde tesadüfi olarak yerleştirilen adhesif noktalarla karşılaştırıldığında ürünün %30-40 civarında buhar geçirgenliğini (nefes alma) artırır (bakınız Şekil 9). Böylece ya iyi bir membran ile yüksek kalitede bir ürün veya daha düşük fiyatlı bir membran ile kabul edilebilir bir ürün üretilebilir. Her ikisi de üretici için büyük bir avantaj sağlar. Makine kurulumu Almanya'da Avrupa'da lider bir membran laminasyon firması tarafından verildi (Bakınız Şekil 10).



Şekil 9. PiP prosesi buhar geçirgenliğini %30-40 artırır

Hedefimiz;
Türk kumaşlarını, üreticilerini
ve tasarımcılarını
dünyaya tanıtmak.
İlk sayımız ile yayındayız.



TÜRK KUMAŞ SEKTÖRÜNÜN
DÜNYAYA AÇILAN 'DAİMİ' PENCERESİ

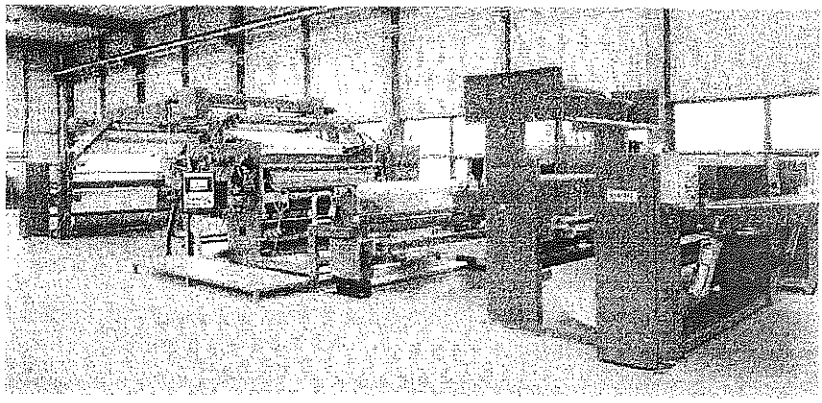
THE NEW **fabric**
FASHION TRENDS

TEKNİK FUARCILIK LTD. ŞTİ.
www.teknikfuarcilik.com

Abone işlemleri ve reklam başvurusu için

İSTANBUL / TEKNİK FUARCILIK LTD.
Tel +90 212 592 59 92 · Faks +90 212 599 38 82
info@thenewfabric.com

BURSA / ALAN YAYINCILIK REKLAMCILIK
Tel +90 224 252 79 15 · Faks +90 224 252 79 42
info@alanyayincilik.com



Şekil 10. Fabrikada PiP hattı

8) Diğer alternatif metotlar

Sıcak eriyik kaplama ve laminasyonun yanında aynı zamanda üç katlı laminatlar 2 geçişli toz kaplama ile yapılabilir. Cavitec toz, pellet, çips ve benzerleri için toz saçma birimlerinde lider bir teknolojiye sahiptir. Aynı zamanda 3 katlı laminasyon dokusuz yüzeylerin ısıl bağlama (termal füzyon) işlemleriyle de mümkündür. Burada dokusuz yüzeye bir üst ve alt kumaş ilave edilir ve bu üst ve alt kumaş ana tabaka ile SANTATHERM çift kayış fırınlarda ve aynı zamanda Cavitec/ Santex programında bağlanır.

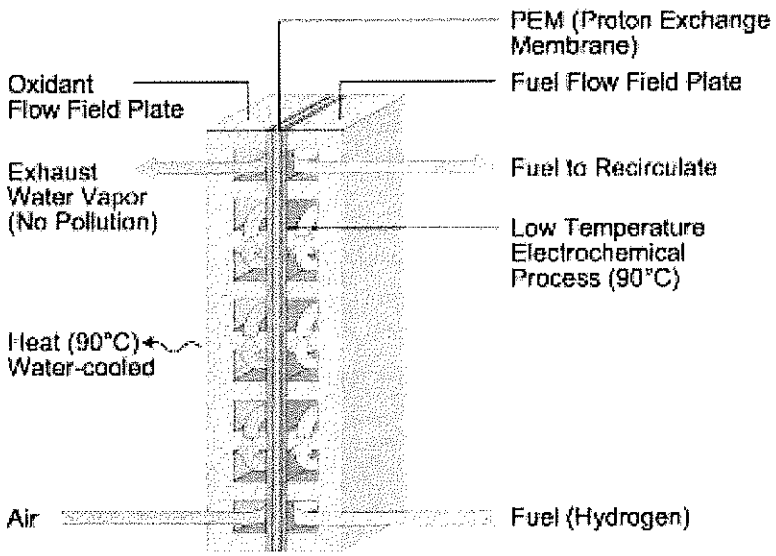
YAKIT HÜCRELERİ İÇİN KAPLANMIŞ KUMAŞLAR

S. ADANUR

Auburn Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Auburn, USA.

Çeviren: Sibel Kaplan

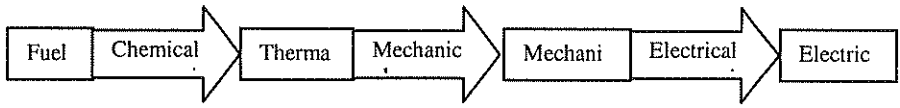
Yakıt hücreleri yakın gelecek için ideal bir enerji elde etme alternatifidir; şarj edilmeye ihtiyaçları yoktur ve elde edilen tek kimyasal madde su olduğu için çevre kirliliğine yol açmazlar. Sabit olan ve olmayan sistemlerde kullanım için uygundurlar. Boyutuna bağlı olarak bir yakıt hücresi bir dizüstü bilgisayar, küçük bir araba veya bir şehiriçi otobüsü çalıştırmaya yetecek kadar elektrik enerjisi üretebilir. Kaplanmış tekstil materyalleri, bir yakıt hücresinin en önemli kısımlarından biri olan zar kısmında kullanılır (Şekil 1).



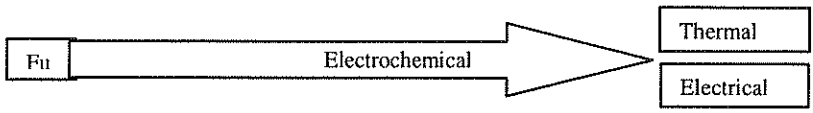
Şekil 1. Bir yakıt hücresinin şematik gösterimi (Ballard, Inc.)

Bir yük hücresi, elektrokimyasal bir reaksiyon sonucu ısı ve elektrik üreten bir pildir. Bir yakıt hücresinde, servo motor gücüne bağlı olarak yakıt, elektrokimyasal yolla direkt olarak termal ve elektrik enerjilerine dönüştürülür. Her iki sistemin şematik gösterimleri aşağıda verilmiştir:

Servo motor güç ünitesi:



Yakıt hücresi güç ünitesi:



Çalışmamız, polimer elektrolit zarı (PEM) ve gaz difüzyon katmanı üzerinde yoğunlaşmıştır. Günümüzdeki zar yapısı, DuPont'un ürettiği Nafion 112-117 gibi florinlenmiş, Teflon esaslı bir polimerden oluşmaktadır. Gaz difüzyon katmanı, SGL veya Lydall kağıdına benzer yapıda karbondan dokunabilir veya dokusuz yüzey olarak elde edilebilir. Her yakıt hücresi bir zar elektrot toplayıcısı (MEA) içerir. Her bir zarın alanı yaklaşık olarak 25 cm^2, kalınlığı ise 50-180 μm arasındadır. Kaplanmış alanın tam boyutu ve şekli yakıt hücresi üretimi için önemli bir parametredir. Zar elektrot toplayıcısının (MEA) yapısının geliştirilmesi ve üretilmesi, Ulusal Tekstil Merkezi tarafından desteklenen bu projenin amacıdır. Bununla ilgili, mevcut lif tipleri, yüzey yapısı, kaplama formulleri ve proses parametreleri üzerinde çalışılmaktadır. Yakıt hücrelerinin performansını ve ömrünü artırmak için kullanılacak zarların üretiminde yeni polimerlere de ihtiyaç olabilir.

TIP ALANINDA DÜZ ÖRME TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASI

M. LEGNER

H. Stoll GmbH & Co. KG, GERMANY

Çeviren: Gülseren Karabay

GİRİŞ (slayt1)

Düz yataklı örme ile ilgili tekstil dünyasındaki konular genellikle, tekstil endüstrisini yönlendiren en genel konularıyla birlikte muamele görmekte ve tartışılmaktadır. Düz örme sanayi, tekstil ve giysi üretiminin özel bir yöntemiyle üretim yapması, modaya bağlı doğrudan konfeksiyon mamulü üretmesi dolayısı ile konfeksiyon sektöründen diğer tekstil branşlarına göre daha fazla etkilenmesi sebepleri ile kendisine ait özel bir sektörü temsil eder. Çünkü gerçek tekstil endüstrisini bu üretim sektöründen daha fazla doğrudan etkileyebilecek moda ve giysi endüstrisinin çoğunlukla doğrudan içindedir.

Makine üreticileri tarafından bakılacak olursa, küresel düz örme pazarı düşünülenden daha büyüktür. Her yıl dünya çapında 10000 yeni elektronik makine mevcut otomatik veya elle çalışan makinelerin mevcut yüksek kapasitesine eklenmektedir. Yüksek sayıdaki bu makinelerden çok azı, teknik veya modayla ilgili olmayan uygulamalar için kullanılmaktadır. Bu makinelerde üretimin farklı bir yöntem olarak özel kalitede örme kumaşlar üretilmesinin yanında yeni teknolojik uygulamalar da fark edildiği için bu teknolojiye ilgi de artmaktadır.

ÇEŞİTLİ TEKNİK UYGULAMALAR (slayt 2)

Düz örme makinelerinin teknik uygulama alanında kullanımında çok fazla sınırlandırmalar olmamasına rağmen, en çok döşemelik ve destek kumaşları, medikal tekstiller, sıklıkla ortopedik sargı ve baskı giysileri, bazı metalik ve tel örgü ağ uygulamaları ve kompozit ürünler için tekstil takviye kumaşları temel kullanım alanlarıdır.

Teknik ve endüstriyel alanda tüm uygulamaları sunmak verilen zamandan daha fazla zaman gerektirdiğinden, bu bildiriyi özel karakteristikleri olan medikal tekstillerin düz örme makinelerinde üretilmesiyle sınırlı tutmak istiyoruz.

DÜZ ÖRME TEKNOLOJİSİNİN AYRINTILARI (slayt 3-11)

Düz Örme Makinelerinin Çalışma Prensibi (slayt 3)

Düz örme makineleri 2 veya daha fazla iğne yatağından oluşur. Bunlar üzerinde örme sistemlerine sahip taşıyıcının(kafasının) bir uçtan uca gidip gelmesi ile

kumaş örülür. Taşıyıcının her gidip gelmesi(stroku) ile ilmekler oluşur veya alternatif örme fonksiyonları meydana gelir. Örme sistemlerinin sayısına bağlı olarak, bir gitme veya gelmede birden fazla ilmek sırası veya örme fonksiyonları aynı zamanda yapılabilir.

Her ilmek, örme raporunun gerektirdiği şekilde elektronik olarak seçilebilen bir iğne tarafından oluşturulur.

Örülen kumaş iki iğne yatağı arasından aşağı doğru çekilir ve yarı mamul parçalardan komple giysilere kadar şekillendirilmiş, metraj ürünü veya diğer istenen örme parçaları şeklinde olabilir.

Temel Örme Yapıları (slayt 4-5)

İğne yataklarının V pozisyonu çeşitli yapılarda örme kumaşların üretimine olanak verir.

- Tek katlı kumaşlar (Jersey)
- Tek parçada bile farklı çaplarda değişen tüp kumaşlar
- "Spacer" kumaşlar(askı ilmeği gibi-bağlantılı ters kumaş katları)
- Tüm iğneler ilmek(Double Jersey)
- Atkı yatırımlı kumaşlar (Double Jersey, yarı tüp veya tüp kumaşlar)

İğne seçiminin mümkün olması aşağıda verilen yapıların ister single ister double Jersey olsun örülmesine olanak verir.

Bir çalışır bir çalışmaz, bir çalışır iki çalışmaz, bir çalışır üç çalışma ve benzeri şeklindeki iğne seçimleri, kumaş özelliklerini etkileyen iplik atlamaları oluşturur.

Düz yataklı makinelerin diğerlerinde olmayan üstünlüğü, bütün tüm desenlendirme olanaklarını üretimi kesintiye uğratmaksızın belli en ve boyda olan bir örme kumaş parçasında birleştirebilmesidir. Böylece, birden fazla yapıyı ve kumaş kalitesini bir tekstil parçasında bir araya getirmeye olanak veren karmaşık kumaş yapıları oluşturulabilir.

Şekillendirme Teknikleri (slayt 6-8)

Fully Fashion – Şekle Göre Örülmüş Kumaşlar Örgü (slayt 6)

İlmek transferi ve yatak kaydırma işlemlerinin kombinasyonu kumaşları daraltmak için kullanılır. Genel olarak bu kumaş kenarları boyunca uygulanabilir, eğer ilave iğne yataklı makineler (CMS 330TC-R veya CMS 330 TC-T knit and wear) veya belirli örme teknikleri (1x1 iğne seçimi) kullanılırsa bütün kumaşlar eninde uygulanabilir.

Sadece kenarlara ilmek ilave edilerek, kumaş genişletilebilir. Genişletme ve daraltma örme kumaşı örerek şekillendirmek için kullanılan temel yöntemlerdir.

Fully fashion olarak bilinen kazaklar örülürken şekillendirilir ve beden ve kollar sonradan dikilirler.

Genel Fully Fashion Üretim aşağıdaki avantajlara sahiptir.

- Daha az iplik tüketimi ve telefi
- Daha az işlem süreci
- Hatasız ve bazen klasik olmayan giysi tasarım şekilleri

Küresel Şekillendirilmiş Kumaşlar (slayt 7)

Sıra Ekleyerek Şekillendirme Tekniği

Bahsedilen sıra ekleyerek şekillendirme tekniği kullanılarak, örerken şekillendirilen parçaların üretimi arttırılmıştır. Burada sonraki ilmek sıraları, ilmek sıralarının tekrar uzamaya başladığı belli bir noktaya kadar düzenli olarak daraltılırlar.

Geçici olarak işlem dışı kalan iğnelerin ilmekleri henüz üzerlerindedir (düşürülmemiştir). Tekrar ilmek oluşturmaya başladıklarında, eski ilmekleri yeni ile birleştirirler. Böylece iki boyutlu kumaş üç boyutlu hale getirilebilir. Yuvarlak şekilli objenin bölümlerine bağlı olarak bu işlem devam ettirilebilir ve sona erer.

Tersinden bakıldığında, bir bıçak yardımıyla çıkarılmış bir dilim portakal kabuğu gibi örgü çıkarıldığında elde edilir.

Transfer İşlemleri

Bitişik kumaş panelleri iğne transferleri ile birleştirildiğinde aynı küresel şekli sağlayan benzer efektler sağlanabilir.

Stoll-Ör ve Giy- Dikişsiz Teknolojisi (slayt 8)

Şimdiye kadar açıklanan tüm bu teknikleri birleştirilerek, giysi veya alternatif teknik ürün olması fark etmeksizin, otomatik olarak karmaşık yarı veya tam bitmiş üretme düşüncesine gelirsiniz.

Bitmiş ürün yapma teknolojisi bazı teknik alanlarda olduğu kadar moda dünyasında da giderek önem kazanmaktadır. Kazak yapma işleminden bahsedilecek olursa, aynı anda örülen üç tüp, ilmek transferi ve bağlama işlemleri ile birleştirilerek komple kazak haline getirilirler.

Yüksek maliyetli işçi çalıştıran ülkeleri bile, kesme ve dikim gibi emek yoğun işlem basamaklarını ortadan kaldırması nedeniyle bu yolla kazak üretimi rekabetçi kılar.

Geliştirilen Kumaş kalitesi (slayt 9-12)

Vanize Kaplama Tekniği (slayt 9)

Şekillendirme performansı yanında düz örme teknolojisinin sunduğu teknikler, bazı teknik veya endüstriyel uygulamalar için ilgi çekici olabilir.

Bahsedilen vanize tekniğinin uygulanmasıyla iki yüzü farklı kumaşlar yapılabilir. Bu bazı basit desen efektleri için yararlı olabilir. Değişen kalitelerdeki ipliklerin bir araya getirilerek işlem görmesi, kumaşın tüm fiziksel performansını geliştirmede veya işlem gören iplik bileşenlerinin belirli özelliklerine bağlı olarak kumaşa ekstra kalite katmada yardımcı olabilir.

Intarsia Tekniği

Kumaşın tasarlanan bölümlerine özel renkli iplikler ve malzemeler yerleştirmeyi sağlayarak özellikle kumaşın kalitesini tasarlamaya yarayan düz örme makinesine has diğer bir tekniktir. Böylece özellikle tasarlanan farklı kumaş kaliteleri kumaşın değişik alanlarında alınarak her bölgede alınarak her bölgede farklı etkiler yaratılır.

Diğer Teknikler (slayt 11)

Aşağıda sıralanan teknikler ve örme yapıları, özel kumaş performansı ve kalitesi elde etmek için genel metotlardır.

Elastikiyet Kontrolü: Atlama, askı ilmekleri veya az elastik veya elastik olmayan atkı yatırım ipliği ilavesi ile yapılabilir.

Basınç Etkisi: Atlama askı ilmekleri veya yüksek elastikiyeti olan atkı yatırım ipliği ilavesi ile yapılabilir.

Açık Ağ Yapı: İğne seçimi ve transfer /yatak kaydırmalı yapılar oluşturulabilir

Padding/Moulding Etkiler: Spacer uygulamalar ve yapısal ilmek paylaşımları ile yapılabilirler.

Entegre edilmiş Yapı ve Uygulama Elemanları (slayt 12)

Bir kere daha vurgulamak gerekir ki daha önce buraya kadar bahsedilmiş olan tekniklerle, hemen kullanılabilecek karmaşık yarı ve tam bitmiş özel örme parçalarının yaratılması sırasında bazı ilave tasarım elemanları yerleştirebilirsiniz.

Bir şeyi yerleştirme veya bağlama amaçlı olarak tüpler düşünülebilir, aynı şekilde açıklıklar kesme veya preste kesmeye gerek kalmaksızın kumaşa entegre edilebilir. Intarsia tekniği, bir sonraki işlem olarak kenar kıvırmaya gerek kalmaksızın bu şekil entegre tasarım elemanlarına izin verir.

Düz Örme Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları(slayt 13-14)

Örerken şekillendirme ve bitmiş mamul yapma avantajlarına ilave olarak, çözgü çekme ve haşıl işlemleri gibi hazırlık işlemlerine de gereksinim duymaz. Böylece küçük partilerde üretim uygulanabilir, aynı şekilde stil değişiklikleri çok çabuk gerçekleştirilebilir.

Düz örme makineleri, doğrudan kesikli liflerden eğrilmiş veya solüsyon boyalı iplikleri içeren bobinlerden iplikleri işlerler. Sonradan boyama işlemine gerek yoktur. İşlenecek materyale bağlı olarak buhar fiskesi uygulanabilecek tek bitim işlemi olabilir.

Deneyimlerden ve diğer tekstil üretim metotları kıyaslamalardan konuşacak olursak, üretim süreci boyunca çeşitli şekillendirme işlemlerini dikkate aldığımızda düz örme işlemi hızı genellikle diğerlerine göre daha yavaş görünür.

Ekonomik denge, yalnızca işlem basamaklarını azaltarak değil, aynı zamanda materyal tüketimini optimize ederek, telefin azalmasıyla, yatırım miktarı ve kalite dikkate alınarak maliyetlerdeki düşüşle bulur.

DÜZ ÖRME MAKİNELERİNDE ÜRETİLEN BELİRLİ ÖZELLİKLERDEKİ TIBBİ TEKSTİLLER

KOMPRESYON UYGULAMALARI İÇİN ÖRME SIRASINDA ŞEKİLLENDİRİLEN ELASTİK TEKSTİLLER

Kompresyon Çorapları (Varis Çorapları) (slayt 16-24)

Batı ülkelerinde özellikle baldır bölgesindeki damar hastalıkları oldukça yaygındır. Yaklaşık populasyonun yarısı hayatlarının belli bir döneminde bacak damarlarıyla ilgili problemlerden doktora başvururlar. Populasyonun yaklaşık %10-20'si varisli damarlardan şikayetçidir ve bu bayanlarda erkeklerin yaklaşık iki katıdır.

(slayt 17)

Varisli damarlar çevre faktörleri kadar kalıtımsal özelliklerle de artmaktadır. Batı ülkesindeki yaşam tarzı gelişmekte olan bir ülkedekine göre büyük olasılıkla daha fazla varisle sonuçlanacaktır. Yetersiz damarların (kapakçık valflerin hatalı çalışması) gösterdiği semptomlar, çeşitlilik gösterecek ve küçük varislerle başlayarak sonunda ülserle sonuçlanan daha güçlü görünüm aşamasına geçen kronik damar yetmezliğine dönüşür. Damarlarda ülser vakalarının tahminen %20-%50'si varisli damarlardan kaynaklanmaktadır.

(slayt18)

Damar yetmezliğinin gerçek nedenine bağlı olarak, rahatlatmaya yönelik farklı cerrahi olanaklar vardır. Damar ülserinden korunmak için kullanıldığı kadar, semptomların tedavisinde de kullanılan metotlardan biri, kompresyon çoraplarının giyilmesidir. Tıbbi kompresyon çorapları, kan akış hızını arttırmak ve artan damar basıncının önüne geçmek için bacaklara dışarıdan basınç uygular.

(slayt 19)

Hastaların ihtiyaçlarına bağlı olarak değişen tip ve sınıflarda çoraplar bulunmaktadır. Avrupa çoraplarının çoğu sınıf 1 en zayıf ve sınıf 4 en güçlü basınç uygulayan olmak üzere dört basınç sınıfı altında gruplandırılabilirler. Tüm sınıflarda basınç dereceleri bilek bölgesinde %100'den başlayarak diz çevresinde %70'e ve

sonuç olarak üst bacakta %40'a kadar düşer. Basınç çorapları, baldır uzunluğunda, üst bacak boyunda ve tayt olarak bulunabilir. Baskı çorapları bugünlerde yuvarlak örme makinelerinde ve düz örme makinelerinde üretilmektedir. Yuvarlak makinelerde çoğunlukla kalite olarak sınıf 1 den 3'e kadar olanlar üretilebilirken düz örme makinelerinde 2 den 4 e kadar olan sınıflar elde edilebilir.

Kompresyon çoraplarının özellikleri

- Anatomik şekillerde örülürler
- 3 ve 4. sınıf çoraplar hastanın bacak ölçülerine göre bireysel olarak üretilirler
- Atkı olarak yatırılan iplikler yüksek basınç sağlayan oldukça güçlü elastik ipliklerden (likra ve kauçuk kaplı çift bükümlü) oluşurlar.
- Düz örme makinelerinde yapılan ürünler göreceli olarak yüksek kaliteyi temsil ederler. Bu standarttaki çoraplar E14 ve E16 incelikteki makinelerde örülürler.

Elastik Çorapların Üretimi(slayt 21)

Doğru basıncın sağlandığından emin olmak için bu tür çorapların uygulandığı yere mükemmel uydurulmuş olması gerekir.

Beden, kol ve bacak ölçüleri doktor tarafından alınır ve çorap üreticilerine sunulur. Ulaşılması istenen basıncı elde etmek için imalatçı düzeltilmiş bir ölçüyü dikkate alarak çorabın doğru uyumunu elde etmek için kendi hesaplamalarını yapar.

Belirlenen bedenin ilmek sayısı matrisinden hesaplanan çorap biçimleri Stoll kalıp oluşturma sistemi tarafından kullanılır ve sonradan makine kontrolü tarafından yorumlanabilen jakar ve kumanda programına çevrilir.

(slayt 22)

Üretim fabrikasında, jakar ve makine parametreleri, örme makinesi ve desen hazırlama sisteminin arasındaki online bağlantı yardımıyla, otomatik olarak düz örme makinesine aktarılır.

Bir Ethernet şebekesi makine ve Stoll server arasında aktif bağlantı sağlar ve böylece otomatik olarak üretim kontrolü sağlanmış olur. Böyle bir prosedür özel yapım çorapların üretiminde, üretimin tek siparişler serisinin işlenmesini temsil ettiği için organizasyonu önemlidir.

(Slayt 23)

Düzgün ve sabit bir basınç etkisi sağlanmak için elastik ipliklerin örme makinesine beslenmesi özel makine parçaları gerektirir. Stoll, düşük ve eşit gerginlikte beslenmesini sağlayabilmek için özel bir iplik besleme düzeneği geliştirmiştir. İplik, bobinleme ve örmedeki çekmelerden kaynaklanabilecek gerginlik farklılıklarını gidermek için bir ara bobinden geçirilir.

Bir sonraki aşama, gerçek ilmek oluşum alanına geçilmeden önce, sürtünmeli kesiksiz iplik besleme silindiri yardımıyla veya pozitif gerginlik kontrollü silindir tarafından sağlanan pozitif iplik besleme desteğidir.

İpliği hafifçe geri çeken vakumlu alet tarafından ipliğin beslenmediği taşıyıcının geri dönüş yerlerinde ipliğe gerginlik uygulanır.

(slayt 24)

Elastik iplikle atkı yatırımı yapmak için ilave özel iplik taşıyıcı kullanılır. Bu iplik besleyici, taşıyıcı kafanın hareketleri ile senkronize olarak çalışır ve taşıyıcının geri dönüşlerinde veya atkı yatırımı yapılmadığında iplik beslemesinin engellenmesini sağlar.

Böylece iplik göçü önlenebilir ve bu da kumaşta sabit bir gerginlik sağlamaya yardımcı olur. Atkı yatırımı yapan besleyici herhangi bir çarpışmayı önlenmek ve sonraki aşamada dikim işlemine yardımcı olan düz kenar oluşumuna katkıda bulunmak için aşağı ve yukarı indirip kaldırılabilir yapılmıştır.

ÖDEM TEDAVİSİNDE BASINÇLI GİYSİLER(slayt 25)

Ödem genellikle birincil lemfoma olarak bilinen önceden yatkınlık veya kanser ameliyatına ve onu izleyen radyasyon terapisine bağlı(ikincil lemfoma) lenf sistemindeki hasarlardan kaynaklanır. Ödem, bağ dokularının güçlü ve kontrolsüz bir şekilde sıvı tutması olarak görülebilir.

"Kompleks Fiziksel Rahatlatma Terapisi" olarak adlandırılan, ilgili uzuv ve beden bölgelerine dış baskı ile ve elle ödem sıvısının uzaklaştırıldığı genel tedavi uygulaması olarak bilinir. Bacakların tekrar şişmesini önlemek için, özel yapım kompresyon giysileri giyilerek bacak çevresinin azaltılması sağlanmaya çalışılır.

HİPERTROFİK YARALARIN TEDAVİSİNDE BASINÇLI GİYSİLER (slayt 26)

Özellikle yanan bölgelerin tedavisinde, tedavi ve yara izlerinin gelişimi dikkate alındığında basınçlı giysiler veya tekstiller etkilerini ispatlamışlardır.

İlgili deri bölgeleri üzerinde oluşturulan basıncın yara izlerinin kaşıntılarını hafifletmesi ve çeşitli kontraktörlerin oluşumunu kontrol etmesi beklenir. Tedavi edilen doku bölgesine uygulanacak ortalama basınç seviyesi 25 mm Hg'dir.

(slayt 27)

Basınçlı giysiler için kullanılabilecek farklı kalitelerde tekstiller vardır. Kullanımdaki kumaşlar atkı veya çözgü örme ağ yapısındadırlar veya kompresyon çorabı için kullanılan kumaşlara benzerler. Ancak daha iyi kalitededir. Bu kaliteler E16 veya E18 inceliğindeki makinelerde örülebilirler.

Basınçlı giysiler normal kesim ve dikim operasyonları ile üretilirken, düz örme elastik kumaşlar doğru ölçü ve şekle göre (Şekle göre imalat) örülürler ve bir

sonraki basamakta beraber dikilirler. İçine yerleştirilen elastik atkı ipliğine oldukça yüksek basınç yaratabilir ve yara izi yüksek seviyede basınca yeterince dayanırsa, genellikle bu giysiler kullanılır.

DESTEK VE SPOR BANDAJLARI (slayt 28–32)

Kişiye özel yapılan basınçlı çorap ve basınçlı giysi üretiminde kullanılan teknoloji destek ve spor bandajlarının üretiminde de aynen kullanılır. Şekille göre örebilme olanağı anatomik ölçülere uygun parçaların üretimine izin verir ve düzgün elastikiyetli veya çeşitli basınç bölgeleri olan ürün elde olanağı sunar.

Bu tür ürünler normalde bedenin çeşitli bölgelerindeki eklemlerin korunması ve desteklenmesi için kullanılırlar.

- Dizlik
- Bel bandajı
- Bileklik
- Dirseklik
- Omuzluk
- Arka destek bandajı gibi

(slayt 29)

Bu bandajlar koruyucu olarak kullanılırlar veya tedavi edici nedenler içindirler.

Bunların tıbbi uygulaması aşağıdaki gibi olabilir:

- Ameliyat sonrası, yaraya bağlı irritasyon
- Eklemlerin şişmesi ve artikiler kapsüller örneğin eklem hastalığı (arthrosis) veya kireçlenme
- Zayıf ve gevşek bağlar
- Çeşitli eklemlerin özel sorunları

(slayt 30)

Düz örme bandajların yararları şunlardır;

- Mükemmel uyumu garanti eden anatomik şekiller
- İki yönlü esnek yapıya bağlı olarak destek ve baskı etkisi

(slayt 31)

Ürün tanımlama için jakar tasarımı ve belirli kaliteler için yapısal desen etkisi

(slayt 32)

Bandajların yapışkan elastik veya ped ile birleştirilmesi sureti ile veya kan dolaşımını ve hematomların ve ödemlerin emilmesini hızlandıran, yaraya kararlılık, destek ve masaj etkisi yaratarak koruyan yapılar elde edilebilir.

Bugünlerde düz örme kumaşlara ceplerin entegrasyonu örme giyim endüstrisi için standart hale geldiğinden, Stoll bu ürünlerin hazırlanması ve üretimini kolaylaştırmak amacıyla bu çözümleri bandaj tasarımında bir araya getirmiştir. Böylece bandajların silikonlar, jel pedler ve güçlendirilmiş kırık tahtaları için örme iç cepleri vardır.

(slayt 33-34)

Stump Çoraplar(Kesilmiş Kol ve Bacaklar İçin Kullanılır)

Gerçek kullanımlarına dayanarak, bacaklarda en iyi uyum için stump çoraplar normalde konik şekle sahiptir. Tüp şeklinde örülürler ve bir ucuna doğru daraltılır veya genişletilir.

Çorap sanayinde üretilen birçok çorapla karşılaştırıldığında, stump çoraplar kapalı uçludur ve tamamen düz örme makinesinde üretilebilirler. Çoğu zaman, birçok çorap, üretimi hızlandırmak için, paralel olarak üretilirler. Örülen makine inceliği bugünlerde değişkenlik gösterir, incelikler E7 veya E8'den başlayıp E12'ye kadar olabilir.

(slayt 34)

Stump çorabın üretiminde en kritik alan, kenarların oluşumudur. Daha hacimli olma eğilimindedirler ve tüp genişletildiğinde veya daraltıldığında sıralarda küçük açıklıklar gösterirler. Bu düzensizlikler, protez giyerken tahrişe neden olabilir.Bu problemleri ortadan kaldırmak için, kenarlarda özel ilmek sıralamaları veya ilave transfer ve ilmek bölme işlemleri açıklıkları kapatmak için kullanılır.

İlave transfer yataklı yeni geliştirilen makineler (Stoll CMS 330 TC-R) böyle bir uygulama için avantajlı olabilir.

Stump çoraplar için kullanılan lifler örneğin yün gibi, bir sonraki işlemde çeken ve keçeleşen kalitede olmalı ve yumuşak olmalıdır.

Daha fazla çorap Coolmax gibi modern liflerden yapılmaktadır. Bu tür lifler yüksek elastikiyet ve psikolojik konfor sağlarlar. Birçok zaman bu çoraplar deriyi düzgünleştirici mineral yağlar emdirilerek, serinletici ve yumuşatıcı tabaka ile kaplanırlar. Bu çoraplar özellikle bir uzvu kesilmiş aktif insanlar tarafından giyilirler.

SPACER KUMAŞLAR (SLAYT 35-37)

Özel kalitelerine bağlı olarak spacer kumaşlar birçok farklı uygulama alanının ilgisini çekmiştir. Çeşitlilik özellikle minderli koltuklar ve yatak çarşaflarında kullanılan kompozit yapılardan özel medikal uygulamalara kadar ulaşmaktadır.

Bu kumaşların güçlü yönleri:

- Makine inceliğine ve materyal seçimine bağlı özel olarak tasarlanabilen kalınlık (E14 makine inceliğinde örülen kumaş için kalınlık 4-4,5 mm)

- Yatırılan askı sırasının açısına ve seçilen materyale bağlı olarak düzenlenebilen farklı derecelerde yumuşaklık
- Özel kumaş yapısına bağlı olarak mükemmel dökümlülük, buna bağlı olarak verilen şeklin muhafaza edilmesi
- Kumaşın dış yüzeyine askı bağlantıları ile kumaşa birleştirilen çeşitli materyallerden örülmüş bir yüzeyin oluşturulabilmesi
- Standart fully fashioned örme parçalara benzer şekilde, spacer kumaşlar da şekillendirilerek örülebilirler.

Bu kalitelere ve özelliklere bağlı olarak medikal uygulamalar aşağıdaki şekilde olabilir; **(slayt 36)**

- Ortopedik kullanımlar için darbe emici malzemeler
- Kırık bacakları belirlenen pozisyonda sabitlemek ve desteklemek için kullanılan döküm malzemeye destek kumaşlar
- Tedavi edici merhem ve emülsiyon emdirilen bölgeleriyle, özel, hazır giyilebilen bandajlar

(slayt 37)

- Süper emici liflerden yapılmış ve fully fashioned pantolona ilave edilen idrar pedleri

MEDİKAL İMPLANTLAR (slayt 38)

Tekstilin medikal implant olarak veya implantın bir parçası olarak, düz örme makinelerinde elde edilen kumaşların yapıları ve tasarımı özel uygulamalara çözüm getirmekte ve daha fazla ilgi çekmektedir.

Örneğin, özel lif materyallerden örülmüş ağ yapılar karın ameliyatlarındaki özel uygulamalar için implant olarak kullanılmak üzere torba şeklinde üretilebilir.

Uygulamalar

- Pelvik habis tümör ameliyatlarından sonra radyasyon terapisi sırasında oluşan yaralara karşı küçük bağırsağın korunma ve asılması
- Travmatik olarak yaralanan dalağın veya diğer yumuşak organların baskı enkapsülasyonu

(slayt 39)

Bu alandaki diğer uygulamalar da araştırıldı.

Gerçek kullanıma bağlı olarak örülen işlenmiş materyaller PP, PA, PES, PTFE gibi emici olmayan liflerden, poliglikolik asit(PGA) veya polilaktik asit gibi bio emici liflerden veya ince tellerden oluşabilir.

Ünlü marka isimleri

- Dexon-Ethicon (J&J)
- Vicryl-Ethicon(J&J)

Şimdiye kadar çoğunlukla saç örgüsü, çözgü örme veya leno dokuma ağ kumaşlar bu tür uygulamalar için kullanılmıştır. Ancak belirli kalitede bitmiş şekilli tekstil yapıların düz örme makinelerinde üretebilmesi bu tür düz örme makinesi kumaşlarının özel ameliyat uygulamalarında kullanılabilmesine yol açmıştır.

GENEL DEĞERLENDİRME (Slayt 40)

Daha önce açıklandığı gibi düz örme teknolojisi orijinal uygulama alanlarının dışına çıkabilmiştir.

Bu üretim sisteminin belirli avantajlarını kullanılarak düz örme makinelerinde üretilebilecek medikal tekstillerin alanı gittikçe genişlemektedir.

Stoll bu yeni alanlardaki yükselen rekabeti görmekte ve sanayiyi ve belirli kalitelerde yeni medikal tekstil araştırmalarını desteklemektedir.

Çok fazla düz örme makinesi çeşidi, sürekli gelişen makine teknolojisi ve örme bilgisi alanında ulaşılan ileri uzmanlık bu amacı destelemeye yardımcı olacaktır.

İlginize teşekkür ederim.

ÇOK EKSENLİ ÇÖZGÜLÜ ÖRME KUMAŞLARIN YAPILARI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

L. ÖNAL

Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, 38039 Kayseri

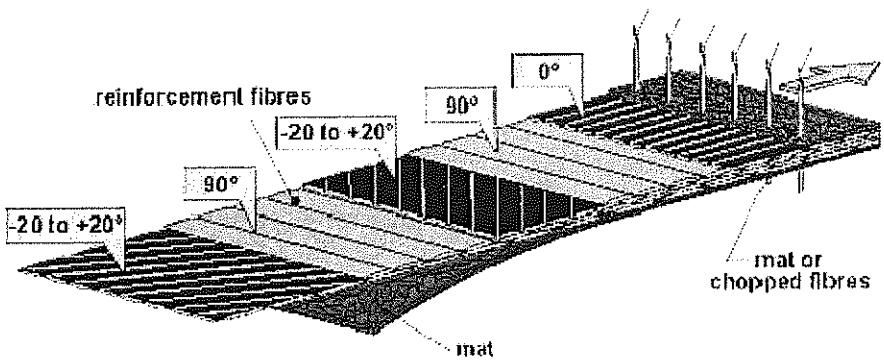
ÖZET

Çok eksenli çözgülü örme (ÇEÇÖ) kumaşlar, kompozit endüstrisine yönelik önşekil teknolojisi açısından son yirmi yıldaki en önemli gelişmelerdendir. Bu çalışma kapsamında çok eksenli çözgülü örme kumaşların yapıları ve bu kumaşlardan yapılan kompozit malzemenin mekanik özellikleri incelenecektir. Birden fazla çözgü tabakasının aynı kumaş içerisinde farklı açılarda (±45 veya ± 30) ve eksenlere (X- veya Y- eksenleri boyunca) yerleştirilebilmesi bu kumaşların en göze çarpan özellikleridir. Çözgü tabakalarının kumaş içerisinde neredeyse kıvrımsız olarak serilmesi kumaş mekaniği açısından diğer tüm önşekillere nazaran en büyük üstünlüğüdür. Çekme, eğilme ve kesme gerilimlerine dayanımları açısından dokuma kumaşları nazaran büyük üstünlüklere sahiptirler. Birden fazla tabakanın (efektif olarak dört tabaka çözgü ve bir tabaka dokusuz yüzey) aynı anda serilmesi ve bu tabakaların birbirleri ile örme yöntemi kullanılarak ilave bir işlem olmaksızın birleştirilmesi, kompozitlerin mekanik dayanımları açısından büyük önem taşıyan, yük altında tabakaların birbirinden ayrılma eğilimini (delaminasyon) azaltıcı etkisi vardır. Gemicilik endüstrisi, rüzgâr panelleri ve otomotiv uygulamaları ÇEÇÖ kumaşlarının önşekil olarak en yaygın kullanım alanlarıdır. Deneysel çalışma olarak, cam elyafından 0/90 düzeniyle serilen ÇEÇÖ/epoksi kompozit malzemenin mekanik özellikleri edilmiş ve gerilme uzama grafiği emsal değerdeki bezayağı dokuma kumaştan kompozit ile kıyaslanmıştır.

GİRİŞ

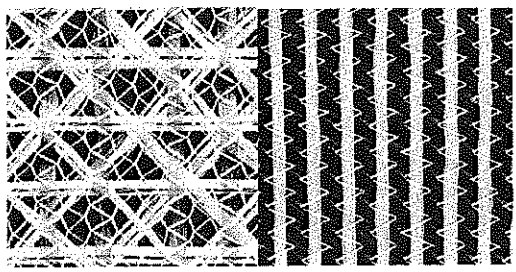
Çok eksenli çözgülü örme (ÇEÇÖ) kumaşlar ileri teknik tekstil uygulamalarına dönük olarak kullanılan endüstriyel kumaşlardandır. İlk Malimo makinası ÇEÇÖ kumaşları üreten makinaların ilk örneği olup çapraz serim yapabilme kabiliyeti yoktu. Bu kumaşlar uçak parçaları, gemi endüstrisi ve otomobil şasis elemanlarının üretimlerinde etkin kullanım potansiyeline sahip olması sebebiyle büyük ilgi çekmiştir [1].

ÇEÇÖ kumaşlar Şekil 1 de görüldüğü üzere çözgü (0^o), atkı (90^o) ve her iki yönde çapraz ($\pm\theta^o$) iplik besleme kabiliyetine sahiptir. Bu çok katlı iplikler zincir veya trikot ilmekleriyle birbirine bağlanırlar. ÇEÇÖ kumaşı teorik olarak çok sayıda katı birleştirebilecek elastikiyete sahip olmakla birlikte, ticari olarak başarılan üretim dört iplik tabakası ve bir tabaka dokusuz yüzeyden ibarettir. Yapıya dahil edilen her iplik tabakası örme işlemi ile çok düzgün biçimde konumlandırılır. Her bir tabakadaki iplikler kıvrımsız olarak parelel konumlanmışlardır. Kıvrımsız olarak eksenel konumlanmış ipliklerin numaraları (lineer yoğunlukları) dikiş ipliklerinden daha yüksektir (direkt numaralanma sisteminde).



Şekil 1. Liba makinalarıda üretilen ÇEÇÖ kumaşı [2].

Her bir tabaka istenen yönde ve sırada birbiri üstüne serilerek kumaş haline dönüştürülebilir. Dokusuz yüzeyde benzer şekilde istenen kata serilebilir. Açık ve kapalı yapılı ÇEÇÖ kumaşlar Şekil 2 de görülmektedir.



(a) (b)

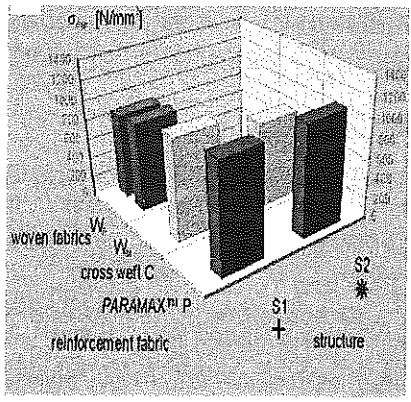
Şekil 2. a)+45/90/-45/0 düzeniyle serimi yapılmış açık kumaş yapısı,

b) 0/90 yönlerinde serim yapılmış kapalı kumaş yapısı [3].

KIYASLAMALAR VE ÇEÇÖ KUMAŞININ YAPISI

ÇEÇÖ, dokuma, ve iki eksenli örme kumaşların mekanik özelliklerinin kıyaslaması Şekil 3'de görülmektedir. Kumaş halinde yapılan çekme testlerinin sonucunda ÇEÇÖ kumaşının performansı diğer kumaşlardan daha yüksektir. Çekme mukavemeti %20, elstisite modulü ise %15 daha fazladır. Bu sonuçlar iplik tabakalarının birleştirilmesinde kullanılan örme tekniğinin liflere verdiği zararın ihmâl edilir seviyede olduğu gözlenmiştir.

ÇEÇÖ, dokuma, ve iki eksenli örme kumaşların malzeme özelliklerinin kıyaslaması Tablo 1de verilmiştir. Kıyaslama pekçok özellik gözönüne alınarak yapılmıştır. ÇEÇÖ çekme ve elastisite modulü açılarında daha üstün olmakla birlikte, dökümlülük ve üretim hızı açılarında diğer kumaşlardan daha zayıftır.



Şekil 3. ÇEÇÖ kumaşının (PARAMAX® ticari markası) dokuma ve çift eksenli kumaş ile olan kıyaslaması [2].

Tablo 1. Kumaş yapılarının kıyaslaması.

	Dokuma	Çift Eksenli	ÇEÇÖ
Çok tabakalı tasarım	0	0	++
Üretim Hızı	++	0	0
Test Standartları	++	-	-
Kumaş Halinde:			
- Çekme Mukavemeti	0	++	++
- Elastisite Modulü	0	++	++
Kompozit formunda:			
- Çekme Mukavemeti	0	++	++
- Elastisite Modulü	0	++	++
- Kesme Mukavemeti	0	++	++
Dökümlülük	0	++	0

Verimli ve maliyet açısından etkili üretimin sağlanabilmesi için ÇEÇÖ kumaşlardaki iplik sıralamasının ve üretimin optimizasyonu alanları ilgi çekmiştir. Serile ipliklerdeki hasarları azaltmaya yönelik olarak makina ve proseste çok sayıda iyileştirme yapılmıştır [4,5]. Meyer ve Wulfhorst [6], iplikleri daha uygun serimi için makina ayarları ve malzme karakteristikleri arasındaki ilişkileri belirleyip analiz etmişlerdir. İlgileri özellikle serilen ipliklerin gerginlik ayarları üretim esnasında takibi ve iplik gerginliğinin etkileri üzerinedir. On-line kontrol ile tüm serim esnasında iplik gerginliğini azaltmak ve homojenleştirmeyü amaç edinmişlerdir.

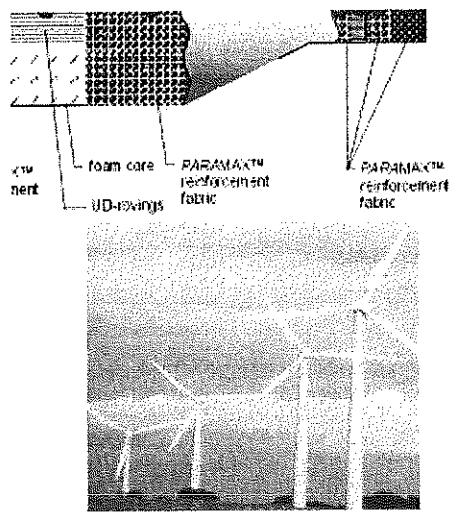
ÇEÇÖ kumaşların avantajları şöyle özetlenebilir:

- İplikleri farklı yönlerden (0°, 90°, -20°, +20°) gelecek yükleri taşıyacak şekilde serilebilmesi
- İpliklerin aynı tabakada birbirine parelel olarak serilebilmesi
- Lif demetlerinin kıvrımsız olarak konumlanması sayesinde daha üstün mekanik özellikler (%20 daha yüksek)

- Kompozit üretiminde esnek ve daha düşük maliyetli destek elemanı [7].
- Kalınlık yönünde delaminasyonu engelleyici zincir ilmek sistemi.

UYGULAMA ALANLARI

ÇEÇÖ kumaşları isotropik davranışa sahip malzemeymişcesine davranmasını sağlayan her dört yönde desteklenmiş yapıya sahiptir. Bu tarzda bir davranışa sahip kumaş ilave bir işlem olmaksızın tek bir aşamada üretilmektedir. Çok katlı yapılar dikkate alındığında ekonomik ve kolay taşınabilir bir yapıya sahip olup kompleks şekillerin üretimenede nispeten elverişlidir. Başlıca eksenler doğrultularında lif demetlerinin kıvrımsız olarak konumlanmalarını imkân sağlayan bir yapısı vardır. Örgü ilmikleri çok tabakalı yapıda delaminasyon oluşma eğilimini azaltır. Bu özellikleri sebebiyle ÇEÇÖ kumaşları otomotiv endüstrisinde, yat üretimi, gemicilik endüstrisinde, askeri vasıtaların imâlinde, uçak kanadı ve parçalarının imâlinde ve rüzgâr türbini-pervanelerinde (Şekil 4) destek elemanı olarak kullanılmaktadır.



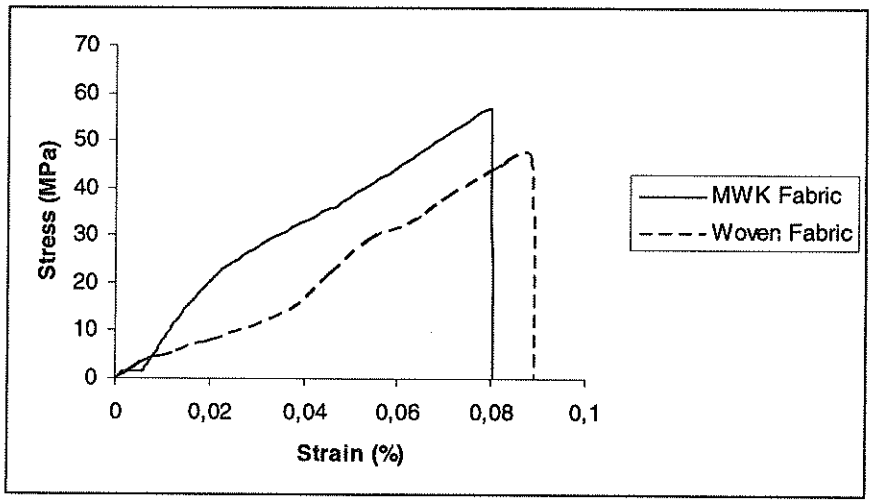
Şekil 4. Rüzgâr türbünü ve pervanesi [2].

DENEYSEL ÇALIŞMA

Kompozit formundaki ÇEÇÖ kumaşların performansları dokuma kumaşlar ile kıyaslanmıştır. Kullanılan kumaşları lansal yoğunlukları sırasıyla 500g/m^2 (400g/m^2 lik kısmı 0° ekseni yönünde ve 100g/m^2 lik kısmı ise 90° ekseni yönünde) ve 200g/m^2 dir. Matris olarak 105B/206B West epoksi reçine ve sertleştirici sistemi kullanılmıştır. 5:1 lik (reçine : sertleştirici) karışım oranı kullanılmıştır. Reçineler 23 derece oda sıcaklığında vulkanize edilmiştir. Her iki numune grubu içinde destek elemanının kompozit içerisindeki hacimsel yüzdesi

35 olarak belirlenmiştir. Kompozit formundaki numunelerin çekme testleri ASTM D3039 standardına göre yapılmıştır. Her iki destek elemanın performanslarının nesnel olarak değerlendirilebilmesi için test yönü olarak 90° yönü belirlenmiştir.

Her iki numunenin çekme testi sonuçları Şekil 5de verilmiştir. Kumaş halindeki testle benzer şekilde, aynı hacim yüzdesi için ÇEÇÖ kumaşından yapılan kompozit malzemenin hem çekme gerilmesi hemde elastisite modulusu daha yüksektir. Bu davranış ÇEÇÖ kumaşındaki liflerin eksenel yönde kıvrımsız olarak konumlanmalarından ileri gelmektedir.



Şekil 5. Her iki numuneye ait çekme testi, gerilme-uzama grafiği.

SONUÇLAR

Pek çok açılardan ÇEÇÖ kumaşlar dokuma kumaşlara nazaran üstünlüklere sahiptir. Her bir lif demetinin kıvrımsı serimi ve aynı anda çok katlı yapının imâl edilebiliyor olması bu kumaşın en cazip yönleridir. Dokuma kumaşlar ile kıyaslandığında en zayıf yönü düşük üretim rakamı ve birim maliyet olup, gelişen teknoloji ile bu alanda iyileştirmeler devam etmektedir. Yüksek çekme ve kesme mukavemeti, yüksek elastisite modulu ve düşük delaminasyon eğilimi bu kumaş yapısının gemicilik ve havacılık endüstrisi için daha kıymetli olmasını sağlamıştır.

Deneysel çalışmada, aynı hacimsel lif yüzdesine sahip ÇEÇÖ ve dokuma kumaşları ile desteklenmiş kompozit malzemelerin çekme dayanımları kıyaslandı. ÇEÇÖ kumaşından yapılan kompozit malzemenin çekme mukavemeti ve elastisite modulusu daha yüksektir.

REFERANSLAR

1. "High-tech Fibrous Materials: Composites, Biomedical Materials, Protective Clothing and Geotextiles", Ch 5, T.L. Vigo, and A.F. Turbak Eds., American Chemical Society, Washington, D.C., 1991, 81-89.
2. http://www.iparamaxc.de/index.html official website of PARAMAX®.
3. www.karlmayer.de Karl Mayer internet site.
4. Dexter, H.B. and Hasko, G.H., "Mechanical Properties and Damage Tolerance of Multiaxial Warp-knit Composites", Comp. Sci. and Tech., 56, p367-380 (1996).
5. Meinsfield, R.G., "Textiles in Stitches", Textile World, July 2002.
6. Meyer, J. and Wulfhorst, T., "Analysis and Optimization of Yarn laying for Knitted Multiaxial layers", Technical Textiles, Vol. 40, April, 100-103 (1997).
7. Onal, L., "Flexural Strength Performance and Cost Analysis of Multiaxial Warp-knitted Preforms for Composite Reinforcements", accepted by Polymer-Plastics Technology and Engineering, September 24th2004.

RİNG VE HAVA JETİ İLE EĞRİLMİŞ İPLİKLERDEN ÜRETİLEN ÖRME KUMAŞLARIN MÜHENDİSLİĞİ

P.V. KADOLE, C.D. KANE, S.S. LAVATE &A.A. JADHAV

Textile & Engineering Institute, Ichalkaranji, India

Çeviren: Ali Serkan Soydan

ÖZET

Günümüzde, örme giysi endüstrisi pamuk, akrilik iplikler ve bunların karışımından oluşan geniş bir aralıkta üretilir. Sürekli değişen yüksek rekabete dayalı küresel pazar, kalitenin farkında oluşundaki yükseliş, konfor ve yerli tüketicilerin değişen ihtiyaçları örme üreticilerini büyük bir yarışa zorlar. Rekabete dayalı pazarda kalabilmek için üreticiler varolan desenlerinin kalitesini devam ettirmek, ayrıca tasarımlarındaki yeniliklerle ürünlerin yeni aralığını sunmak, temel hammaddeyi değiştirmek ve modern teknolojilerle iplikler eğirmek vb. zorundadırlar.

Bu çalışma "Ring ve Hava jeti ile eğrilmiş ipliklerden üretilen örme kumaşların mühendisliğidir." Biz örmede kullanılan ipliklerin birçoğunun ring eğirme teknolojisiyle üretildiğini biliriz. Bundan dolayı bu çalışmada, hava jeti eğirme teknolojisi ile eğrilmiş ipliklerden yapılan örme kumaşların hareketlerini analiz etmek ve aynı zamanda ring ile eğrilmiş ipliklerle karşılaştırmak için bir girişimde bulunulmuştur. Bu son kullanım gereksinimlerine uygun kumaş tasarımına yardımcı olacaktır. Genellikle, örme giysilerin birçoğu zayıf boyutsal stabilitesi olan pamuk ve onların karışımını kullanılarak üretilirler. Böylelikle bu çalışmada polyester/viskon karışımları kullanarak kumaşa daha iyi konfor ve boyutsal stabilite sağlamak için bir girişimde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: hava jetli eğirme, örme giysiler, tutum değeri

GİRİŞ

Örme giyiminin küresel talebi dokuma kumaşlarınkinden daha hızlı oranda artmaktadır. Örme giysiler, gelişmiş ülkelerde giyim ihtiyacının yaklaşık olarak %45'ini karşılar. Gelişmiş bölgelerden gelişmekte olan bölgelere kayan büyük vardiyaya sahip eğirme endüstrisinden farklı olarak örme giyim endüstrisi, gelişen dünyada da çalışılmaya devam etmektedir. Dünyanın farklı bölgelerinde örme endüstrisinde büyük bir teknoloji farkı yoktur.

Örme kumaşlar şekle uyum sağlama, yumuşak tutum, hacimlilik ve düşük yük altında yüksek uzama özellikleri ile bilinir. Fakat doğal liflerden üretilen kumaştaki ciddi problem boyutsal stabilitenin olmayışıdır. Birçok araştırmacı boyutsal stabiliteyi, ilmek iplik uzunluğuna, iplik besleme giriş gerginliğine sıkılık faktörüne ve kullanılan ipliğin tipine bağlı olduğunu bulmuştur. Örme kumaşların boyutları, potansiyel çekmesi ve şekil tutma özellikleri, örme koşulları ve kumaş relaksasyonun durumu için çok önemlidir. Yıkamadan dolayı çekme pamuklu örme

kumaşlar için her zaman ciddi bir problem olarak görülmüştür. Son yıllarda örme elbise, gömlek ve spor giyim gibi pamuklu ürünlere olan talep ile bu durum daha kritik hale gelmiştir. Son on yıldan beri örmeciler farklı eğirme teknolojileriyle üretilen daha geniş bir yelpazeden iplik seçimine sahiptirler. Örme ipliği, dokumada kullanılan iplikten daha özel bazı karakteristikler ister. Örme ipliği için kalite gereksinimleri daha iyi düzgünlük, düşük büküm, daha az iplik numara varyasyonu ve neps, yabancı madde vb. içermemesidir. Ayrıca kalın, ince ve bükümsüz yerlerin olmaması, daha iyi elastikiyet ve uzama, düşük sürtünme katsayısı gibi iplik özellikleri bitmiş örgünün görünümünde ve tutumunda önemli rol oynar.

Bu projede, örme giysi üreticilerine üretim çeşitliliği ve deneye dayalı bilimsel metodoloji olasılıkları sunulacaktır.

ÇALIŞMA PLANI:

Bu çalışma dahilinde örme kumaşlar, ring ve hava jeti (Murata Jet Spinner MJS 802H) teknolojisiyle eğrilen 30 Ne numarasında, karışım oranı 67/33 olan polyester/viskon ipliklerden üretildi. Ring eğirme ve hava jetli eğirme basamaklarındaki seçilmiş proses parametreleri endüstride kullanıldığı şekilde optimize edildi. Süprem örme makinesi üzerinde 2.5 mm ve 3.0 mm ilmek uzunlukları ayarlanarak kumaşlar üretildi. Hava jetli ve ring sistemlerinde üretilen iplik numunelerini örmek için örme makinesine uygulanan proses parametreleri Tablo 1'de belirtildiği gibidir. Kumaşlar sonradan boyanmış ve terbiye işlemi görmüştür.

Tablo 1. Örme Makinesi ve Proses Parametreleri

Sr. No.	Ayrıntılar	Özellik
1	Yapım	Mayer & Cie
2	Tip	Süprem
3	Çap	30″
4	İğne sayısı	2260
5	Hız	14 d/dak
6	İncelik	28
7	Besleyici sayısı	96
8	İplik numarası	30 Ne
9	Sıkılık faktörü K	1.72

Yapılan Testler

Standart atmosfer koşullarında iplikler ve kumaşların bir inçdeki çubuk ve sıra sayıları, ham kumaş ağırlığı, ilmek yoğunluğu, renk haslığı, aşınma direnci, boncuklanma, Kawabata tutum değerlendirmesi, hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, çekme, kalınlık vb. testleri yapıldı.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tablo 2, 2.5 ve 3.0 mm ilmek iplik uzunluklarının ring ve hava jetli ipliklerden üretilen kumaşlar için bir inçteki çubuk sayısını (wpi), bir inçteki sıra sayısını (cpi), ilmek yoğunluğu ve kumaş ağırlığı değerlerini göstermektedir.

Tablo 2. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşların wpi, cpi, İlmek Yoğunluğu ve Kumaş Ağırlık Değerleri

Sr. No.	Özellikler	Ring İplikli Kumaş		Hava Jetli İplikli Kumaş	
	İlmek iplik uzunluğu (mm)	2.5	3.0	2.5	3.0
1	İnçteki Çubuk Sayısı	34.0	36.2	33.0	35.0
2	İnçteki İlmek Sayısı	55.0	42.2	55.5	45.6
3	İlmek Yoğunluğu	1859.2	1545.0	1857.4	1616.4
4	Kumaş Ağırlığı g/m^2 (Ham halde)	133.5	117.36	137.8	123.4
5	Kumaş Ağırlığı g/m^2 (Mamul halde)	167.2	125.76	193.4	154.85

wpi ve cpi örme kumaşların boyutlarını etkileyen önemli boyutsal özelliklerdir. İlmek yoğunluğu inçteki çubuk ve sıra sayıları çarpımı sonucudur. Kumaş yoğunluğu az ise inçkaredeki ilmeklerin sayısı da azdır. İlmek yoğunluğu kumaşların son kullanımına karar vermede önemli rol oynar.

Tablo 2'den, iplik yapısının ilmek yoğunluğu üzerine etkisinin az olduğu görülebilir; iplik enine kesit alanındaki değişimden kaynaklanan küçük bir değişim vardır. Kumaş yoğunluğu ne kadar az ise, inçkaredeki ilmeklerin sayısı da o kadar azdır. İlmek yoğunluğu kumaşların son kullanımına karar vermede önemli rol oynar.

2.5 ve 3.0 ilmek iplik uzunluğundaki iki iplikten üretilen ham kumaşların ağırlıkları arasında önemli bir fark yoktur. İplik yapısı kumaşların g/m^2 ağırlığını etkilemez. İki iplik arasında numara varyasyonunda ve hatalardan kaynaklanan küçük bir fark görülür. İlmek uzunluğu kumaşın ağırlığını etkiler.

Tablo 2'de görüldüğü gibi ring ve hava jetli ipliklerden üretilen bitmiş kumaşların mamul kumaşların ağırlıkları arasında önemli bir fark vardır. Bu her annexure için t testi uygulanarak hesaplanmıştır. Hava jeti ile eğrilen iplikten üretilen, 2.5 ilmek iplik uzunluğuna sahip kumaşın ağırlığı terbiye işleminden sonra büyük artış gösterir. Ham ve mamul kumaş ağırlığı m^2'de gram ağırlığı ölçen standart kesici aletle ölçüldü.

Tablo 3. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşların Hava Geçirgenliği

Sr. No	İlmek Uzunluğu	Hava Geçirgenliği (cc/s/cm^2)	
		Ring İplikli Kumaş	Hava Jetli İplikli Kumaş
1	İ.U. 2.5	59.17	69.96
2	İ.U. 3.0	68.31	73.67

Tablo 3'den ring ve hava jeti ile eğrilmiş ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenlikleri arasında önemli bir fark olduğu görülebilir. Hava jetli iplikten üretilen kumaş, ring iplikli kumaşla karşılaştırıldığında daha yüksek hava geçirgenliği gösterir. Bu her annexure için t testi yapılarak hesaplanmıştır. Hava jetli iplikten üretilen kumaş, iplik merkezindeki liflerin paralel ve ipliğin daha az tüylü olmasından dolayı, daha fazla hava geçirgenliği gösterir.

Hava jetli ipliklerden üretilen kumaşlardan ilmek uzunluğu 3.0 mm olan kumaş, seyrek yapıda olması nedeniyle daha fazla hava geçirgenliği gösterir. Hava geçirgenliği testi Shirley Hava Geçirgenliği test cihazında yapıldı. Bu test cihazı hava akışı prensibiyle çalışır. Kumaş tutucu üzerine yerleştirilir ve testler yapılır.

Tablo 4. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşların Aşınma Direnci

Sr. No.	İlmek Uzunluğu	Aşınmayla Ağırlık Kaybı (%)	
		Ring İplikli Kumaş	Hava Jetli İplikli Kumaş
1	I.U. 2.5	4.87	2.21
2	I.U. 3.0	3.41	3.1

Tablo 4'de görüldüğü gibi ring ve hava jetli ipliklerden üretilen kumaşların aşınma direnci arasında önemli fark vardır. Hava jetli ipliklerden üretilen kumaş ring iplikli kumaş ile karşılaştırıldığında daha yüksek aşınma direnci gösterir. Bunun nedeni, hava jetli ipliğin yapısındaki sargı liflerinin merkezdeki lifler üzerinde hareket edebilecek serbestliğe sahip olması ve böylelikle aşınmanın önlenebilmesidir.

Aşınma direnci Martindale Aşınma test cihazında test edildi. İlk önce kumaş hazırlandı ve kumaş örnekleri tartıldı ve ayrıca kalınlık kaybını hesaplamak için kumaşların kalınlıkları ölçüldü. Sonra aşınma için elli aşınma çevrimi yaptırıldı. Aşınmadan önce ve sonraki durum arasındaki fark alındı ve sonuçta oran hesaplandı.

Tablo 5. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşların Patlama Mukavemeti

Sr. No.	İlmek Uzunluğu	Patlama Mukavemeti (kg/cm^2)	
		Ring İplikli Kumaş	Hava Jetli İplikli Kumaş
1	I.U. 2.5	10.46	9.97
2	I.U. 3.0	9.04	8.74

Tablo 5'de görüldüğü gibi, ring ve hava jetli ipliklerden üretilen kumaşların patlama mukavemetinde önemli bir fark vardır. Ring iplikli kumaş, hava jetli iplikli kumaş ile kıyaslanırsa yüksek iplik kopma mukavemetinden dolayı daha fazla mukavemet gösterir.Patlama mukavemeti BUSTOMAT test cihazında gerçekleştirilmiştir.

Boncuklanma

Hava jetli ipliğin boncuklanması ring ipliğine kıyasla daha azdır. Bunun nedeni merkezdeki liflerin sargı lifleri tarafından sıkıca paketlenmesidir; onlar merkezdeki liflerin yüzeyden dışarı çıkmasına izin vermez böylece daha az boncuklanma eğilimi gösterir.

Tablo 6. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşların Çekmesi

Sr. No.	İlmek Uzunluğu	Çekme (%)	
		Ring İplikli Kumaş	Hava Jetli İplikli Kumaş
1	İ.U. 2.5	8.26	6.88
2	İ.U. 3.0	7.52	6.24

Tablo 6'da görüldüğü gibi ring iplikli kumaş ile hava jetli iplikten üretilen kumaş arasında önemli farklılık vardır. Bu durum, merkez liflerinin sıkıca sarılı olduğu yüzey lifleri tarafından enine şişmesinin önlenmesinden kaynaklanabilir. Tüm kumaşlarda İ.U. 3.0 olan hava jetli iplikten üretilen kumaş daha az çekme gösterir. Ayrıca ilmek iplik uzunluğunun kumaşın çekmesi üzerine etkisi vardır. Çekme 60^0C hareketli yıkama ve tamburlu kurutucuda kurutma metodu kullanılarak ölçüldü.

Tablo 7. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşlarda K Faktörü

	K Faktörü			
	kc	kw	ks	kc/kw
Ring İplikli Kumaş	8.23	1.176	9.67	6.99
Hava Jetli İplikli Kumaş	5.88	1.168	6.87	3.48

Boyama Davranışı

Hava jetli iplikten üretilen kumaş, ring iplikli kumaşlara kıyasla tüm örnekler içinde daha iyi boya alımı gösterirler. Bu, hava jetli ipliğin açık yapısının ve boyanın iplik içine nüfuz edebilmesinin kolay oluşunun bir sonucudur. Hava jetli iplikten üretilen kumaşların ring iplikli kumaşlara kıyasla liflerin zayıf oryantasyonundan dolayı daha az yansıma verdikleri için boya parlaklıkları düşüktür.

K-Faktörü

Tablo 7'de görüldüğü gibi ring iplikli ve hava jetli iplikten üretilen kumaşlar için k-faktörleri hesaplandı. Ring iplikli kumaş için k-faktörleri daha büyüktür çünkü çekmesi hava jetli iplikten üretilen kumaşa kıyasla daha çoktur.

KAWABATA TUTUM DEĞERLENDİRME TESTİ

Gerilme Özellikleri

Tablo 8. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşların Gerilme Özellikleri

Örnek	Gerilme Özellikleri				
		LT	WT	RT	EMT
Hava Jetli İplikli Kumaş	Çubuk yönünde	1.493	37.7	39.12	10.10
	Sıra yönünde	1.305	78.00	35.38	23.90
	Ortalama	**1.399**	**57.85**	**37.25**	**17.00**
Ring İplikli Kumaş	Çubuk yönünde	1.042	24.80	36.97	9.52
	Sıra yönünde	1.106	78.50	51.66	28.40
	Ortalama	**1.074**	**51.65**	**44.32**	**19.96**

Tablo 8'den hava jetli iplikten üretilen kumaş için yük-uzama eğrisinin daha doğrusala yakın olduğu görülebilir: ring ipliği ile karşılaştırıldığında tamamen doğrusaldır. Bu, düzgünsüzlüğü az olan iplik yapısından kaynaklanır. Gerilme uzaması ring iplikli kumaş için daha yüksektir. Bu, ring ipliğinin hava jetli iplikten daha fazla uzamasından kaynaklanır. Sargı lifleri, merkezdeki liflerin serbest hareketine izin vermediği için gerilme rezilyansı hava jetli iplikten üretilen kumaşta daha azdır: böylece daha az gerilme rezilyansıyla sonuçlanan enerji kaybı daha çok olur.

Kayma Direnci Özellikleri

Tablo 9. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşların Kayma Direnci Özellikleri

Örnek	Kayma Özellikleri			
		G	2HG	2HG5
Hava Jetli İplikli Kumaş	Çubuk yönünde	0.81	2.8	2.8
	Sıra yönünde	0.71	2.8	2.95
	Ortalama	**0.76**	**2.8**	**2.88**
Ring İplikli Kumaş	Çubuk yönünde	0.41	1.6	1.55
	Sıra yönünde	0.41	1.23	1.25
	Ortalama	**0.41**	**1.42**	**1.4**

Tablo 9'da, hava jetli ipliğin sertliğine katkıda bulunan kayma sertliğinin bu iplikten üretilen kumaş için ring iplikli kumaşa kıyasla daha yüksek olduğu görülür. Ayrıca hava jetli iplikten üretilen kumaş için kayma histerizisi daha yüksektir.

Yassılma Özellikleri

Tablo 10. Ring ve Hava Jetli İpliklerden Üretilen Kumaşlarda Yassılma Özellikleri

Örnek	Yassılma Özellikleri				
	LC	WC	RC	TO	TM
Hava Jetli İplikli Kumaş	0.351	0.36	36.94	0.959	0.549
Ring İplikli Kumaş	0.315	0.424	40.8	1.03	0.491

Tablo 10'da hava jetli iplikten üretilen kumaş için yassılma eğrisi doğrusalla daha yakındır. Hava jetli ipliğin daha az hacimli olması nedeniyle daha çok yassılabilir. Ring ipliğinin daha az esnek olmasından dolayı yassılma enerjisi ring iplikli kumaş için daha yüksektir. Hava jetli ipliğin mukavemetinin düşük olmasından ve daha düşük yüklere dayanma kapasitesinden dolayı, bu iplikten üretilen kumaşın yassılma rezilyansı daha düşüktür.

ÖZET VE SONUÇLAR

- İplik yapısı kumaşın inçteki çubuk ve sıra sayılarını etkilemez.
- İplik enine kesit alanının değişikliğinden dolayı kumaşların ilmek yoğunluğunda küçük değişimler meydana gelir.
- İlmek iplik uzunluğu kumaşların gramajını etkiler. 2.5 ilmek iplik uzunluğuna sahip hava jetli iplikli kumaşın ağırlığı diğer kumaşlarla karşılaştırıldığında biraz yüksektir.
- Hava jetli iplikli kumaşın hava geçirgenliği ring iplikli kumaşla karşılaştırıldığında daha yüksektir. 3.0 ilmek uzunluğuna sahip hava jetli iplikli kumaş daha fazla hava geçirgenliği gösterir.
- Ring iplikli kumaşın patlama mukavemeti hava jetli iplikli kumaşla karşılaştırıldığında daha yüksektir.
- Hava jetli iplikli kumaşın aşınma direnci ring iplikli kumaşla karşılaştırıldığında daha yüksektir. İlmek iplik uzunluğu 2.5 olan kumaş marjinal yüksek aşınma direnci gösterir.
- Hava jetli iplikli kumaşın boncuklanması ring iplikli kumaşla karşılaştırıldığında daha düşüktür. İlmek iplik uzunluğu 2.5 olan hava jetli iplikli kumaş daha iyi boncuklanma dayanımı gösterir.
- Hava jetli iplikli kumaştaki çekme ring iplikli kumaşla karşılaştırıldığında daha azdır. Hava jetli iplikli kumaşın boyutsal stabilitesi ring iplikli kumaşa göre daha iyidir.
- Hava jetli iplikli kumaşın boya alması ring iplikli kumaşla karşılaştırıldığında iyidir.
- Hava jetli iplikli kumaşın renk tonu değişimi fazladır.

GÜÇLENDİRİLMİŞ TEKSTİLLERİN YENİ FİLTRELEME MATERYALLERİ

F. TESTORE[1], N. RODIGHIERO[2]

[1]Turin Polytechnic- Italy, [2]Speritex S.p.A.- Biella, Italy

Çeviren: Özlem Kısaoğlu

GİRİŞ

Bu raporda endüstriyel boyama prosesi süresince havalandırma işleminde kullanılan filtreleme materyallerinden bahsedilecektir.

Boyama prosesi süresince yüzeyde tortu bırakmayan, fakat etrafa bulanıklık olarak yayılan aşırı püskürtme, püskürtmeli boyamadaki ana problemlerden biridir.

Çalışılan çevredeki aşırı püskürtme artığı farklı açılardan zararlıdır:

- potansiyel tehlike etkileriyle çalışılan alanlarda insanlar tarafından teneffüs edilebilen toksik maddelerle havayı doldurur.
- bulanık boya parçalarının çökelmesi işlenen yüzeye zarar verebilir.
- aşırı püskürtme çalışılan alanda varolan her şeyin üstüne çökebilir, kirlilik oluşturabilir ve muhtemel bir yangına sebep olabilir (kuru boya artığı genellikle kolayca tutuşur ve bazen kendiliğinden yanmaya maruz kalır).

Boyama odalarının ve hatlarının hava değişimini sağlamak için bu sistemlerle donatılmasının nedeni aşırı püskürtmenin sürekli bir şekilde azaltılabilmesi ve işletme havasının temiz kalmasının sağlanabilmesidir.

Açıkça aşırı püskürtme ile doldurulan hava dışarı atılamaz ama ön filtreleme işlemine tabi tutulabilir, böylece maddelerin arta kalan konsantrasyonu mevcut kurallarla belirlenmiş limitler içinde kabul edilebilir.

İLK DURUM

Zamanla, boyama alanındaki aşırı püskürtmenin azaltılmasıyla ilgili bir dizi farklı teknik geliştirilmiştir.

Hala en yaygın olarak düşünülen ilk teknik suyun kullanılması temeline dayanır: hava akımı su tabakaları arasından ve/veya serpme sistemlerinden zorlanır. Bu uygulama çeşitli endüstriyel işletmelerde uygulanan duman yıkama sütunlarının kullanımına benzer olarak düşünülebilir.

Teknik, kuru filtrelerin yavaş yavaş tıkanması sebebiyle proses süresince durmaya neden olacak olan gerekli periyodik değiştirme problemini elimine etmeye izin verir.

Bu tekniğin yüksek verimli işletmelerde yaygın olarak kullanılmasının nedeni budur. Burada kuru filtre tıkanması gerçekleştiğinde değiştirme için gereken duruşlar yüksek maliyete ve üretim zararlarına sebep olmaktadır.

Bununla beraber bu teknik iki sınırlama içerir:

1. Ancak yüksek oranda su miktarının ve enerjinin yoğun olarak kullanılmasıyla filtrelemenin verimlilik seviyesi artırılabilir, genellikle bu iki durum bir arada olmaz ve bundan dolayı dışarı atılan hava kurallar tarafından izin verilenden daha yüksek olan konsantrasyon seviyeleri içerir.
2. Proseste kullanılan su temizlenmelidir ve probleme neden olabilecek tortular atılmalıdır ki bu çeşitli problemler doğurur.

Aşırı püskürtmenin önemli oranda azaltılması için kullanılan ikinci teknik kuru filtrelerden birini içerir. Teknolojik gelişmelerin sağladığı olanaklarla yüksek kapasiteli filtrelerin üretimi bugün mümkündür: bu yüzden uygun maliyet kontrolü sağlanabilir, çünkü filtrelerin çalışma ömrü eskisinden daha uzundur.

Bu amaçla kullanılan kuru filtrelerin değişik tipleri mevcuttur; en yaygın olanları:

Cam elyafı filtreler, mineral lif yapısından oluşur, dokunmuş ve sentetik reçine kullanılarak içi doldurulmuştur. Filtreleme atalet kuvvetleri ve mekanik engellemeyle veya lif yapısı nedeni ile hava içindeki maddelerin etrafa yayılarak çarpışmasıyla gerçekleşir. Filtre yapısının yoğunluğu hava akışına doğru artar, böylece gittikçe çapı küçülen parçacıkların aşamalı olarak engellenmesini garanti eder. Bu özellik yüzeysel birikime ve sonunda erken tıkanmaya engel olur.

Mineral lif filtrelerin yeterince verimli olduğu düşünülür ve yeterli biriktirme kapasitesine sahiptirler: bunlar yaygın olarak kullanılır ve ayrıca uygun fiyatta ve çeşittedirler.

-Kâğıt filtreler, katlı ve çok tabakalı filtreler olarak sınıflandırılabilirler. Katlı filtreler rijit kâğıttan iki tabaka olarak yapılır, biri diğerinin üzerine gelecek şekilde yerleştirilirler, farklı katlar kullanıldığı için aralarında içi boş alanlar bulunur. Her tabaka havanın geçmesine izin verecek delikler içerir ve bu delikler diğer tabakayla kıyaslanarak alternatif pozisyonda yerleştirilir. Filtreleme, materyal yapısından dolayı havanın yön değiştirmesiyle atalet etkisi sayesinde iki tabaka arasındaki boş alanlarda katı parçacıkların birikmesiyle gerçekleşir.

Sistem yüksek birikimi garanti eder; buna rağmen filtreleme verimi oldukça sınırlıdır, çünkü gelen parçacık kütlesindeki ve boyutlarındaki azalma atalet filtreleme verimliliğinin düşmesine neden olur. Bundan başka filtre yapımında kullanılan geometrik yapı sadece tek tip olduğu için filtrenin çeşitli mümkün uygulamalara az yatkın olduğu düşünülebilir.

Çok katlı filtreler değişken sayıda mikro kesilmiş esnek kâğıt tabakalardan oluşur, böylece filtreleme tabakası üç boyutlu bir ızgara yapısına sahip olur. Izgaranın ölçüleri ve tabakaların sayısının değişimiyle materyalin filtreleme kapasitesinin değiştirilebilmesi mümkündür. Bazı modelleri hava çıkış bölgesi üzerine yerleştirilen dokusuz yüzey sentetik kumaş ile donatılırlar: bu daha küçük çaplı parçacıkların durdurulması için kullanılır. Filtreleme işlemi atalet ve mekanik etkinin her ikisi tarafından engelleme veya çarpmayla oluşur.

Bunlar çok çeşitli materyallerdir; etkili ve iyi bir biriktirme kapasitesine sahip oldukları için ihtiyaçların geniş bir aralığını sağlayabilirler. Bununla birlikte oldukça pahalıdırlar ve onları desteklemek ve içine almak için yeterli yapıya ihtiyaç duyarlar.

Yukarıdaki durum bugün de dikkate alınabilecek oldukça geniş aralıkta olasılıkların var olduğuna işaret eder; böylece her kullanıcı ihtiyaçları için en iyi çözümü bulabilir.

Hala var olan çevre problemlerinden bazıları mevcut teknoloji tarafından da henüz çözülememektedir; özellikle: Su kullanımına bağlı sistemlerden kaynaklanan tortulun uygun biçimde işlenmesi ve atılmasının gerekliliği

Günümüzde boyalar geniş bir aralıkta ürünler içermektedir ve böylece tortulun nötralizasyonu bazen zor ve pahalı olabilir, diğer konulara gelince yüksek maliyetteki atıklar ve zararlı toksik artıkların oluşmasıyla sonuçlanabilir. Bu durum bazen uygunsuz veya tamamen yasal olmayan atığa ve buna bağlı yaptırımlara neden olabilir.

Bugün cam elyafının kullanılmasının genelde insan sağlığı için tehlikeli olduğu düşünülmektedir: mineral lifler kolayca teneffüs edilebilen küçük parçalara ayrılma eğilimindedir: bu da solunum sistemini etkileyen pek sayıda hastalığa neden olur.

Cam elyafı hava temizleme sistemlerinde kullanıldığında açıkça daha kötü sonuçlar oluşur. Bundan başka cam elyafı filtrelerin kullanımı özellikle tasarlanmış koruma araçları (eldivenler, koruma maskeleri) kullanılarak yapılmalıdır.

- Kâğıt üretiminin her tipi hem üretim prosesinde hem de ham materyal elde etmede güçlü çevre etkisi olan teknolojik prosesler oluşturur.

ARAŞTIRMA PROGRAMI

Yukarıdaki örneklerle verilen durumlar güçlendirilmiş tekstillerin endüstrisinde kullanılması projesini ve bu projeyle amaçlanan araştırma programına başlamayı sağladı. Bunlar:

- Ham materyallerin test edilmesinde kullanılan insan ve çevre için zararsız tekstiller üretildi.
- Çevreye olumsuz etkinin olmadığı teknolojiyle üretilen tekstiller.
- Toksik olmayan dolayısıyla insan ve çevre güvenliği için zararsız tekstiller
- Kolayca geri dönüşebilen veya güvenle atılabilen tekstiller.

Bu rapor teknik özellikleri sayesinde (temel olarak verimlilik ve çalışma ömrü) aşırı püskürtmenin filtreleme işlemi için yeterli sayılabilecek bir materyal tasarlanmasını hedefler, çünkü yukarda belirtilen problemlere neden olmaz.

Çözüm kimyasal binderlerin ilave edilmediği sadece ısıtılarak yapıştırılan ve stapel sentetik liflerden yapılan dokusuz kumaşların kullanımıyla bulundu. Üzerinde çalışılan bu kumaş kuru filtreyle (hiçbir tortul bırakmayan) bağlantılı olarak avantaj oluşturur; aynı zamanda mineral liflerin veya kâğıdın kullanılmasıyla oluşan dezavantajlar önlenebilir.

Dokusuz yüzeylerin kullanımı özellikle orta/yüksek seviyede verimlilik gerektiren uygulamalarda hava filtreleme sistemlerinde yaygındır.

Bu nedenle bu tür kumaşlar kullanıldığında boyama aşırı püskürtme filtrelemesinin çok karmaşık olmadığı düşünülür; gerçekte bugünkü teknoloji bu özel uygulamanın gerektirdiğinden daha yüksek filtreleme verimliliği olan dokusuz yüzey kumaşların üretimine izin verir.

Buna karşın memnun edici bir çalışma ömrü elde etmek daha karmaşık bir problemdir; bu özellik önceki belirtilenle zıtlık taşır. İlki gelen parçaların kolaylıkla durdurulmasını sağlayabilecek daha sıkı bir yapı gerektirirken, sonraki daha geçirgen ve temiz hava geçişini etkilemeden toz birikimini sağlayabilecek daha açık bir yapı gerektirir

Bu nedenle iyi bir filtrede verimlilik ile çalışma ömrü arasında bir denge özelliği olmalıdır. Aşırı püskürtmeli filtreleme konusunda böyle bir denge durumunun gerçekleştirilebilmesi karmaşık bir problemdir: iyi bir çalışma ömrü sağlamak için filtreleme materyalinin biriktirme kapasitesi oldukça yüksek olmalıdır, genellikle metrekareye birkaç kilogram boya artığı olarak söylenebilir (kullanılan boya tipine göre 3-15 kg aralığında).

Standart verimlilikteki hava kondüsyonlama sistemindeki hava filtrelerinde genellikle kullanılan dokusuz yüzey kumaşları düşünürsek, bunlar en fazla 0.75-0.85 kilogram/metrekare biriktirme kapasitesine sahiptir.

Bundan başka filtre tarafından biriktirilen maddenin kütlesinin tüm filtre alanına düzgün olarak dağıtılması önemlidir ve sadece yüzey üzerinde birikmemesi gerekir: hava akışından dolayı maddenin ağırlığı ve basınç filtrenin bükülmesine neden olabilir, kalınlığı azalır ve bu da doğru çalışmayı etkiler.

Lif boyutlarının değiştirilmesi olasılığı düşünülse bile, standart dokusuz yüzey kumaş kullanarak gerekli performansın sağlanamayacağı açıktır: gerçekte bu değiştirmeyle biriktirme ve mekanik dayanıklılık özelliklerine sahip bir materyal elde edilebilir, fakat verimlilik yeterince memnun etmeyecektir.

Memnun edici bir sonuç sadece lif pozisyonlarının dikkatli incelenmesiyle mümkündür: cam elyaflı filtrelerin tek tipi ile karşılaştırıldığında hava akışına karşı yoğunluğun gittikçe arttırılmasıyla bir yapı oluşturulmasına izin verir. Bu yolla parçacıkların seçilerek durdurulmasını sağlamak mümkün olabilir, böylece filtre çok kısa sürede tıkanmaz.

Bundan başka uygun üretim sayesinde, durdurma ataletinin geliştirilmesine uygun filtreleme materyallerin üç boyutlu biçimde şekillendirilmesi mümkündür.

Sonunda bir dizi yarı-mamul dokusuz yüzey ürünler elde edildi. İyi genel özelliklerinden ve esnek kullanımından dolayı ana ürünün yapımı için polyester stapel lifler seçildi.

Çeşitli dokusuz yüzey çeşitleri şu noktalar dikkate alınarak üretildi:

- kullanılan liflerin çapları;
- dokusuz yüzey kumaşın değişebilir yoğunluğu dikkate alınarak liflerin düzenlenmesi;
- dokunun yerleşimi ve üç boyutlu (düz olmayan) lif yapısı oluşturma olasılığı dikkate alınarak liflerin yerleşmesi.

Başlangıçta yüksek verimliliği, hava geçirgenliğini ve memnun edici mekanik dayanıklılığı garanti edecek lif çapı aralığını oluşturmak mümkün oldu. Aynı zamanda üç kalem test edildi ve özellikleri giderek geliştirildi. Bunlar:

1. gittikçe artan yoğunluğuyla (hava akışına karşı) ve eşit çaplı liflerle tek tabakalı dokusuz yüzey kumaş;
2. gittikçe artan yoğunluktaki düz tabakalarla ve farklı tabakalarda gittikçe küçülen lif çapıyla çok tabakalı dokusuz yüzey kumaş;
3. gittikçe artan yoğunluktaki üç boyutlu tabakalarla ve farklı tabakalarda gittikçe küçülen lif çaplarıyla çok-tabakalı dokusuz yüzey kumaş.

Yukarıda tanımlanan materyaller en yaygın kuru filtrelerle (mineral liflerden yapılanlar/katlı ve çok tabakalı kâğıt) karşılaştırılarak test edilmiştir; böylece performanslarının ilk genel değerlendirilmesi yapılmıştır. Aşağıdaki parametreler ele alınmıştır:

a. 1 m/s ön hızda ilk basınç düşüşü (A grafiğine bakınız): bu terim hava akımında temiz filtrenin gösterebileceği direnci belirtir. Bu değer mümkün

olduğunca düşük olduğunda gerekli filtreleme verimliliği elde edilebilir, böylece sistem içindeki düzgün hava akımı garanti edilebilir.

b. Filtreleme verimliliği (B grafiğine bakınız): Standart koşullarda filtre üzerine endüstriyel boya püskürtülerek ve test edilen materyal üzerinde biriken tüm boyayı alarak gravimetrik olarak oluşturulabilir.

c. Biriktirme kapasitesi (C grafiğine bakınız): b'de gösterilen aynı püskürtme durumları kullanılarak ve 250 Pa ulaşan başlangıç basınç düşüş miktarı ölçülerek ağırlığa bağlı olarak oluşturulur.

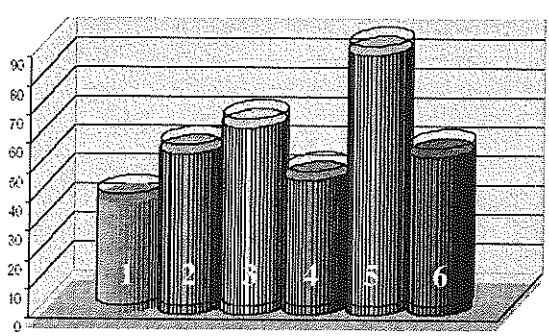
Sonuçlar aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Elde edilen değerlerin, test edilen filtrelerin performanslarının kesin sonuçları olarak düşünülmemesine dikkat edilmelidir; çünkü materyallerin davranışları etkili kullanım durumlarından büyük ölçüde etkilenir.

Aynı koşullarda kullanıma tabi tutulduklarında, bu sonuçlar materyallerin yalnızca potansiyel davranışlarının değerlendirilmesi için düşünülürler.

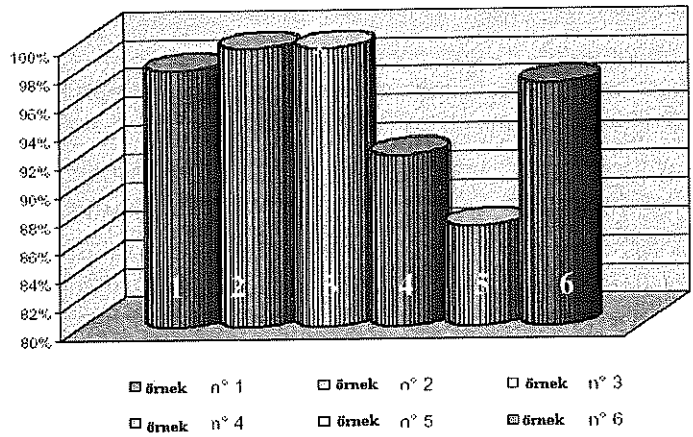
Grafikleri daha iyi anlayabilmek için lütfen aşağıdakileri not ediniz.

- örnek n° 1: gittikçe artan yoğunlukta tek-tabakalı polyester dokusuz yüzey
- örnek n° 2: gittikçe artan yoğunlukta çok-tabakalı polyester dokusuz yüzey
- örnek n°3: gittikçe artan yoğunlukta ve üç boyutlu yapıdaki çok-tabakalı polyester dokusuz yüzey
- örnek n° 4: cam elyaf filtre
- örnek n° 5: katlı kâğıt filtre
- örnek n° 6: çok tabakalı kâğıt filtre

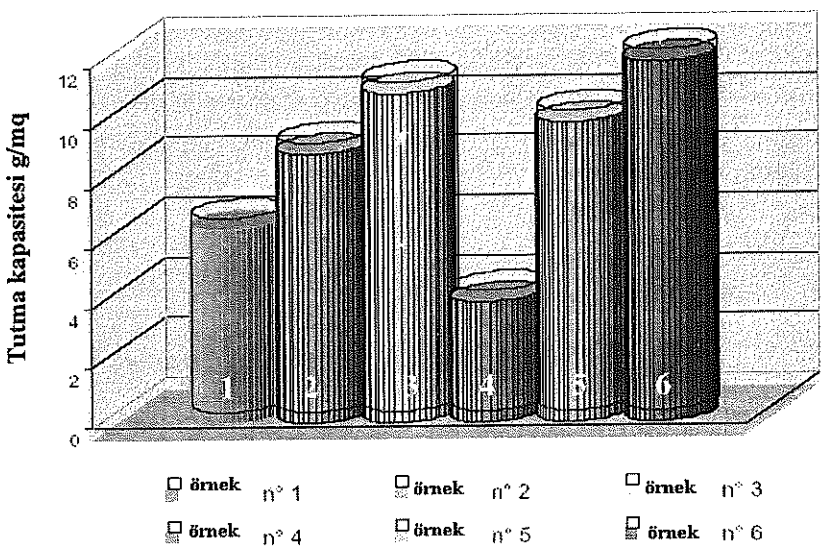
A. BASINÇ DÜŞÜŞÜ/KARŞILAŞTIRMALI GRAFİK



B. FİLTRELEME VERİMLİLİĞİ/ KARŞILAŞTIRMALI GRAFİK



C. TUTMA KAPASİTESİ/ KARŞILAŞTIRMALI GRAFİK



SON DEĞERLENDİRME

Testler güçlendirilmiş tekstillerden yapılan materyallerin performansının genel olarak kuru-filtrelerdekine eşit olduğunun düşünülebileceğini göstermiştir; cam elyafı materyallerle karşılaştırıldığında özellikle daha anlamlıdır.

Çeşitli kalemler bakımından maliyet karşılaştırmasının sonucu, çalışma ömürleri dikkate alındığında aşağıdaki gibidir:

	Cam elyafı	katlı kâğıt	Multit kâğıt	PES mono	PES multi	PES multiüb
maliyet/m^2	1	7,7	2,5	1,8	2,5	2,8
çalışma ömrü	1	2,5	3	2	2,8	3
gerçek maliyet	1,0	3,1	0,8	0,9	0,9	0,9
Standart rulo alanı cu. mt	0,19	0,12	0,42	0,42	0,42	0,42

Maliyet/m^2, çalışma ömrü ve gerçek maliyet değerleri mutlak terimlerle gösterilmemiş, fakat 1 değeri cam elyaf ürününün karşılaştırma terimi olarak düşünüldüğünde kalemlerin aldığı değerler verilmiştir.

Değerler, filtrelerin değiştirilmesi için gerekli duruş sayılarındaki azalmayla sağlanan ileri ekonomik avantaj düşünülmeden bile polyester materyallerinin maliyet/fayda terimlerinin iyi dengelenmiş olduğunu gösterir.

Farklı kalemlerin standart ruloları tarafından doldurulan boşluklar arasındaki oran genel olarak değiştirme için gerekli farklı sürelerde varolandan daha düşük değildir; bundan dolayı taşıma masrafları ve depolama maliyetleri aşağı yukarı aynıdır.

Değiştirme için gerekli farklı sürelerin tahmini için özel dikkat edilerek yeni materyallerle ilgili olan yararlar ve maliyetler arasındaki doğru ilişkiyi değerlendirebilmek için özellikle gerçek koşullar altında yine de ek testler gereklidir. Yukarıda belirtildiği üzere bu parametrenin teorik olarak kurulması zordur çünkü; performans, sistemin özelliklerinden ve oluşan üretim prosesinden etkilenir.

Benzer şekilde olası mümkün endüstriyel uygulamalarda ilerleme sağlamak için şimdiki uygulama altındaki teknolojilerin kullanımını içeren üretim prosesinin karmaşıklığını dikkate almak gerekir.

Buna rağmen yeni materyaller, çevre problemine getirdiği çözümle ve birçok alanda çalışma koşullarındaki gelişmeyle çözüme pozitif değerde katkıda bulunur ve takdir edilir.

Çeşitli Avrupa ülkeleri, birçok cam elyaflı filtrelerin kullanımının yasaklanması ve boyaların kullanımından kaynaklanan tortulların atılmasını en kesin yolla düzenlenmesi amacını taşıyan yasaları tartışmaktadır.

Bu durum bu raporun konusu olan yeni teknolojinin genel olarak kullanılmasını büyük ölçüde cesaretlendirmelidir.

HORTUMLARDA KULLANILAN TEKNİK TEKSTİL YAPILARI

A.KURBAK, Ö. EKMEN

DEÜ Tekstil Müh. Bölümü İzmir, TÜRKİYE

ÖZET

Teknik tekstiller, özellikle uzay, havacılık, askeriye, tıp gibi ileri teknolojinin kullanıldığı alanlarda, günlük yaşamımızda da spor, gezinti ve eğlence giysileri, döşemeler, mobilyalar, bina ve bina donanımı gibi alanlarda aktif olarak kullanılır hale gelmiştir. Gelecekte ise teknik tekstiller insan yaşamında daha çok yer edineceği ve vazgeçilmez ürünler arasına gireceği beklenmektedir. Teknik tekstiller, üreten ülkeler için de iyi bir gelir kaynağıdır. Teknik tekstiller Türkiye için yeni gelişmekte olan bir sektör olsa da birçok alanda kullanılmaktadır. Hortum teknolojisi de teknik tekstillerin kullanıldığı önemli alanlardan biridir.

GİRİŞ

Teknik tekstiller estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade, öncelikle teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için üretilen tekstil malzemesi ve ürünleridir. Bu teknik performans ve fonksiyonel özellikleri; kimyasallara, hava şartlarına ve mikro organizmalara karşı dayanımları, yüksek mukavemet, yanmazlık, yüksek aşınma dayanımları gibi özelliklerdir.

TEKNİK TEKSTİLLERİN ANA UYGULAMA ALANLARI

Teknik tekstil endüstrisinin en büyük vitrini olan Techtextil [5], teknik tekstiller için 12 ana uygulama alanı belirlemektedir:

- **Zirai tekstiller (Agrotech):** Tarım, bahçecilik ve ormancılık;
- **Yapı tekstilleri (Buildtech):** Bina ve inşaat;
- **Teknik giysiler (Clothtech):** Ayakkabı ve giysilerin teknik bileşenleri;
- **Jeotekstiller (Geotech):** Jeotekstiller ve inşaat mühendisliği;
- **Ev tekstilleri (Hometech):** Mobilya, döşemelik ve yer kaplamalarının bileşenleri;
- **Endüstriyel tekstiller (Indutech):** Filtrasyon, temizleme ve diğer endüstriyel kullanımlar;
- **Tıbbi tekstiller (Medtech):** Hijyen ve tıbbi kullanımlar;
- **Otomotiv tekstilleri (Mobiltech):** Otomobiller, gemiler, demir yolları ve roketler;
- **Ekolojik tekstiller (Oekotech):** Çevre koruması uygulamaları;
- **Ambalaj tekstilleri (Packtech):** Ambalajlama;
- **Koruma tekstilleri (Protech):** Kişisel korunma ve mülkiyet koruması;
- **Sportif tekstiller (Sporttech):** Spor ve boş zaman uygulamaları

Teknik tekstillerin kulanım alanları ile daha fazla bilgi değişik kaynaklarda detaylı olarak anlatılmıştır [1], [2], [3], [4], [6].

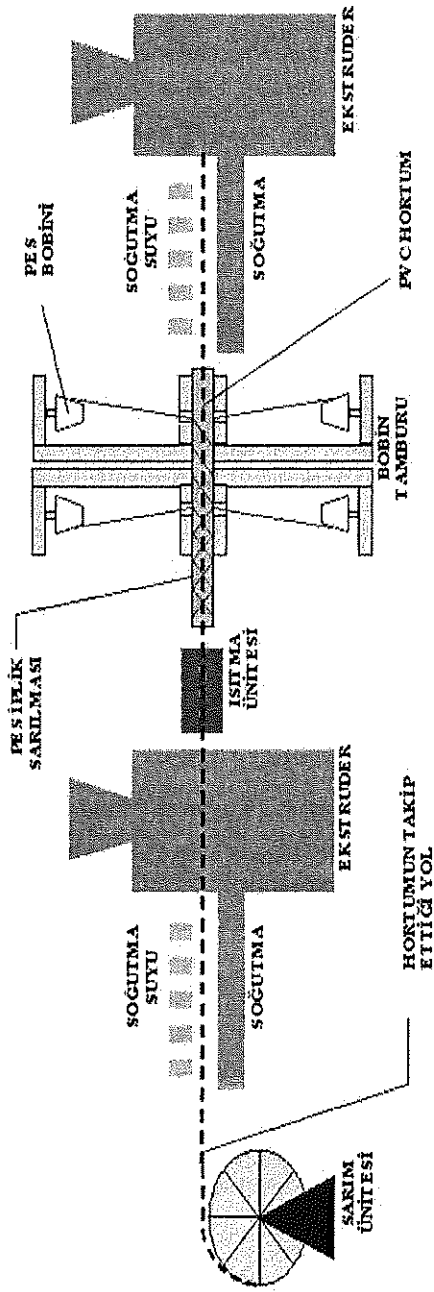
Bu çalışmada hortumlarda kullanılan teknik tekstillerden bahsedilmiştir. Hortumların birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar içinde bahçe hortumları ve otomobillerde kullanılan hortumlar Türkiye'de büyümekte olan sektörlerdir. Bu yüzden burada bu hortumlar anlatılmıştır. Bahçe hortumları genellikle PVC'den yapılmış PES iplik takviyeli, otomotiv hortumları ise kauçuktan yapılmış para-aramid (Kevlar) iplik takviyeli yapılardır.

PVC HORTUMLARDA KULLANILAN TEKNİK TEKSTİLLER

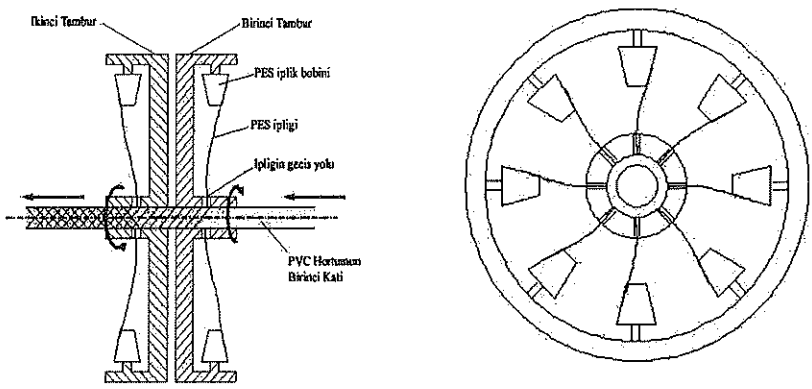
PVC hortumlarda ana hammadde olarak PVC kullanılmaktadır. Toz halinde bulunan PVC diğer hammaddelerle karıştırıldıktan sonra uygun sıcaklıkta eritilmektedir. Daha sonra eriyik halindeki karışım soğutulmakta ve granül makinesinde cips haline getirilmektedir.

Cips halindeki madde ekstruderde eriyik haline getirildikten sonra hortum üretimi için kalıplara püskürtülmektedir. Makineden hortum halinde çıkan PVC su ile soğutularak biraz sertleşmesi sağlanır. Hortum, soğutulduktan sonra PES ipliklerin yerleştirildiği tamburlara doğru çekilir. Bu tamburlar birbirine ters yönde yaklaşık 100dev/dak'lık bir hızla dönerek PES ipliklerinin hortum üzerine sarılmasını sağlar (Şekil 1 ve Şekil 2'ye bakınız).

Hortum üzerine PES ipliği sarmaya yarayan tamburun ön ve arka yüzeyinde iplik bobinlerinin yerleştirildiği iki yüzey vardır. Bu yüzeyler üretilecek hortuma göre 8, 10, 12 veya 14'lük bobin yerleştirilebilecek şekildedir. En çok kullanılanı 12 adetlik tamburdur. Tamburun ön bölümü, hortumun ilk giriş kısmı saat yönünde dönerken arka kısım ona ters yönde dönmektedir. Bu şekilde önce bir yönde iplik sarılan hortum tamburun arka kısmına geçince diğer yönde de iplik sarımı olmaktadır. Sonuçta hortum üzerinde birbiri üzerinden çapraz olarak geçen iplikler bir yüzey oluşturmaktadır (Şekil 2'ye bakınız). Hortum üzerine sarılan PES ipliğinin numarası genelde 600 denye ve 1200 denye'dir.



Şekil 1. PVC hortumun üretim akışı

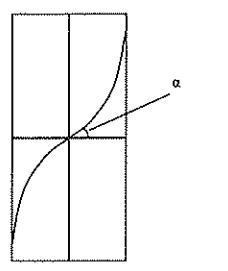


a- önden görünüş b- yandan görünüş

Şekil 2. Bobin tamburunun kesit şekli

Hortum üzerine sarılan ipliğin açısını ayarlamak için bobin tamburunun devir sayısı değiştirilmektedir (Şekil 3'e bakınız). İpliğin hortum üzerine sarım helis açısı azaldıkça hortumun da mukavemeti artmaktadır. Yani, sarım açısının üretimde eksene mümkün olduğunca dik olmasına dikkat edilmektedir. Genelde sarım açıları 40° - 60° arasındadır.

PES ipliğinin hortum üzerine sarım işlemi tamamlandıktan sonra, oluşan yapı ısıl işleme tabi tutulmaktadır. Bu işlemin amacı; hem ipliğin hortum yüzeyiyle birleşmesini sağlamak hem de oluşan yapıyı bundan sonraki işlem için hazırlamaktır. Isıtılan bu kompozit yapı tekrar ekstruderin de içinde bulunduğu makinenin içinden geçirilmektedir. Bu makinede de ekstruderde eriyik haline getirilen PVC cipsleri, kompozit yapıya makine içindeki kalıptan geçerken bir kez daha püskürtülmektedir. Böylelikle içerisinde PES iplikle takviye edilmiş hortum üretilmiş olur. Üretim işlemi tamamlanan hortum, makineden çıktıktan sonra sertleştirilmesi için su ile tekrar soğutulmaktadır. Daha sonra sarma işlemi ile hortum bir miktar çektirilmektedir.



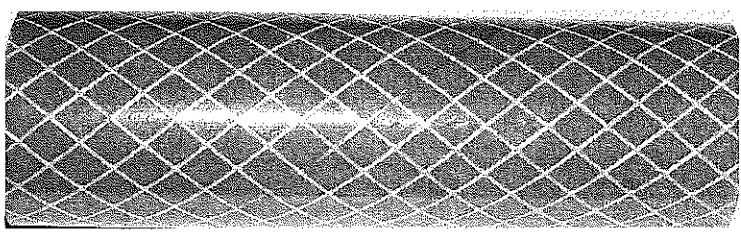
Şekil 3. Sarılmış ipliğin helis açısı

Hortumun üretimi sırasındaki yaklaşık 200°C'lik yüksek sıcaklıklara dayanabilmesi için PES ipliği kullanılmaktadır ve hortum içerisinde kullanılan bu PES ipliği hortumun mukavemetini arttırmaktadır.

Hortumlara daha sonra dayanımlarını ölçmek için patlatma testi yapılmaktadır. Yapılan testler sonucunda içerisinde PES iplik bulunan ½ inch'lik (örgülü) hortumun patlama basıncı 34,32 bar ölçülürken, aynı tipteki içerisinde PES iplik bulunmayan (örgüsüz) hortumun patlama basıncı 19,61 bar olarak ölçülmüştür.

Bu şekilde, içerisinde tek katlı PES ipliği barındıran hortumlar çok yüksek basınç gerektirmediği için sulamada kullanılmaktadır. İlaçlama ve tüp gaz gibi hortumların daha yüksek basınca dayanmasının gerektiği kullanım yerlerinde ise çift katlı PES iplik yapısı gerekmektedir. Bunun için, üretim aşamasında sarım ünitesinden önce makine parkına, ekstruderden sonra sırasıyla bobin tamburları, ısıtma ünitesi ve tekrar bir ekstruder daha konulması gerekmektedir.

Bu PES ipliklerin hortum üzerine yatırılmasıyla elde edilen takviyeli hortumların yanı sıra, örme takviyeli PVC hortumlar da üretilmektedir. Bunun için üretim hattında, bobin tamburunun yerine örgü yüzeyi oluşturacak makine yerleştirilmektedir. Örgü takviyesi üretim hızını düşürdüğünden PVC hortum üretiminde çok fazla kullanılmamaktadır.



Şekil 4. PES iplik takviyeli bahçe hortumu

OTOMOBİL HORTUMLARI İÇİN YÜKSEK PERFORMANSLI TAKVİYELER

Son yıllarda otomotiv hortum yapı malzemeleri ve teknikleri önemli değişimlere uğramıştır. Bu değişiklikler için 4 büyük sebep vardır:

- Daha sıkı emisyon kontrolü ve yakıttan tasarrufu sağlamanın gerektirdiği servis imkanlarındaki değişiklikler
- Hortum konstrüksiyonlarında sınırsız özel kullanıma izin veren özel elastomerlerin geliştirilmesi
- Termoplastik reçine bileşenlerinin kullanımını kabul eden konstrüksiyonların artması
- Uzun garanti periyotlarının daha dayanıklı materyalleri gerektirmesi

Otomotiv hortumları için yüksek performanslı materyaller; otomotiv üreticilerinin daha verimli, temiz, uzun ömürlü araçlar üretmek için çaba göstermesinde büyük bir rolü vardır. Kevlar benzersiz bileşim özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir [7]:

- Dayanım
- Boyutsal stabilite
- Termal stabilite
- Kimyasal dayanım

Otomobil hortumlarında kullanılan Kevlar'ın ürün yelpazesi Tablo 1'de görülmektedir

Tablo 1. Otomobil hortumlarında kullanılan Kevlar'ın ürün yelpazesi

	dtex	Filament Sayısı	Kg / tüp
Para-aramid filament ipliği KEVLAR T 956	800	480	10,0
	1100	666	10,0
	1670	1000	10,0
	2500	1000	10,0
	3300	1333	10,0

Kevlar'ın gerilme direnci Tablo 2'de görülmektedir;

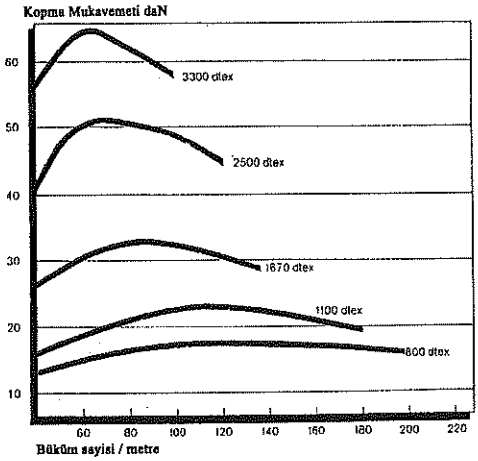
Tablo 2. Kevlar'ın gerilme direnci

	KEVLAR T-956	Naylon	PES	Rayon
Gerilme direnci (cN/tex)	192	86	82	55
Modül (N/tex)	44	4.6	9.7	11
Kopma uzaması (%)	4	17	14.5	11
İlmek gerilme direnci (cN/tex)	106	60	55	34
İlmek uzaması (%)	2	12	9	7
Sıcaklıkta kısalması (160 ^{0}C, 15 dak, 0,9 cN/tex)	< 0.2	6.8	8.8	0
Genişleme (30s, 24 ^{0}C, 9,0 cN/tex)	0.5	4.8	2.1	4.9
Kıvrımlılık (30s ile 30dak. Arasındaki büyüme)	< 0.03	0.4	0.3	1.4
Yoğunluk (g/cc)	1.44	1.14	1.38	1.52

İplik Bükümünün Gerilme Direncine Etkisi (Şekil 5)

Büküm çarpanı 1,1 en yüksek iplik mukavemeti ve iplik karakteristiklerinde minimum değişme sağlar. Araştırmalar göstermiştir ki otomobil hortumları için iplik üretimini optimize etmek için büküm çarpanı 1,5 civarında olmalıdır [7].

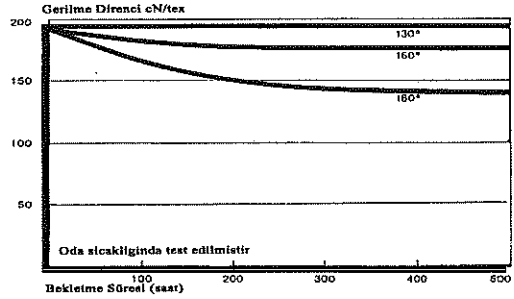
$$\text{Tur/m} = \frac{\text{Büküm çarpanı x } 960}{\sqrt{\text{TEX}}}$$



Şekil 5. İplik bükümünün kopma mukavemetine etkisi

TERMAL ÖZELLİKLERİ

Şekil 6 yüksek sıcaklığa maruz kalan Kevlar lifindeki gerilme direnci değişikliklerini göstermektedir. Lif aynı zamanda düşük sıcaklıklarda da iyi performans göstermektedir ve -40 ^{0}C'ye kadar özelliklerini korumaktadır.



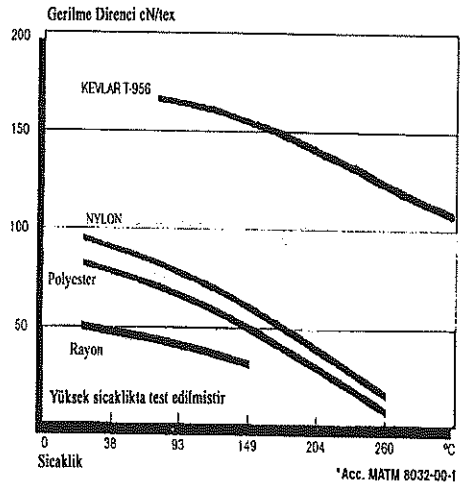
Şekil 6 Kevlar'ın termal özellikleri

Kevlar -40^0 ve +130^{0}C arasındaki sıcaklıklara uzun süre maruz kalsa da etkilenmemektedir. Bu da otomobil hortumları için iyi ve yeterli bir değerdir.

Günümüz otomotiv hortum uygulamaları 130 ^{0}C 'ye kadar değişen çalışma sıcaklıklarına erişmiştir. Bu grafik Kevlar'ın uzun süre yüksek çalışma sıcaklıklarında etkilenmediğini göstermektedir. Hatta kısa süreli 160 ^{0}C sıcaklığa maruz kalsa bile lif karakterinde çok az değişiklikler göstermektedir.

Şekil 7 Kevlar ve diğer materyallerin 5dak.'lık periyotlar halinde direk ısıya maruz kaldıklarındaki gerilme dayanımlarının karşılaştırmasını göstermektedir. Gerilme

test sonuçları Kevlar'ın diğer takviye maddelerine göre daha üstün olduğunu göstermektedir [7].

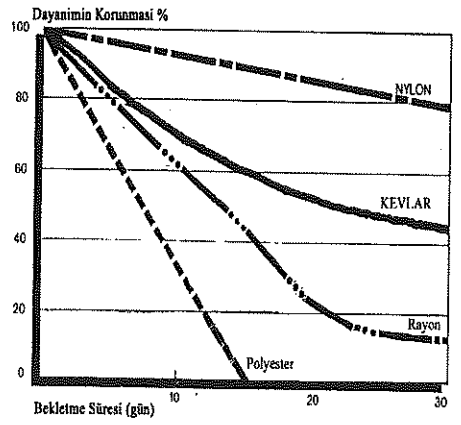


Şekil 7. Kevlar ve diğer materyallerin gerilme dayanımlarının karşılaştırılması

KİMYASAL ÖZELLİKLER

Kevlar'ın temel kimyasal yapısı onun iyi termal dayanımının yanı sıra çoğu kimyasallara, sık kullanılan çözücülere, yağa ve kauçuk karışımında bulunan bileşenlere dayanımıdır. Gerilme direncinde önemli bir değişiklik olması için Kevlar'ın uzun süre konsantre aside ve baza maruz kalması gerekmektedir.

Kevların, 114 ^{0}C'de 50/50 % glikol-su çözeltisinde 30 gün boyunca bekletme deneyinde, kullanılmakta olan diğer rayon liflerine göre dayanımı 4-5 kat daha yüksektir (Şekil 8'e bakınız) [7].



Şekil 8. Bekletme süresine göre dayanımın korunması

Kevlar'ın 95% / 5% antifriz-su karışımındaki mukavemet kaybı Tablo 3'de görülmektedir. pH değeri düşük antifriz Kevlar'ın özelliklerini minimize edecektir.

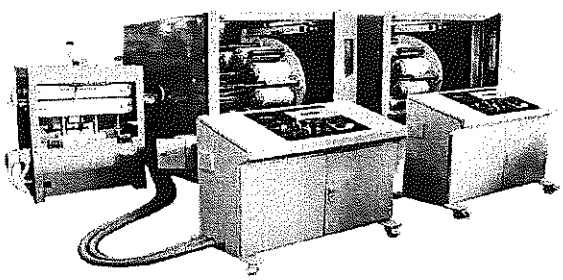
Tablo 3. Kevlar'ın 95% / 5% antifriz-su karışımındaki kuvvet kaybı

Bekletme		Antifriz	% Dayanım kaybı	Karışım pH
Sıcaklık	Saat			
140 °C	40	X	49	9.2
140 °C	40	Y	33	7.5
140 °C	40	Z	48	8.7
140 °C	100	X	55	8.6
140 °C	100	Y	47	7.3
140 °C	100	Z	58	8.4
155 °C	40	X	63	8.4
155 °C	40	Y	48	7.2
155 °C	100	X	72	8.2
155 °C	100	Y	60	7.2

ÖRME TEKNOLOJİSİ

- **Tavsiye edilen ekipman**

Aşağıdaki tavsiyeler Lucas'ın [8] ELHA yuvarlak örme makinesinde (Model RHU serisi) uygulanan testlere dayanmaktadır (Şekil 9'a bakınız).



Şekil 9 RHU-S-2x16 Kauçuk hortum makinesi [8]

Bu makine kauçuk tüpün etrafına bir hortum örgü örmek için dizayn edilmiştir ve 6 kam yoluna ve 4-12 sisteme kadar örme yapabilir. 125 mm çapa kadar 130mm makine çapı kullanılarak kauçuk hortum için örgü örülebilir. Kumaş düşmesini önlemek için 8 veya 12'lik bobin sehpaları, 8 veya 12'lik elektrikli durdurma tertibatları ile birlikte dizayn edilmiştir. Makine hava fren pabucunun ani çalışmasıyla durmaktadır. Her makine dönüşünde kumaş çekim hızını ayarlayan, ayarlanabilir bir sonsuz vida tahrik sistemi eklenmiştir. Makinenin hızı rpm ile belirtilir ve kumaş çekim hızıyla birlikte 2 elektronik dijital sayaçla gösterilmektedir [8].

Hız: 8-sistem = 700 rpm Hız: 12- sistem = 500 rpm

Tecrübeler göstermiştir ki optimum hortum performansını elde etmek için doğru örme ekipmanları ve bilgi gereklidir. İyi netice almak için aşağıdakiler tavsiye edilmiştir.

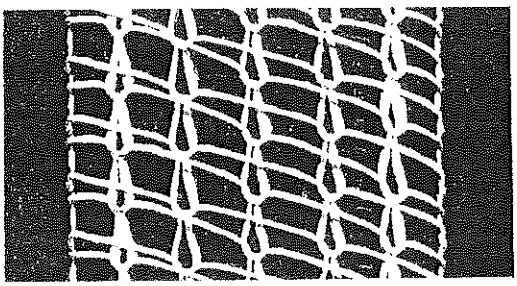
4-16 arası iplik bobini (standart 8 adet) takılabilen Harry-Lucas'ın RHU yuvarlak örme makineleri plastik, silikon ve kauçuk boruların üzerini sonsuz uzunlukta kesintisiz örgü kumaşla kaplamak için imal edilmiştir. Bu makineler ekstruderler arasında online operasyon için geliştirilmiş, yatay olarak da çalışabilen yuvarlak örme makineleridir. Makinenin içine doğru 1m yükseklikten doğrusal hortum beslemesi yapılabilmektedir. Borular, 600mm uzunluğunda 90mm genişliğinde, paletin çekim gücünde veya 600mm çapındaki çekim çarkının etkisindedir. Özel ölçüler de kullanılabilir. Kademesiz (step-free) frekansı değiştirilebilen 1 veya 2 çeyrek dairelik sonsuz dişli teknolojisine sahip motoru vardır. Güvenliği ve sessiz makine çalışmasını sağlayan katı, stabil ve sesi izole eden makine konstrüksiyonu vardır. Bütün dönen makine elemanları rulmanlı yataklar (bilyeler) üzerine takılmış ve bu yüzden bakıma gerek yoktur. İğne ayakları gres yağı banyosunda ilerlemektedirler. Hatasız örgü yapısını garanti eden iplik sonu dedektörleri olan özel iplik besleme sistemi vardır. Tek katlı ve çok katlı ipliklerin hepsi kullanılabilmektedir. Ana güç ve hava kaynağı kesildiği taktirde makinenin 1 sn içinde durabilmesi için basınçlı hava freni vardır. Örme silindir kovanları yedekleri ile kullanılarak hızla ve kolaylıkla değiştirilebilir. Örme silindiri dikey makine RVU için de uygundur. Makinenin çapı 3/4" – 5 1/2" dir [8].

- **Örme Tavsiyeleri**

Bitmiş hortumun özellikleri dört yolla kontrol edilebilir; örme kumaş konstrüksiyonunu; iğne sayısını; ilmek yoğunluğunu değiştirerek veya takviye materyalini dolayısı ile lif mukavemetini değiştirerek [7], [8].

- **Kilit örgü yapısı (Şekil 10'a bakınız):** Kevlar ile takviye edilen hortumların yaklaşık %70'i teknik ve ekonomik açıdan avantaj sağlayan kilit örgü konstrüksiyonu ile üretilmektedirler [7], [8].

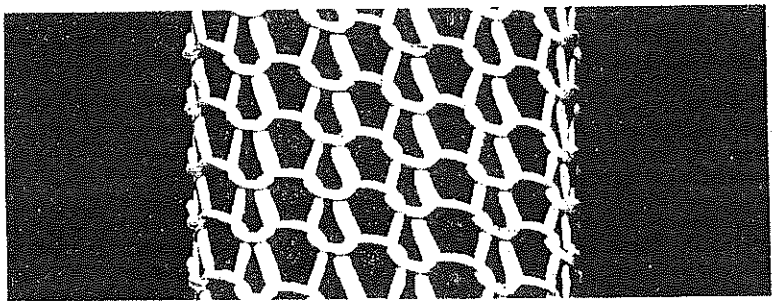
Avantajları	Dezavantajları
Stabil konstrüksiyon	Düzgün bir örgü yüzeyi elde etmek için gerginlik kontrolü
Az iplik tüketimi	
Daha iyi örülebilme	
Daha iyi mekaniksel yapışma	



Şekil 10 Kilit örgü yapısı

- **Düz örme kumaş (Şekil 11'bakınız):** Bu örgü yapısı genellikle daha yüksek yorulma mukavemeti ve esnekliğin gerektiği küçük ve özel şekil verilmiş ısıtma hortumlarında kullanılmaktadır [7], [8].

Avantajları	Dezavantajları
Daha iyi yüksek yorulma mukavemeti	Yüksek iplik tüketimi
Daha iyi esneklik	Düşük ekstruder hızı
	Yüksek iplik sürtünmesi
	Daha yüksek radyal genişleme



Şekil 11 Düz örme kumaş yapısı

- **Örme makinesi silindiri:**

Boyut (çap)	İğne sayısı	İç tüp dış çapı
7/8"	10	10 - 14
1 3/8"	14	16 – 28
1 3/4"	16 - 18	22 – 38
2 3/8"	20	38 - 51

Örme hızı

Bükümlü iplikler için 12 – 15 m/dak

Bükümsüz iplikler için 6 – 8 m/dak

İplik gerginliği:

Bütün sekiz pozisyonda da aynı

Örgü sıklığı:

2.5 – 4.5 ilmek/cm

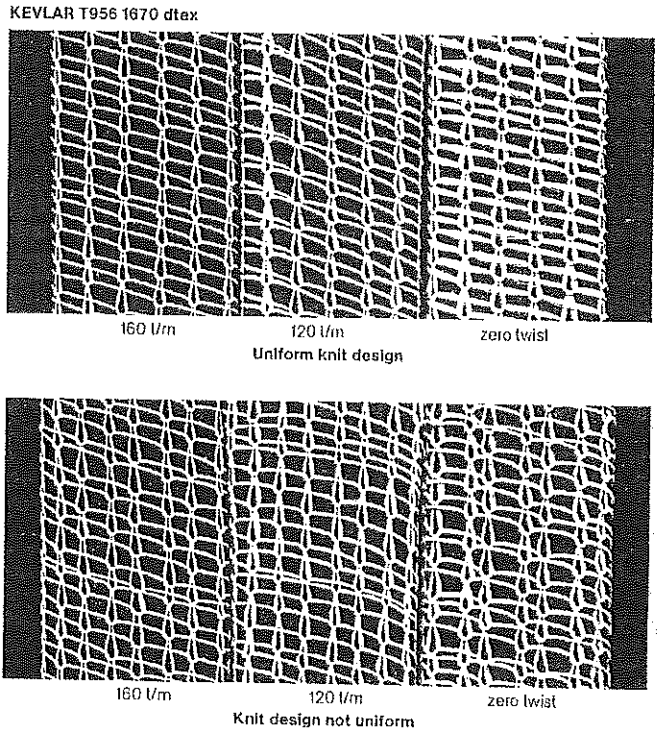
Örgü dönüklük açısı:

Hortumun şekline bağlı olarak 5 – 10^0

- **İplik Giriş Gerginliğinin Etkisi**

İplikte iyi gerginlik kontrolü; tecrübeler göstermiştir ki iyi iplik giriş gerginliği kontrolü üniform örgü yapısına izin vermektedir. İmpuls testinde üniform örgü yapısına sahip hortumlar daha iyi performans göstermektedirler. Patlama basıncı yüksektir ve iç aşınması mininize edilmiştir (Şekil 12 a'ya bakınız).

Zayıf gerginlik kontrolü; Şekil 12-b zayıf gerginlik kontrolüne göre örülmüş örgü yapısını göstermektedir. Test sonuçları bir önceki örneklere göre çok daha düşük değerdedir (Şekil 12 b'e bakınız) [7].



Şekil 12 Örme kumaşta gerginlik kontrolünün etkisi

a- İyi gerginlik kontrolü

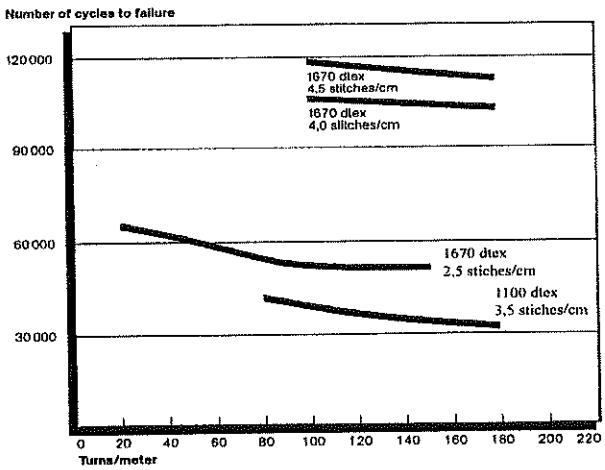
b- Zayıf gerginlik kontrolü

- **Radyatör Hortumu Test Sonuçları**

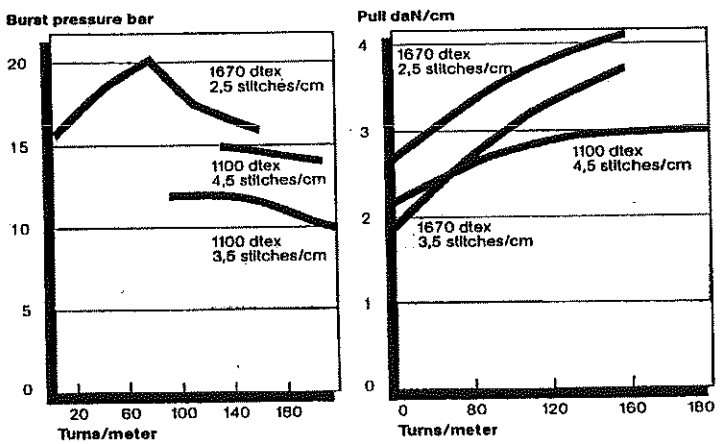
İplik büküm seviyesi ve ilmek/cm sayısı ile yük tekerrür sayısı arasındaki ilişki;

Düşük büküm ve yüksek ilmek sayısı Kevlar ile birlikte yük tekerrür dayanımını artırmıştır. Buna ek olarak, para-aramid kullanılması hortum performansını etkilemeden hortum et kalınlığını azaltmaya izin vermektedir. Kevlar'ın rayon veya naylona göre daha ileri bir avantajı da onun olağanüstü termal dayanımıdır: kısa periyotlarda 120^0–140^0 C'ye karşılık 150^0–$160\ ^0$C ölçülmüştür (Şekil 13'e bakınız) [7].

Test koşulları: 0,5 Hz frekansta 125 ^{0}C, 3 bar basınç



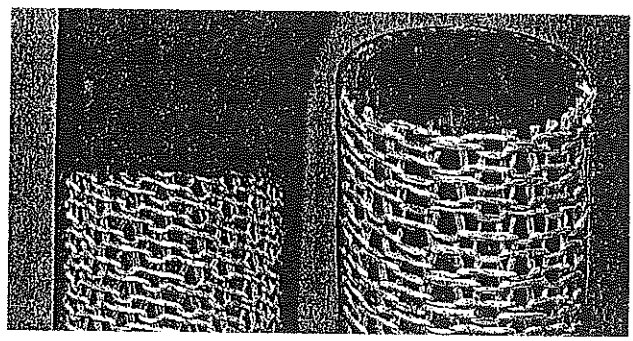
Şekil 13 Radyatör Hortumu Yük Tekerrürü Test Sonuçları



Şekil 14 Radyatör Hortumu Test Sonuçları

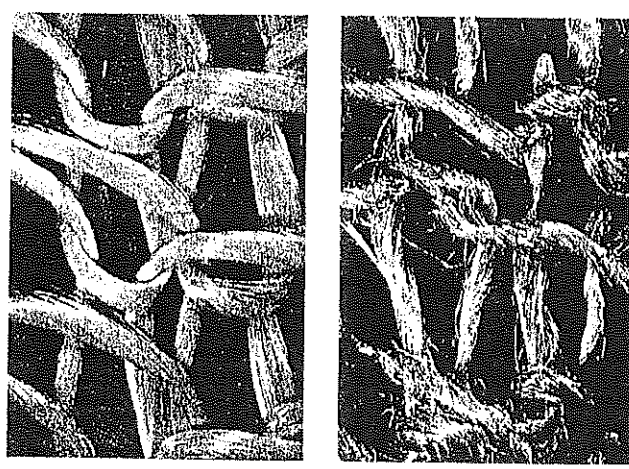
IMPULS TEST SONUÇLARI

- **Aşınmadan dolayı lif kopmaları:** Şekil 15-a 100000 tekerrürün üzerindeki yük tekerrürü test sonuçlarını göstermektedir. Bu hortum optimum örme silindir çapı ile ve optimum iplik giriş gerginliği ile üretilmiştir. Şekil 15-b 32000 yük tekerrüründen sonra hortumdaki aşınmaları göstermektedir. Bu hortum yanlış örme silindir çapı ile ve yanlış iplik giriş gerginliği ile üretilmiştir. Örgü yapısı içteki tüpü saracak kadar sıkı değil [7].



Şekil 15 İmpuls test sonuçları

- **Üretim sorunları:** Yanlış örme silindir çapı ve yanlış iplik giriş gerginliği, zayıf örgüye yol açar (Şekil 16-a'ya bakınız) ve bunun sonucunda hortum performansı çok düşer (Şekil 16-b'ye bakınız). Test 1670dtex ve 160t/m Kevlar lifiyle yapılmıştır [7].

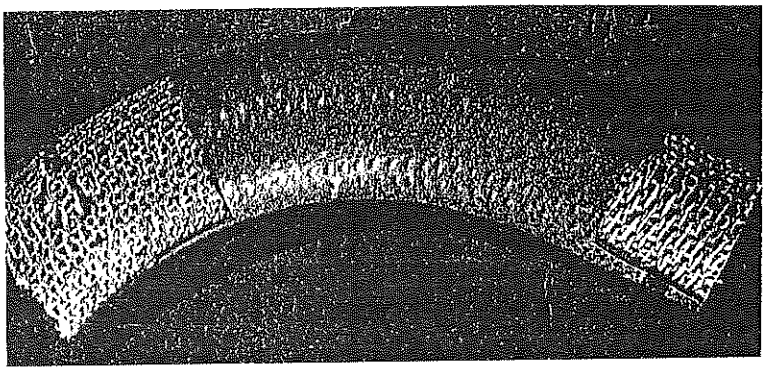


Şekil 16 Üretim sorunları

a) Testten önce b) Testten sonra

Kevlar'ın Servis Performansı

EMPA'nın (İsviçre Materyal Testleri ve Araştırmaları Federal Araştırma Laboratuarları) bu Kevlar takviyeli hortumda yapmış olduğu özel viskozite testine göre 7 yıldan ve 150000km'lik normal servisten sonra hiçbir kimyasal bozunma olmamıştır (Şekil 17'ye bakınız) [7].



Şekil 17 Özel viskozite testi

SONUÇ

Teknik tekstiller estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade, performans ve fonksiyonel özellikleri için kullanılan tekstil ürünleridir. Burada teknik tekstillerin hortum takviyelerindeki uygulamaları anlatılmıştır. Tekstil ürünlerinin estetik ve dekoratif kullanımlarına göre teknik kullanımlarında daha farklı ve detaylı özelliklere gereksinim duyulduğu bir kere daha vurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Adanur, S., "Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles", TEchnomic Publication Co. Inc. PA, USA, 1995.
2. Horrocks, A. R. and, Anand, S. C. (ed), "Handbook of Technical Textiles", Woodhead Pub. Ltd., England, 2000
3. http://www.tad.com.tr/arsiv/d2003/s2/teknik_tekstil/teknik_tekstiller.html
4. http://www.tad.com.tr/mt/nw_tt/tt1.html
5. http://www.tad.com.tr/mt/nw_tt/tt2.html
6. Kimya Teknolojileri, Sayı: 17, Mayıs 2002
7. http://www.dupont.com
8. http://www.lucas-elha.de/products/Products.html

ATKILI ÖRME YAPILARIN MEKANİK MODELLENMESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Y. KYOSEV

Sofya Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bulgaristan

Çeviren: Arif KURBAK ve Tuba ALPYILDIZ

ÖZET

Atkılı örme kumaş davranışlarının modellenmesi üzerine yapılan araştırmaların günümüzde geldiği nokta tartışıldı. Örme kumaş girdisi ve çıktısı olan bir sistem gibi analiz edildi. Çözülmesi gereken üç grup problem olduğu tespit edildi. Bu problemler; örme yapısının tanımı (topoloji), ilmek parametrelerinin hesap-lanması ve iplik etkileşim bölgelerinin tanımıdır. Teknik tekstillerin simülasyonu için tespit edilen bu üç alt problemin çözüm teori ve modelleri genişletilmiş özel bir yazılım içinde birleştirilmelidir.

anahtar kelimeler: örme kumaş, modelleme, inceleme, topoloji, iplik etkileşimi.

GİRİŞ

Bugünün dünyası çok fazla yeni materyal grupları ve yapıları kullanmaktadır. Bunların çoğunluğu, kullanma yerine bağlı olarak araştırılıp özel koşulları sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Bu koşullar, giyim için konfor özellikleri iken teknik ve tıbbi uygulamalarda özel yük-(çekme)uzama davranışları, bazı özel haslıklar ve diğer özelliklerdir. Giyim ve teknik olarak iki kullanma yeri için de yeni bir ürün tasarlanırken; tasarım, yapının mekanik özelliklerinin kullanılmasını gerektirir. Bu mekanik özellikler sistem girdisi olarak çok az bir kısmının hesaplanabilmesinin dışında, problem olarak karşımızda durmaktadır. Çünkü iplik parametreleri ile kumaş yapı parametreleri arasında komplike ilişkiler vardır.

En önemli materyal özelliklerinden birisi yük–uzama eğrisidir. Bu özellik materyal davranışı ve enerji dağılımı hakkında ekstra bilgiler verir. Belli örme yapısı için küçük çaplı bir araştırma olarak kumaşın yük– uzama eğrisi yine problem olarak karşımızda durmaktadır. Bu çalışmanın amacı atkılı örme kumaşlarda yapılan araştırmaları inceleyip çözüm bekleyen problemleri ortaya çıkarmaktır.

BİR SİSTEM OLARAK KUMAŞIN MEKANIK DAVRANIŞI

Girdiler ve Çıktılar

Kumaşların, özellikle atkılı örme kumaşların, mekanik davranışları girdileri ve çıktıları olan bir sistem olarak tanımlanabilir. Bir kumaş numunesini bilinen bir makinada üretmek için spesifik özellikleri bilinen bir ipliği kullanmaktayız. İplik özellikleri ve makine parametreleri tamamıyla kumaş davranışlarını belirler ve bizim sistemimiz için girdilerdir. Bitim işlemleri ve kumaş içinde kuvvetlerin yeniden dağılımı gibi fazladan etkilerin de sistem girdileri olarak dikkate alınması gerekir. (bakınız Şekil 1).1

Kumaşı örmek yerine bu girdi parametreleri ile kumaşı oluşturmalıyız. Bunun için de girdiler arasındaki ilişkiler iyi tanımlanmalıdır. Bu girdi ilişkilerini kullanarak çıktıları tanımlayabiliriz. Bu çalışmanın amaçlarına uygun olarak mekanik davranışlar iki çıktı grubu halinde verilmiştir.

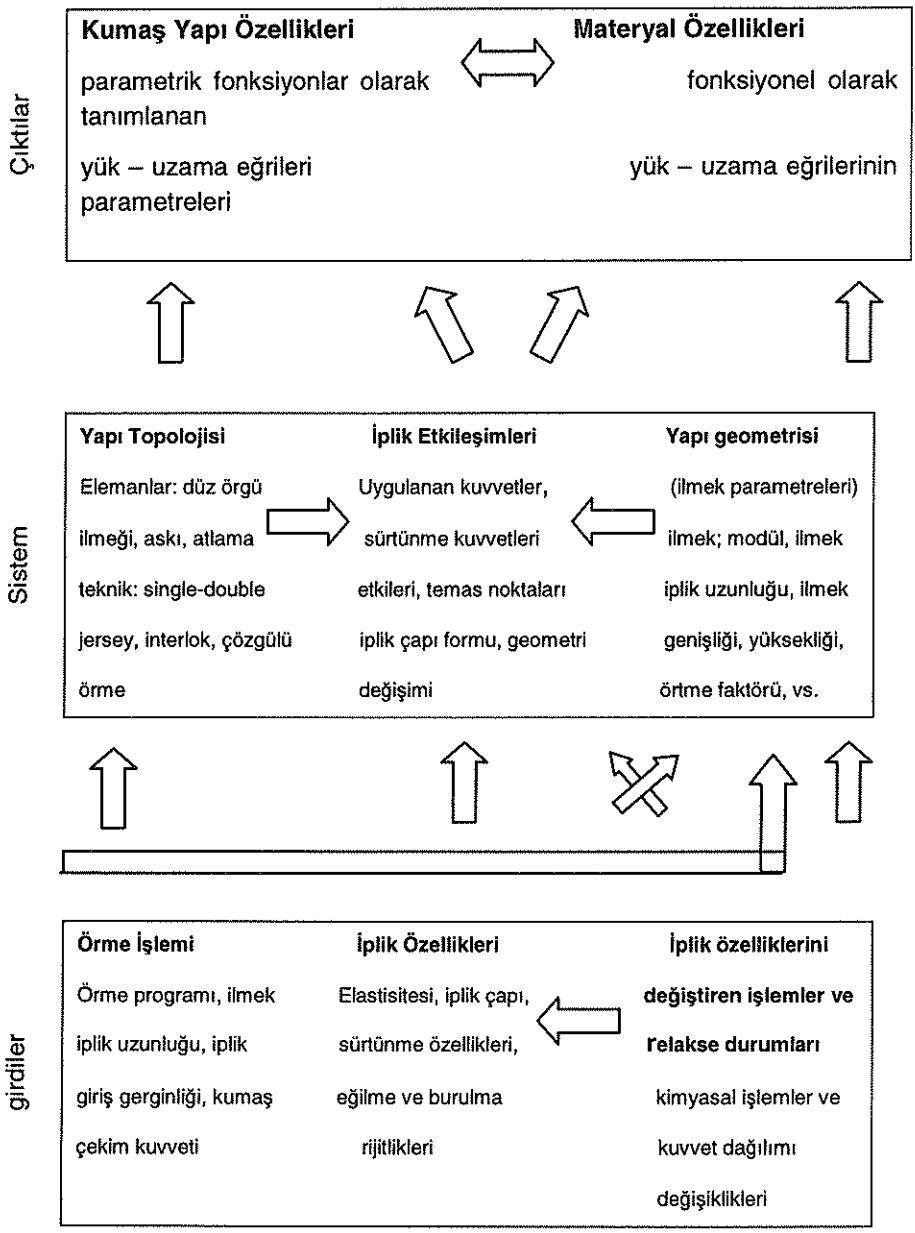
- Örme kumaş yapısal parametreleri (parametrik fonksiyon olarak yük–uzama eğrileri)
- Materyal özellikleri (yük – uzama eğrilerindeki parametrelerin diğerleri)

Matematik açısından bu parametreler birbirinden tamamen bağımsız değildir. Çünkü bir eğriye farklı parametreleri olan farklı fonksiyonlarla yaklaşım yapılabilir.

Bu sistemin girdi ve çıktıları arasındaki ilişkiler çok karmaşık olduğundan şimdiye kadar analitik çözümleri yapılamamıştır. Yazılımlar ve bilgisayarlar kullanarak kumaş parametrelerini tahminleyen nümerik çözümler yapılabilir. Bu çalışmada; sistem ayrıntılarını açıklayan sadece matematik yaklaşımı ve yapay sinir ağları, bulanık mantık istatiksel modeller gibi yaklaşık çözüm metotlarını tartışmayacağız.

Bütün bu modellerin ve yaklaşımların sistemin iç dinamiğini (iplik kesişmelerinin etkileri) verecek iç mantığı "internal intelligence" yoktur. Bütün fiziksel değişiklikleri (iplikler arası) matematiksel olarak ifade eden modeller üzerinde duracağız.

KUMAŞIN (ÖRME) MEKANİK DAVRANIŞI



Şekil 1. Bir sistem olarak örme kumaşların mekanik davranışları

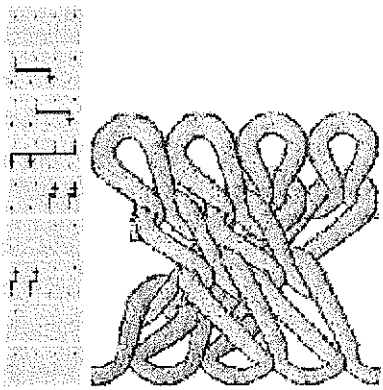
Sistem

Örme programı sistem girdisi olarak örme yapısının topolojik özelliklerini tamamen belirler. Topoloji "mekanik davranış" isimli sistemin ilk parçasını oluşturur. Çünkü tekrar eden birim olan örgü raporunun içindeki geometrik yapı elemanlarını tarif eder. Bu yapı elemanlarının (düz örgü ilmekleri, askı ilmekleri, atlamalar) geometrik özellikleri sistemin ikinci parçasını oluşturur, ve bunlar da tekrar örme programına, bazı iplik parametrelerine ve relaksasyon işlemlerine bağlıdır. Yapının davranışı ayrıca birim ünite içinde ipliklerin birbirleri ile etkileşimine de bağlıdır.

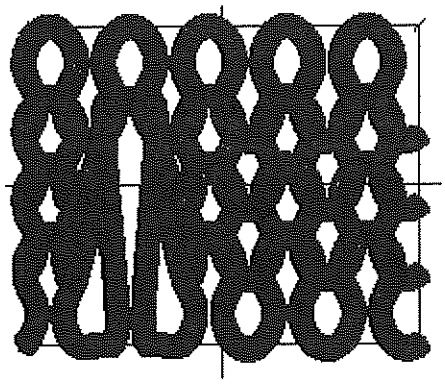
TOPOLOJİ

Örme makinalarının CAD – CAM sistemleri, örme programı ile yapının topolojik özellikleri arasındaki ilişkileri problemini çözmüştür. Örneğin Stoll firmasının M1 programı örgü programındaki verileri kullanarak örme yapısını gerçeğe uygun olarak göstermektedir. Örme proses dizaynının bir parçası olarak belirli bir örme yapısı için topoloji geliştirme problemi aşağı yukarı çözülmüştür. Fakat örme yapılarının mühendislik dizaynının bir parçası olarak daha bir sürü çözülmesi gereken topoloji problemi vardır. CAD – CAM programının görüntüleme modülü Şekil 2 de görüldüğü gibi basitleştirilmiş kumaş yapı geometrisini göstermektedir. Kumaş arkasını ve önünü göstermesine rağmen görüntü çok iyi hazırlanmış resimlerin yan yana getirilip yap-boz gibi birleştirilmesi şeklindedir. Çok iyi görüntüler vardır fakat kumaşın gerçek geometrisi değildir. Dolayısı ile iki problem hala çözüm beklemektedir:

- Bu görüntüler özel mühendislik paket programlarında kullanılacak ileri hesaplamalar için uygun değildir.
- Gerçek geometri, özellikle yapı elemanları (ilmek, askı ve atlama) için yaratılan geometriden farklıdır. Bu farklılık; ilmek, askı ve atlamanın birlikte bulunduğu karmaşık örme yapıları için daha da artar. Çünkü değişik geometrisi ile askı ve atlama kumaşın denge konumuna gelmesi sırasında ilmek iplik uzunluklarının ve kuvvetlerin dağılımında değişikliklere yol açar.
- Shima Seiki firmasının örme programı ve diğer programlarda da durum aynıdır. Bunu söylerken yazar, iki paket programın da uzantıları olabileceğini ve ticari gayeler için firmaların bu uzantıları yayınlamamış olabileceklerini gözardı etmemektedir.



Şekil.2. M1'in teknik görünüşü (örme programı) ve kumaş görünüşü (yapısı), Stoll 26



Şekil.3. Görüntü, WeftKnit yazılımı ile elde edilen, 16,25

Ticari yazılımların dışında bazı bilimsel projelerde [25], üç boyutlu örme yapıları üzerinden veri toplanarak okunabilir veri formatlarına çevrilip [15] yapı yeniden oluşturulabilmektedir. Bu gelişme; geometriyi FEM yazılımına, Virtual Reality Modelleme diline [27], vs çevirip ticari yazılımların yukarıda bahsedilen birinci dezavantajının ortadan kalkmasına yol açmıştır. Bu programların da bir dezavantajı vardır, bu da programın temel yapı elemanlarını kapsaması ve geçiş ilmekleri olan karmaşık yapılara uygulanamamasıdır. Geometrik olarak WeftKnit 'in de M1 gibi aynı problemi vardır bu da yapı elemanlarına etki eden kuvvetlerin ve denge şartlarının bulunmamasıdır. [13] nolu referansta açıklandığı üzere iplikler arasındaki mekanik ilişkiler dahil edilmediği sürece tek başına geometrik modeller karmaşık örme yapılarının gerçek geometrisini tanımlayamaz.

İLMEK ÖZELLİKLERİ

Yapısal elemanların geometrisini hesaplamak için her görselleştirme programı parametrik tanımlamalar kullanır [24], [16]. Relakse ilmeklerin şeklinin hesaplanması pek çok araştırmaya konu olmuştur. Analitik şekilde iplik ekseninin optimal hali için enerji veya kuvvet şartlarını genelde pek çoğu tarif eder [19], [20], [21], vb.

İplik ekseninin tanımı için parametrik bir model referans (4) de sunulmaktadır, bu model sonradan enerji hesaplarında kullanılmıştır. Her ne kadar iplik yassılması pek çok çalışmada tartışıldı ise de, örneğin [20], genellikle göz ardı edilmekte ve dairesel yassılmaz iplik kesitleri kullanılmaktadır. Bunun dışında genellikle askı ve atlama kombinasyonları olmayan düz örgü ilmekleri ile ilgilenilmiştir.

İlmek şeklinin hesaplanmasında, ilmek eni ve boyu girdi olarak biliniyor kabul edilmekte, ama kumaşı desen çevriminde üretmek istemediğimizde bu değerler

başlangıç değerleri olarak verilemez. Ayrıca ilmek boyu, eni, iplik uzunluğu, örtme faktörü, ilmek modülü, vb arasındaki ilişkilere ait bazı diyagramlar ve denklemler bulunmaktadır, ancak hepsi bazı basitleştirilmiş geometrik modellere veya deneysel çalışmalar sonucunda teklif edilen ampirik formüllere dayanmaktadır [12]. Bazı çalışmalarda [1], [4] bu ilişkilerin ölçülen değerlerden çok farklı sonuçlar verdiği ve hassas çalışmalar için uygun olmadığı belirtilmiştir. İlmek şeklini bazı referans noktalarından geçen sürekli bir eğri şeklinde tanımlamak [16] ise farklı bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım hesaplamalar için daha basittir, ama referans noktalarının tanımlamalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Mevcut çalışmalarda askı ilmeğinin komşu ilmeklerin ilmek iplik uzunluklarını değiştirdiği dikkate alınmamıştır, bu etkileri de dikkate alan daha genel askılı yapı modelleri tasarlanmalıdır.

ETKİLEŞİM

Sistemin üçüncü kısmı–iplik etkileşimleri çözümsüz ve en fazla soruna sahip kısımdır. Temas alanlarında iplik etkileşimini modellemek için, temel olarak iplik yapısı, iplik mekaniği, ve özellikle yanal baskılar altında iplik davranışı konularında yeterli bilgiye sahip olmak gerekir. Araştırmacıların çoğu hala Van Wyk bağıntılarını [22], [23] kullanmaktadır ama bu bağıntılar iplik gibi paketleme yoğunluğu yüksek yapılar için deneysel bulgulardan çok farklı sonuçlar verir. Stokastik mekanik sistem olarak iplik yapısı üzerine araştırmalar yapmış olan Neckar [18] tarafından bu problem belirtilmiştir. İplik-iplik etkileşimi olarak kesit parametreleri ile yanal basınç arasındaki ilişki [5], [6] nolu referanslarda anlatılmaktadır. İplik kesiti oryantasyonunun iplik eksenine bağlılığı, dairesel olmayan kesitler kullanılarak geliştirilmiş modeller ve fikirlerle birlikte geometrik ve enerji bakış açıları ile referans[13]'de açıklanmıştır. Referans [14], temas noktalarında ipliklerin deforme olabilirliğini de dikkate alarak yapılmış ilmek modellemesi hakkında geniş bir çalışma sunmaktadır. Her ne kadar etkileşimler genellikle tanımlanmışsa da bu çalışmada sunulmakta olan model daha kompleks yapıları açıklayabilmek için pek geniş ilavelere ihtiyaç duyacaktır. Çünkü bu modelin hazırlanması için ilmek parametrelerine ve topolojisine dayanan pek çok spesifik ön çalışmaya ihtiyaç vardır.

"Örme kumaş" sistemi problemlerinin bu özetinde gerçek kumaş geometrisinin bulunabilmesi için yapının topolojisi ile ilmek özelliklerinin birleştirilmesi gerektiği çıkarılabilir. Ancak örme kumaş topolojisi ve buna bağlı olan iplik etkileşimlerini dikkate almadan ilmek özellikleri tam olarak tanımlanamaz. Sonuç olarak örme yapıların doğru geometrik modelinin oluşturulması probleminin çözümü üç farklı alt problemin birlikte çözümlerinden oluşmaktadır.

MEKANİK

Yukarıda sunulan araştırma hala örme yapının doğru geometrisinin nasıl elde edilebileceği ile ilgilidir. Daha önce bahsedildiği üzere bir yapının geometrisini tanımlamak aşağı yukarı bir mekanik problemdir (ayrıca (8), (9)u inceleyiniz). Bir kere oluşturulduğunda, iplik etkileşimleri ile kumaşı temsil eden böyle bir model kumaş davranışı ile ilgili daha genel mekanik problemleri çözmek için geliştirilebilir. Örneğin eğer kuvvet-uzama eğrisi gerekiyorsa, belirli bir uzamada etki eden kuvvetlerin ve geometrinin hesaplanmasında iteratif bir prosedür kullanılabilir. Yapı deformasyonunun ipliklerin bağıl hareketi olarak ortaya çıkacağı hatırlatılmalı, ipliklerin bağıl hareketi yukarıda bahsi geçen araştırmada dikkate alınmıştır. Kumaşın şekil değiştirme durumu temel olarak statik denge halinden, statik sürtünmeden kaymaya dönen (yapışma-kayma hali) sürtünmenin etkisi sebebi ile farklılık arz eder.

ALTERNATİF SİSTEM TANIMLARI

Yukarıda analiz edilen sistem bütün olarak örme yapıların geometrisini ve iç etkileşimlerini açıklayacaktır. Bu problem çok karmaşık olduğu için bazı araştırmacılar yapıların daha basit modeller oluşturduğunu kabul eder. Bu araştırmacılar örme yapısındaki ana işlemleri ve ilişkileri benzer davranışlara sahip diğer daha basit yapıların kullanılması ile modellerler. Metal çubuklardan altıgen ağlar kullanarak düz örme yapısının modellemesi referans [2], [3], [24]'ün konusudur. [14] nolu referansta önemli elemanların – yükseklik, uzunluk ve eleman çifti- ile birlikte kolon ve kiriş gibi yapı elemanlarının kullanımı sunulmuştur. Tüm bu çalışmalar basit hesaplama işlemlerine gerek duyar, ama gerçek girdi parametreleri (örme işlemi, iplik özellikleri, basitleştirilmiş model girdileri, metal çubukların uzunluğu ve basitleştirilmiş yapının topolojisi gibi) arasında ilişki kurabilmek için ilave aşamalara gerek duyarlar. Bu sebeple bu teknikler ve modeller sadece özel hallerde geçerli olabilir, ama örme yapıların nümerik araştırması süresinde daha genel model oluşturmak için uygun değillerdir.

SONUÇ

Atkı örme kumaş davranışlarının modellemesi alanındaki araştırmaların mevcut durumu tartışılmıştır. Aşağıda belirtilen problemlerin hala çözümsüz oldukları tespit edilmiştir:

- Topoloji tanımı: kompleks atkı örme yapılar için topoloji yapısının yazılımı genel olarak sunulmuştur, ama yapı geometrisinin başka uygulamalara aktarma imkanının arttırılmasına ihtiyaç vardır.

- İlmek özellikleri: belirli sınır şartları için ilmek geometrisinin tanımında kullanılacak bir mekanik modele gerek vardır. Düz ilmekler, askılar, atlamalar, çapraz ilmekler için kullanılabilecek genel bir model olmalı, belirli kuvvetler ve iplik uzunlukları için kesit özelliklerini ve iplik eksen geometrisini vermeli.
- İplik etkileşimi: yukarıda bahsedilen iplik modeline dayalı olarak bazı etkileşim imkanları ilave edilmeli. Kumaş davranışını geniş ölçüde sürtünme belirlediği için (histeriz dahil olmak üzere) sürtünme fenomeninin deformasyonda dikkate alınması açısından statik, ayrıca kayma sürtünmesi dahil edilmeli.

Bu üç alandan tüm teoriler ve modeller belirli yükler ve kumaş parametreleri için iplik davranışını simule edecek şekilde özel bir programda birleştirilmelidir.

REFERANSLAR

1. Angelova,Y., Kyosev, Y., 'Comparison of Some Geometrical Models for Single Jersey Plain Knitted Fabrics', Int. Conference STRUTEX 2003, Proceedings, ISBN 80-7083-769-1, Liberec, Czech Republic, pp. 421-426
2. Araújo, M. & Fangueiro, R.& Hong, H., 'Modelling and Simulation of the Mechanical Behaviour of Weft-Knitted Fabrics for Technical Applications. Part II: 3D model based on the elastica theory' AUTEX Research Journal, Vol. 3, No4, December 2003 , pp.166-172, http://www.autexrj.org/No4-2003/0083.pdf
3. Araújo, M. & Fangueiro, R. & Hong, H., 'Modeling and Simulation of the Mechanical Behavior of Weft-Knitted Fabrics for Technical Applications' Part III: 2D hexagonal FEA model with non-linear truss elements' AUTEX Research Journal, Vol. 4, No1, March 2004 , pp.25-32, http://www.autexrj.org/No1-2004/0084.pdf
4. Choi, K., Lo. T., 2003, 'An Energy Model of Plain Knitted Fabric', Textile Res. J., 73,(8), pp.739-748
5. Grishanov,S.A.,Lomov,S.V. et al. (1997a) The Simulation of the Geometry of Two-component Yarns. Part I: The Mechanics of Strange Compression: Simulating Yarn Cross-section Shape, Journal of Textile Institute,88,Part 1,No.2, pp. 118-131
6. Harwood, R.J., Grishanov,S.A. et al (1997) Modelling of Two-component Yarns. Part 1: The Compressibility of Yarns, Journal of Textile Institute,88,9, pp.370-380
7. Kirstein,S. (2001) Productentwicklung für körpernahe Bekleidung unter Berücksichtigung der textilen Materialeigenschaften, Dissertation, TU-Dresden
8. Kovar, R., Structure and properties of flat textiles (in Czech), TU of Liberec 2003, ISBN 80-7083-676-8, 142 pages.
9. Kovář, R.: Knitted fabric as a pre-tensioned system. In: Knitting Technology, 1/2000, p. 10, ISSN 0947-0972

10. Kovar, R.: Stick-slip effect in knitted fabric deformation. Conference ITC&D Dubrovnik, Croatia, 7-9. 10. 2002, pp. 205 - 210, ISBN 953-96408-8-1
11. Krupincová,G., Křemenáková,D., Lateral compression of free yarn, 5th International Conference TEXSCI 2003, Liberec, CD-ROM Edition
12. Kurbak, A., More about the rib knitted fabric dimensions, Ege Univ. Textile Engineering Department, Izmir, Bornova - 1995
13. Kyosev,Y., Angelova,Y., Kovar,R., 3D Modelling of plain weft knitted fabrics of compressible yarns, Research Journal of Textile and Apparel, Hon Kong, 2005, to appear
14. Loginov,A, Grishanov, S.A., Harwood, R.J., 'Modelling the load-extension behaviour of plain-knitted fabric. Part I. A unit-cell approach towards knitted-fabric mechanics,' Journal of the Textile Institute, 2002, 93, Part 1, No 3, pp. 218-238; Part II. Energy Relationships in the unit cell, pp. 239-250, Part III. Model Implementation and Experimental Verification pp. 251-275;
15. Lomov,S., Mikolanda,T, Kosek,M., Verpoest,I., Model of Internal Geometry of Textile Composite Reinforcements: Data Structure and Virtual Reality Implementation, Textile Research Journal, 2005, to appear
16. Moesen, M, Lomov, S.V., Verpoest, I. Modelling of the geometry of weft-knit fabrics, TechTextil Symposium, Frankfurt 7-10 April, 2003, CD edition
17. Neckář, B. – Ibrahim,S.: Structural theory of fibrous assemblies and yarns. Part 1, Structure of fibrous assemblies. TU Liberec 2003
18. Neckar,B. (1997) Compression and Packing Density of Fibrous Assemblies, Textile Research Journal, 67(2), 123-130
19. Postle, R., Structual mechanics of knitted fabrics for apparel and composite materials, J.Text.Inst, 2001, 92, Part 3, pp.80-88
20. Postle, R., Carnaby, G., Jong, S., The mechanics of wool structures, Ellis Harwood Limited, Chichester, 1988, pp.218
21. Shanahan and Postle, R., A theoretical analysis of the tensile properties of plain-knitted fabrics. Part 1- Load extension cure for fabric extension parallel to the courses, Journal of Textile Institute, 1973, pp.200-234, Part 2 – The initial load-extension behaviour for fabric extension parallel to the wales, pp 254-260
22. Van Wyck, C.M. A Study of the Compressibility of Wool, with Special Reference to South African Merino Wool, Oderstepoort J.Vet.Sci.Anim.Ind. 1946, 21,99,
23. Van Wyk, C.M. Note of the Compressibility of Wool , Journal of Textile . Institute, Transactions, (37),1946,T285-T292
24. Wu, W.L., Hamada H., Maekawa,Z., Computer Simulation of the deformation of weft knitted fabrics for composite materials, 1994, Journal of Textile Inst., 85, № 2, pp. 199-213
25. -- WiseTex http://www.mtm.kuleuven.ac.be/Research/C2/poly/software.html
26. – "First Steps to STOLL Pattern Workstation M1", Manual of Firma Stoll, www.stoll.de

VRTex http://centrum.vslib.cz/vrtex

TEKSTİL MATERYALLERİNDE BİYOAKTİF LİFLER

G. DZIWORSKA, E. WILK

Tekstil Tasarım Enstitüsü, Lodz Polonya

Çeviren: Ü. Halis Erdoğan

ÖZET

Hayatımızda bir çok durumda yüksek seviyelerde hijyen sağlamak mikro-organizmalar nedeni ile zordur. Bir çoğuna mikro-organizmaların sebep olduğu zararlı etkilerden sakınılması gerekmektedir. Ayrıca yüzeylerinde mikro-organizmaların oluşmasını engelleyebilen anti-mikrobiyal tekstillerin geliştirilmesi gereklidir. Mikroorganizmaların gelişmesini engelleyen aktifliğe sahip tekstilleri tanımlamak için kullanılan genel terim Biyoaktif tekstillerdir. Bu çalışmadaki testlerde farklı anti-bakteriyel lifler, farklı tekstil yapıları ve farklı oranlarda anti-bakteriyel lifler içeren tekstil yapıları kullanılmıştır. Anti-bakteriyel iplik olarak; Trevira anti-bakteriyel T140-%100, Trevira anti-bakteriyel T350-%100, Baktekiller %65 / Pamuk %35, Baktebrill %45 / Pamuk %55 kullanılmıştır. Tekstil Tasarım Enstitüsünde üretilen karmaşık yapılı tekstiller anti-bakteriyel özelliklerinin incelenmesi için bize gönderilmiştir. Açığa çıkan sonuçlar şu şekildedir; - Anti-bakteriyel tekstiller insan hayatında temizliğe ve hijyen standardı kalitesine katkıda bulunabilirler, - Karmaşık yapılı kumaşlar test edilen bakteriye karşı anti-bakteriyel özellik sergilemişlerdir. Maya ve mantarların oluşumuna dair bir kanıt bulunamamıştır, - Biyoaktif lifler ve tekstiller farklı mikroorganizmalara karşı farklı aktivite gösterirler, - Mevcut test yöntemleri kendi uygulama alanlarına sahiptirler ve anti-bakteriyel lif ile tekstilleri tanımlamak için uygundurlar.

Anahtar Kelimeler: Tekstiller, anti-bakteriyel

1. GİRİŞ

Varoluşumuzun çok önemli problemlerinden biri insan sağlığının korunmasıdır. İnsan sağlığının korunmasındaki bir yöntem de tıbbi tekstillerdir. Tıbbi tekstiller; hastanelerde, hijyen ve sağlık-bakım sektörlerinde ve tabi ki hijyenin gerekli olduğu çevrelerde uygulama alanına sahiptirler. Günümüzde, dünya tekstil marketinde anti-bakteriyel özelliklere sahip farklı tiplerdeki liflerin gelişimi gözlemlenebilir. İnsanoğlunun çevresinde, hayatımızın birer parçası olan bir çok mikro-organizma vardır. Temiz bir tende bulunan bakteri ve mantarların alt sınır değeri genellikle yaklaşık olarak 100/1000 mikrop/cm^2 şeklindedir. Bakteri, mantar, maya ve küfler gibi mikroplar bir çok biyolojik işlemde gereklidir ve önemli rolleri vardır. Mikroorganizmaların çok geniş bir sınıfı yaşayan organizmalar ve insanoğlu ile doğal bir denge içerisinde bulunurlar, ancak patojenik olmayan mikropların bile hızlı ve kontrolsüz çoğalmaları kişisel hijyen ve sağlık standardının

ciddi bir şekilde yıkımına neden olabilir. Mikroorganizmalar farklı ürünlerin özelliklerinde bozunmaya sebep olabilirler fakat daha da önemlisi enfeksiyona, salgın hastalığa ve sağlığımız üzerinde büyük bir etkiye sebep olabilirler. İnsan vücudu ile temas halindeyken bakteriler gelişmek için gerekli optimal koşulları bulurlar, çünkü vücut; sıcaklığı, nemi ve gıdası ile bakteri üremesine katkıda bulunur. Bakteriler için benzer koşulları mikroorganizmaların hızla ve katlanarak çoğalacakları optimal bir çoğalma kültürüne kendilerini transfer edebildikleri tekstiller de yerine getirirler. Mevcut bakterilerin geniş spektrumunda patojenik ve patojenik olmayan organizmalar mevcuttur. Her ikisi de üzerinde besin (yiyecek, kontaminasyon, sıvı ve katıyağ, ter ve yağ hücresi gibi deri salgıları) mevcut olan tekstil malzemelerinde anormal olarak çoğalabilirler.

Anti-bakteriyel özelliklere sahip liflerden birisi gümüş içeren liflerdir. Gümüş mikroplara karşı yüksek etkisi ve hedef olmayan organizmalara karşı düşük toksik etkisi ile iyi bilinen bir anti-bakteriyel maddedir. Gümüş içeren lifler bakterilerin molekül yapılarına saldırarak, hidrojeni DNA'dan ayıran ve bakteriyi öldüren sürekli bir iyon fırtınası oluştururlar.

2. ARAŞTIRMA ÇALIŞMASININ AMACI

Dikkate alınan bu araştırma çalışmasındaki amaç yaraları kaplamak için tasarlanan dokuma kumaşların anti-bakteriyel özelliklerini değerlendirmek ve geliştirmektir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. Test Materyali

Testlerimizde çeşitli anti-bakteriyel lifler ve farklı oranlarda anti-bakteriyel lif yüzdesi içeren tekstil yapıları kullanılmıştır.

Anti-bakteriyel olarak kullanılan iplikler şunlardır:

- Trevira anti-bakteriyel T140- %100
- Trevira anti-bakteriyel T350- %100
- Bactekiller %65 / Pamuk %35
- Bacterbrill %45 / Pamuk %55

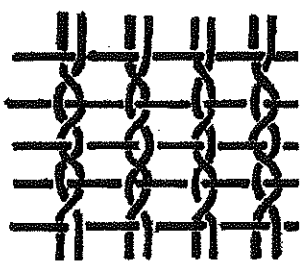
Trevira biyoaktif lifleri, lifin içerisine hapsedilmiş özel bir etken madde içerirler. Anti-bakteriyel etki, gümüş iyonlarının mikroorganizmaların hücre zarları ile etkileşimi sonucu başarıya ulaşır.

Örneğin Bactekiller (Bakteri-öldürücü) mikroorganizmalara karşı sürekli olarak küçük miktarlarda aktif oksijen üreterek çalışır. Bu durum şu an en iyi yöntem olarak değerlendirilen ozon ile steril yapma işlemi ile benzerdir. Hidrojen peroksit ile dezenfekte işlemi de aynı mekanizmayı kullanır. Bu, lif çekim işlemi sırasında içerisine eklenen inorganik anti-bakteriyel maddeyi kullanır.

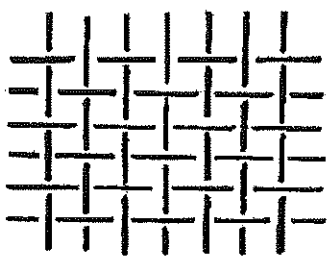
Metal iyonları mikroorganizmaların katlanarak çoğalmasını iki mekanizma vasıtası ile engeller. Bunların ilkinde, iyonlar hücre zarını yıkarlar veya içerisinden geçerler ve hücre içi enzimlerin –SH gruplarına bağlanırlar. Enzim aktifliğinin kritik düşüşü, mikroorganizmaların metabolizmalarında değişikliğe ve sayılarının artışının baskılanmasına yol açar.

3.2. Test Edilen Dokuma Kumaşların Yapıları

Yaraları bölgeleri sarmak için özel bir yapıdaki tekstil tabakası Lodz Tekstil Tasarım Enstitüsünde, geliştirilmiştir. Testlerimiz için kullanılan kumaşlar leno örgü yapısındadır. Leno örgülü dokuma kumaşlar; çözgü ipliklerinin en azından periyodik bir paralellikte olmadığı fakat bir yandan diğer yana birbirleri üzerinden dolaşarak geçtiği atkı ve çözgü sistemli yapı grubuna dahildirler. Bu yapı sayesinde kumaş hala düşük yüzey kütlesi, düşük atkı ve çözgü sıklığı ile karakterize edilir; daha stabil bir yapıya sahiptir; atkı ve çözgü iplikleri daha iyi yerleşmiştir. Bu da ipliklerin yer değiştirme olasılığını düşürür ve böylece kenarlarda saçaklanma daha az olur. Şekil-1 Leno örgülü dokuma yapısını ve şekil-2 düz örgülü dokuma yapısını göstermektedir.

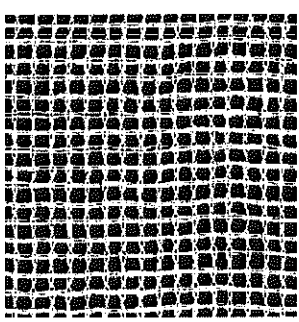


Şekil 1. Leno Örgülü Dokuma Kumaş Yapısı

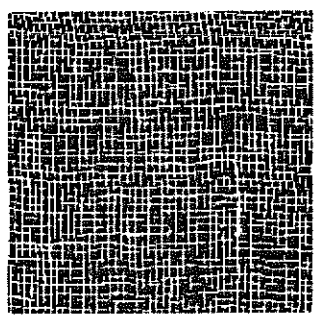


Şekil 2. Düz Örgülü Dokuma Yapısı

Şekil-3 leno örgülü dokuma kumaşın gerçek görünüşünü, şekil-4 ise düz örgülü dokuma gaze kumaşın gerçek görünüşünü temsil etmektedir.



Şekil 3. Leno Örgülü Dokuma Kumaşın gerçek görünüşü



Şekil 4. Düz Örgülü Dokuma Gaze Kumaşın gerçek görünüşü

Testlerimizdeki Tekstil mamullerinde farklı oranda anti-bakteriyel lif yüzdeleri kullanılmıştır (Tablo-1).

Tablo-1 Dokuma Kumaşlardaki Anti-bakteriyel Liflerin Yüzde Oranları

Numune	Anti-bakteriyel liflerin harman oranı (%)	Kumaş Bileşenleri	
		çözgü	atkı
S_1	100	100% Trevira Bioactive T 140	100% Trevira Bioactive T 140
S_2	100		100% Trevira Bioactive T 350
S_3	73		45% Bacterbril / 55% Pamuk
S_4	82.5		65% Bactekiller / 35% Pamuk
S_0	0	100% Pamuk	100% Pamuk

3.3. Anti-bakteriyel Aktifliği Test Metodları

Biyoaktif liflerin anti-bakteriyel aktiflikleri ani olarak açığa çıkmaz, ancak bu durum test metodları ile değerlendirilebilir.

Bir çok standart metod tanımlanmaktadır, ve şu anda tüm anti-bakteriyel lif çeşitleri için uygun olan tek bir test protokolü mevcut değildir.

Mevcut metodların her biri kendi uygulama alanına sahiptirler, bu nedenle, eğer bunlardan ikisi anti-bakteriyel tekstil materyalini karakterize etmek üzere uygulanırsa, bunlar genellikle birbirleri ile zıt sonuçlar verirler.

İlk genel sınıflandırma mikroorganizmaların populasyon azalmasının değerlendirilmesi temelinde oluşturulan; kalitatif ve kantitatif testlerdir.

Kantitatif metodlarda, belirlenen etki süresi sonrasında hala yaşayan bakterilerin sayısı kaydedilir.

Bununla birlikte kantitatif değerlendirme, esas test koşullarına göre sınıflandırma yapmak üzere daha fazla ayrıntılandırılabilir. Örneğin dinamik Shake Flesk Test Metodu yürütüldüğü zaman, lif numunesi yüksek miktarda sulu kültüre daldırılırken, küçük miktarda bir sulu kültür ortamı ATCC 100 statik yönteminde örneği örtmek veya kapsamak için kullanılır.

Araştırma çalışmamızda; liflerin (anti-bakteriyel madde liflerin içine yerleştirilmiştir) anti-bakteriyel özelliklerini değerlendirmek için kullanılan jelatin plakalar uygulaması öncelikli metodlardan değildir. Bu gibi durumlarda anti-bakteriyel özelliklerin değerlendirilmesi için kantitatif metodların kullanılması gereklidir.

3.4. Tekstillerin Anti-bakteriyel Aktiflik Testleri

Tekstil Tasarım Enstitüsünde üzerinde çalışılan bazı tekstiller anti-bakteriyel özelliklerin incelenmesi için iki bağımsız enstitüye verilmişlerdir. Bunlar Lodz Üniversitesi İmmünoloji ve Biyolojik Salgın Hastalıklar Bölümü ve Lodz Üniversitesi Fermantasyon Teknoloji ve Mikrobiyoloji Enstitüsüdür.

Sadece Lodz Üniversitesi İmmünoloji ve Biyolojik Salgın Hastalıklar Bölümünde tekstillerin anti-bakteriyel aktiflikleri için her iki test metodu (kalitatif ve kantitatif) kullanılmıştır.

Testler incelenen kumaşların anti-bakteriyel özelliklerinin değerlendirilmesinde kalitatif metodların uygun olmadığını göstermiştir.

3.4.1. Kalitatif Değerlendirme

Kalitatif testlerde 25x25 mm'lik veya 20 mm çapındaki anti-bakteriyel ve kontrol numuneleri test bakteri çözeltisi ile aşılanarak jelatin plakalar üzerine yerleştirilmişlerdir. Örnekler 37°C'de mikroorganizmaların çeşidine bağlı olarak 24, 48 veya 72 saat boyunca bekletilmiştir.

Test bakterisi ile aşılama yapılmadan önce örneklerin tümü 121°C'de 30 dakika veya 117°C'de 20 dakika sterilize edilmişlerdir.

Anti-bakteriyel özelliklerin kalitatif değerlendirilmesi S_1 S_2 S_o olmak üzere üç örnek için gerçekleştirilmiştir. Testler için çalışılan mikroorganizmalar şunlardır;

Bacteria Gram +	Bacillus subtilis Micrococcus flavus Staphylococcus aureus
Bacteria Gram –	Escherichia Coli Klebsiella pneumoniae Pseudomonas aeruginosa

3.4.2. Kantitatif Değerlendirme

Testler, bir test tüpüne yerleştirilmiş ve otoklavda 117°C de 20 dakika boyunca sterilize edilmiş olan 80x80 mm boyutlarındaki kumaş numunelerde gerçekleştirilmiştir. Test numuneleri önceden seçilen 1 mm'lik Stephylococcus aureus bakterisi ile aşılanmışlardır. Aynı işlem anti-bakteriyel olmayan kontrol numunesinde de zorunlu olarak uygulanmalıdır. Numuneler seyreltme işleminden sonra 37°C de 24 saat boyunca bekletilmiştir. CFU (Koloni oluşturan ünite) bakteri kolonilerinin sayımı t = 0 zamanında ve 24 saatlik zaman sonunda yapılmıştır. Sonuçlar 24 saat sonunda bakteri populasyonundaki azalmanın %'si olarak aşağıdaki formül kullanılarak açıklanmıştır.

$$R = 100 (B - A) / B$$

Burada; R- Bakteri populasyonundaki azalma %'si

A- n° numune üzerine 24 saat sonunda eklenen bakteri sayısı (t_1=24 saat)

B- n° numune üzerine başlangıç zamanında (t_o=0) eklenen bakteri sayısı

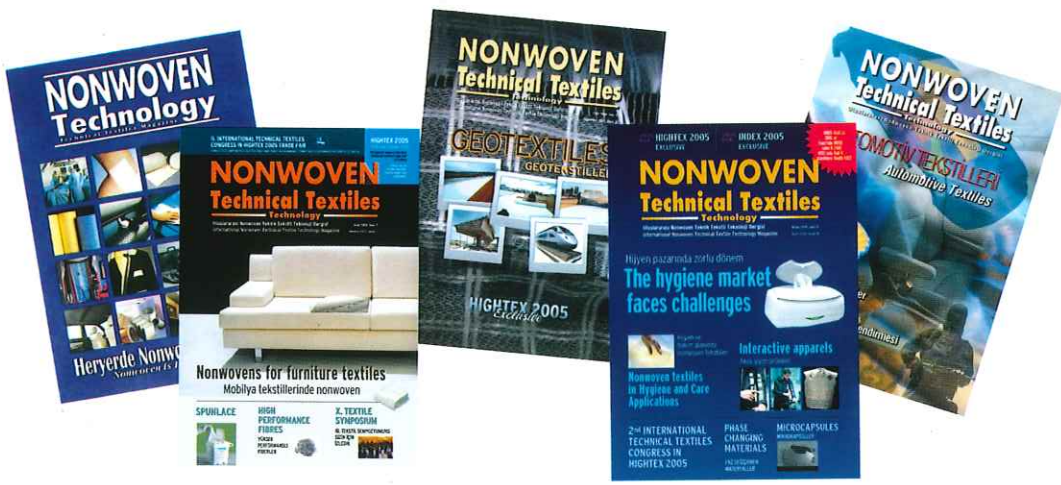
Tablo-2'de test edilen numunelerdeki anti-bakteriyel etkinin kantitatif değerlendirmesi verilmiştir.

close pursuit

yakın takip

read the new future of textile,
the technical textiles and nonwoven technologies
just in time, follow the current technologies closely

tekstilin yeni geleceği teknik tekstiller ve
nonwoven teknolojilerini tam zamanın
okuyun, gündemi yakından takip edin.



NONWOVEN Technical Textiles

INTERNATIONAL NONWOVEN TECHNICAL TEXTILES TECHNOLOGY MAGAZINE
ULUSLARARASI NONWOVEN VE TEKNİK TEKSTİL TEKNOLOJİLERİ DERGİSİ

www.nonwoventechnology.com

SUBSCRIPTION

TEKNİK FUARCILIK LTD. ŞTİ.

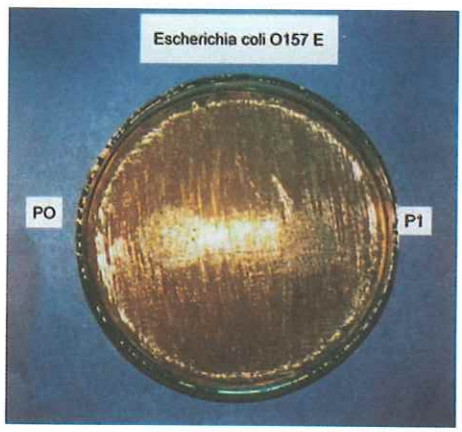
TEKNİK LTD.
Fabrikalar Cad. No: 1 Kat: 1 Beşyol, Florya - Istanbul
Tel: 0212 592 5992 Faks: 0212 599 3882
www.teknikfuarcilik.com

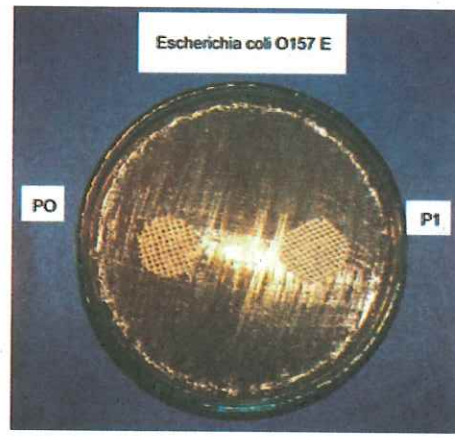
Tablo-2 Staphylococcus aureus'a karşı anti-bakteriyel aktifliğin kantitatif değerlendirilmesi

Numune	Bakteri Kolonisi Oluşturan Ünite/ml (CFU/ml)		Azalma (%)
	Başlangıç anında (t_o = 0)	24saat sonra (t_1 = 24h)	
S_1, S_2	1144 x 10^5	93 x 10^7	66.1
S_o/kontrol/	1042 x 10^5	23 x 10^8	-

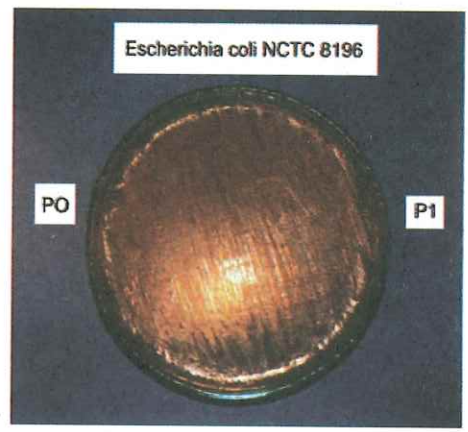
Tablo-2'de, %100 anti-bakteriyel polyester olan S_1 numunesindeki bakteri popu-lasyonundaki azalmanın %100 pamuk olan S_o ile kıyaslandığında %66 olduğunu görebiliriz.

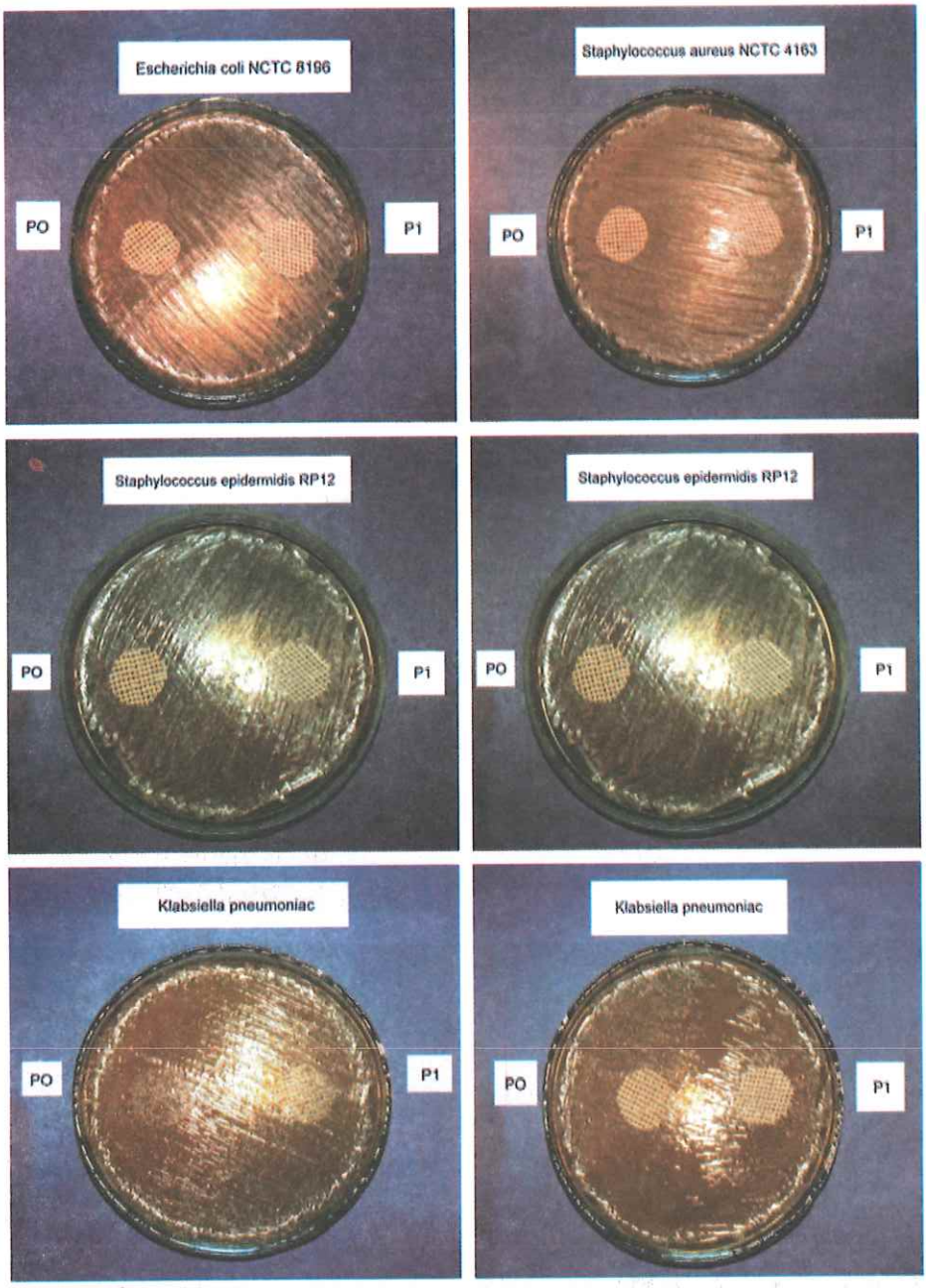
Aşağıdaki resimler kumaşların kantitatif yöntemlerle elde edilen anti-bakteriyel özelliklerini göstermektedir.











4. Sonuç

1. Anti-bakteriyel tekstiller insan hayatında temizliğe ve hijyen standardı kalitesine katkıda bulunabilirler.

2. Karmaşık yapılı kumaşlar test edilen bakteriye karşı anti-bakteriyel özellik sergilediler.
3. Biyoaktif lifler ve tekstiller farklı mikroorganizmalara karşı farklı aktivite gösterirler.
4. Mevcut test yöntemleri kendi uygulama alanlarına sahiptirler ve anti-bakteriyel lif ile tekstilleri tanımlamak için uygundurlar

KAYNAKLAR

1. **Service, D., (1998)** "Amicor-antimicrobialfibers", 37th International Man-Made Fiber Congres ,Dornbirn/Austria, September 16-18 1998.
2. **Wilk, E., Dziworska, G., Filipowska, B. (2003)** "Usage of multifunctional properties of silver in textiles," Institute of Textile Architecture Łódz, Poland, Research Project, 2003.
3. **Sun, G., Qian, L., Xu, X.,** "Antimicrobial and Medical-Use Textile", University of California, Davis, CA 95616, USA.
4. **Salvio, G., (2000)** "Terital Saniwear: A new polyester fibre with antibacterial activity", 39th International Man-Made Fibres Congres, September 13-15 2000, Dornbirn/Austria.
5. **Szakiel, M., Walencka, E., Owczarek, A., (2004)** "Assessment of antibacterial activity of textile materials", University of Łódz/Poland 2004.
6. **Rahman, S., (1999)** "Modal fibers with antibacterial properties", Chemical Fibers International, Volum 49, December 1999.
7. **Walczak, P., Walczak, E., (2004)** "Assessment of antibacterial activity on textiles", Technical University of Łódz/Poland 2004.

'HİGH TECH' (YÜKSEK TEKNOLOJİ) TEKSTİLLER İÇİN ALEV ALMAZLIK MALZEMELERİ

R. SCHILK

Dr. Petry GmbH, Almanya

ÖZET

1) Tekstil materyellerde alev almazlık
2) Aleve karşı koruyucu sistemlerdeki temel kimyasal yapılar ve etki mekanizmaları
3) Tekstil sahasındaki uygulama örnekleri
4) Ürün yelpazesi
5) Test yöntemleri
6) Gelecekteki uygulama alanları

1) TEKSTİL ELYAFTA ALEV ALMAZLIK

1.1 GİRİŞ

Son yıllarda günlük hayatta kullanılan temel eşyaların yanma özellikleri üzerindeki araştırma ve ilginin güvenlik açısından çok yoğunlaştığı görülmektedir. Tekstil materyelleri bu konuda başlıca iki sınıfta toplanmaktadır:

Anorganik materyaller (metal, cam, seramik, vb gibi)

Organik materyaller (ağaç, kağıt, tekstil, plastik, vb gibi)

Genel olarak anorganik maddeler aleve karşı dayanıklı, organikler ise dayanıksızdır. Bir yangın hadisesindeki ekonomik zarar bir yana insanların çekecekleri acılar çok ciddi boyutlara gelebilir. Almanya'da yangınlar nedeni ile uğranılan yıllık zarar ve kayıpların 4 milyar euro'ya erişebildiği görülmüştür.

Kimyasal veya doğal elyaf ve karışımı esaslı tekstil ürünlerinin çok çeşitli olmaları nedeniyle bunların yanma davranışlarına ait bir genelleme yapmak olası değildir. Tekstil ürünlerinin konstrüksiyonları, elyaf kombine veya apre malzemelerinin varlığı yanma özelliklerini büyük ölçüde değiştirebilir.

1.2 TEKSTİL ELYAF VE TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN YANMA ÖZELLİKLERİ

1.2.1 Elyaf yanması

Bilindiği gibi organik bir madde karbon, hidrojen ve azottan ibaret yapısıyla eğer belirli bir sıcaklığın ötesinde ısıtılırsa düşük moleküllü bozunma ürünlerine

dönüşür. Bunlar gaz, likid veya katı ürünler olabilir. Genellikle bir dumanla birlikte görülen bu bozunmaya 'pirolisis' adı verilir.

Pirolisis ürünlerinin oluşmasında gerekli enerji ne kadar az ise yanma o derecede güçlü olacaktır. Tablo 1'de pirolisis olayının başlaması için değişik elyaf cinslerine ait temperatür değerleri gösterilmiştir.

Tablo 1. – Pirolisis için temperatür aralıkları

Elyaf	Temperatür ('C)
Pamuk	250 - 270
Yün	150 – 200
Poliester	283 – 306
Poliamid 6/6.6	310 – 380
Triasetat	250 – 310
Poliakrilonitril	250 – 280
Poli vinil klorür	150 – 300
Poli propilen	328 – 410

Görüldüğü gibi elyafın tamamı 150–400'C temperatür aralığında bozunma göstermektedir. Alev sıcaklığının yaklaşık 800'C olduğunu belirtmek kıyaslama açısından faydalıdır.

Ayrıca, elyafın tutuşması konusunda 'LOI' (low oxygen index) = Düşük Oksijen İndisi'nden söz edilir. Bu değer elyafın yanabilmesi için gereksinme duyduğu minumum oksijen miktarının bir ifadesidir. En kolay anlaşılacak bir (tutuşabilirlik) yanabilirlik değeridir. LOI ne kadar küçükse elyaf tutuşması/yanması o kadar kolay demektir. Tersine büyük LOI değeri yanma için daha fazla oksijen gerektirdiğini gösterir yani elyafın yanması/tutuşması kolay olmaz demektir. Tablo 2'de farklı elyaf cinslerine ait termik değerler verilmiştir.

Tablo 2.

Elyaf	LOI değeri	Erime Noktası ('C)	Dış Tutuşma Temp. ('C)	Kendiliğinden tutuşma Temp.('C)
Poliakrilonitrit (PAN)	18	215-260	225	515
Pamuk (CO)	19	------	350	400
Poliamid (PA)	20	213	390	510
Poliester (PES)	22	250	390	510
Yün (WO)	25	-----	325	590

Her elyaf için pirolisis olayı kendine özeldir. PAN çok az oksijen gerektirir. 250'C de alevlenmeyle dumanlı pirolisis başlayabilir. Dış tutuşma sıcaklığı ile erime noktası sıcaklığı neredeyse idantiktir. Başka deyişle elyaf aynı zamanda hem

eriyecek hem de alevlenecek demektir. Pamukta rutubet (su) vardır. Bunun buharlaşabilmesi için alevin enerjisine gereksinme vardır. Bu nedenle tutuşması gecikir.

Poliamid ve poliester elyaf için dış tutuşma temperatürüne bağımlılık nedeniyle önce erime görülür ve ancak dış tutuşma temperatürüne erişince alevlenme başlar.

Yün elyaf için durum biraz farklıdır. Nispeten yüksek olan LOI değeri yanısıra göreceli yüksek bir kendiliğinden tutuşma temperatürü değeri vardır. Özel bir yanmayı geciktirici apre kullanılmadıkça yün de aşırı yanma testleri/normlarına dayanamaz.

Isınma karşısında çeşitli elyaf cinslerinin göstereceği yanma özelliklerinin değişimi başlıca 3 grup altında toplanabilir :

1. Grup – Kolay tutuşabilen elyaf (pamuk, bast, rejenere pamuk, PAN gibi)
2. Grup – Zor tutuşabilen elyaf (yün, ipek, PES, PA gibi)
3. Grup – Yanmayan elyaf (cam yünü, taş, asbest gibi)

1.2.2 TEKSTİL MATERYALİN YANMA ÖZELLİKLERİ

Bir tekstil ürürnünün yanma özelliği, yanabilmesi özel kimyasal apre malzemeleri kullanarak önemli ölçüde geciktirilebilir. Bugün tekstil ürünlerinde istenen alev almazlık özelliği farklı kombine elyaf cinsleriyle sağlanabilmekte ve farklı isteklere cevap verebilecek şekilde ayarlanabilmektedir.

Örneğin,

Motorlu Taşıtlar Güvenlik Standartları MV SS 302 normu

Alman Endüstriyel İş Elbiseleri 54336 normu

İngiliz Standart Döşemelik Kumaş Yanma Testi BJ 5852 testi gibi

Bir yangında tutuşmazlık apre işleminden geçmiş tekstil eşyalar apresizlere göre yangından kaçış için önemli bir süre kazandırır, %25 daha az ısı enerjisi verirler ve karbonmonoksit, karbon dioksit, hidrojen siyanür, hidrojen klorür, azot asitleri ve kükürt dioksit gibi zehirli gazların sadece 1/3'inin ortama verilmesine izin verir. Ayrıca, duman oluşumu da azdır.

Yanmazlık apresi verilen bir koltuk döşeme kumaşı ile apre verilmemiş kumaş aynı koşullarda yakma testine sokulacak olursa aşağıdaki grafiksel olarak gösterilen farklılıklar göze çarpar :

1.2.3 YAKMA PROSESİ

Tekstil materyalin öncelikle pirolisis (bozunma) işlemi başlatılması için bir ateş kaynağı ile yakılması yani belirli bir enerjinin verilerek tutuşmasının sağlanması

gerekir. Bunun için en çok 800 – 1400 'C lik bir bek alevi, 200 – 2000 'C lik sıcak bir metal veya 0,5 – 5 Watt/cm2'lik ısı radyasyonu kaynak olarak kullanılır. Gelişme süresi, kütle ve materyalin dansitesi bu tutuşturmada önemli rol oynar.

Alevlenmenin Sağlanması

Pirolisis işlemi sonucu açığa çıkan gazların LOI değerlerine göre tekstil materyalin alevlenmesi farklılıklar gösterebilir. Yanma gazları yeterli ısıya erişebiliyorsa bu ısı ile pirolisis işlemi hızlanır ve alevlenmeye geçer. Tekstil materyal yapısının gergin, gevşek, tek veya çok katlı olmasına bağlı olduğu kadar yüzeysel düzenine ve pozisyonuna göre yanma olayı büyük ölçüde farklılıklar (dikey veya yatay) gösterebilir. Böylece alevler çok yavaş veya çok hızlı bir şekilde yayılabilir. Tekstil materyalin yanması patlamalı tarzda olmaz.

Sönme Olayı

Yanan bir tekstil materyal tamamen yanmadan kendi kendini azar azar söndürmeye geçebilir. Bu durum özellikle pirolisis gazların yanmasıyla açığa çıkan enerjinin reaksiyonu devam ettirmeye yeterli olmadığı zaman ortaya çıkar. Zaten tekstil materyal şayet kendi kendini söndürme özelliği göstermiyorsa su atma, hava oksijenini kesme veya alevlerin üstünü örtme gibi yanmayı kesici bir dış etken olmayınca tamamı yanacak demektir.

2) GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLİ ÜRÜNLERİN ETKİ MEKANİZMASI

Her cins elyaf yanma esnasında kendine özgü yanabilen bozunma ürünleri gösterir. Bu nedenle her cins elyafa özel bir güç tutuşurluk malzemesine ihtiyaç vardır. Güç tutuşurluk ürünlerinin etki mekanizması aşağıdaki gibidir:

1) Isınma etkisiyle yapılarındaki azot ve fosforun oksijenle reaksiyona girdiği tuzlarda oksijen uzaklaştırıldığından yanma olayının geciktirilmesi...
2) Isınma etkisiyle yapılarındaki suyu açığa çıkaran hidratize (kristal sulu) tuzlarda su, mevcut ısıyı düşürdüğünden yanma engellenmesi...
3) Isı etkisiyle eriyerek elyafın üzerinde bir koruyucu tabaka oluşturarak yanmadan koruma sağlanması...
4) Isı etkisiyle yapısında bulunan fosforun açığa çıkmasıyla oksijeni bağlayan fosforik asit esterlerinin etkisi...
5) Isı etkisiyle yapılarındaki halojenlerin serbest kalmasıyla radikal oluşumu sağlayan organik bileşiklerin güç tutuşma özelliği vermesi...

Yukarıda adı geçen her madde için sağlanan efekt farklı temperatürlerde kendini göstermektedir. Kombine malzemeler kullanılması farklı yanma koşulları ve sonuçları verebilir. Burada toplu bir efekt yerine her ürünün bileşkesi sinerjik efektler elde edilmesi amaçtır.

3) TEKSTİL ALANINDAKİ UYGULAMALAR

1.1 Güç tutuşurluk talep edilen – uygun haslıklarda, yıkama, kuru temizleme ve su haslıkları...

1.2 Planlanan yeni sahalarda – döşemelikler, ışık koruyucular, koruyucu işçi ve çocuk elbiseleri...

1.3 Yanma davranışları – korlaşma, içten yanmalar...

1.4 Kumaş konstrüksiyonu – örgü veya dokuma kumaşlar

1.5 Kalıcılık – Güç tutuşurluk veren malzemelerdeki tuzların suda çözünmeleri yıkamaya dayanıksızlık göstermelerine sebeptir. Yıkama direnci için malzemeye reaktif bir reçine katmak gerekir.

3.1.1 UYGULAMA ÖRNEKLERİ

3.1.1.1 Emprenye, kurutma ve kondansasyon

Reaktif çapraz bağlayıcı, kondansasyon koşullarında malzeme katalizörle selüloza kimyasal olarak bağlanmaktadır.

3.1.1.2 Emprenye ve termik kondensasyon

Poliester elyaf için kalıcı yıkama haslığı vermek üzere malzeme elyafa 'termosol' işlemi ile fikse edilmektedir.

Termosol işlemi sayesinde elyafın yapısı açılarak güç tutuşurluk malzemesi derine nüfuz eder. Sıcakta gerçekleşen bu olay sıcaklığın düşmesiyle tersine döner; yani elyaf iç yapısı kapanır ve malzeme iç bünyede hapsedilmiş olur.

Geçici veya yarı kalıcı işlemlerin uygulanması da olasıdır. Genelde fularlama veya yüzeysel spreyleme ile yapılır. Ayrıca, yarı-kalıcılık için malzeme tekstil materyale düşük çapraz bağlanma ile verilebilir. Bu durumda belirli bir su direnci sağlanabilir (ıslanma), ancak yıkama direnci yoktur.

4) ÜRÜN YELPAZESİ

Periguard FRP – Poliester için kullanılır. Fosforik asit ester esaslıdır. Halogensizdir ; kuru temizleme; hafif yıkamalara karşı dayanıklıdır. Su ile her oranda karıştırılabilir.

Periguard FRH – Tüm elyaf cinslerine uygun apre ve kaplama için güç tutuşurluk malzemesidir. Antimon-tri-oksit halogen bazlıdır. Kuru temizlemeye ve zayıf yıkamalara dayanıklıdır. Su ile her oranda karışır. Polimer binderlerle kombine olarak kullanılabilir.

Periguard FRAB – Tüm elyaf cinsleri için uygun apre ve kaplamada kullanılan güç tutuşurluk malzemesidir. Yapısında antimon-oksit-halogen içerir. Kuru temizlemeye ve zayıf yıkamalara dayanır. Su ile her oranda karıştırılabilir. Polimer binderlerle kombine olarak kullanılır.

Periguard FR DOX–Her cins elyafa uygundur. Normal aprede veya kaplamada kullanılır. Kuru temizlemeye ve zayıf yıkamalara dirençlidir. Suda her oranda karışır. Polimer binderlerle kombine olarak kullanılır.

Periguard VP 207–Her cins elyafa uygulanabilir. Kapsüllendirilmiş fosforik asit esteri esaslıdır. Her türlü kaplamada uygundur. Halogen içermez. Kuru temizleme ve zayıf yıkamalara dirençlidir. Polimer dispersiyonlarında çözünebilir.

Periguard FRW0–Yün için özel güç tutuşurluk malzemesidir. Kimyasal olarak potasyum heksaflor sirkonat esaslıdır. Serbest halogen yoktur. Kuru temizleme ve zayıf yıkamalara dayanır. Suda her oranda karışır.

Periguard FRCO – Pamuk için özel güç tutuşurluk ürünüdür. Fosforik bileşikler içerir. Halogen yoktur; kuru temizleme ve zayıf yıkamalara dayanıklıdır. Suda her oranda karışır. Emprenye/fular sistemlerine uygundur.

Periguard FRLM – Solvent esaslı polimer sistemlerine uygun güç tutuşurluk malzemesidir. Halogen içermez ; kuru temizleme ve zayıf yıkamalara dayanıklıdır. DMF, Toluen, MEK, asetik ester, IPA, NMP gibi solventlerde çözülebilir.

5)TEST YÖNTEMLERİ

Yukarıda adı geçen ürünlerle güç tutuşurluk koşul ve kurallarını karşılayan testler yapılabilir.

İş elbiseleri DIN 54336

Teknik tekstiller DIN 53438, DIN EN ISO 6941

Döşemelikler BS 5852

Ev tekstilleri BS 5867

Koruyucu iş elbiseleri EN 532/533

Otomotiv tekstiller MVSS 302

ÇARPMA KAZALARINA KARŞI KİŞİSEL KORUNMA SAĞLAYAN 3BOYUTLU OYUKLU TEKSTİL KOMPOZİTLERİ

X.CHEN, D. YU, H.-H. WU

School of Materials, The University of Manchester, Manchester, UK

Çeviren: Bekir Yıldırım

Özet

Tekstil teknolojisi üç boyutlu oyuklu yapılar da dahil olmak üzere birçok çeşitte kumaş yapısı oluşturabilme yeteneğine sahiptir. Bu bildiri klasik tekstil teknolojisi kullanımını temel alarak tasarım ve üretimi yapılan 3B oyuklu tekstil kompozitlerinin araştırma sonuçlarıdır. Bu tekstil yapıları memnun edici düzeyde enerji soğurması yerine getirmişlerdir ve çarpma kazalarına karşı koruma sağlamaktadırlar. Ek olarak, bu materyaller iletilen pik yapana maksimum kuvveti net olarak azaltmış ve bu kuvvetin ortaya çıkma süresini geciktirmişlerdir. Bütün bunlar çarpma kazalarına karşı koruyucu gereci oluşturmaya yönelik çalışmalardır. Araştırma 3B oyuklu tekstil kompozitlerin şu anki çarpmadan koruyucu gereçlere bir alternatif olma ve hatta yerini alma potansiyeline sahip olduklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Üç Boyutlu, Koruma, Analiz, Performans, Çarpma kazaları

1.Giriş

Doğada ağaç, spongiöz kemik, ve sünger gibi düşük yoğunluk, yüksek dayanım ve mükemmel enerji soğurması avantajları olan hücresel yapılar bulunur. İnsanlar uzay, taşımacılık, inşaat ve spor gibi endüstrinin çeşitli alanları için yapay hücresel yapılar oluşturmayı doğadan öğrenmişlerdir [1]. Tekstil teknolojisi çeşitli hücresel kumaş yapıları oluşturabilme kapasitesine sahiptir ve bu yapılar da düşük yoğunluk, kontrol edilebilir hacim, yapısal çok yönlülük ve biçim verilebilme özellikli yeni tipte kompozit üretiminde kullanılabilir [2].

Bu bildiri çözgü doğrultusunda kumaş kesitinde altıgen hücreler bulunduran hücresel dokuma kumaşlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu bağlamda bu yapı üç boyutlu oyuklu yapı olarak tanımlanacak ve bu tip yapılardan oluşturulan kompozitlere de 3B oyuklu tekstil kompozitleri denecektir.

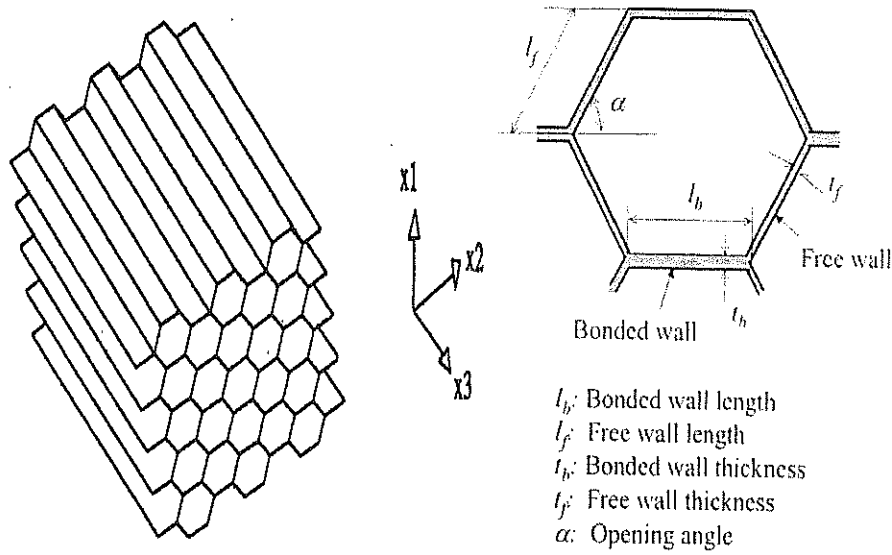
Çarpma kazaları yaralanmalara hatta ölümlere neden olabilecek büyük bir risktir. Çarpma kazalarına çarpmalarına karşı korunma önemli bir konu olmuştur. Koruyucu materyaller çeşitli durumlar için farklı gereksinimler gösterirlerse de yeterli bir koruyucu materyal yüksek düzeyde enerji soğurma, düşük ağırlık ve yeniden kullanılabilirlik gibi önemli özellikleri içermelidir. Örneğin toplum

polislerinin kullandığı bacak koruyucularını ele alalım. Bunların şu an kullanılan versiyonları esas olarak poliüretan köpük ve sert bir kabuktan üretilmektedirler. Kullanıcılardan, çarpma kuvvetinin bu tip koruyuculardan bazı durumlarda geçebildiği ve kullanıcının performansını etkileyebilecek düzeyde acıya neden olduğu gibi şikâyetler gelmektedir.

Bu tip problemler amaçlanarak, bu araştırma 3B oyuklu tekstil kompozitlerinin çarpma kazalarına karşı mekanik performanslarını araştırmak ve şu an çarpma kazlarına karşı polisi korumak için kullanılan materyallere uygun bir alternatif veya yerini alabilecek bir alternatif olup olmadıklarını değerlendirmek için gerçekleştirilmiştir.

2. 3 Boyutlu Oyuklu Tekstillerin Dizaynı ve Üretimi

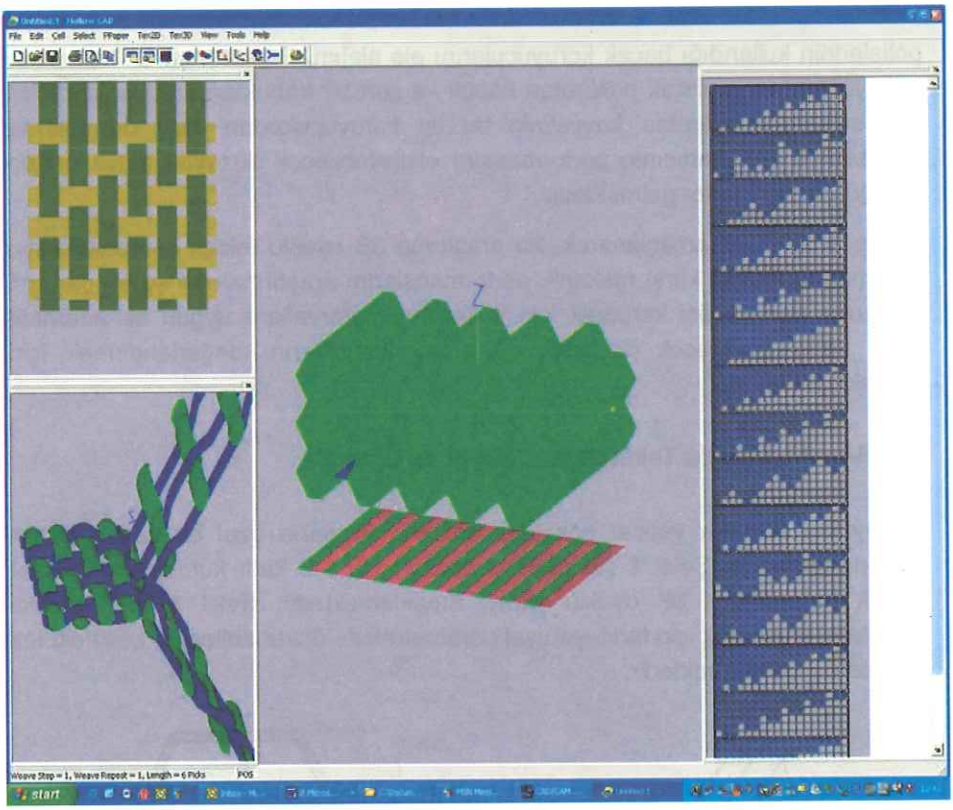
3B oyuklu dokuma yapılar çok katlı dokuma yapıların özel bir çeşidi olarak değerlendirilebilir. Şekil 1 (a) düzenli pozisyonda tek katlı kumaşların 10 kat olarak birleştirildiği 3B oyuklu yapıyı örneklemektedir. Şekil 1 (b) gerekli özellikleri sağlamak için farklı yapısal parametrelerle dokunabilecek, kesitteki tek bir hücreyi göstermektedir.



(a) 3B oyuklu bir yapının şekli

(b) Bir hücrenin geometrisi

Şekil 1.3B oyuklu yapı ve parametreleri



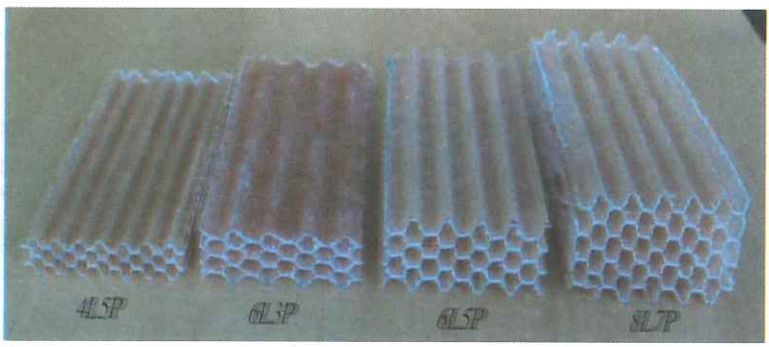
Şekil 2. Hollow CAD® paket programının görüntüsü

3B oyuklu yapı makro ve mikro düzeylerde yapısal parametreleriyle tanımlanır. Makro düzey parametreler, hücre dizilişini, bir sütundaki hücre sayısını ve yapının birimindeki sütun sayısını içerir. Bunlar 3B oyuklu yapının oluşturulması için gerekli kumaşların kat adetlerini belirler. Mikro düzey parametreler, altıgen hücrenin kenarlarının uzunlukları ve altıgen hücrenin her bir parçası için örgü yapılarını içermektedir. Bir hücre içerisinde, serbest duvarlar tek bir kumaş katı olacak şekilde oluşturulurlar, oysaki bağlı duvarlar iki tek-kat kumaş oluşturmak için iplikler içerirler. Bağlı duvarlar için kullanılan örgü yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri etkileyerek, bu ipliklerin nasıl organize edileceklerini belirleyecektir.

3B oyuklu tekstil yapısının matematik modellemesi gerçekleştirilmiş ve CAD/CAM yazılımı Manchester üniversitesinde geliştirilmiştir [3]. Bu yazılım yapısal parametreleri toplamak için kullanımı kolay ara yüz sağlar ve kumaş bölümlerine özel örgü belirtme esnekliğine izin verir. Daha sonra örgü emri oluşturmak için klasik desen kağıdı formatında ya da elektronik formatta olmak üzere bütün katlar için örgüleri birleştirir.

Şekil 2 Hollow CAD® yazılımının görüntüsüdür. Bu yazılımın diğer birçok fonksiyonunun yanı sıra tüm yapıyı oluşturma, 3B gösterim ve tüm örgü ve dokuma talimatlarını oluşturabilme özellikleri vardır. Bu yazılım, tasarım süresini azaltmada çok etkilidir ve elle yapıldığında meydana gelebilecek tasarım hatalarını ortadan kaldırır. Bu tür yapıların üretimi klasik dokuma makinelerinde gerçekleştirilebilir. Şekil 2 de gösterilen yapı 18 çerçeveli bir armürlü tezgahta ya da jakarlı bir tezgahta dokunabilir.

Şekil 3 değişik parametreli bazı 3B oyuklu tekstil kompozitleri göstermektedir. Kompozitleri karakterize etmek için özel bir kodlama sistemi kullanılmaktadır. 6L3P durumunda, bu tip bir kompozitin güçlendirilmesinin 6 kat kumaşla yapıldığı ve hücre kenar uzunluğunun 3 atkı uzunluğu kadar olduğunu ifade etmektedir [4].



Şekil 3. 3B oyuklu tekstil kompozitler

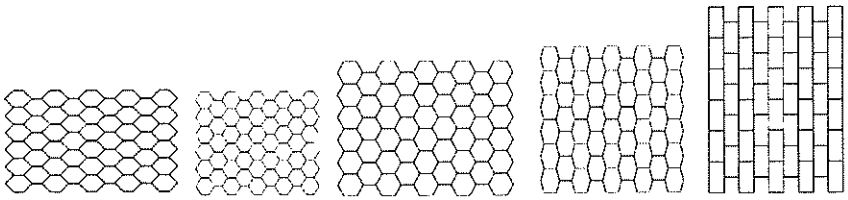
3. SE Analiz

3B oyuklu tekstil kompozitlerinin karmaşıklığından dolayı analiz için Sonlu Elemanlar Analizi yazılımı MARC Mentat kullanılmıştır. Analizler şunları bulmayı hedeflemektedirler; (1) yapısal parametrelerin enerji soğurması üzerindeki etkisi (2) enerji soğurma dağılımı (3) dinamik çarpma ve etkisi ve (4) materyal kıyaslama ve değerlendirilmesi.

3.1.Yapısal Parametreler ve Enerji Soğurulması [5]

3B oyuklu tekstil kompozitlerin özelliklerini etkileyen birçok parametre arasında kompozitlerin üretimiyle yakından ilgili olan hücre açılma açısı ve hücre boyutları en ilgi çekenleridir. Hücre açılma açısının etkisini araştırmak için farklı şekillerde açılmalarına izin verecek aynı en kesitli yapılar kullanılmışlardır. Şekil (a), (b),

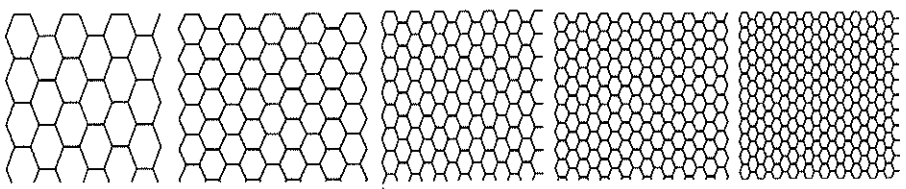
(c), (d) ve (e) sırasıyla 30°, 45°, 60°, 75°, ve 90°e açılmış hücreleri göstermektedir. Serbest duvar kalınlığı 0.145 mm ve bağlı duvar kalınlığı 0.29 mm'dir. Hem serbest hem de bağlı duvar için uzunluklar 9.53 mm'dir. Değişik açılma açılarıyla hücresel yapıların kalınlıklarının değiştiğini belirtmekte yarar vardır. Yapıların beşi için de üst kenarından aynı 1.26 MPa kenar basıncı uygulanmıştır.



(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 75° (e) 90°

Şekil 4. Değişik Açılma açılarındaki Kompozitler

Kıyaslama yapabilmek için hücre boyutları değiştiğinde her bir hücrenin düzgün altıgen olduğu varsayılmış ve bütün oyuklu yapıların aynı yükseklik ve genişlikte olduğu kabul edilmiştir. Bu yüzden hücre boyutu, hücrenin bir kenar uzunluğuyla ölçülmüştür. Şekil 5 her biri için açılma açısının 60° olduğu farklı hücre boyutları olan 5 kompoziti göstermektedir.

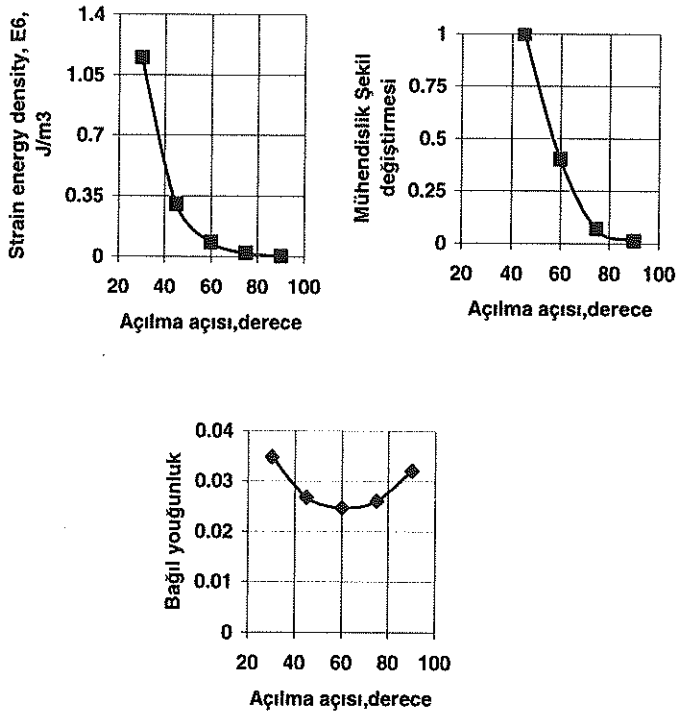


(a) 14.290 mm (b) 9.527 mm (c) 7.145 mm (d) 5.716 mm (e) 4.763 mm

Şekil 5. Değişik hücre boyutları olan kompozitler

Enerji soğurma kabiliyetini ölçmek için genellikle şekil değiştirme enerji yoğunluğu ve mühendislik şekil değiştirmesi kullanılmaktadır. Şekil değiştirme enerji yoğunluğu toplam soğurulan enerjinin materyalin hacmine bölünmesi olarak tanımlanmaktadır, yani $e = E/V$.

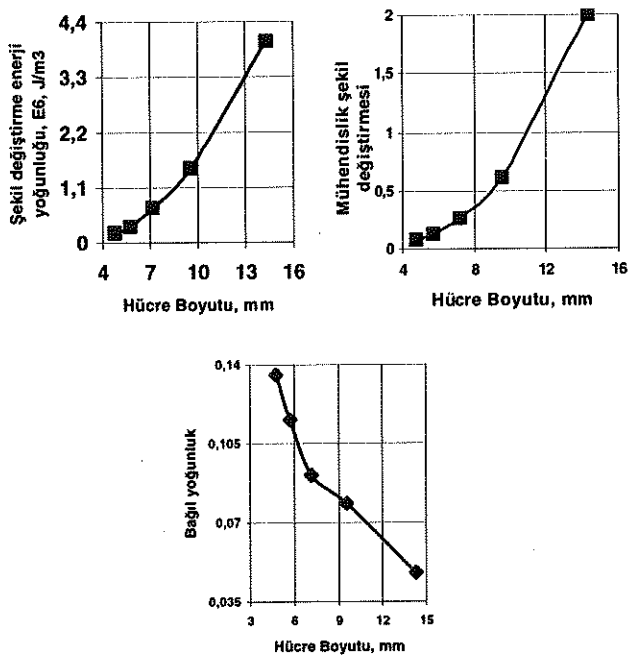
Mühendislik, T_0 hücresel yapının orijinal kalınlığı ve T_1 deforme olmuş kalınlık olmak üzere $e = (T_0 - T_1)/T_0$ şeklinde ifade edilmektedir.



Şekil 6. Hücre açılma açısının etkisi

Şekil 6 Sırasıyla hücre açılma açısının materyalin şekil değiştirme enerji yoğunluğuna, mühendislik şekil değiştirmesine ve bağıl yoğunluğuna etkisini göstermektedir. Daha küçük açılma açısı daha yüksek şekil değiştirme enerji yoğunluğu oluşturmak için kompozitin daha kolay deforme olmasını sağladığı açıktır. Açılma açısı arttıkça, oyuklu kompozit daha az kolay enerji soğurmak için daha rijit hale gelir. Bu gibi durumlarda, çarpma kuvvetinin nüfuz edebilmesi daha olasıdır. Materyal bağıl yoğunluğu açılma açısı 60° civarındayken en büyük seviyeye ulaşır.

Şekil 7 de hücre boyutunun 3B oyuklu tekstil kompozitinin performansını etkileyişi açıklanmaktadır. Hücre boyutu büyütüldüğünde mühendislik şekil değiştirmesi ile şekil değiştirme enerjisi de çarpıcı olarak büyür. Hücre boyutunun büyütülmesi enerji soğurma kapasitesini artırmak için kullanılan en etkili metottur. 3B oyuklu tekstil kompozitinin bağıl yoğunluğu, hücre boyutu büyütüldüğünde, hızla düşer. Bu da göstermektedir ki 3B oyuklu tekstil kompozitleri daha büyük hücre boyutları kullanıldığında daha iyi bir enerji soğurma-yoğunluk oranına ulaşacaklardır.



Şekil 7. Hücre boyutunun etkisi

3.2 Dinamik Çarpma Simülasyonu [6]

Çalışmanın bu bölümü koruyucu materyal üzerinde dinamik çarpmayı simüle etmeyi hedeflemektedir. 3B oyuklu tekstil kompozitinin her bir bölümü için kullanılan materyal özellikleri bir cam elyafı-reçine kompozitinden ölçülmüştür(R136/2 tex EC9 glass, Araldite LY ve HT 1927 GB emdirilmiş). Bu simülasyonda 3B oyuklu tekstil kompozit üzerinde çarpma oluşturmak için değişik tipte elle atılabilen nesneler kullanılmıştır. Bu çalışma örnek çalışma olarak toplum polisleri için bacak koruyucusuyla ilgilidir.

Tablo1. Çarpan nesneler hakkında bilgiler

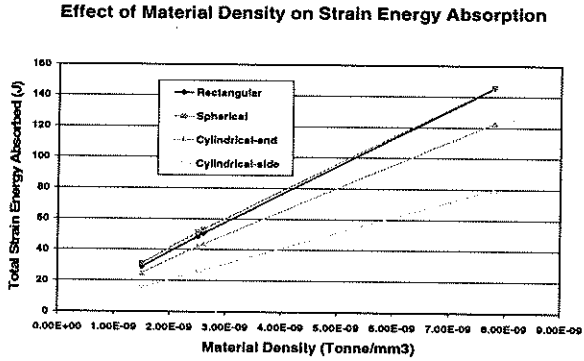
Çarpan Nesnelerin Şekilleri	Boyut (mm)	Kütle (kg)			
		Demir	Odun	Beton	Cam
Küresel	Φ80	2.091	0.402	0.670	0.697
Silindirik (uç çarpma)	Φ70×60	1.801	0.346	0.577	0.600
Dikdörtgen şeklinde	40×60×53.33	0.998	0.192	0.320	0.333
Silindirik (kenar çarpma)	Φ40×53.33	0.519	0.100	0.167	0.173

Tablo 2. Materyal özellikleri

Materyaller	Young Modülü (N/mm^2)	Kütle Yoğunluğu (Ton/mm^3)
Cam elyafı-reçine kompoziti	13200	2.0 E-09
Demir	200000	7.8 E-09
Odun	25000	1.5 E-09
Beton	27000	2.5 E-09
Cam	94000	2.6 E-09

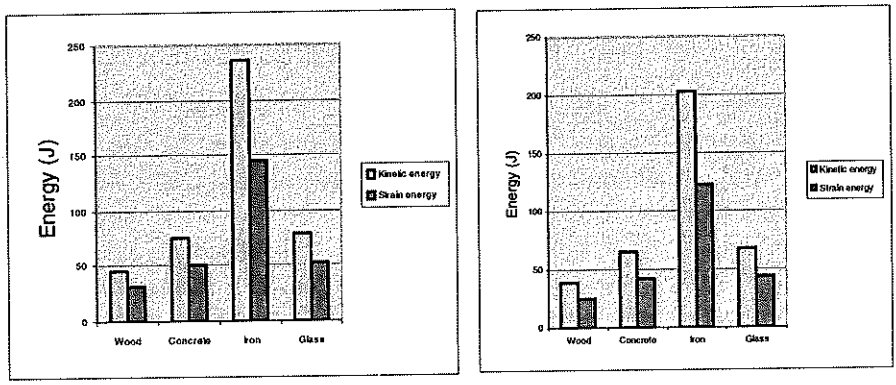
Çarpma nesnelerinin boyutları ve kütleleri Tablo 3'te verilmiştir. Uygun aralıkta düşük hızlı çarpmayı temsil etmek için üç çarpma hızı 5 m/s, 10 m/s ve 15 m/s kullanıldı. Ayrıca dikdörtgen şeklinde çarpma nesneleri için 30°, 45° ve 60° içeren 3 değişik çarpma açısı uygulanmıştır. Bu bildiri 15 m/s hızdaki geometrik şekil ve materyal yoğunluğunun etkisi üzerine yoğunlaşacaktır. Tablo 1'de çarpma nesnelerinin şekilleri ve boyutları ile kütlelerini listelemektedir. Ve Tablo 2, 3B oyuklu tekstil kompozitlerinin ve değişik çarpma nesnelerinin materyal özelliklerini göstermektedir.

Şekil 8 materyal yoğunluğunun çarpılan oyuklu yapının toplam şekil değiştirme enerjisi üzerindeki etkisini göstermektedir. Çarpma nesnesinin geometrik şeklinden bağımsız olarak ilişki doğrusaldır. Bu çarpma hızı aynı olduğunda ağır nesneler daha büyük yapısal deformasyona neden olacaktır ve dolayısıyla oyuklu tekstil kompozit daha çok enerji soğuracaktır. Ancak, değişik şekillerdeki çarpan nesneler ile toplam şekil değiştirme enerjisinde değişiklik olduğu görülmektedir. Küresel ve dikdörtgen şekil yakın düzeylerde şekil değiştirme enerjisine neden olma eğilimindeyken iki silindirik şekil daha düşük şekil değiştirme enerjisine neden olacaktır.



Şekil 8. Materyal yoğunluğuna karşılık şekil değiştirme enerjisi

Koruma açısından, materyal mühendisliğinde iletilen kuvvet diğer önemli bir göstergedir. Analiz 3B oyuklu tekstil kompozitleri ne, küresel şekilli ve silindirik (kenar) şekilli nesnelerle 15 m/sn hızla çarpma gerçekleştirildiğinde, materyal demir olarak, maksimum iletilen kuvvetin sırasıyla 1.23 kN ve 1.90 kN olduğunu göstermektedir. Şekil 9 da gösterildiği gibi her iki durumda da çarpma nesnesi demir olduğunda çarpma kinetik enerjisinin en büyük olduğunun görülmesi şaşırtıcı değildir.



(a) Küresel şekil (b) Silindirik (kenar) şekil

Şekil 9 Kinetik enerji ve şekil değiştirme enerjisi

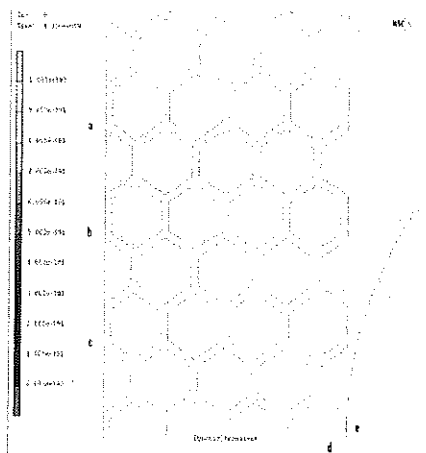
Tablo 3'te gösterildiği gibi 3B oyuklu tekstil kompozitlerde çarpma nesnesinin kinetik enerjisi ile şekil değiştirme enerjisi karşılaştırıldığında 3B oyuklu tekstil kompozitleri çarpma ile gelen kinetik enerjinin %60'dan %70'e kadarını soğurur ve bu S/K (yüzdesi) olarak gösterilmiştir.(1) oyuklu kompozitler, küresel nesne ile çarpıldığında silindirik (kenar) nesne ile çarpıldığından daha fazla enerji absorbe eder; ve (2) demir nesneler oyuklu kompozitlere daha fazla enerji verdiklerinden dolayı daha büyük hasar vermektedirler. İlk gözlem silindirik(kenar) nesnelerinin daha büyük iletilen kuvvet oluşturduğu gerçeğini destekler gibi görünmektedir.

Tablo 3. Kinetik enerji ile şekil değiştirme enerjisinin karşılaştırılması

Materyal	Kinetik enerji (J)		Şekil değiştirme enerjisi (J)		S/K (%)	
	Küresel	Silindirik (Kenar)	Küresel	Silindirik (kenar)	Küresel	Silindirik (kenar)
Odun	45.23	38.93	31.11	24.82	68.78	63.76
Beton	75.38	64.91	51.34	41.99	68.11	64.69
Demir	235.24	202.61	145.9	122.70	62.02	60.55
Cam	78.41	67.50	53.2	43.68	67.85	64.71

3.3 Performans Değerlendirme

Kemik kırılmasından önce yaralanmalar meydana gelebilmesine rağmen, daha kolay ölçülebildiği için, yaralanma eşiği olarak kemiği kırmak için gereken kuvvet kullanılır. Örneğin incik kemiği için, kırılma eşiğini tanımlayan çoğu çalışma otomobil endüstrisi ile ilgilidir ve sonuçları değişik deney protokolleri ve test edilen numunenin cinsiyeti ve yaşından dolayı büyük oranda değişiklik gösterir. Kemik kırılma eşiğinin 4.3kN ile 8.939 kN arasında değiştiği rapor edilmiştir [7]. TNO Road-Vehicles Research Institute [8] alt bacak kırılmaları için gerçekçi tolerans seviyelerinin yükleme şartlarına bağlı olarak 2.5kN ile 5 kN arasında değiştiğine inanıyor. Bir kontrol simülasyonu göstermiştir ki herhangi bir koruyucu olmadan kaval kemiğine 15 m/s hızla çarpan 0.402 kg'lık tahta top 25 kN'lık temas kuvveti meydana getirmektedir.



Materyal	Düğüm 'a'	Düğüm 'b'	Düğüm 'c'	Düğüm 'd'	Düğüm 'e'
Odun	314.49	300.99	299.91	1521.78	2053.47
Demir	354.70	1230.32	1462.94	2019.97	2591.20
Cam	383.91	329.37	914.18	1552.74	2426.07
Beton	383.59	333.23	936.67	1542.22	2083.79

Şekil 10. Çarpma simülasyonu ve sonuçlar* Birimler Newtondur

Çeşitli materyal özellikleriyle 15 J'dan 145 J'a kadar değişen enerjilerde değişik nesnelerin çarpma simulayonları gerçekleştirilmiştir. Şekil 10 oyuklu kompozit üzerindeki verilerin toplandığı düğüm noktalarını göstermektedir. a, b ve c

düğümleri oyuklu kompozitin iç tarafına yerleştirilmişlerdir ve böylece bacak ile doğrudan temas etmektedirler, oysa ki d düğümü çarpma nesnesi ile temas eden düğüm ve e düğümü çarpma nesnesinin ucundadırlar. Çarpma nesnesi tarafından kullanılan kuvvetin bütün durumlarda (düğüm e) 2 kN'in üzerinde olduğu görülebilir, demir ve cam çarpma nesneleri için kuvvet düzeyi eğer korunmazsa bacağı kırabilmek için yeterlidir. Bu düzeydeki kuvvetler oyuklu kompozit üzerinden geçtiklerinde azaltılmaktadır. (düğüm d). Çarpma kuvveti bacağa iletildiğinde kuvvetlerin düzeyi güvenli aralığa çekilmektedir yani tüm seçilen pozisyonlarda 2.5 kN'nun oldukça altına (a, b ve c düğümleri).

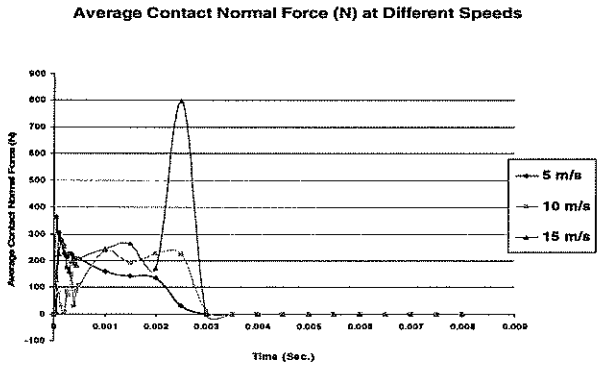
Toplum polisinin kullandığı şu anki bacak koruyucusu ile 3B oyuklu tekstil kompozitinden yapılan bacak koruyucu olabilecek koruyucuyu kıyaslamak için bir örnek çalışma yapılmıştır. Bacak koruyucusuna 15 m/s hızla çarpma için bir tahta top kullanıldı. Tablo 4 karşılaştırma sonuçlarını göstermektedir. a'dan e'ye kadar düğümlerin yerleri şekil 10'da gösterilenlerle aynıdır.

Tablo 4. Performans karşılaştırmaları

Koruyucu	Düğüm 'a'	Düğüm 'b'	Düğüm 'c'	Düğüm 'd'	Düğüm 'e'
Ticari (12 mm)	1818.70	2281.44	942.55	3206.49	3432.84
Ticari (18 mm)	1284.87	1445.54	1318.62	1759.23	1759.23
3B oyuklu (18 mm)	363.86	334.73	352.52	932.40	932.40

Bacak koruyucu için iki farklı kalınlık kullanılmıştır, bunlar sert plastikten kabukla kaplı 12 mm ve 18 mm'dirler. 3 B oyuklu yapı kalınlığı 18 mm'dir ve aynı plastik kabukla kaplama yapılmıştır. Sonuç açıkça üç örneğe de aynı çarpma uygulandığında yani 43.2 J çarpma enerjisi uygulandığında, 3 B oyuklu materyalin çarpma enerji soğurması bakımından ve aktarılan kuvvetin azaltılması bakımından en etkili olduğunu göstermiştir.

Koruyucu materyalin iç kısmında 3 B oyuklu kompozit için nakledilen kuvvet 350 kN civarında iken ticari materyaller için nakledilen kuvvet çoğunlukla 1kN'dan daha yüksek ve en yükseği kemik kırma eşiğine yakın olan 2.3 kN'a ulaşmaktadır.

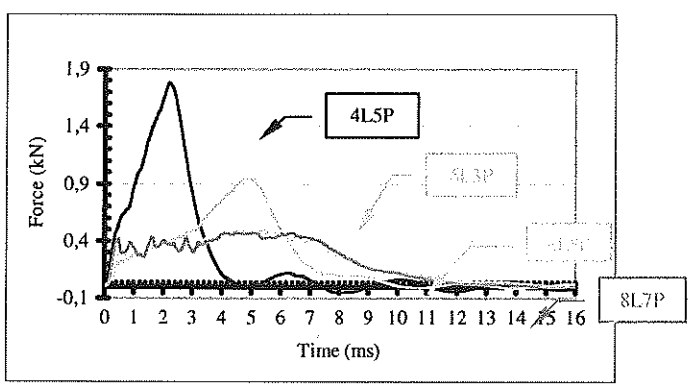


Şekil 11

Şekil 11 aynı 3B oyuklu kompozitin dikdörtgen şekilli nesne ile sırasıyla 3 m/s, 10 m/s, ve 15 m/s hızlarıyla çarpıldığındaki iletilen kuvveti kıyaslamaktadır. Açıktır ki düşük çarpma hızlarında, 3B oyuklu yapı kuvveti azaltabilmekte; çarpma hızı yüksek iken, hücresel yapı ezildiğinde yüksek bir iletilen kuvvet görülecektir. Bu durum koruyucu materyal için uygun bir kalınlık alınmasının önemini göstermektedir.

4. Deney

3B oyuklu tekstil kompozitlerin karakterize edilmesi çalışmasının önemli bir parçası olarak uygulamalı çarpma testi yapılmıştır. 3B oyuklu tekstil kompozitlerin üzerine çarpmadan önce 0.337 kg'lık sert tahtadan düşme başlığı 1.28 m'den serbestçe düşmesine izin verilmiştir. Diğer bir deyişle, düşme başlığı yapıya vurduğunda 6.69 J'luk kinetik enerji taşımaktadır. Şekil 12 çarpıldığında değişik kalınlıklardaki 3B oyuklu tekstil kompozitlerinin performanslarını anlatmaktadır.



Şekil 12 Deneysel kuvvet eğrileri

Şekil 12'deki 4 adet 3B oyuklu yapı, 4L5P en ince ve 8L7P en kalın olmak üzere şekil 3'dekilerle aynıdır. Bu şekilde iki önemli husus gösterilmektedir, birincisi kuvvetin pik noktasının yüksekliği ve ikincisi kuvvetin pik noktasının pozisyonudur. Yapı inceden kalına doğru değiştikçe kuvvetin pik noktası yüksekliği keskin bir şekilde düşmekte ve kuvvetin pik noktası daha sonraki bir zamanda görünmekte olduğu kolaylıkla görülmektedir. Diğer deneyler 3B oyuklu tekstil kompozitlerinin materyal olarak enerji soğurması ve koruma performansını araştırmak için yapılacaktır.

Şekil 12'deki eğriler simulasyondan elde edilen Şekil 11'deki eğrilerle açık benzerlikler taşımaktadır.

5. Sonuçlar

Bu bildiri son dönemde 3B oyuklu tekstil kompozitleri ve bunların teknik uygulamaları hakkında yapılan çalışmanın kısa bir tanıtımıdır. Bu araştırmadaki ana kazanımlar:

(1) Oyuklu tekstil yapıları için bir CAD yazılımının oluşturulması

(2) 3B oyuklu tekstil kompozitlerinin enerji soğurması açısından karakterize edilmesi

Hücre açılma açısı ve hücre boyutu gibi anahtar yapısal parametrelerin önemli mühendislik parametreleri olduklarının kanıtlanması

(3) 3B oyuklu tekstil kompozitlerine değişik çarpma nesnelerinin dinamik çarpmaları simule edilmiştir. Bu, değişik tehditlere karşı materyalin sağlayacağı koruma düzeyini tahminlemeyi olanaklı kılmakta ve

(4) koruyucu performansı üzerinde 3B oyuklu tekstil kompozitlerinin kalınlığının etkisi uygulamalı deneyle gösterilmektedir.

Teşekkür

Yazarlar Home Office Innovation Fund ve Home Office Scientific Research Branch'e desteklerinden dolayı teşekkür ederler.

Referanslar

1. Lu, G., and Yu, T., Energy absorption of structures and materials, CRC Press and Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 2003

2. Chen, X., Ma, Y., and Zhang, H., CAD/CAM for cellular woven structures, J. Text. Inst., 2004, **95**, in press

3. Chen, X., Wang, H., and Zhang, H., CAD/CAM for cellular woven fabrics with trapezoid cross-sectional shapes, Industrial Simulation Conference (ISC'2003), Valencia, Spain, June 2003

4. Wu, H-H., Experimental investigation into woven cellular composites for impact energy absorption, MSc Dissertation, Department of Textiles and Paper, UMIST, 2003

5. Tan, X., Chen, X., Parameters affecting energy absorption and deformation in textile composite cellular structures, Materials & Design **26** (2005), 424-438

6. Yu, D. K. C. and Chen, X., Simulation of trauma impact on textile reinforced cellular composites for personal protection, Technical Textiles for Security and Defence (TTSD), Leeds, November 2004

7. Porta, D.J., The anatomy and biomechanics of experimentally traumatized human cadaver lower extremity components. Ph.D. thesis, University of Louisville, 1996

8. Mugnai, A., (TNO MADYMO North America), Burke, G. (Daimler Chrysler Corp.) Simulation of an offset crash for tibia index evaluation, Paper presented at the SAE 2000 World Congress, 6-9 March 2000, Detroit, Michigan, USA (SAE Paper 2000-01-0882)

ÇOK AMAÇLI TEKNİK LİFLER

S. CHANDRA

Sauquoit Enstitüsü LLC, ABD

ÖZET

21. yüzyıl yeni "Marta"sı olan teknik tekstillerin "daha hızlı, daha ince, dayanıklı & çok maçlı özel lif" alanında olduğu açıkça görülür. Bu durum rekabetin yanı sıra oldukça önemli olan ustalık gerektiren zaman kısıtlarının üstesinden nasıl gelineceğine dair soruları arttırır.

Teknik tekstillerdeki son gelişmeler, "Giyilebilir" "Akıllı Üniformalar" olarak adlandırılır. Bu konsept çok amaçlılığı içerir. Bu amaçlar aşağıdakileri içerir ancak bunlarla sınırlı değildir.

- Esnek kablolar biçimindeki hafif bilgi taşıyıcılar
- Karmaşık tekstil yapıları içine yerleştirilebilecek şekilde aşırı esneklik
- Vücut ısısı düşük hastalar ve benzerleri için güvenli ve sürekli koruma içeren çeşitli ısı üretme uygulamaları
- Yüksek iletkenliğe sahip malzemeler
- Güçlendirilmiş anti-mikrobiyel özellikler
- Varlığı hissedilmeyen ama hala konforlu olan ürünler

Bu gerçekte başarmak için yüksek bir hedeftir. Belki şu örnek biri tarafından göz önüne alınabilir; paslanmaz çelik bir tel iletkenlik gerekliliğini sağlayabilir fakat konfor faktörü ve dayanıklılığı eksiktir. Karbon filamentleri konfor faktörünü sağlayabilir fakat örneğin iletkenlik ve anti-bakteriyel özellikleri eksiktir.

"tüm bedenlere uygun" konsepte bir ürünü sunmakta mutluluk duyarız. X-Statik® bahsedilen bütün amaçlar ve daha fazlası için bir cevap olacaktır. Kısaca bu, yeni dönem konseptlerin tüm ihtiyaçlarını karşılayan "Platform" esaslı bir teknolojidir. X-Statik® gümüşün fizik kuralları tarafından sağlanan avantajlarına sahiptir ve gümüşü çok etkili iletim sistemi içinde dönüştürür.

Bu başarının sırrı optimum yüzey alanı ve bundan dolayı birçok uygulama için performans sağlayan 3-boyutlu, çok amaçlı kıymetli metal gümüş kaplamadır. X-Statik® SEM görüntüsü bu durumu açık ve sıkı taneli yapısıyla açıkça canlandırır.

TOKSİK OLMAYAN TOZLARA KARŞI KORUYUCU KUMAŞLAR

L.HAŁASZCZYK-PIESIAK, T. RMARZ

Tekstil Tasarım Enstitüsü, Lodz, Polonya

Çeviren: Ozan Kayacan

Özet

Çalışma ortamındaki tehlikelere karşı, insan hayatının korunması, özellikle çalışanlar ve koruyucu işlemlerin geliştirilmesi ile ilgilenen özel organizasyonlar için bir zorunluluktur. Üretim işlemlerinin insancıllaştırılması global bir trend halini almıştır. Doğu ve Orta Avrupa ülkelerinde iş kazalarının görülme sıklığı, gelişmiş ülkelere oranla daha yüksektir. Bu durum teknolojik yetersizliklerin bir sonucudur.

Polonya'da, 1996 yılının ikinci yarısından itibaren EN-PN30 Avrupa standardı yürürlükte bulunmaktadır. Bu standart, kişinin sağlığının veya hayatının zayıfladığı veya zarar gördüğü durumlardaki tehlike tanımlarını ortaya koymaktadır. Bunlar, mekanik, kimyasal ve biyolojik tehditler olabildiği gibi radyasyon veya toz kaynaklı tehlikeler de olabilir. Tekstil Tasarım enstitüsü'nde gerçekleştirilen bu araştırma toksik olmayan tozların yol açtığı tehlikeleri konu almaktadır.

Araştırmanın amacı, toksik olmayan tozlara karşı günümüz gereksinimlerini yerine getiren yeni kumaş ve giysi yapılarını incelemek ve ortaya koymaktır.

Giysilerin kullanım parametreleri üretildikleri kumaşın yapı ve parametreleri ile ilgilidir. Tasarlanan kumaş numuneleri, çeşitli iş ortamlarında kullanılabilir. Toza karşı direnç ve mukavemet ile ilişkilendirilebilen gereksinimlerin yan ısıra kumaşlar, yüksek kullanım ihtiyaçlarını da karşılar. Numune-1 Pyton ve Pyton-DR olarak isimlendirilen kumaşlar, uygun testler sonrasında İşçi Koruma Merkez Enstitüsü sertifikasını almaya hak kazanmıştır. Tasarlanan kumaşın parametreleri gerekli tüm kriterleri yerine getirmiştir ve maden ve çelik sektörlerinde çalışan işçiler tarafından uygun bulunmuştur.

GİRİŞ

Günlük hayat ve çalışma ortamındaki risklere karşı korunma, hepimiz için ve özellikle çalışanlar ve koruyucu işlemler ile ilgilenen organizasyonlar için bir zorunluluktur. Üretim işlemlerinin insancıllaştırılması, global bir trend halini almıştır ve Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde de uygulanmaktadır. Geçmişteki teknolojik eksiklikler sebebiyle zararlı faktör kaynaklı iş kazaları gelişmiş ülkelerden daha fazla görülmektedir. Sağlığın korunması, risklere karşı korunma özelliğine sahip giysi ve kumaşlarda sürekli bir gelişimi gerektirmektedir.

Polonya'da, 1996 yılının ikinci yarısından itibaren EN-PN30 Avrupa standardı yürürlükte bulunmaktadır. Bu standart, kişinin sağlığının veya hayatının zayıfladığı veya zarar gördüğü durumlardaki tehlike tanımlarını belirler. Bu tehlikeler, mikroiklim-aşırı sıcak ve soğuk veya alev gibi sebeplerden kaynaklanan mekanik, kimyasal, biyolojik tehditler olabileceği gibi radyasyon veya toz kaynaklı tehlikeler de olabilir.

Tekstil Tasarım Enstitüsü, Fasty Tekstil Firması ile Endüstriyel Dizayn Enstitüsü ve İşçi Koruma Merkez Enstitüsü işbirliği sonucunda toksik olmayan tozlara karşı koruyucu özelliği olan bir kumaş projesi gerçekleştirmiştir. Proje, uzmanların katılımı ve tasarım, konfeksiyon üretimi ve kullanım araştırmalarını gerçekleştiren endüstriyel kuruluşların katkısı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmada, Tekstil Tasarım Enstitüsü, toksik olmayan tozlardan kaynaklanan tehlikelerin bulunduğu ortamları ve aşırı mekanik faktörlerin neden olduğu sıra dışı ortam şartlarını konu etmektedir.

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Projenin amacı, insan organizmasını ve vücudunu toksik olmayan tozlara karşı koruyan yeni nesil kumaşları ve hijyenik/fizyolojik konfor gereksinimlerini karşılarken aynı zamanda aşağıda belirtilen tehditlere karşı koruma sağlayan kumaş prototiplerini geliştirmektir:

Şiddetli mekanik aktiviteler

Toksik olmayan tozların şiddetli etkileri

Sıra dışı ortam şartları

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Projenin uygulama çalışmaları şu aşamalardan oluşmuştur.

Hipotezin ve yürürlükteki standartlar uyarınca toksik olmayan tozlara karşı koruma özelliği bulunan giysinin gerekli kullanım parametrelerini sağlayacak uygun tekstil maddeleri ile üretim şartlarının belirlenmesi;

Numune kumaş serisi üretim çalışmaları ile birlikte ölçüm çalışmalarının yapılması;

Giysi tasarımının geliştirilmesi ve prototip giysinin üretimi;

Belirli bir çalışma ortamında giysinin kullanım denemelerinin yapılması;

Deneysel olarak üretilmiş kumaşların değerlendirilmesi ve kumaş/giysi sertifikasyonu.

3.1. TOKSİK OLMAYAN TOZLARA KARŞI KORUYUCU DOKUMA KUMAŞLARIN GEREKSİNİMLERİ

Toksik olmayan tozlara karşı koruyucu giysilerde kullanılan kumaşların özellikleri, yürürlükteki standartlar uyarınca aşağıdaki parametreleri kapsamaktadır.

- m^2 ağırlığı 280g/m^2 'den yüksek olmamalıdır.

- hava geçirgenliği:

Standart ortam şartları için 140 dm^3 /m^2s 'den düşük olmamalıdır.

Toz partiküllerinin yüksek kinetik enerji ile hareketli olduğu ortam şartları (örneğin kum fırtınası) için 7 dm^3 /m^2s 'den daha düşük olmamalıdır.

- 5 yıkama öncesi ve sonrasında toz koruması:

Standart ortam şartlarında %85'ten düşük olmamalıdır,

Kum fırtınası şartlarında %92'den düşük olmamalıdır,

- Kopma mukavemeti:

Çözgü yönünde standart ve kum fırtınası koşullarında 60 daN'den düşük olmamalıdır,

Atkı yönünde standart ve kum fırtınası koşullarında 55 daN 'den düşük olmamalıdır,

- Yırtılma mukavemeti:

Çözgü önünde standart ortam şartlarında 2.5 daN 'den düşük olmamalıdır,

Atkı yönünde standart ortam şartlarında 2.5 daN 'den düşük olmamalıdır,

Çözgü yönünde kum fırtınası şartlarında 2.1 daN 'den düşük olmamalıdır,

Atkı yönünde kum fırtınası şartlarında 1.6 daN 'den düşük olmamalıdır,

- 5 yıkama sonrası boyut değişimi:

Çözgü yönünde %3,

Atkı yönünde %3

Toza karşı koruyucu giysiler için kumaş tasarımında oldukça kompleks gereksinimler olması sebebiyle araştırma süresince bir düzeltme faktörü göz önüne alınmıştır.

3.2. DENEY MATERYALI

Belirlenen kriterleri sağlayan kumaşların elde edilmesi amacıyla koruma özelliklerine etki eden faktörler tasarım sırasında hesaba katılmıştır.

Hammadde karışımları (her iki desende %100 pamuk, atkı ve çözgüde %50-50 pamuk/PES, ve çözgü yününde torlen-kesiksiz PES ve atkı yönünde % 50-50 pamuk-PES)

Dokuma konstrüksiyonu (dimi $\frac{2}{1}$ Z, $\frac{2}{2}$ Z, saten $\frac{4}{1}$ (2), $\frac{1}{4}$ (2)),

Tasarım uyarınca tek katlı ve kompleks (bükümlü) iplikler ve katlı kumaş yapıları,

Atkı ve çözgü yönlerinde çeşitli numarada iplikler,

Bitim şekli (renklendirilmiş kumaş, düz veya desenlendirilmiş).

Konstrüksiyon parametrelerinin seçimi, kumaş özellikleri üzerindeki birbirini bozan etkileri nedeniyle komplike bir prosedür gerektirmektedir; örneğin: m^2 ağırlığı, hava geçirgenliği, gerilme ve yırtılma dayanımı 5 yıkama öncesi ve sonrasında toz koruma özelliği.

Yukarıda bahsedilen kriterlerin uygulanması giysiye toksik olmayan toza karşı koruma, tatmin edici mekanik sağlamlık, iyi bir hava ve buhar geçirgenliği sonu-

cu konforlu kullanım, muhtemelen hafif gramaj, bir çok koruyucu proses sonucunda ölçümlerdeki değişmezliği sağlamalıdır.

Prototip kumaşlar için doğru bir üretim teknolojisi geliştirilmesini konu alan araştırma, dikkatle oluşturulan hipotezlerin gerçekleştirilmesi için kabul edilen tüm denemelerle uygulanmıştır.

Tablo 1. Kumaş numunelerindeki kabuller

No.	Parametre	Numune isimleri					
		Numune1 ZT 48 - (Pyton)	Numune 2 ZT 49	Numune 3 ZT 50	Numune 4 AT 51	Numune 5 ZT 52	Numune 6 ZT 53
1	Çözgü ipliği: tex Hammadde Atkı ipliği: tex Hammadde	20x2 PES50%/ CO50% 20x2 PES50%/ CO50%	40 PES50%/ O50% 60 CO	30 PES50%/ CO50% 40 PES50%/ CO50%	30x2 CO 40 CO	dtex 167/32x2 PES 60 CO	50 CO 60 CO
2	Dokuma	2/2 Z	1/3 3/1	Satin 4/1 (2)	1/4 (2)	2/1 (Z)	1)3/1 S 2)2/2 Z
3	Bitmiş kumaş eni (cm)	150	150	150	150	150	150
4	1 dm'deki atkı tel sayısı	215	260	240	335	190	200
5	Bitmiş kumaşın m^2 ağırlığı (g)	250	280	250	270	280	280
6	Temel bitim işlemleri	boyama	Boyama ve ek yüz desenlendirme	boyama	boyama	boyama	boyama

Teknolojik olarak dokuma işlemi doğuru bir şekilde gerçekleşmiştir. Sadece ZT48 için pnömatik Elitex tezgahı MAV rapier tezgahı ile değiştirilme ihtiyacı doğmuştur; çünkü atkı ipliklerinde tüylenme oluşmuştur. Bitim işlemleri de teknolojik olarak sorunsuz bir şekilde yapılmıştır.

MEKANIK VE FIZIKSEL ÖZELLIKLERIN ÖLÇÜMÜ

Araştırmanın büyük kısmı Lodz kentinde, Tekstil Tasarım Enstitüsü Tekstil Araştırma Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Bu laboratuvarlar, Polonya Araştırma ve Sertifikasyon Merkezi tarafından verilen Akreditasyon Sertifikası'na sahiptir. Örneklerin m^2 ağırlığı, kopma kuvveti, yırtılma dayanımı, 5 yıkama sonrasındaki boyut değişimi ve hava geçirgenliği özellikleri değerlendirilmiştir. Kumaşların 5 yıkama öncesi ve sonrasındaki toz-koruma dereceleri, İşçi Koruma Merkezi Enstitüsü tarafından değerlendirilmiştir. Tablo 2, kumaşların mekanik ve fiziksel özelliklerini göstermektedir.

Tablo 2. Kumaşların mekanik ve fiziksel özellikleri

No.	Parametre	Birim	Gereksinimler		Sonuçlar	
			Standard şartlar	Yüksek kinetik enerjiye sahip toz partiküllü ortam	Numune1 ZT 48 - (Pyton)	Numune1 ZT 48 - (Pyton DR)
1.	En	m	-	-	1.40	1.49
2.	Birim ağırlık					
	m^2 ağırlığı	g	do 280	do 280	274.6	271.3
	Metretül ağırlığı	g	-	-	384.7	403.98
3.	Yırtılma mukavemeti					
	Çözgü yönünde	daN	2.5	2.1	2.69	2.59
	Atkı yönünde		2.5	1.6	2.73	2.53
4.	Kopma kuvveti					
	Çözgü yönünde	daN	60	60	107.3	106.6
	Atkı yönünde		55	55	68.9	61.2
5.	Kopma uzaması					
	Çözgü yönünde	%	-	-	13.4	15.7
	Atkı yönünde		-	-	14.7	15.4
6.	Yıkama sonrası boyut değişimi	%				
	Çözgü yönünde		3	3	-0.5	+1.2
	Atkı yönünde		3	3	-2.3	-1.8
7.	Hava geçirgenliği	mm/s	min. 140	min. 7	159.5	140.0
8.	Yıkama öncesi toz koruma	%	85	92	93.7	94.7
9.	5 yıkama sonrası toz koruma	%	85	92	92.2	93.8

Tablo 1'de gösterilen numuneler içinde, laboratuvar ve kullanım araştırmaları sonrasında Numune 1–ZT48 deneysel üretim için seçilmiştir. Bu numuneye Pyton 140 ve Pyton DR 140 isimleri verilmiştir. Pyton kumaşı, standart koşullar için gereksinimleri karşılarken, Pyton 140 DR (desenlendirilmiş) kumaşı, toz partiküllerinin yüksek kinetik enerjiye sahip olduğu kum fırtınası koşullarını yerine getirmiştir.

INCELENEN KUMAŞLARIN UYGULANMA OLASILIĞI

Araştırma ve uygulama çalışmaları sonrası elde edilen koruyucu kumaşlar, tüm gereksinimleri karşılamıştır. Demir-çelik işletmeleri, madenler, termal-elektrik güç santralleri, cevher işleme fabrikaları, deri atölyelerindeki zararlı tozlara karşı koruyan yeni nesil koruyucu kumaş kullanılarak yeni bir koruyucu giysi tipi oluşturulmuştur. Koruma fonksiyonu, tozları insan vücudundan uzak tutarak insan derisini koruyan özel yapıdaki bariyer kumaştan kaynaklanmaktadır.

Koruyucu giysi, doğal çalışma şartlarındaki farklı toz seviyelerine, farklı pozisyonlara(çelik, maden, termo-elektrik santrali, cevher işleme) uygulanmıştır ve toz koruması ile fonksiyonalite açısından çok iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Yeni geliştirilen kumaşlar, yüksek riskli çalışma ortamları için koruyucu giysi amaçlı geniş bir kullanım alanına sahip olabilir. Toza maruz kalma, insan hayatı için ciddi bir olaydır ve kansere yol açabilir.

Pyton 140 ve Pyton 140 DR, İşçi Koruma Merkez Enstitüsü ile Ürün ve Yönetim Sistemleri Sertifikasyon Merkezi tarafından 97/2001 no'lu uygunluk sertifikasına layık görülmüştür. Kumaş ve giysiler üzerindeki çalışmalar, atık dönüşüm firmalarında, enerji santralinde ve taş-linyit kömürü madenlerinde gerçekleştirilmiştir.

5. SONUÇ

Endüstriyel ortamlarda ve laboratuvar şartlarında gerçekleştirilen araştırma-geliştirme faaliyetleri ve kumaşların kullanım çalışmaları baz alındığında şu noktalar belirtilmelidir.

Proje kapsamında geliştirilen toza karşı koruyucu kumaş konstrüksiyonları, Polonya Standartlarına uygun toza karşı koruma ve kullanım özellikleri bakımından önemli olan parametre değerlerini göstermektedir.

Kumaş deneme serisinden renkli ve renkli desenli varyasyonlarında deneme ve uygulama üretimi için Pyton 140 kumaşı seçilmiştir.

Pyton 140 ve Pyton DR 140 kumaşlarının toz koruma özelliği açısından Polonya Standartlarına uygunluğu İşçi Koruma Merkez Enstitüsü ile Yönetim ve Sertifikasyon Sistem Merkezi tarafından onaylanmıştır. Bu kumaşların uygunluk sertifikası bulunmaktadır.

Toksik olmayan koruyucu giysi dokümantasyonu (üniforma veya takım için) hazırlanmıştır. Bu dokümantasyonda giysinin kullanımı ile ilgili olarak özellikle de kol takma ve koruyucu başlık montajı dikkate alınmıştır.

Giysi sertifikasyonunun sunumu için gerekli dokümanlar hazırlanmıştır. Ekonomik şartlarla ilgili olarak bu dokümanlar üretici sertifikasına sahip olan üreticilere verilebilir.

Koruyucu giysiler, diğerlerinin yanı sıra çelik işleme, termo-elektrik santralleri, cevher işleme ve deri fabrikaları vb. işletmelerin ilgisini çekmektedir.

İletişim:

e-posta: lhalaszczyk@iat.pai.net.pl

UV KORUYUCU GİYSİLERİN ÜRETİMİ VE BOYANMASI

S KAYAN, E VARIŞ, F K AKOVA, F MUŞTU, B YILMAZ, E ÖNER

Marmara Üniversitesi, UTKAR Uluslararası Tekstil ve Konfeksiyon Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi – İstanbul /Türkiye

Günümüzde tekstil materyallerine UV ışınlardan koruyucu özellik kazandırılması işlemi neredeyse temel bir uygulama haline gelmiştir ve dünyadaki deri kanseri vakalarının artmasından dolayı yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Bu çalışmada, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 viskon kumaşlar, UV absorplayıcı özelliği bulunan kimyasal maddeleri içeren boyama banyolarından çektirme yöntemine göre boyanmıştır. Dolayısıyla, %100 poliester örgü kumaş, Cibafast P(Ciba) veya Fadex ECS (Clariant) içeren dispers boyama banyolarında ve ayrıca, %100 pamuk süprem örgü kumaş ve %100 viskon dokuma kumaş Tinofast CEL (Ciba) ve Rayosan C (Clariant) içeren reaktif boyama banyolarında boyanmıştır. Kumaşların UV koruyuculuk özelliği, kumaşların UPF (Ultraviole Koruma Faktörü) değerleri ile ifade edilmiştir. UPF değerleri, kumaşların 290 nm – 400 nm dalgaboyu aralığındaki transmisyon değerleri kullanılarak AS/NZS 4399:1996 standartında belirtilen şekilde hesaplanmıştır. UV absorplayıcı maddeleri içeren banyolarda boyanmış kumaşların UPF değerleri, işlem görmemiş, sadece UV absoplayıcı maddeler ile işlem görmüş ve sadece boyanmış kumaşların UPF değerleri ile karşılaştırılmıştır. Boyanmış kumaşların renk ve haslık özellikleri ayrıca değerlendirilmiştir. Sonuçlar, kumaştaki boya konsantrasyonunun ve UV absorplayıcı maddenin konsantrasyonunun artması ile UPF değerlerinin arttığını göstermektedir. İşlem görmüş kumaşların renk haslık değerlerinde önemli bir değişim bulunmamaktadır ve bu çalışmada kullanılan UV absorplayıcı özelliğe sahip maddelerin tümü, boyanmış kumaşların haslık özelliklerini kötüleştirmeden kumaşlara "iyi"- "mükemmel" arasında UV koruyuculuk etkisi sağlamıştır.

Anahtar Sözcükler:uv absorplayıcı madde, tekstil materyallerinin UPF değerleri

1. GİRİŞ

Tekstil materyalleri, kendilerine özgü farklı UV koruyuculuk özelliklerine sahiptirler ve ayrıca UV ışınlardan koruyuculuk özellikleri UV ışınları absorplama özelliğine sahip maddelerin uygulanması ile arttırılabilmektedir. UV ışınlardan koruyuculuk özelliği, kumaşların 290 nm – 400 nm dalgaboyları arasındaki transmisyon değerlerinden AS/NZS 4399:1996 standartında belirtildiği şekilde hesaplanan UPF (UV Koruyuculuk Faktörü) değeri ile ifade edilmektedir. Tekstil liflerinin UV absorplayıcı maddeler ile muamelesine ait detaylı bir literatür araştırması Kaynaklar kısmında verilmiştir [1-30]. Boyanmış materyaller, boyanmamış olanlardan daha iyi UPF değerlerine sahiptirler. UV absorplayıcı maddeler, boya banyosunda veya boyama işlemi sonrasında uygulanabilmektedirler. UV absorplayıcı maddelerin uygulanmasında, "çektirme" veya "emdirme" prosesleri uygulanabilmektedir.

Bu çalışmada, ticari olarak mevcut UV absorplayıcı maddeler, Cibafast P (Ciba), Fadex ECS (Clariant), Tinofast CEL (Ciba) ve Rayosan C (Clariant) boyama prosesleri sırasında farklı miktarlarda kumaşlara uygulanmışlardır ve daha sonra kumaşların UV ışınlardan koruyuculuk özellikleri incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1 Deneysel Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, UV koruyuculuk özelliklerini ve renk tonuna etkilerini araştırmak amacıyla, ticari olarak mevcut çeşitli UV absorplayıcı maddeleri farklı konsantrasyonlarda %100 poliester, %100 pamuk ve %100 viskon kumaşlara boyama aşamasında çektirme metodu ile uygulamaktır.

2.2 Kumaşlar

- % 100 poliester örme kumaş, interlok, 190 g/m^2, 0.84 mm. kalınlık
- % 100 pamuklu örme kumaş, süprem, 155 g/m^2, 0.68 mm. kalınlık
- % 100 viskon dokuma kumaş, bezayağı, 131 g/m^2 0.3 mm. kalınlık

Bu kumaşların tümü, ön işlemlerden geçirilmiş ve boyamaya hazır halde olup, optik ağartıcı içermemektedirler.

2.3 Testlerde ve Uygulamalarda Kullanılan Cihazlar

Perkin Elmer Lambda 9, küresel ölçüm ünitesine sahip UV/Görünür Alan Spektrofotometresi transmisyon ölçümlerinde kullanılmıştır. Roaches HT Laboratuvar Tipi Boyama Makinası, UV absorplayıcı maddelerin uygulanmasında ve boyama işlemlerinde kullanılmıştır. Renk ölçümleri, Datacolor SF600+ spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir.

2.4 UPF Ölçümleri

UPF (Ultraviole Koruma Faktörü) hesaplamaları, AS/NZS 4399:1996 standartında belirtilen şekilde yapılmıştır.

UPF- Ultraviole Koruma Faktörü.

$$UPF = \frac{E_{eff}}{E'} = \frac{\sum_{290}^{400} E_\lambda . S_\lambda . \Delta\lambda}{\sum_{290}^{400} E_\lambda . S_\lambda . T_\lambda \Delta\lambda}$$

E_λ : relatif eritem spektral etki,
S_λ : solar spektral radyans, $W.m^{-2}.nm^{-1}$
T_λ : malzemenin spektral transmitansı,
$\Delta\lambda$: dalgaboyu adımları, nm
λ : dalgaboyu, nm

Etiketlendirme için, güneşten koruyucu kumaşlar Çizelge 1'de verildiği şekilde UPF değerlerine göre kategorize edilirler.

Tablo 1. AS/NZS 4399:1996 UPF sınıflandırma sistemi.

UPF Aralığı	UVR Koruma Kategorisi	Etkili UVR Transmisyonu (%)	UPF Derecesi
15 – 24	İyi Koruma	6.7 – 4.2	15 , 20
25 – 39	Çok İyi Koruma	4.1 – 2.6	25, 30, 35
40 – 50, 50+	Mükemmel Koruma	≤ 2.5	40, 45, 50, 50+

2.5 UV Absorplayıcı Maddeler

Tinofast CEL (Ciba) ve Rayosan C Paste (Clariant), %100 pamuk ve %100 viskon kumaşlar için; Cibafast P (Ciba) ve Fadex ECS Liquid (Clariant), %100 poliester kumaş için kullanılmıştır.

2.6 Boarmaddeler

Dianix Yellow S-4G [DyStar], %100 poliester kumaşın boyanmasında kullanılmıştır ve %100 pamuk ve %100 viskon, Remazol Yellow GR (C.I. Reactive Yellow 15) [DyStar] ile boyanmıştır.

2.7 Boyama İşlemi Sırasında Cibafast P ve Fadex ECS Maddelerinin Uygulanması

%100 poliester kumaş, Dianix Yellow S-4G boyarmaddesi ile, %0.25, %1 ve %4 renk şiddetlerinde, %2 e.a.ü. Cibafast P ve %4 e.a.ü. Fadex ECS içeren banyolarda boyanmıştır. Numune ağırlığı her işlem için 5 g'dır ve Banyo Oranı, 1:20'dir. Her banyoya 1 g/L dispergatör ilave edilmiştir ve pH, 4.5-5.0'e ayarlanmıştır. Bütün maddelerin işlemin en başında ilave edildiği çektirme metoduna göre boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemi 60°C'da başlatılmış ve

banyo sıcaklığı 2°C/dk.'lık artış hızı ile 130°C'a çıkartılmıştır. Bu sıcaklıkta boyama işlemine 20-45 dakika devam edilmiş olup, banyo 30°C'a soğutulmuştur. Boyanmış materyaller, 2 g/L NaOH, 2 g/L $Na_2S_2O_4$ ve 2 g/L dispersleme maddesi içeren redüktif temizleme banyosunda yıkanmışlardır. Banyo Oranı, 1:20 ve işlem süresi 20 dakikadır.

2.8 Boyama İşlemi Sırasında Tinofast CEL ve Rayosan C Maddelerinin Uygulanması

%100 pamuklu materyalin 5 g'lık numuneleri Remazol Yellow GR (DyStar) boyarmaddesi ile %0.25, %1, ve %4 e.a.ü. renk şiddetlerinde boya banyosunun içine %4 e.a.ü. Tinofast CEL veya %4 e.a.ü. Rayosan C maddesi katılarak boyanmıştır. %100 viskon dokuma kumaş ise, Tinofast CEL veya Rayosan C maddelerini içeren banyolarda %0.25 ve %1 e.a.ü Remazol Yellow GR (DyStar) boyarmaddesi ile boyanmıştır. Viskon kumaşın UV absorplayıcı maddeler ile muamelesinde, boya banyosuna farklı konsantrasyonlarda (%0.25, %1, %2, %3 ve %4 e.a.ü.) UV absorplayıcı maddeler ilave edilmiştir.

Banyo oranı, 1:20'dir. Tüm maddelerin baştan katılarak gerçekleştirildiği ("all-in") çektirme yöntemine göre boyama işlemi 25°C'da başlamış, 2°C/dk.'lık sıcaklık artış hızı ile boya banyosunun sıcaklığı 60°C'a getirilmiştir. 60°C'da, boyama işlemine 60 dakika devam edilmiştir ve boyama işlemi sonrasında boya banyosu 30°C'a soğutulmuştur. Reaktif boyama işleminde 50 g/L sodyum sülfat, 5 g/L Na_2CO_3 ve 1 mL/L NaOH (38°Be) kullanılmıştır. Boyama işlemi sonrasında, yıkama/durulama işlemleri ve materyalin 2-3 mL asetik asit (%60) ile nötralizasyonu gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇLAR

3.1 %100 PES Kumaşın UPF Değerleri

UV absorplayıcı maddeleri içeren boya banyolarında bir dispers boyarmadde ile boyanmış %100 PES kumaşların UPF değerleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Cibafast P içeren banyoda Dianix Yellow S-4G ile boyanmış %100 PES kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	50	45	45	10.96	1.12
%0 boyarmadde (kör işlem)	133	124	50+	5.25	0.44
%1 Dianix Yellow S-4G	1663	1426	50+	0.13	0.05
%4 Dianix Yellow S-4G	1946	1740	50+	0.08	0.04
%1 Dianix Yellow S-4G + %2 Cibafast P	3463	3154	50+	0.04	0.03
%4 Dianix Yellow S-4G + %2 Cibafast P	3148	2833	50+	0.04	0.03

Tablo 3. Fadex ECS içeren banyoda Dianix Yellow S-4G ile boyanmış %100 PES kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	50	45	45	10.96	1.12
%0 boyarmadde (kör işlem)	133	124	50+	5.25	0.44
%1 Dianix Yellow S-4G	1663	1426	50+	0.13	0.05
%4 Dianix Yellow S-4G	1946	1740	50+	0.08	0.04
%1 Dianix Yellow S-4G + %4 Fadex ECS	3660	3364	50+	0.05	0.03
%4 Dianix Yellow S-4G + %4 Fadex ECS	3134	2617	50+	0.04	0.03

3.2 %100 Pamuklu Kumaşın UPF Değerleri

Tinofast CEL ve Rayosan C ile %100 pamuklu kumaşın muamelesi sonucunda elde edilen numunelerin UPF değerleri Çizelge 4 ve Çizelge 5'de verilmiştir.

Tablo 4. Tinofast CEL içeren banyoda Remazol Yellow GR ile boyanmış %100 CO kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	5	5	5	25.62	16.23
%0 boyarmadde (kör işlem)	5	5	5	25.68	16.39
%0.25 Remazol Yellow GR	11	9	5	7.44	8.83
%1 Remazol Yellow GR	24	21	20	2.52	3.97
%4 Remazol Yellow GR	47	36	35	1.57	2.2
%0.25 Remazol Yellow GR + %4 Tinofast CEL	105	89	50+	2.06	0.87
%1 Remazol Yellow GR + %4 Tinofast CEL	124	113	50+	1.22	0.76
%4 Remazol Yellow GR + %4 Tinofast CEL	167	154	50+	0.67	0.58

Tablo 5. Rayosan C içeren banyoda Remazol Yellow GR ile boyanmış %100 CO kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	5	5	5	25.62	16.23
%0 boyarmadde (kör işlem)	5	5	5	25.68	16.39
%0.25 Remazol Yellow GR	11	9	5	7.44	8.83
%1 Remazol Yellow GR	24	21	20	2.52	3.97
%4 Remazol Yellow GR	47	36	35	1.57	2.2
%0.25 Remazol Yellow GR + %4 Rayosan C	18	16	15	2.06	0.87
%1 Remazol Yellow GR+ %4 Rayosan C	33	27	25	1.22	0.76
%4 Remazol Yellow GR+%4 Rayosan C	66	58	50+	0.67	0.58

3.3 %100 viskon kumaşın UPF Değerleri

%100 viskon kumaş, Tinofast CEL veya Rayosan C maddelerini içeren banyolarda %0.25 ve %1 e.a.ü. boyanmıştır. UPF değerleri Çizelge 6-9'da verilmiştir.

Tablo 6. Tinofast CEL içeren banyoda %0.25 Remazol Yellow GR ile boyanmış %100 viskon kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	3	3	5	37.44	29.56
%0.25 Remazol Yellow GR	6	6	5	13.00	15.03
%0.25 Remazol Yellow GR + %1 Tinofast CEL	15	13	10	10.42	7.32
%0.25 Remazol Yellow GR + %2 Tinofast CEL	19	18	15	8.39	5.37
%0.25 Remazol Yellow GR + %3 Tinofast CEL	21	21	20	7.14	4.50
%0.25 Remazol Yellow GR + %4 Tinofast CEL	26	24	20	6.59	3.94

Tablo 7. Tinofast CEL içeren banyoda %1 Remazol Yellow GR ile boyanmış 100 viskon kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	3	3	5	37.44	29.56
%1 Remazol Yellow GR	10	12	10	5.84	8.32
%1 Remazol Yellow GR + %1 Tinofast CEL	19	17	15	5.97	5.57
%1 Remazol Yellow GR + %2 Tinofast CEL	27	26	25	4.49	3.72
%1 Remazol Yellow GR + %3 Tinofast CEL	23	22	20	5.44	4.50
%1 Remazol Yellow GR + %4 Tinofast CEL	21	20	20	6.00	4.92

Tablo 8. Rayosan C içeren banyoda %0.25 Remazol Yellow GR ile boyanmış %100 viskon kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	3	3	5	37.44	29.56
%0.25 Remazol Yellow GR	5	5	5	18.56	20.84
%0.25 Remazol Yellow GR + %1 Rayosan C	7	6	5	18.14	13.34
%0.25 Remazol Yellow GR + %2 Rayosan C	7	8	5	15.32	9.46
%0.25 Remazol Yellow GR + %3 Rayosan C	7	8	5	17.82	9.56
%0.25 Remazol Yellow GR + %4 Rayosan C	9	10	10	14.01	7.95

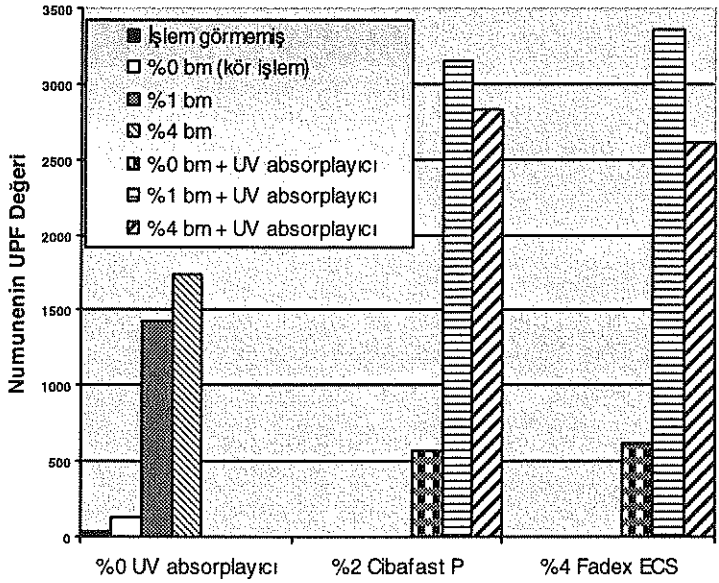
Tablo 9. Rayosan C içeren banyoda %1 Remazol Yellow GR ile boyanmış %100 viskon kumaşın UPF değerleri.

Numune	Ortalama UPF	Numunenin Ortalama UPF değeri	Derecelendirilmiş UPF	UVA_{AV} (%)	UVB_{AV} (%)
İşlem görmemiş numune	3	3	5	37.44	29.56
%1 Remazol Yellow GR	7	7	5	10.13	13.24
%1 Remazol Yellow GR + %1 Rayosan C	7	7	5	10.79	13.57
%1 Remazol Yellow GR + %2 Rayosan C	8	9	5	8.28	9.84
%1 Remazol Yellow GR + %3 Rayosan C	12	13	10	7.42	6.57
%1 Remazol Yellow GR + %4 Rayosan C	13	13	10	6.45	6.68

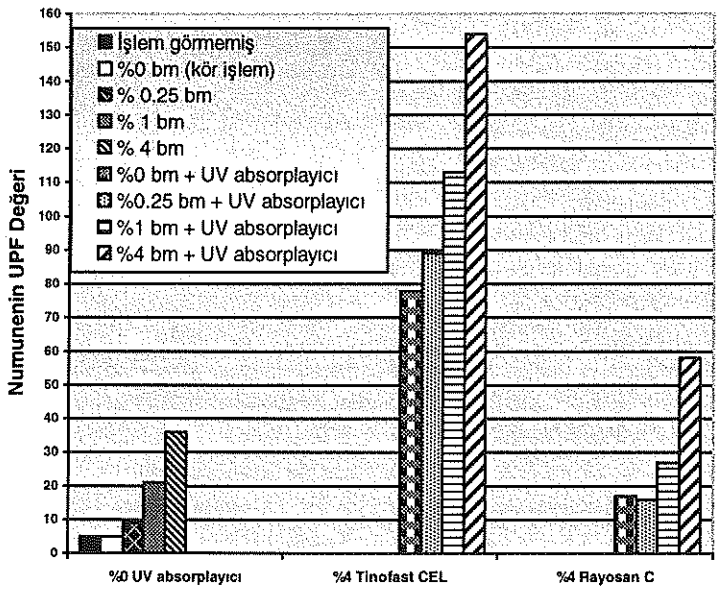
4. GENEL DEĞERLENDİRME

Şekil 1'de görüdüğü gibi, %100 PES çok yüksek UPF değerlerine sahiptir ve esasen UV absorplayıcı maddeler ile işleme uğratılmaya ihtiyaç duymamaktadır. Bununla beraber, boyanmış kumaşlar, işlem görmemiş materyale göre çok daha yüksek UPF değerlerine sahiptirler. Ayrıca, UV absorplayıcı maddeler ile işlem görmüş %100 PES, 3000 civarında bir UPF değerine ve UV ışınlara karşı "mükemmel" koruyuculuk özelliğine sahiptir. Cibafast P ve Fadex ECS, uygulanan konsantrasyonlarda benzer sonuçlar vermiştir. Her nasılsa, %4 renk şiddetinde boyanmış materyaller, %1 renk şiddetinde boyanmış olanlardan bir miktar daha düşük UPF değerlerine sahiptirler. Bu durum muhtamelen boyama banyosunda boyarmadde konsantrasyonunun artması ile UV absorplayıcı maddelerin daha düşük oranda elyafa çektirilmesinden dolayıdır ve üzerinde daha fazla çalışma yapılması gereken bir konudur.

%100 pamuklu kumaşa UV absorplayıcı maddelerin uygulanması, materyalin UPF değerlerini artırır ve materyale "mükemmel" UV koruyuculuk özelliği kazandırır. Boyarmadde konsantrasyonu ayrıca etkili olup, UV absorplayıcı maddelerin herbiri ile de işlem görmüş materyallerin UPF değerleri artan konsantrasyon ile artmaktadır (Şekil 2).

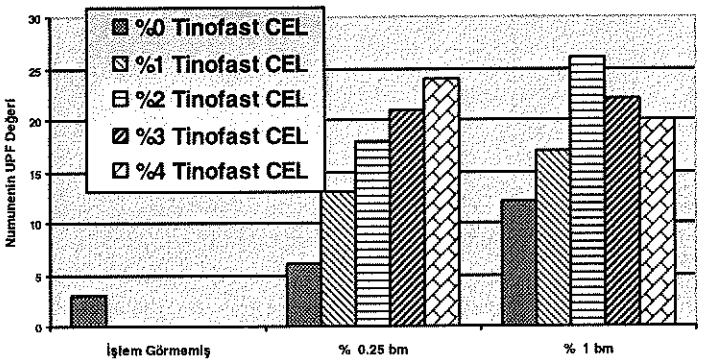


Şekil 1. %100 PES kumaşın UPF değerleri.

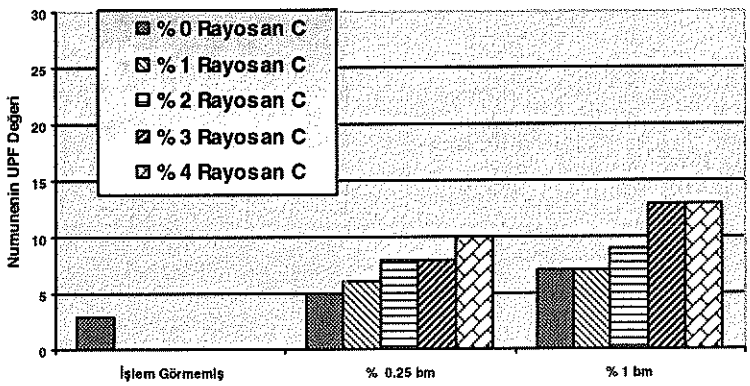


Şekil 2. %100 pamuklu kumaşların UPF değerleri.

Rayosan C, %100 viskon dokuma kumaş üzerinde Tinofast CEL'den daha az etkilidir, bununla birlikte, her iki UV absorplayıcı madde de materyale, UV radyasyona karşı "iyi" – "mükemmel" koruyuculuk özelliği kazandırmıştır. Boyarmadde konsantrasyonu UPF değerleri üzerinde etkili olup, materyal bir UV absorplayıcı madde ile işlem görmüş olsun veya olmasın, %1 renk şiddeti ile boyanmış kumaşın UPF değerleri % 0.25 renk şiddeti ile boyanmış kumaşınkinden daha yüksektir (Şekil 3).



Şekil 3. Tinofast CEL ile işlem görmüş ve boyanmış %100 viskon kumaşların UPF değerleri.



Şekil 4. Rayosan C ile işlem görmüş ve boyanmış %100 viskon kumaşların UPF değerleri.

Bu araştırmada kullanılan UV absorplayıcı maddeler boyanmış materyallerin renk haslıklarını ve lekeleme haslıklarını kötüleştirmemiş olup, kumaşlar "4-5" ile "5" Gri Skala değerlerine sahiptirler.

KAYNAKLAR

1. Öner E, Yılmaz B, Varış E, Kayan S, Akova F K, "UV Protection of Textiles", 5th International Istanbul Textile Conference, 19-21 May 2005, Istanbul.
2. Kayan S., Varis E., Imparting the Protective Property Against UV Radiations to the Textile Materials, B.Sc. Thesis, Marmara University, Faculty of Technical Education, Supervised by Prof.Dr E Oner, Turkey, (**2003**).
3. Muştu F, Kayan S, Varış E, Yilmaz B., Öner E., "Use of UV Absorbers in Textile Materials", 84th Textile Institute Annual World Conference, 20-25 March 2005, Raleigh, Nort Carolina, USA.
4. Muştu, F.: "The Production of UV Protective Textile Materials", M.Sc. Thesis, Marmara University, Institute of Science and Technology, Supervised by Prof.Dr E Oner, Turkey, (**2002**).
5. Pailthorpe, M.: "Sun Protective Clothing", Textile Horizons, (October-November **1996**) 11- 14.
6. Laperre, J., Gambichler, T., Driscoll, C., Bohringer, B., Varieras, S., Osterwalder, U., Rieker, J., Camenzind, M., Hoffman, K.: "Determination of the Ultra-Violet Protection Factor of Textile Materials: Measurement Precision", Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine, 17 (5) (October **2001**) 223-229.
7. Hilfiker, R., Kaufmann, W., Reinert, G., Schmidt, E.: "Improving Sun Protection Factors of Fabrics by Applying UVAbsorbers", Textile Research Journal, 66 (2) (February **1996**) 61- 70.
8. Grasso, M.M., Hunn, B.D.: "Effect of Textile Properties on the Bidirectional Solar-Optical Properties of Shading Fabrics", Textile Research Journal, 62 (5) (May **1992**) 247-257.
9. Gambichler, T., Avermaete, A., Bader, A., Altmeyer, P., Hoffmann, K.: "Ultraviolet Protection by Summer Textiles. Ultraviolet Transmission Measurements Verified by Determination of the Minimal Erythema Dose with Solar-simulated Radiation", British Journal of Dermatology, 144 (3) (March **2001**) 484-489.
10. Davis, S., Capjack, L., Kerr, N., Fedosejevs, R.: "Clothing as Protection from Ultraviolet Radiation: Which Fabric is Most Effective?", International Journal of Dermatology, 36 (5) (May **1997**) 374-379.
11. Gies, H.P., Roy, C.R., Elliott, G., Wang, Z.L.: "Ultraviolet-Radiation Protection Factors for Clothing", Health Physics, 67 (2) (August **1994**) 131-139.
12. Ravishankar, J., Diffey, B.: "Laboratory testing of UV transmission through fabrics may underestimate protection", Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine, 13 (5-6) (October-December **1997**) 202-203.
13. Gies, H.P., Roy, C.R., McLennan, A., Diffey, B.L., Pailthorpe, M., Driscoll, C., Whillock, M., McKinlay, A.F., Grainger, K., Clark, I., Sayre, R.M.: "UV Protection by Clothing: An Intercomparison of Measurements and Methods", Health Physics, 73 (3) (September **1997**) 456-464.
14. Stanford, D.G., Georgouras, K.E., Pailthorpe, M.T.: "Sun Protection by a Summer-Weight Garment - The Effect of Washing and Wearing", Medical Journal of Australia, 162 (8) (17 April **1995**) 422-425.
15. Gies, H.P., Roy, C.R., Holmes, G.: "Ultraviolet Radiation Protection by Clothing: Comparison of In Vivo and In Vitro Measurements", Radiation Protection Dosimetry, 91 (1-3) (**2000**) 247-250.

16. Menter, J.M., Hollins, T.D., Sayre, R.M., Etemadi, A.A., Willis, I., Hughes, S.N.G.: "Protection Against UV Photocarcinogenesis by Fabric Materials", Journal of the American Academy of Dermatology, 31 (5) Part-1 (November **1994**) 711-716.

17. Menzies, S.W., Lukins, P.B., Greenoak, G.E., Walker, P.J., Pailthorpe, M.T., Martin, J.M., David, S.K., Georgouras, K.E.: "A Comparative-Study of Fabric Protection Against Ultraviolet-Induced Erythema Determined by Spectrophotometric and Human Skin Measurements", Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine, 8 (4) (August **1991**) 157-163.

18. Kimlin, M.G., Parisi, A.V., Meldrum, L.R.: "Effect of Stretch on the Ultraviolet Spectral Transmission of One Type of Commonly Used Clothing", Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine, 15 (5) (October **1999**) 171-174.

19. Kimlin, M.G., Parisi, A.V., Meldrum, L.R.: "Effect of Stretch on the Ultraviolet Spectral Transmission of One Type of Commonly Used Clothing", Photodermatology Photoimmunology & Photomedicine, 15 (5) (October **1999**) 171-174.

20. Sinclair, S.A., Diffey, B.L.: "Sun Protection Provided by Ladies Stocking", British Journal of Dermatology, 136 (2) (February **1997**) 239-241.

21. Zhang, Z., Thomas, B.W., Wong, C.F., Fleming, R.A.: "Fast Measurements of Transmission of Erythema Effective Irradiance Through Clothing Fabrics", Health Physics, 72 (2) (February **1997**) 256-260.

22. Reinert, G., Fuso, F., Hilfiker, R., Schmidt, E.: "UV-Protecting Properties of Textile Fabrics and Their Improvement", Textile Chemist and Colorist, 29 (12) (December **1997**) 36-43.

23. Zhou, Y., Crews, P.C.: "Effect of OBAs and Repeated Launderings on UVR Transmission Through Fabrics", Textile Chemist and Colorist, 30 (11) (October **1998**) 19-24.

24. Hoffmann, K., Hoffmann, A., Hanke, D., Bohringer, B., Schindling, G., Schon, U., Klotz, M.L., Altmeyer, P.: "Sun Protected from Optimally Designed Fabrics", Hautarzt, 49 (1) (January **1998**) 10-16.

25. Stanford, D.G., Georgouras, K.E., Pailthorpe, M.T.: "Rating Clothing for Sun Protection: Current Status in Australia", Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 8 (1) (January **1997**) 12-17.

26. Hoffmann, K., Kaspar, K., Gambichler, T., Altmeyer, P.: "In Vitro and In Vivo Determination of the UV Protection Factor for Lightweight Cotton and Viscose Summer Fabrics: A Preliminary Study", Journal of the American Academy of Dermatology, 43 (6) (December **2000**) 1009-1016.

27. Osterwalder, U., Schlenker, W., Rohwer, H., Martin, E., Schuh, S.: "Facts and Fiction on Ultraviolet Protection by Clothing", Radiation Protection Dosimetry, 91 (1-3) (**2000**) 255-260.

28. O'Quinn, R.P., Wagner, R.F.: "Unusual Patterns of Chronic Photodamage Through Clothing", Cutis, 61 (5) (May **1998**) 269-271.

29. Hoffmann, K., Laperre, J., Avermaete, A., Altmeyer, P., Gambichler, T.: "Defined UV Protection by Apparel Textiles", Archives of Dermatology, 137 (8) (August **2001**) 1089-1094.

30. Rieker, J., Guschibauer, T., Rusmich, S.: " Scientific and Practical Assessment of UV Protection", Melliand Textilberichte, 7-8 (**2001**) 617-619 E 155-156.

31. AS/NZS 4399:1996: "Sun Protective Clothing- Evaluation and Classification", Australian/ New Zealand Standard, (**1996**).

Teşekkür

Şişecam A.Ş. firmasından Sayın G. Albayrak'a, N. E. Akmoran'a ve F. Akmaz'a UV/Görünür alan spektrofotometrelerini kullanmamıza izin verdikleri için; boyarmaddelerin temin edilmesinde DyStar (Türkiye)'ye; UV absorplayıcı maddelerin temini için Ciba (Türkiye) ve Clariant (Türkiye)'ye; bu araştırmada kullanılan kumaşların temininde yardımlarını esirgemeyen Atateks Tekstil A.Ş.'den Sayın Cem Doğukanlı'ya teşekkürlerimizi iletiriz.

Adres

Prof.Dr. Erhan ÖNER, Marmara Üniversitesi, UTKAR Uluslararası Tekstil ve Konfeksiyon Teknolojileri Araştırma ve uygulama Merkezi, Göztepe-İstanbul/Türkiye, 34722,

e-posta: eoner@marmara.edu.tr, Tel.: +90 216 3498914, Faks: +90 216 3496111

TEK KULLANIMLIK TER PEDİ TASARIMI

T. G. SADIKOĞLU[1], Ö.B. BERKALP[1], G. ÖZDEMİR[1], S. MÜJDECİ[2], İ. LALELİ[2], Y. ÖZTÜRK[2]

[1]İTÜ, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi

[2]TELASİS TEKSTİL ÜRÜNLERİ SAN. ve TİC. A.Ş., HASSAN GROUP

ÖZET

Günümüzde, tek-kullanımlık ürünlerin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Tek kullanımlık ürünler, bugünün vakti kısıtlı insanı için vazgeçilmez ürünler olma yolundadır. Terleme, bir sağlık belirtisi olmakla beraber, giysilerimizde hoş olmayan görüntülere ve ıslaklık hissine neden olmaktadır. Giyim kuşamın çok önemli olduğu günümüzde, modern insan, bu görüntüden ve ıslaklık hissinden rahatsız olmakta ve bununla ilgili çözümler aramaktadır. Bu araştırma kapsamında, terlemeyi engellemeyecek, ancak teri hapsederek terin giysi üzerine çıkmamasını sağlayacak ve kuruluk hissi verecek, yeni bir "tek-kullanımlık koltukaltı ter pedi" tasarlanmış, üretilmiş ve üretilen pedlerin performansları incelenmiştir. Tasarlanan koltukaltı ter pedleri, nonwoven bileşenlerden oluşmaktadır. Pedlerin performansını incelemek amacıyla, objektif ve subjektif değerlendirmeler yapılmıştır. Objektif değerlendirme kapsamında, mukavemet ve sıvı geçiş zamanı testleri yapılmıştır. Subjektif değerlendirme kapsamında ise, canlı denekler tasarlanan ve üretilen ürünleri kullanarak, ürün performansını, vücuda uygunluk, zamanla oluşan şekil bozukluğu tayini ve kuruluk hissi açılarından değerlendirmişlerdir. Tasarımda, ergonomiye önem verilerek vücuda ve daha fazla çeşitlilikte giysiye uygun pedler geliştirilmeye çalışılmıştır. Geliştirilen bu yeni ürünün, günümüz insanı tarafından ilgi göreceği öngörülmekte ve patentinin alınması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: tek- kullanımlık, ter pedi, nonwoven, tasarım, objektif ve subjektif değerlendirmeler.

1 GİRİŞ

Terleme sağlıklı bir vücut aktivitesidir. Fakat terlemenin yarattığı ıslaklık hissi, kötü koku, giyside ıslak görünüm gibi olumsuzluklar kişinin yaşam kalitesini düşürmektedir. Bunun önlenmesi amacıyla pek çok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden, terlemeyi önleyici deodorantlar, terlemenin kötü etkilerinin ancak bir kısmını önleyebilmektedir. Diğer bir yöntem olan cerrahi müdahale ise soruna kalıcı bir çözüm getirememekte ve mali külfete neden olmaktadır. Bu nedenle bu tedavi yöntemleri herkese hitap etmemektir. Dolayısıyla bu araştırmada herkesin kullanabileceği, pratik, tek kullanımlık kişisel bakım ürünü tasarlanması yoluna gidilmiştir.

Ürün geliştirme aşamasında diğer kişisel bakım ürünleri incelenmiş ve ürünün üç tabakadan (iki nonwoven, bir polietilen film) meydana gelmesine karar verilmiştir.

Nonwoven malzemelerin emici, nefes alan, geçirgen, gözenekli, esnek, sağlam, hafif, yumuşak, yapıştırılabilir, güçlü, yırtılmaya dayanıklı, deriye nazik, düzgün yüzeyli olma nitelikleri nedeniyle geliştirilmekte olan üründe kullanılmasına karar verilmiştir. Ürünün en üst tabakasında; yumuşak, ince, sıvıyı alt tabakaya geçirerek kullanıcıya kuruluk hissi verebilecek bir malzeme kullanılmalıdır. Orta tabaka ise sıvıyı emip içine hapsetmeli ve tekrar üst tabakaya geçmesini engellemelidir. En alt tabaka ise nefes alabilen ve sıvıyı geçirmeyen özellikte olmalıdır. Bu tez kapsamında üst ve orta tabakalar için hangi nonwoven malzemelerin üründe kullanımının daha uygun olduğu yapılan testler ile belirlenmeye çalışılmıştır. Uygun malzemeye karar verebilmek için çeşitli kumaşlara mukavemet ve sıvı geçiş zamanı testleri yapılmıştır. Araştırma kapsamında geliştirilen koltukaltı ter pedi için, vücuda uygun bir tasarım yapılmıştır. Bu tasarıma uygun olarak, belirlenen kumaşlarla numuneler hazırlanıp, yaşları 21-35 arasında değişen, üçü bayan ikisi erkek beş canlı denek üzerinde denenerek hangi numunenin daha iyi performans gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

2 KOLTUKALTI TER PEDLERİ

Bu araştırma kapsamında geliştirilen olan koltukaltı pedleri ülkemizde henüz kullanılmamaktadır. Dünyada da çok yaygın olmamakla birlikte yeni yeni gelişmekte olan bir kişisel bakım ürünüdür. Yapılan piyasa araştırmaları sonucunda yalnızca internette koltukaltı ter pedi satışı yapan "Comfywear" adlı firma bulunabilmiştir [1]. Bu ürün, tek kullanımlık veya yıkanabilir olarak iki çeşit üretilmektedir. Yıkanabilir özellikte koltukaltı ter pedleri eskiden beri kullanılan bir üründür. Özellikle abiye giysilerde ve dansçılar ile sporcular tarafından kullanılan bu peddler, genelde, pamuklu kumaş ve dolgu maddesinden yapılmaktadır. Firma tarafından satılan tek kullanımlık ter pedleri ise nonwoven kumaşlardan çok katlı olarak üretilmektedir. Bunun haricinde, yurtdışında bazı büyük marketlerde satıldığına dair duyumlar alınmıştır.

Araştırma kapsamında geliştirilen ürün tek kullanımlık olacaktır. Araştırmanın çıkış noktası ceket, yün kazak gibi evde yıkanması zor olan giysilerde aşırı terleme nedeniyle oluşabilecek ter lekelerini önlemek, dolayısıyla her kullanımdan sonra ortaya çıkan kuru temizleme yaptırma ihtiyacını ortadan kaldırmaktır. Bunun yanında aşırı terleme sonucunda ortaya çıkan ıslaklık hissi, kötü koku ve görüntüyü en sağlıklı şekilde engellemek de koltukaltı pedlerinin geliştirilme amaçlarındandır.

Mucit Peggy Faulkner tarafından terlemenin yarattığı kötü kokuya karşı hem kadınlar hem de erkekler için tasarlanan ter pedleri de mevcuttur [2]. Bu tek kullanımlık koltukaltı pedinin yapışkan arka yüzeyi giysilere yapıştırılarak kullanılmaktadır. Peggy Faulkner bu buluş için hijyenik kadın pedlerinden esinlenmiştir. Ürün, çeşitli nonwoven katmanlarından oluşmaktadır. Tene değen ilk katman,

polipropilen eriyikten filament bağlı (spunbond) emici nonwoven malzemedir. Yumuşak, terin alt tabakaya geçmesine izin veren, havalı ve ince bir katmandır. İkinci katman, iğnelenmiş viskoz ve poliester nonwoven malzemedir. Üçüncü katman ise eriyikten filament bağlı (spunbond) nonwoven malzemeden yapılmıştır ve terin kumaşa geçerek leke oluşturmasını engeller ayrıca derinin nefes almasına yardımcı olarak kullanıcıda herhangi bir sıcaklık hissi veya rahatsızlığa neden olmamaktadır. Yapıştırıcı şerit bu üçüncü katmana tutturularak koltukaltı ter pedinin giysiye yapışması sağlanır. Peggy Faulkner'ın geliştirdiği koltukaltı ter pedlerinin kenarları ısıl işlemle birleştirilmiştir.

Son ürün, hijyenik kadın pedi görünümündedir ve ona benzer bir işlevi vardır, fakat tasarımında bazı farklılıklar görülmektedir. Koltukaltı ter pedleri, yarım ay şeklinde dizayn edilmiştir ve pedin çukur tarafına giysinin koltukaltı bölümüne uygun olacak şekilde bir form verilmiştir. Faulkner'a göre bu ürün koltukaltı deodorantlarının yerini almak amaçlı değildir. Amacı daha iyi bir kişisel hijyendir. Koltukaltı ter pedlerinin asıl amacı özellikle sentetik liflerden yapılmış giysilerin ter ile reaksiyona girmesi sonucunda oluşan kötü kokuların önlenmesidir. Ped; kullanıcıya ferahlık hissi verirken aynı zamanda giyside terlemenin neden olduğu lekelerin oluşmasını ve kumaşta renk değişimi olmasını engeller. Faulkner, ürünün sürekli takım giymek zorunda olan çalışanlar, ordu mensupları ve öğrenciler için çok kullanışlı ve gerekli olduğunu düşünmektedir.

Bir diğer konu da, deodorant benzeri kimyasalların çevreye özellikle de ozon tabakasına yaptığı kötü etkilerdir. Ozon üç tane oksijen atomunun birleşmesinden oluşmaktadır. Atmosferde bulunan diğer temel gazlarla karşılaştırıldığında atmosferde bulunma yüzdesinin düşük olduğu görülse de, ozon canlılar için hayati önem taşımaktadır. Atmosferdeki oksijen molekülü, güneşten gelen yüksek enerjili ultraviyole radyasyonunun etkisiyle parçalanarak serbest oksijen atomu haline dönüşmektedir. Serbest haldeki oksijen atomları, bu yüksek enerjili ultraviyole radyasyonunun etkisiyle oksijen molekülleriyle birleşerek ozon molekülünü (O_3) oluştururlar. Ozonu parçalayan klor, brom, metan gibi zararlı kimyasal maddeleri bulunduran soğutucular, klimalar, deodorant ve sanayide temizleyici olarak kullanılan kimyasal çözücüler, insanlar tarafından sürekli kullanıldıkça, atmosfere çeşitli zararlı maddeleri salıvermektedirler. Atmosfere salıverilen bu zararlı klor bileşenleri atmosferin üst katlarına kadar taşınmakta ve ozonun en yoğun bulunduğu ozon tabakasına kadar ulaşabilmektedir. Bu zararlı gazlar, yüksek enerjili ultraviyole radyasyonunun da etkisiyle ozon molekülünü parçalayarak, oksijen atomu (O) ve oksijen molekülü (O_2) şekline dönüştürmektedirler. Sonuç olarak; parçalanan ozon atomları nedeniyle ozon tabakası içersindeki ozonun yoğunluğu azalmakta ve güneş radyasyonunun zararlı etkilerinin yeryüzüne kadar ulaşmasına neden olmaktadır [3]. Koltukaltı pedleri ile terlemenin yarattığı rahatsızlık en sağlıklı şekilde ortadan kaldırılmaya çalışılacaktır.

2.1 Emicilik

Tek kullanımlık hijyen ürünleri, iyi bir emicilik ve kullanım rahatlığı sağlamanın yanında estetik açıdan da tatmin edici olmalı ve iyi bir korumayı garantilemelidir. Nonwoven kişisel hijyen ürünleri tasarımcıları bazı mühendislik çelişkilerinden kaynaklanan bir çok zorlukla karşı karşıya gelirler. Akışkanı hızla emmek, dağıtmak ve hapsetmek gibi gerekli özellikleri tek bir üründe toplamak çok kolay değildir. Bir özelliği iyileştirirken diğer bir özelliğin kötüleşmesi önceden tahmin edilebilir bir sonuçtur. Ortaya çıkan son ürünün estetik özellikleri ve kullanım rahatlığı emici materyalin yumuşaklık, koruyuculuk ve kolay şekil alabilme gibi mekanik özelliklerine bağlıdır.

Tek kullanımlık kişisel hijyen ürünlerine olan talebin son yıllarda sürekli artması, bu kulvarda zorlu bir yarışın başlamasına neden olmuştur. Gelişmiş ülkelerde olduğu kadar gelişmekte olan ülkelerde de bu tip bakım ürünlerine olan talep günden güne artmaktadır. Milyonlarca bebek, çocuk, kadın ve yetişkin bu ürünleri kullanmaktadır.

Vücut sıvıları; özellikleri daha çok suya yakın olan sulu çözelti veya dispersiyonlardır. Bipolar karakterinden dolayı su diğer sıvılarla karşılaştırıldığında su daha basit yapıdadır. Bu özellik, yüksek kohezyonluk ve çözücülüğü de beraberinde getirir. Su; alkol, eter gibi kendisine benzer özellikteki sıvılara göre daha yüksek kaynama ve erime noktalarına sahiptir ve bu sıvılara göre daha viskoz olup, yüzey gerilimi de daha yüksektir. Sıvının lif katmanları arasından geçme mekanizması sıvının viskozite ve yüzey gerilimi özelliklerine bağlıdır. [4]

Nonwoven kumaşlarda sıvı emiciliğini etkileyen bir faktör de kumaş yapısıdır. Pratikte, çoğu nonwoven kumaş sıvıyı anizotropik olarak geçirir. Bu özellik, yani sıvı geçişinin kumaş yüzeyinde farklı yönlerde aynı şekilde davranmaması bazı kullanım alanlarında avantaj sağlayabilir. Kumaş yapısı tasarlanırken, kumaş yapısı ile sıvı emiciliği arasındaki ilişki iyi anlaşılmalıdır. Lif oryantasyonu bilinen bir nonwoven kumaşta kılcallık prensibine göre yürütülmüş bir sıvı geçişinin matematiksel modellemesi bu ilişkiyi anlamaya yardımcı olabilir. Gözenekli bir yapıdaki sıvı geçişi ve fitil özelliği kılcallık etkisiyle kendiliğinden oluşmaktadır.

2.2 Terleme

Terleme, vücut ısısının kontrolünü sağlayan fizyolojik bir olaydır. Normalde bir insan terleyerek günde 500 ml. civarında sıvı kaybeder. Terleme bu miktardan daha fazla olduğunda aşırı terleme olarak adlandırılmakta ve birçok kişinin hem özel yaşamını, hem de sosyal yaşamını olumsuz etkileyen önemli bir sorun haline gelmektedir [5].

SSK Vakıf Gureba Hastanesi Dermatoloji Klinik Şefi Doç. Dr. Nahide Onsun'a göre terleme birçok insanda görülen ve hayat kalitesini düşüren önemli bir sağlık sorunudur [6]. Fakat terleme problemi olan insanların çoğu bir sağlık kuruluşuna başvurmamaktadır. Özellikle ülkemizde aşırı terleme problemi çok fazla görülmektedir. Bu da; Akdeniz ırkı insanının deri tipinin yağlı ve terlemeye yatkın olmasından kaynaklanmaktadır.

Aşırı terleme tedavisinde sıkça kullanılan yöntemler iyontoferez ve botoks yöntemleridir. İki yöntemin de etkisi yaklaşık 7-8 ay sürer. Bu tedavilerde amaç terlemeyi kesmek değil, kişiye sosyal hayatta bir dezavantaj sağlamayacak şekilde azaltmaktır. Bu iki tedavi yöntemi terleme sorununa çözüm getirmekte fakat aynı zamanda mali bir külfete de neden olmaktadır. Bu tedavilerin masrafları ülkemizde sosyal sağlık kurumları tarafından ödenmemekte dolayısıyla toplumun tamamına hitap etmemektedir. Bu gibi durumlarda alüminyum klorit içeren kremler kullanılarak da terlemenin kontrol altına alınması sağlanabilir. Bu, daha az etkili fakat maliyeti daha düşük bir tedavi yöntemidir.

Toplumda terlemeye karşı alınan en yaygın önlem ise terleme önleyici deodorant vb. ürünler kullanmaktır. Genel kanının aksine Doç. Dr. Onsun bu ürünlerin sağlık açısından bir zararı olmadığını belirtmektedir. Büyük ve güçlü üreticiler, kozmetik alanında hızla gelişmekte ve bu gelişim ilaç sanayinin bir yan kolu olarak gerçekleşmektedir. Bu da; kozmetik sektöründeki kalite ve güvenilirliği arttırmaktadır. Markalı ürünler kullanıldığında bu tip terleme önleyici ürünler bir sağlık sorununa yol açmamaktadır. Fakat bu ürünlerin terlemeyi maksimum %25 oranında azaltması ve etki sürelerinin kısa olması bir dezavantajdır. Örneğin, çalışan bir insanın gün boyu deodorantını tekrar tekrar kullanması mümkün olmayabilir. Bu noktada, geliştirilmekte olan koltukaltı ter pedlerinin gerek maliyet, gerekse de gün boyu kullanım rahatlığı açısından avantaj sağlayacağı söylenebilir [6].

Terleme insanlarda doğal olarak gözlenen bir olaydır. Terin salgılanması insanlarda sinir sisteminin sempatetik denilen kısmının çalışması ile ilgilidir. Özellikle stresli durumlarda bu sistem aşırı çalışır. Bunun dışında tiroid bezinin aşırı çalışması, böbrek üstü bezinden kaynaklanan bazı hastalıklar, şişmanlık, menopoz, ağır psikiyatrik hastalıklar ve bazı kanserlerin tedavisinde kullanılan hormonlar aşırı terlemeye yol açabilir.

Bakteri üremesini kolaylaştırdığı için aşırı terleme kokuya da neden olur. Vücudumuzda iki tip ter bezi bulunmaktadır. Birincisi, doğuştan itibaren bulunan ve tüm vücut yüzeyine yayılan ter bezleridir. Bunların salgıladıkları ter genelde kokusuz oldukları için çok fazla rahatsız edici değildir. Koltukaltı, kadınların göğüsleri, her iki cinste de genital bölgede yerleşen ter bezleri ise kişinin kendine ait kokusunu oluşturur. Kokulu olan ter, bu bölgelerde yerleşen ter bezlerine aittir.

Terlemenin aşırısı kişiye göre değişir. Rahatsız edici boyuta gelmesi, elbiseleri kirletecek kadar fazla salgılanması ve yapısının değişmesi, bir takım kokulara neden olması, terleme fonksiyonunun bozulduğunu göstermektedir [6].

Ruhsal ve fiziksel sorunlara yol açan, sosyal yaşamı zorlaştıran terleme, ellerde, koltuk altında, ayak altlarında, yüzde ve gövdede oluşabilir. Özellikle ellerde oluşan terleme ciddi sorunlara yol açabilmektedir. Ellerde terleme meydana geldiğinde hem el ile yapılan işlerde güçlük çekilmekte, hem de sosyal olarak kişileri rahatsız etmektedir. Terleme stresli durumlarda gelişiyorsa ve kişi terlemeden rahatsız ise kısır bir döngü içine girer. Kişi, terleyeceğini bilerek daha endişeli hale gelir, endişe de daha fazla terlemeye yol açar ve bu kısır döngü sürüp gider.

Terleme tedavisine başlanmadan önce nedeninin saptanması gerekir. Terleme sorunu olan kişinin öncelikle kilo durumu incelenir. Aldığı ilaçlar gözden geçirilir. Hastanın menopozda olup olmadığı araştırılır. Hekimin yapacağı değerlendirme ile sorunun tiroid bezinden yada böbrek üstü bezlerinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı belirlenir. Tedavide ilk olarak genel tedavi yaklaşımları uygulanır. Kişi öncelikle kıyafetini düzenlemeli ve daha hafif giyecekler giymelidir. Lokal olarak talk pudrası veya oldukça etkili olan alüminyum klorit içeren solüsyonların denenmesi gerekir. Bazı hastalarda sempatetik sinir sisteminin çalışmasını azaltmak ve böylece de terlemeyi azaltmak için ilaçlar kullanılır. Bazı hastalarda da strese bağlı terlemeyi kontrol edebilmek amacı ile psikoterapi önerilir [6].

3 MALZEME VE METOT

3.1 Malzeme

Bu araştırma kapsamında geliştirilmekte olan koltukaltı ter pedleri; sıvıyı alt tabakaya geçirecek özellikte, ince ve yumuşak bir üst tabaka; sıvıyı hapsederek tekrar üst tabakaya çıkmasını önleyecek bir orta tabaka ve sıvının ped dışına çıkmasını engelleyecek, sıvı geçirmeyen ve nefes alabilen bir alt tabaka olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Uygun özellikteki nonwoven malzemeleri belirleyebilmek için çeşitli kumaşlara sıvı geçiş zamanı ve mukavemet testleri uygulanmıştır. Aşağıdaki tabloda, bu kumaşların hammaddeleri, gramajları ve üretim yöntemleri verilmiştir. Gramaj ölçümü EDANA 40.3-90 [7] test standardına göre yapılmıştır.

Tabloda görülen kumaşlardan polipropilen lifinden imal edilenler üst tabaka için, pamuk ve viskozdan imal edilen kumaşlar ise orta tabaka için düşünülmüştür. Alt tabaka için ise polietilen film kullanılmıştır. Pedin giysiye yapışabilmesi için de hijyenik pedlerde kullanılan yapıştırıcı bant kullanılmıştır.

Tablo 1. Kumaşların Hammadde, Gramaj ve Üretim Yöntemleri

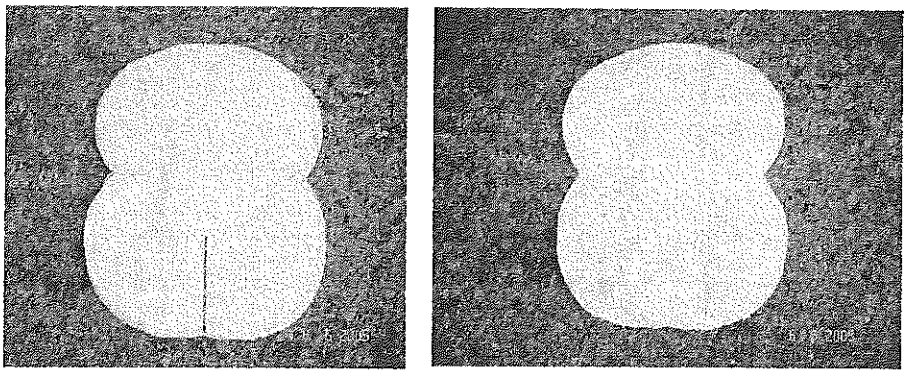
Kumaş Kodu	Hammadde	Gramaj (g/m^2)(Ort, SS)	Üretim Yöntemi
PP15	Polipropilen	Nominal 15	Eriyikten Filament Bağlı
PP16	Polipropilen	16.37 (0.833)	Isıl sabitleştirilmiş
PP18	Polipropilen	18.83 (0.764)	Isıl sabitleştirilmiş
PP21	Polipropilen	21.07 (0.208)	Isıl sabitleştirilmiş
PP25	Polipropilen	24.13 (0.451)	Isıl sabitleştirilmiş
PP40	Polipropilen	40.53 (1.823)	Isıl sabitleştirilmiş
P89	Pamuk	89.5 (0.916)	Su jetiyle sabitleştirilmiş
V90	Viskoz	90.03 (2.573)	İğnelenmiş

Ort.: ortalama ; SS: standart sapma

3.2 Şekil Tasarımı

Koltukaltı ter pedlerinin geliştirilmesindeki asıl amaç terleme ile oluşan olumsuzlukların önlenmesine pratik bir çözüm getirmektir. Kullanıcının rahatlığı açısından ürünün, insan vücuduna uygun bir şekle sahip olması gerekmektedir. Ayrıca kullanım kolaylığı açısından; ürünün kolay takılıp çıkarılabilmesi ve giysiye iyi yerleşebilmesi gerekmektedir. Bu nedenlerden; ürünün şekil tasarımı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü Araştırma Görevlisi Gülname Özdemir tarafından yapılmıştır. Pedin ön ve arka görünümleri Şekil 1 a ve b'de verilmiştir.

Koltukaltı ter pedlerinin kullanıcıya hareket halindeyken rahatlık sağlayabilmesi için insan vücut hatlarına uygun olması gerekmektedir. Ayrıca giysiye uyum sağlayabilmelidir. Yapışkan bantlar pedin arka yüzeyine, kenarlara ve ortaya olmak üzere üç dar şerit halinde yapıştırılmıştır. Yapışkan bantlar kolay takılıp çıkarılabilir niteliktedir ve her çeşit kumaşa kolaylıkla uygulanabilir. Giysi üzerinde kalan herhangi bir yapıştırıcı bant kalıntısı yıkama ile kolayca uzaklaştırılabilir. Koltukaltı ter pedi kullanılırken, ilk olarak yapıştırıcı bantların üzerindeki koruyucu şerit çıkarılarak, pedin daha geniş olan alt kısmı renkli şerit ile belirtilmiş olan çizgi, kol evinin dikiş çizgisine gelecek şekilde koltukaltına yapıştırılır.



a) Ön görünüm b) Arka görünüm

Şekil 1. Ter pedinin görnümü

3.3 Metot

Koltukaltı ter pedlerinde kullanılacak malzemelerin seçimine karar verilmeden önce Tablo 1'de belirtilen tüm kumaşlara sıvı geçiş zamanı ve mukavemet testleri uygulanmıştır.

3.3.1 Sıvı Geçiş Zamanı Testi

Koltukaltı ter pedlerinde kullanılacak üst tabaka malzemesi seçiminde belirleyici özellik malzemenin sıvıyı ne kadar zamanda alt tabakaya geçirdiğidir. Bu özelliği belirleyebilmek için kumaşlara Lister sıvı geçiş (strike through) cihazı ile EDANA 150.3-96 test standartına uygun olarak sıvı geçiş zamanı testi uygulanmıştır [8]. Orta tabaka için kumaşın emiciliği önemlidir, ancak üniversite ve firmada emicilik test cihazı bulunmadığından bu test yapılamamıştır. Orta tabakaya da sıvı geçiş zamanı testi uygulanmıştır.

3.3.2 Mukavemet Testi

Koltukaltı hareketli bir bölge olduğundan üründe kullanım esnasında şekil bozukluğu ve yırtılma meydana gelebilir. Bu sebeple, koltukaltında kullanılacak bir ter pedinin iyi bir mukavemet değerine sahip malzemeden üretilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, koltukaltı ter pedinde kullanılacak uygun mukavemet özelliklerine sahip malzemenin belirlenebilmesi için Telasis A.Ş. bünyesinde Zwick Z010 mukavemet cihazı ile EDANA 20,2-89 test standartına uygun olarak kumaşlara mukavemet testi uygulanmıştır [9].

3.3.3 Subjektif değerlendirme

Subjektif değerlendirme kapsamında ise, canlı denekler tasarlanan ve üretilen ürünleri kullanarak, ürün performansını, vücuda uygunluk, zamanla oluşan şekil bozukluğu tayini ve kuruluk hissi açılarından değerlendirmişlerdir. Ürünler, yaş-

ları 21-35 arasında değişen, üçü bayan ikisi erkek beş canlı denek üzerinde denenerek hangi numunenin daha iyi performans gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapabilmek için hazırlanan anket formundaki sorular Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Anket formunda yer alan sorular

1) Kuruluk 1- kuru 2-hafif nemli 3-nemli 4-çok nemli 5-ıslak
2) Vücuda uygunluk 1-çok rahatsız 2-orta 3-rahat
3) Giyside sabit duruyor mu?
4) Kaç saate kadar kullanılabiliyor?
5) Kullanılan süre içinde şekil değiştirme ve deformasyon oluyor mu?
6) Giyside ıslaklık var mı?
7) Kötü kokuya neden oluyor mu?
8) Giysinin dış görünüşünde belli oluyor mu?
9) Ürün hangi yönde yerleştirilebileceği hakkında sizi yönlendiriyor mu?
10) Giysiye rahatça yerleştirilebiliyor mu?
11) Kullanım sonrasında rahatça çıkartılabiliyor mu?

4 SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Tablo 3'de ürünün üst ve orta tabakalarında kullanılması düşünülen kumaşların sıvı geçiş süreleri görülmektedir.

Tablo 3 Numunelerin Sıvı Geçiş Süreleri

	Numune Kodu	Sıvı Geçiş Süresi (sn) (Ort., SS)
Üst Tabaka	PP15	3.462(0,318)
	PP16	3.080(0,068)
	PP18	3.880(0,400)
	PP21	2.522(0,103)
	PP25	2.756(0,152)
	PP40	2.496(0,287)
Orta Tabaka	P89	2.066(0,166)
	V90	2.044(0,245)

Yapılan mukavemet testlerini sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4 Numunelerin mukavemet değerleri

Kumaş Kodu	Kopma Mukavemeti [N/1cm] (Ort, SS)		Çekme Uzaması [%] (Ort, SS)		ToplamUzama [%] (Ort, SS)		Kopma Mukavemeti [N/1cm] (Ort, SS)		Çekme Uzaması [%] (Ort, SS)		Toplam Uzama [%] (Ort, SS)	
	MD						CD					
PP15	6.05	0.26	53.61	2.94	62.83	2.56	3.23	0.01	59.25	5.12	70.03	5.64
PP16	5.86	0.29	67.76	8.76	70.26	9.24	2.21	0.23	101.42	13.02	108.98	12.66
PP18	6.27	0.25	76.62	7.42	79.32	8.35	11.67	0.65	101.53	8.56	109.16	6.88
PP21	7.6	0.63	82.97	13.06	87.2	13.55	2.76	0.14	115.58	11.48	135.79	7.18
PP25	8.87	1.47	97.45	21.74	72.4	21.84	3.06	0.52	86.29	18.58	94.76	17.83
PP40	7.37	0.28	36.16	5.21	44.74	6.87	1.78	0.18	52.33	9.71	59.29	10.93
P89	26.57	0.98	43.46	6.4	51.79	3.24	7.6	0.87	107.25	4.65	113.94	5.06
V90	15				65		28				70	

Canlı denekler üzerinde denenen numunelerde üst tabaka olarak PP15 ve PP16 kumaşları kullanılmıştır. Her ne kadar PP21, PP25 ve PP40 kumaşlarının sıvı geçiş süreleri daha iyi çıkmış olsa da sıvı geçiş süreleri arasında çok büyük bir fark olmadığı görülmüştür. Kişisel hijyenik bakım ürünlerinde kullanım için PP15, PP16, PP18 ve PP 21 kodlu kumaşların uygun olduğu kanaatine varılmıştır. Üründe daha düşük gramajlı kumaş kullanılması, hem kullanım rahatlığı, hem de maliyet açılarından daha uygun olacağından PP15 ve PP16 kumaşları numuneler için seçilmiştir. Orta tabaka için test edilen kumaşların hammaddeleri ve üretim yöntemleri farklı olduğundan her ikisinin de denenmesine karar verilmiştir. Tablo 5'de subjektif değerlendirme yapılmak üzere oluşturulan numunelerin kumaş kombinasyonu görülmektedir.

Tablo 5. Ürünlerde kullanılan kumaş kombinasyonu

Numune adı	Üst tabaka malsememsi	Orta tabaka malzemesi
A	PP16	V90
B	PP16	P89
C	PP15	V90
D	PP15	P89

5 TARTIŞMA

Yapılan anket değerlendirmeleri sonucunda, deneklerin terleme düzeyinin aynı olmadığı görülmüştür. Deneklerden birinin diğerlerine gore daha fazla terlediği 1 ve 2 numaralı anket sorularının cevaplarından anlaşılmaktadır. Dört denek numunelerin tümünü "hafif nemli" olarak değerlendirmiş, sadece bir denek "nemli" olarak nitelendirmiştir. Denek bazında, numuneler arasında kuruluk açısından bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır.Aynı denek için tüm numuneler aynı kuruluk hissini vermiştir.

Vücuda uygunluk sorusuna cevap ise tüm denekler tarafından tüm numuneler için "rahat" olarak değerlendirilmiştir. Yine tüm denekler numunelerin giyside sabir durduğunu söylemişler, ancak dokuma kumaşlarda, örme kumaşlara gore daha rahat bir kullanım olduğuna dair not düşenler olmuştur. Genelde sekiz saate kadar rahat bir kullanım sağladığı ifade edilmiştir. Ancak daha fazla terleyen denek dört saatten sonra ürünü değiştirme ihtiyacı olduğunu söylemiştir. Bu deneğin giysisinde dört saatten sonra ön tarafa doğru, pedin dışında kalan yerde bir ıslaklık meydana gelmiştir. Numunelerin şekil değiştirme ve deformasyonunun kabul edilebilir ve ürün performansını etkilemeyecek düzeyde olduğu gözlemlenmiştir.

Pedlerin kötü kokuya sebep olmadığı ve giysinin dış görünüşünden genel anlamda belli olmadığı söylenmektedir, ama numuneler beyaz renkli olduğu için, açık renkli örme kumaşlarda ve seyrek örülmüş kumaşlarda belli olabilmektedir. Ürünün yerleştirilmesinde alt bölgesinin ortasında yeralan çizgi yardımcı olmaktadır ve ürün giysiye genel anlamda yerleştirilmektedir, ancak dokuma kumaşlara daha rahat yerleştirildiği söylenmiştir. Ayrıca dar kollu giysilere yerleşimi de daha geniş kollara gore biraz daha güç olmaktadır. Kullanım sonrasında rahatça çıkarıldığı ve yapışkan bantların giysiye yapşmadığı ve giysi üzerinde herhangi bir artık bırakmadığı gözlemlenmiştir.

Ayrıca denekler ürünün denenme süresi sonunda giyim konforu sağlayan bir ürün olduğunu ve piyasaya çıktığı takdirde kullanmaya devam etmek istediklerini belirtmişlerdir. Hatta deneme süresinin bittiğine üzülenler olmuştur.

Koltukaltı ter pedinin şekil tasarımı için "Tasarım Tescili" almak üzere başvurulmuştur.

6 ÖNERİLER

Projenin devamı için şu öneriler verilebilir:

- Gelecek çalışmalarda malzeme sayısı ve tipinin arttırılması uygun olacaktır. Üst tabaka için su jetiyle sabitleştirilmiş ve orta tabaka için de emiciliği yüksek havayla serilmiş (air-laid) kumaşlar denenebilir.
- Kişinin vücut yapısına ve terleme miktarına bağlı olarak farklı boyutlarda koltukaltı ter pedleri üretilebilir. Bunun yanında; aşırı terleme problemi olan kişiler için orta tabakada kullanılacak malzemenin süper emici toz içermesi daha uygun olacaktır. Çünkü bu halde ürün daha fazla ter emebilecektir.
- Alt tabakada kullanılan polietilen film, tek olarak kullanılması yerine bebek bezlerinde kullanıldığı gibi nonwoven malzemeyle lamine edilerek kullanılabilir. Yapılan bu işlem polietilen filme de tekstil yüzeyi özelliği kazandıracaktır. Böylelikle daha estetik bir ürün elde edilebilir.

- Deneklerin görüşlerine göre; koltukaltı ter pedleri deodorant veya benzeri bir ürün ile birlikte kullanılmadığında koku yapabilmektedir. Fakat kullanılan deodorant veya benzeri ürün terlemeyi önleyici özellikte olmasa bile herhangi bir kötü kokuya neden olmamaktadır. Bu da ilerleyen aşamalarda koltukaltı ter pedlerinin parfümlü olarak üretilebileceği fikrini vermektedir.
- Pedler beyazın yanısıra, siyah ve ten rengi başta olmak üzere farklı renklerde de üretilebilir.
- Ürünün orta tabakasında kullanılacak olan kumaşın hammaddesinin doğal liflerden seçilmesi daha avantajlı olabilir. Çünkü üründe doğal liflerin kullanılması kullanıcının psikolojik olarak ürüne güveninin artmasını sağlamaktadır.
- Deneklerin ürünü değerlendirebilmesi için hazırlanan deney denek formlarına ürünün kullanım süresini belirleyecek nitelikte bir soru eklenmesi de yerinde olacaktır.
- Tez kapsamında üretilen koltukaltı ter pedleri farklı terleme miktarlarına sahip denekler tarafından denenmiştir. Yürütülen Proje kapsamında SSK Vakıf Gureba Hastanesi Dermatoloji Klinik Şefi Doç.Dr.Nahide Onsun ile ortak çalışılmaktadır. Projenin devamında koltukaltı ter pedleri SSK Vakıf Gureba Hastanesi Dermatoloji Kliniği'ne aşırı terleme şikayeti ile gelen hastalar tarafından denenecek ve böylece ürünün aşırı terleme problemi olan kişiler için uygunluğu test edilecektir. Yorumlara bağlı olarak bu tip kişiler için özel pedlerin geliştirilmesi söz konusu olabilir.

Teşekkür

Yazarlar, bu araştırmayı maddi olarak destekleyen İ.T.Ü. Araştırma Fonu Saymanlığı'na ve TELASİS firmasına ve numunelerin tedariğinde HASSAN, HAYAT KİMYA, AVERY DENNISON, SAAF ADVANCED FABRICS ve NIKOO GROUP firmalarına teşekkürü bir borç bilirler.

Kaynaklar

1. http://www.advantagewear.com/stainstoppers.htm
2. Wubbe, E. Nonwovens Can Take The Heat. Nonwovens Industry. 51-52, Ekim, 2001
3. http://www.meteor.gov.tr/2003/arge/ozon/ozonsorular.htm
4. http://www.autexrj.org/No5/0035.pdf
5. Onsun, N. (2005, 24 Mart). Kişisel Görüşme.
6. EDANA 40.3-90 Weight in Grams
7. EDANA 150.3-96 Liquid Strike Through Time
8. EDANA 20.2-89- Tensile Strength

NONWOVEN ÜRÜNLERİN TEKNİK TEKSTİL UYGULAMALARINDAKİ ÖNEMİ

L. DANDİK, S. MÜJDECİ

Hassan Group/ İstanbul-Türkiye

ÖZET

Sahip oldukları pek çok farklı fonksiyonları nedeniyle, çok çeşitli teknik uygulamalarda mühendislik çözümleri sunabilen tekstil dokularını teknik tekstiller olarak tanımlayabiliriz. Teknik tekstiller başka bir ürünün bileşeni, başka bir ürünün üretiminde kullanılan bir malzeme veya tek başına özel bir performansı karşılamak amacıyla kullanılabilir. Teknik tekstillerin üretiminin gerçekleştirildiği en önemli bölgeler K.Amerika, B.Avrupa ve Japonya dır. 2005 yılı dünya teknik tekstiller üretiminin 75 milyar $ olması beklenmektedir. Toplam elyaf tüketiminin yaklaşık % 26 sı teknik tekstil uygulamalarına harcandığı tahmin edilmektedir. Üretim yöntemlerine göre teknik tekstilleri şu şekilde sınıflandırabiliriz: Dokuma kumaşlar, örgü kumaşlar, dokusuz ürünler (nonwoven), kompozit malzemeler, şerit, kordon, tafting. Nonwoven ürünler teknik tekstil pazarında yaklaşık % 30 luk paya sahiptir.

Anahtar kelimeler: Teknik tekstiller, geleneksel tekstiller, nonwoven.

Günümüzde oldukça söz edilen, çok farklı alanlarda hızla gelişen ve nitelik kazanan Teknik Tekstiller için farklı tanımlamalar yapılmaktadır. Textile Institute yayınlarında teknik tekstil ürünlerinin tanımı daha çok ne olmadığının tarif edilmesi şeklinde şöyle yapılmıştır; "Koruyucu amaçlı olmayan giysi, ev tekstil ürünü, döşemelik ve zemin kaplaması dışında kullanım alanına sahip tekstil malzemesi ve ürünleri." Diğer bir tanımlamaya göre, teknik tekstiller "Estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade, öncelikle teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için üretilen tekstil malzemesi ve ürünleridir" (1). Başka bir tanımlamada da; "özel olarak tasarlanan, herhangi bir üründe veya proses dahilinde veya yalnız başına belirli bir özelliği yerine getirmek amacıyla kullanılan malzemelere teknik tekstil denilmektedir" (2). Özetle, sahip oldukları pek çok farklı fonksiyonları nedeniyle, çok çeşitli teknik uygulamalarda mühendislik çözümleri sunabilen tekstil dokularını teknik tekstiller olarak tanımlayabiliriz. Teknik tekstiller başka bir ürünün bileşeni (araba lastiklerindeki kort bezi), başka bir ürünün üretiminde kullanılan bir malzeme (gıda endüstrisinde kullanılan filtre tekstiller) veya tek başına özel bir performansı karşılamak (stadyumların kapatılmasında kullanılan kaplamalı kumaşlar) amacıyla kullanılabilir (3). Teknik tekstiller için pek çok farklı terim kullanılmaktadır. Endüstriyel tekstiller, yüksek performanslı tekstiller, yüksek teknik tekstiller, geleneksel olmayan tekstiller, mühendislik tekstilleri gibi terimler bunlardan bazılarıdır.

Geleneksel tekstiller ile teknik tekstiller arasındaki temel farklılıkları Tablo.1 deki gibi özetleyebiliriz (3).

Klasik tekstil ürünleri kadar eski olan teknik tekstil ürünlerinin kullanımı ve çeşitliliği, yüksek performanslı sentetik elyafların üretiminin yaygınlaşmasıyla daha da gelişmiştir. Tablo-2 de 1995-2010 yılları arasındaki Teknik tekstiller için gerçekleşen ve tahmin edilen dünyadaki kullanım değerleri görülmektedir. Pek çok gelişmiş ülkede teknik tekstiller, toplam tekstil üretimi ve tüketiminin % 40'ını içermekte ve bu değerin birkaç yıl içerisinde % 50 ve üzeri değerlere çıkacağı düşünülmektedir. Bu durum pek çok pazarın teknik tekstil ürünleri için doygunluğa ulaştığını göstermektedir. Teknik tekstillerin üretiminin gerçekleştirildiği en önemli bölgeler K.Amerika, B.Avrupa ve Japonya dır. 2005 yılı dünya teknik tekstiller üretiminin 75 milyar $ olması beklenmektedir (1).

Tablo.1 Geleneksel tekstiller ile teknik tekstillerin temel farklılıkları

FARK	TEKNİK TEKSTİLLER	GELENEKSEL TEKSTİLLER
Uygulama ve son kullanım	Tekstil endüstrisi dışındaki alanlar	Konfeksiyon, Ev tekstili
Performans talepleri	Ağır sorumluluk Dikkat gerektiren uygulama Alıcının kendisi kullanmaz	Yüksek sorumluluk içermez Basit uygulamalar Direkt alıcı kullanır
Hammaddeler	Yüksek performanslı Fonksiyonel	Görünüş, moda, estetik anlayışa uygun
Üretim metot ve makineleri	Gelişmiş Mühendislik dizaynı içeren Pahalı	Basit Ucuz
Test yöntemleri	Özel test yöntemleri Pahalı, yüksek mühendislik	Geleneksel tekstil test yön. Ucuz
Kullanım süresi	Çok kısa veya çok uzun	Moda ile sınırlı
Fiyat	Tek kullanımlar için başlangıç fiyatı yüksek Uzun süre kullanımda ucuz	Başlangıç fiyatı düşük Kısa kullanımda pahalı

Tablo 2. Dünya teknik tekstiller kullanımı (x 1000 ton) (4)

	1995	2000	2005	2010
Kuzey Amerika	3584	4184	4774	5591
Güney Amerika	705	847	1004	1230
Batı Avrup	3002	3614	4107	4760
Doğu Avrupa	493	548	666	817
Asya- Çin hariç	3895	4449	5220	6348
Çin	1515	2155	2871	3808
Diğer	778	917	1041	1219
Toplam	**13924**	**16691**	**19581**	**23631**

Teknik tekstiller için belirlenen 12 ana uygulama alanına göre sınıflandırılmış Dünya tüketimi değerleri Tablo-3 de görülmektedir. Bu ana gruplar arasında en değerli pazarlardan biri taşımacılık iken, en yüksek büyüme hızını jeotekstiller göstermektedir. Endüstriyel uygulamalar ve mobilya-döşemecilik alanlarındaki yeni gelişmeler bu pazarları önemli hale getirmektedir (5). Toplam elyaf tüketiminin yaklaşık % 26 sı teknik tekstil uygulamalarına harcandığı tahmin edilmektedir (6).

Teknik tekstiller, kullanılan hammaddeler, üretim yöntemleri veya son kullanım alanlarına bağlı olarak pek çok farklı şekilde sınıflandırılır. Üretim yöntemlerine göre teknik tekstilleri şu şekilde sınıflandırabiliriz:

1. Dokuma kumaşlar
2. Örgü kumaşlar
3. Dokusuz ürünler (nonwoven)
4. Kompozit ürünler
5. Şerit ve kordon ürünler
6. Tafting ürünler

Tablo 3. Dünya teknik tekstiller kullanımının uygulamalara göre dağılımı (x 1000 ton) (4).

Uygulama	Uygulama Alanı	1995	2000	2005	2010
Agrotech	Tarım, bahçecilik, ormancılık	1173	1381	1615	1958
Buildtech	İnşaat, bina	1261	1648	2033	2591
Clothtech	Giysi-Ayakkabı ve malzemeleri	1072	1238	1413	1656
Geotech	Jeotekstiller, inşaat mühendisliği	196	255	319	413
Hometech	Mobilya, döşemelik, yer kaplama bileşenleri	1864	2186	2499	2853
Indutech	Filitrasyon, temizleme, endüstriyel kullanım	1846	2205	2624	3257
Medtech	Hijyen, tıbbi kullanım	1228	1543	1928	2380
Mobiltech	Otomobil, gemi, demir yolları ve roketler	2117	2479	2828	3338
Packtech	Paketleme	2189	2552	2990	3606
Protech	Kişivel ve mülkiyet korunması	184	238	279	340
Sporttech	Spor ve boş zaman uygulamaları	841	989	1153	1382
Oekotech	Çevre	161	214	287	400
	Toplam	**13971**	**16714**	**19683**	**23774**

Teknik tekstiller pazarında yaklaşık % 30'luk bir paya sahip olan nonwoven ürünlerin tanımı ise şöyledir; "İpliğe dönüştürülmemiş ve çeşitli yöntemlerle birbirine tutturulmuş doğal veya sentetik elyafların veya sonsuz elyafların oluşturduğu benzersiz mühendislik dokularıdır". Tanımdan da anlaşılacağı gibi, nonwoven ürünler gerek üretim teknikleri gerekse kullanılan hammaddeler bakımından klasik tekstil ürünlerinden çok farklıdır.

Nonwoven ürünlerin en büyük avantajlarından biri düşük maliyetli olmalarıdır. Bunun en büyük nedeni hammaddeden çok daha az ara işlemle ve yüksek üre-

tim hızlarıyla son ürüne ulaşılabilmesidir. Tablo 4'de nonwoven üretiminin ana aşamaları, Tablo 5'te ise çeşitli üretim yöntemlerinin verimliliklerinin karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 4. Nonwoven üretiminin geleneksel tekstil üretimiyle karşılaştırılması (3)

	NONWOVEN	GELENEKSEL
Başlangıç	Monomer	Monomer
1.Aşama	Polimer	Polimer
2.Aşama	Elyaf veya **Ürün** (Eriterek doku oluşturma yöntemleri)	Elyaf
3.Aşama	**Ürün** (Kuru, sulu, havalı doku oluşturma yöntemleri)	İplik
4.Aşama	-	**Ürün** (Örme, dokuma, tafting, şerit)

Tablodan da görüldüğü gibi, nonwoven üretim teknolojisine bağlı olarak monomer den başlayarak sadece iki aşamada son ürüne ulaşmak mümkündür.

Tablo 5. Doku oluşturma metotlarının verimlilik karşılaştırılması (3)

Yöntem	Doğrusal hız (m/saat)
Dokuma	≈ 5-40
Örgü	≈ 100
Mekanik doku oluşturma	≈ 3.000
Spunbond Nonwoven	≈ 9.000
Kağıt üretimi	≈ 50.000

Tablo 6. Nonwoven ve tekstil ürünlerinin karşılaştırılması

NONWOVEN	TEKSTİL
Ucuz	Pahalı
Yüksek üretim hızı	Düşük üretim hızı
Kısa ve uzun elyaf, polimer	Uzun elyaf
Basit ve dağınık yapı	Karmaşık yapı
Sert, yumuşak doku	Yumuşak doku
Yoğun, hacimli, seyrek, ince	Hacimli
Esnek değil	Esnek
Bükülüp, buruşturulabilir	Bükülmez
Sert, örtücü	Esnek, örtücü
Gözenekli	Gözenekli
Islak mukavemeti düşük	Islak mukavemeti yüksek
Düşük yırtılma direnci	Yüksek yırtılma direnci
Sıcakta çekmesi yüksek	Sıcakta çekmesi düşük

Tablo 6 da nonwoven ve tekstil ürünlerinin pek çok özelliklerinin karşılaştırılması verilmiştir.

Nonwoven ürünler sahip oldukları çok çeşitli fonksiyonlar ve avantajları nedeniyle pek çok teknik tekstil uygulamasında kendine yer bulmaktadır. Çeşitli nonwoven ürünlerin son kullanım alanlarına göre avantajları Tablo 7 de özetlenmiştir.

TEKSTİL ENDÜSTRİSİNİN OLASI PROBLEMLERİNİN ÜSTESİNDEN GELMEK İÇİN PLAZMA POLİMERİZASYON TEKNOLOJİSİ

A. CİRELİ, M. MUTLU*, B. KUTLU

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İZMİR-TÜRKİYE,
*Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Bölümü, Plasma Aided Bioengineering and Biotechnology (PABB) Araştırma Grubu, ANKARA-TÜRKİYE,

GİRİŞ

Plazma teknolojisi malzeme biliminde 1960'lı yıllardan beri kullanılmaktadır. Plazma işleminin avantajı, plazmanın etkilerinin yüzeyde, 100Å'dan daha derine işlememesidir. Çünkü böylece işlem yüzeyinde gerçekleşeceğinden materyalin tümünü etkilememektedir. Günümüzde bu teknoloji tekstil, plastik, metalurji, medikal ve elektronik endüstrisinde ticarileşmiştir [Li, et al. 1997; Cokeliler, et al 2002; Mutlu, et al 2002; Luo, 2002; Noureddine & Hequet, 2004].

İyonlar, serbest radikaller, fotonlar, uyarılmış atomlar, nötr atomlar ve moleküller içeren plazma çok reaktif bir ortamdır ve materyallerin yüzey modifikasyonları için uygundur. Plazma, gazlara iyonlaşma enerjisi verilerek elde edilmektedir. Gazlara bu enerjiyi vermek için kullanılan en yaygın yöntem elektriksel deşarjdır. Plazma düşük basınç ya da atmosferik basınçta, iki elektrod arasından doğru akım, mikrodalga, düşük frekans ve radyo frekansı gerilimi geçirilerek elde edilebilmektedir [Vershuren & Kiekens, 2001].

Plazma içerisinde karşıt etkili iki ana işlem gerçekleşmektedir: Bunlardan birincisi, materyallerin substrat üzerinde birikmesine neden olan polimerizasyondur. Polimerizasyon, gaz bileşiminde yüksek miktarda C ve H atomu varsa (metan, etan ve etanol, organo-silikon ve organo-metal buharları) gerçekleşmektedir. İkincisi, materyallerin substrat üzerinden uzaklaşmasına neden olan aşındırmadır. Bu işlem de, kimyasal olarak reaktif ama saf gaz plazmalarında polimerik birikme oluşturmayan soy gaz, inorganik ya da organik moleküler gazlar varsa gerçekleşmektedir [Arefi, et al., 1992; Luo, 2002; Noureddine & Hequet, 2004].

Plazma polimerizasyonu ile polimer film oluşumu, hidrokarbon, florokarbon, azot-içeren ve organo-silikon monomerleri gibi monomer gazlarının/buharlarının plazma ortamına beslenmesi, ardından aktifleştirilmesi ve elektronik indirgeme ile reaktif türlere dönüştürülmesi ile gerçekleşmektedir. Plazma kaynaklı aşı polimerizasyonu ise, plazma ortamındaki radikaller ile buhar, sıvı ya da katı monomerler arasındaki etkileşim ile başlatılır. Plazma polimerizasyonunda,

konvansiyonel polimerizasyon yöntemleriyle polimerleştirilemeyen doymuş hidrokarbon ve florokarbon gazları bile polimer film oluşturmak için kullanılabilirler. Plazma polimerizasyonu, çok değişik organik ve organo-metalik başlatma maddeleri kullanılarak ultra-ince polimer filmler (< 1 μm) üretilebilen tek tekniktir. Filmler, hiç gözenek içermeyen, yüksek derecede çapraz-bağlı ve bu nedenle çözünmez, ısıya dayanıklı, kimyasal olarak tepkisiz ve mekanik olarak dayanıklıdır. Ayrıca, plazmada her türlü substrat (polimer, seramik, metal) kullanılabilir ve substrat ve kaplanan film arasında iyi bir yapışma kolaylıkla elde edilebilir [Arefi et al., 1992; Hwang, 2003].

Plazma polimerizasyon işleminin son ürünlerini belirlemede etkili olan çeşitli parametreler bulunmaktadır. Bunlar, birikme oranı, plazma sisteminin yapısı, monomer reaktifliği, monomer gazı/buharının akış hızı, çalışma basıncı, güç, plazma işlemi süresi ve substratın sıcaklığıdır [Hwang, 2003; Luo, 2002].

1. PLAZMA POLİMERİZASYON TEKNOLOJİSİNİN TEKSTİL BİTİM İŞLEMLERİNDE KULLANIMI

Konvansiyonel işlemlerde, tekstil materyali bitim işlem maddesi içeren bir flottede alınan flotte oranı %70–80 olacak şekilde emdirilmektedir. Ardından 110-150°C'de kurutulmakta ve 150-175°C'de kondenzasyona tabi tutulmaktadır. Örneğin, etkili bir güç tutuşurluk işlemi için kullanılan kimyasal konsantrasyonu 300-500g/l'dir. Böyle yüksek kimyasal konsantrasyonlarının kullanılması, çevreye ve tekstil materyalinin performans özelliklerine zarar vermektedir. Örneğin, fosfat bileşenleri kullanıldığında kondenzasyon sırasında fosforik asit açığa çıkmakta ve pamuklu tekstil materyallerinin mukavemetinin yaklaşık %20-40 oranında düşmesine neden olmaktadır. Bromlu bileşikler, insan sağlığı, güvenliği ve çevre için aşırı derecede zararlıdırlar. Bu bileşikler, deri yangısına (dermatitis), astım ve kansere neden olabilmektedirler. Bazı triazin substitue olmuş bromalkil bileşiklerinin mutajen özellik gösterdiği bilinmektedir [Richardson, 2004].

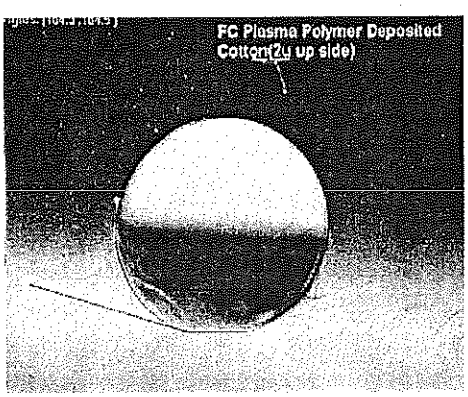
Plazma polimerizasyonunun endüstriyel işlemlerdeki asıl çekici yanı kimyasal atıkların önlenmesidir. Diğer avantajları: düşük maliyet, hızlı reaksiyon süreleri, kimyasal miktarının düşük olması ve suyun kullanılmamasıdır. Bu nedenle plazma polimerizasyonu ekolojik ve ekonomik bir işlemdir. Plazma polimerizasyonu, kumaşlara su-, kir-iticilik, ıslanabilirlik, güç tutuşurluk gibi fonksiyonel özellikler vermek için tekstillerin birçok bitim işleminde kullanılmaktadır [Allan, et al., 2002; Zhang, 2003].

2.1. Su- ve Kir İticilik Bitim İşlemleri

Su- ve kir-itici kumaşların üretimi, uzun yıllardan beri çok araştırılan ilgi çekici bir konu olmuştur. Püskürtme yöntemi ile florokloro polimerleri-CF_4 uygulanması,

siloksan plazma işlemi, aminler ile buhar fazında işlem, alkali inorganik tuzlarla ultraviyole işlemi gibi değişik işlem yöntemleri kullanılmıştır. Plazma işlemi ya da plazma ile kaplama kapsamlı bir biçimde araştırılmış ve kumaş ya da life boyanma, baskı ve ıslanabilirlik özelliklerini geliştirmek için hidrofillik, çekmezlik kazandırmak ve tutunma özelliklerini artırmak için umut vadeden bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır. Plazma işlemi kumaşta, ıslatma ve kurutma gibi ek işlemler gerektirmemektedir [Zhang, 2003].

Pamuk lifini plazma polimerizasyonu ile hidrofob yapmak için tetrametilsiklotetrasiloksan (TMCTS), octametilsiklotetrasiloksan (OMCTS) ve florokarbon sıvı başlatıcılar ile belirli florokarbon gazları kullanılabilmektedir. Plazma polimerizasyonundan sonra tekstil materyali üzerine ince bir film tabakası kaplanır ve işlem görmemiş pamuk hızla ıslanırken işlem görmüş olan tekstil materyali oldukça yüksek bir temas açısına >135° sahip olur. Florokarbon bileşikleri için, işlem sonucunda kumaş 164°'lik bir temas açısına sahip olur (Şekil 1). Plazma polimerizasyonu ile film kaplanmış kumaşın yumuşaklık, tutum, renk, geçirgenlik, aşınma direnci, su tutma ve sürtünme katsayısı ölçülmüş ve florokarbon püskürtme ile elde edilmiş kumaşlara göre daha üstün sonuçlar alınmıştır. Bu nedenle, nanoparçacıklı plazma film kaplamasının su- ve kir-itici kumaşlar için yararlı bir işlem olduğu onaylanmıştır. Ayrıca C_3F_6 gaz plazması da plazma polimerizasyonu ile substrat yüzeyinde polimer oluşturabilmektedir. İşlem süresindeki ve C_3F_6 plazma polimerizasyon işleminin gücündeki çok küçük artışlar hidrofobluğu artırmaktadırlar. Plazma ile kaplama geleneksel olarak püskürtme ile elde edilen etkiden daha kalıcıdır; çünkü kaplama kimyasal olarak, kumaşa bağlanmaktadır [Herbert, 2003; McCord et al., 2003; Zhang, 2003].



Şekil 1. Plazma ile florokarbon polimeri kaplanmış pamuklu kumaş üzerinde su damlası

Poliakrilonitrilin su iticiliğini sağlamak için 1,1,2,2-tetrahidroflorodesil akrilat (AC8) ile çalışılmıştır. AC8'in uçuculuğu düşük (T=298K'de <1,3hPa) olduğu için monomer, sıcaklığı 25-80°C arasında değişen termostatik banyoda tutulmuştur.

all about technology of textile

tekstil teknolojisi hakkında herşey



Tekstil

INTERNATIONAL TEXTILE TECHNOLOGY MAGAZINE teknoloji

ULUSLARARASI TEKSTİL TEKNOLOJİ DERGİSİ

www.tekstilteknoloji.com.tr

SUBSCRIPTION

TEKNİK FUARCILIK LTD. ŞTİ.

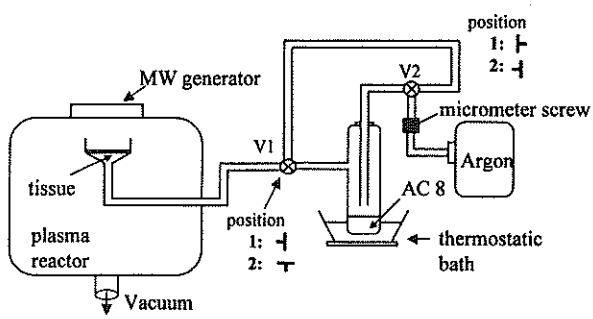
TEKNİK LTD.

Fabrikalar Cad. No: 1 Kat: 1 Beşyol, Florya - Istanbul

Tel: 0212 592 5992 Faks: 0212 599 3882

www.teknikfuarcilik.com

Sıvı monomerin yüzeyinden argon gazı geçirilerek AC8 buharının doğrudan plazma odacığına gönderilmesi sağlanmaktadır (Şekil 2). Bu işlem için işlem süresinin (0-20dk), çalışma basıncının (0-150Pa) ve termostatik banyonun sıcaklığının (25-80°C) artmasıyla polimer birikme oranı (%) artar. Bu polimerizasyon işleminden sonra Schmerber (Shopper) testine göre 0,32 N/cm2 (320 mm su sütunu) değeri elde edilmiştir. Poliakrilonitril tekstil materyallerinin su iticiliği, florokarbon ve hidrokarbon içeren gazlar kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Argon ile yapılan bir plazma ile temizleme işleminin ardından bu gazlar ile yapılan bir plazma kaplaması iyi sonuçlar vermektedir. Kumaşların kopma mukavemeti ve uzaması plazma işleminden sonra değişmemiştir. Plazma temizleme işleminin ardından plazma kaplama işlemi yapılmış örneklerin su sütunu değerleri, konvansiyonel su iticilik bitim işlemi uygulanmış kumaşlarınkinden daha yüksektir. En iyi sonuç, %93 florokarbon / %7 metan gaz karışımı kullanıldığında 370 mm su sütunu olarak belirlenmiştir [Hochart et al., 2003; Pane et al., 2001].



Şekil 2. AC8'in buharlaştırılması için kurulmuş düzenek

Florokarbon bileşikleri, plazma polimerizasyonunda perfloralken başlatıcıların kullanımı ile tekstil materyallerine yağ iticilik özelliği de kazandırmaktadırlar. Yağ itici özellik kazandırmak için polipropilen film üzerine poli(heptadekaflorodesen), heptadekaflorodesen (HDFD) başlatıcı kullanılarak kaplanmaktadır. İşlem görmemiş polipropilen hemen ıslanırken, işlem görmüş filmin yağ iticilik değeri 3'e yükselmiştir [Herbert, 2003].

2.2. Tekstil Materyallerinin Islanabilirliği

2-hidroksietil metakrilat (HEMA), akrilamid (AAm), N-isopropil akrilamid (NiPAAm), akrilik asit (AA), 2-metoksietilakrilat (MEA) ve 2-hidroksietil akrilatın (HEA), pamuk, selüloz asetat, rayon ve bakır ipeği üzerinde plazma polimerizasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan lifler arsında en reaktif olanı pamuk olarak belirlenmiştir. Aşılama lifin yapısına bağlıdır. Monomerler içinde en iyi sonuçlar veren HEMA, ikincisi ise NiPAAm'dir. HEMA'ın optimum aşılanma sıcaklığı 60-65°C'dir. Bu sıcaklığın üzerine çıkıldığında aşılanma azalmaktadır. Bu işlemin etkili olması için vakumlu ortamda yapılması istenir. HEMA'ın plazma

polimerizasyonu, ipliklerin kopma mukavemetini artırmaktadır. Bunun nedeni, fibrillerin aşı polimerleri ile birbirlerine bağlanmalarıdır [Zubaidi, 1996].

Olefin liflerinin hidrofilliği için, oksidatif plazma ortamında tetrametilsiklotetrasiloksan (TMCTS) ve oktametilsiklotetrasiloksan (OMTCS) ve oksidatif olmayan ortamda akrilik asit kullanılabilir. Plazma ile poli(akrilik asit) kaplamasıı polipropilene –COOH bakımından zengin bir yüzey kazandırır [Herbert, 2003].

Poliester kumaşların, hekzametil disilan (HMDS) ve tris (trimetilsiloksi)vinilsilan (TTMSVS) monomerleri kullanılarak atmosfer basıncında plazma polimerizasyon işlemi, kumaşların renk yoğunluğunu artırmıştır [Kang & Sarmadi, 2004].

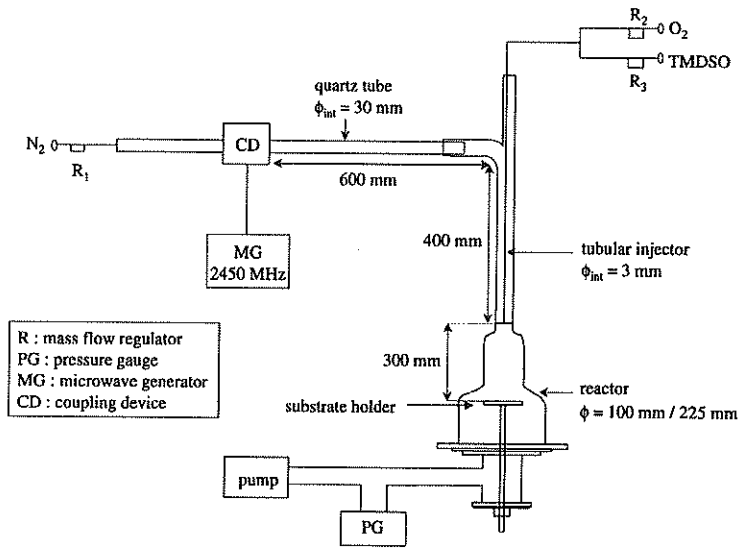
2.3. Güç Tutuşurluk Bitim İşlemleri

Bir tekstil materyalini güç tutuşur yapmak için kullanılan konvansiyonel yöntemlerden bir tanesi lif çözeltisi ya da eriyiğine güç tutuşurluk maddeleri eklemek, diğeri ise kumaşları güç tutuşurluk maddesi içeren banyo ile emdirip kurutmak ve ardından kondenzasyona tabi tutmaktır. Bu işlem, tekstil materyallerinin rengini, mekanik özeliklerini ve tutumunu değiştirmektedir. Ayrıca ekolojik problemlere de neden olmaktadır. Piroliz bölgesi ile gaz fazı arasındaki arayüzey göz önüne alındığında, materyal yüzeyi kilit nokta olmaktadır. Bu yüzden bir yüzey modifikasyon yöntemi olan plazma polimerizasyonu, güç tutuşur tekstil materyalleri üretmek için uygun bir yöntemdir [Quede et al., 2002; Schartel et al., 2002].

Poliamid 6 plakaların güç tutuşurluk özellikleri, oksijenle karıştırılmış 1,1,3,3-tetrametildisiloksanın (TMDSO) soğuk-uzak azot plazması (CRNP) polimerizasyonu ile geliştirilmektedir. Bu işlem için kullanılan reaktörün konfigürasyonu diğerlerinden farklıdır (Şekil 3). Bu işlemin avantajı, plazmada yüksek enerjili parçacık bombardımanı ile substratın zarar görmesinin önlenmiş olmasıdır. Plazma polimerizasyonunden sonra, sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI) %130 artış, ısı açığa çıkarma oranı %41 ve açığa çıkan toplam ısı miktarı %33 azalma göstermişlerdir [Quede et al., 2004; Quede et al., 2002].

Poliakrilonitril liflerinin güç tutuşurluğu için Akovalı & Gündoğan, etildiklorofosfat (EDCP), hekzametildisiloksan (HMDSO) ve tris(butoksietil)fosfat (TBEP) monomerlerinin plazma polimerizasyonu üzerine çalışmışlardır. TBEP'ın kaynama noktası çok yüksek olduğu için, püskürtme yöntemi ile kimyasal madde uygulanmış ardından plazma işlemi yapılmıştır. En başarılı sonuçlar bu şekilde işlem yapılmış TBEP ile elde edilmiştir. EDCP'nin plazma polimerizasyonunun ardından da, sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI), işlem görmemiş kumaşlarda 25 iken, işlem görmüş kumaşlarda 27'ye yükselmiştir [Akovali & Gundogan, 1990].

Akovalı & Takrouri, poliester liflerinin güç tutuşurluğu için HMDSO, 1,1,2-trikloretan, trikloretilen, tetrakloretilen ve alilamin monomerleri ile çalışmışlardır [Akovali & Takrouri, 1991].



Şekil 3. Soğuk-uzak azot plazması (CRNP) reaktörünün şematik gösterimi

2.4. Liflerin Nem İçeriği ve Yüzeylerin Elektrik Dirençleri

Sentetik liflerin hidrofob karakterlerinden kaynaklanan statik elektriklenme, istenmeyen bir özelliktir. Bağıl nem ve dolayısıyla lifin nem içeriği, lifin elektriksel direnci üzerinde en büyük etkiye sahiptir. Bu istenmeyen özelliği kontrol etmek için pamuk ve poliester liflerine akrilonitril ve akrilamid plazma ile aşılanmıştır. Akrilamid için emdirme ve ardından plazma işlemi yapılmıştır. Akrilonitril için ise, akrilonitril buharı doğrudan plazma odacığına beslenmiştir. Pamuk için, nem içeriği yalnızca %70 bağıl nem içeren ortamda artmıştır ve özellikle poliakrilamidin plazma ile aşılanması ile yüzey direnci belirgin bir şekilde düşmüştür. Poliesterin ise poliakrilamid aşılanması sonucunda nem içeriği %3 artmıştır ve plazma polimerizasyonu ile poliakrilonitril kaplanmasının ardından da nem içeriği yaklaşık % 2 yükselmiştir. Poliesterin yüzey direnci, plazma ile akrilamid ve akrilonitril aşılandıktan sonra düşüş göstermiştir [Bhat & Benjamin, 1999].

3.SONUÇ

Tekstillere plazma işleminin uygulanmasına karşı artan ilgi, katma değeri yüksek ürünlerin gerekliliği ile yeni ve çevreyi kirletmeyen teknolojiler geliştirmek içindir. Plazma teknolojisi, tekstil yüzeylerinin modifikasyonlarının esnek üretim ile yapılmasına olanak verir. Ayrıca bu işlemler çok az miktarda kimyasal madde ile gerçekleştirilir ve genelde konvansiyonel bitim işlemlerinde kullanılan çözücü ya da su kullanılmamaktadır.

Tekstillerde plazma teknolojisinin uygulanması son on yıl içinde önemli gelişmeler göstermiştir. Endüstriyel boyutlarda uygulanmasından önce hala birçok çalışma gerektirse de; çevresel ve enerji harcamasını azaltan yararları nedeniyle, tekstil endüstrisinde dünya pazarı için yüksek performanslı materyallerin geliştirilmesinde plazma teknolojisi umut vadeden bir yöntem olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akovali, G. & Gundogan, G. (1990). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.41**, pp.2011-2019
2. Akovali, G. & Takrouri, F. (1991). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.42**, pp.2717-2725
3. Allan, G. et al. (2002). *AUTEX Research Journal*, **Vol.2**, No.2, pp.64-68
4. Arefi, F. et al. (1992). *Pure and Applied Chemistry*, **Vol.64**, No.5, pp.715-723
5. Bhat, N.V. & Benjamin, Y.N. (1999). *Textile Research Journal*, **69**(1), pp.38-42
6. Cokeliler D, Mutlu M. (2002). *Analytica Chimica Acta*, **469**, pp.217-223
7. Errifai, I. et al. (2004). *Surface and Coating Technology*, **180-181**, pp.297-301
8. Herbert, T. et al. (2003). "Plasma Polymerization of Liquid Precursors - A New Route to High Performance Textile Coatings", *12th International Techtextil Symposium for Technical Textiles, Nonwovens & Textile Reinforced Materials*, 7-10 April.
9. Hochart, F. et al. (2003). *Surface and Coating Technology*, **165**, pp.201-210
10. Hwang, Y.J. (2003). Characterization of Atmospheric Pressure Plasma Interactions With Textile / Polymer Substrates, *Doctoral Thesis*, North Caroline State University
11. Kang, J. & Sarmadi, M. (2004). *AATCC Review*, November 2004, pp.29-33
12. Li, R, et al. (1997). *Composites Part A*, **26A**, pp.73-86
13. Luo, S. (2002). Surface Modification of Textile Fibers and Cords by Plasma Polymerization for Improvement of Adhesion to Polymeric Matrices, *Doctoral Thesis*, University of Cincinati
14. McCord, M.G. et al. (2003). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.88**, pp.2038-2047
15. Mutlu S, Zeaire MH, Piskin E, Mutlu M. (2002). Glow-Discharge-Treated Quartz Crystal Microbalance as Immunosensor, in *Biomedical Diagnostic Science and Technology*, WT Law, N Akmal and AM Usmani, eds., Marcel Dekker, Inc., pp.203-214
16. Noureddine, A. & Hequet, E. (2004). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.93**, pp.145-154
17. Pane, S. et al. (2001). *Journal of Industrial Textiles*, **Vol.31**, No.2, pp.135-145
18. Quede, A. et al. (2002). *Journal of Materials Science*, **37**, pp.1395-1399
19. Quede, A. et al. (2004). *Surface and Coating Technology*, **180-181**, pp.265-270
20. Richardson, S.D. (2004). Enviromental Mass Spectrometry: Emerging Contaminants and Current Issues, *Analytical Chemistry*, **76**, 3337-3364
21. Schartel, B. et al. (2002), *Macromolecular Materials and Engineering*, **287**, pp.579-582
22. Zhang, J., et al. (2003). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.88**, pp.1473-1481
23. Zubaidi & Hirotsu, T. (1996). *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol.61**, pp.1579-1584

MODERNSPUNBOND VE MELTBLOWN TEKNOLOJİLERİ İLE YENİ PAZAR ARAŞTIRMALARI

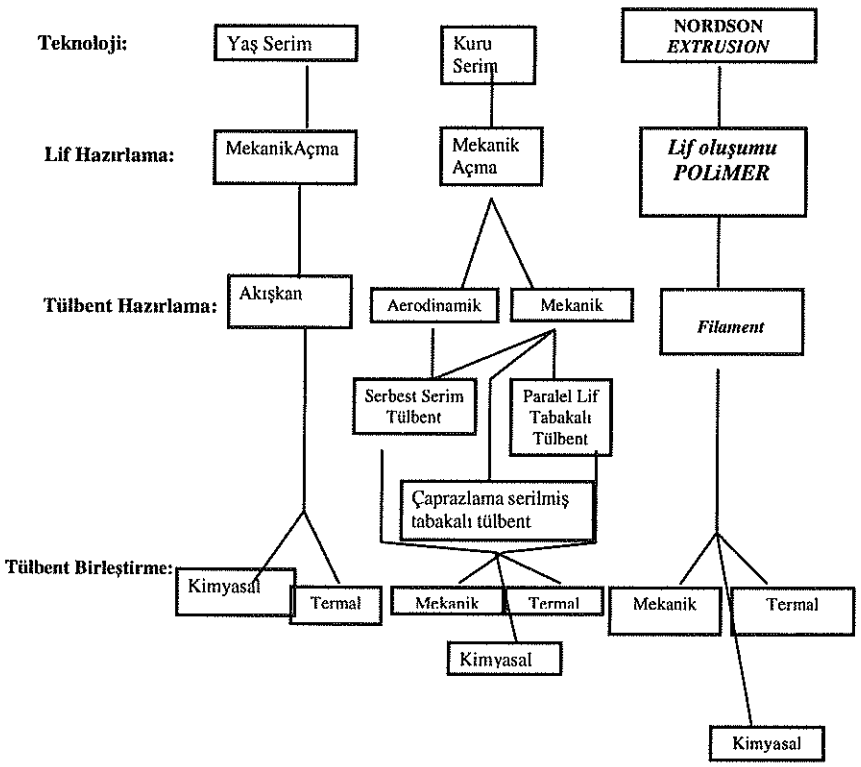
M. Wehmann

Nordson Lif Sistemleri, Avrupa

Çeviren: Ayşe Çelik

Nordson Şirketinin Kimliği Nedir?

Norson şirketi dipense makinaları konusunda dünyanın önde gelen imalatçı firma konumundadır (Boya, Yapışkan, Nonwovenlar (FSG), Elektronikler). Merkezi Westlake, Ohio'dur. Dünya genelinde 3500'e yakın çalışanı vardır. Ürünlerini 30 ülkedeki doğrudan operasyon ağı yoluyla piyasaya sunar. Şirket gelirinin %50'sinden fazlasını ABD'nin dışında meydana getirilmektedir. Yıllık %15'lik bir gelir büyüme oranı hedefiyle yaklaşık yıllık satış 650 MM $'dır.

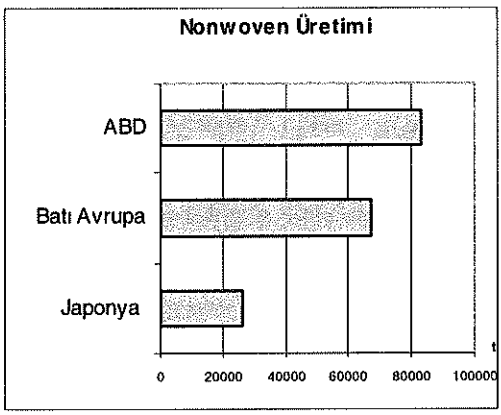


Temel Nonwoven Kumaş Üretim Sistemleri

Şekil 1.

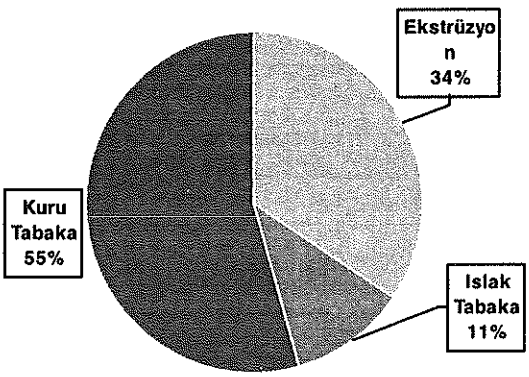
Norson FSG'nin Kimliği Nedir?

Lif sistemleri Grubu Meltblown, Spunbond ve SMS ekipmanı üreten Nordson iş birimidir. Resmen J&M laboratuvarlarıdır. Merkezi Dawsonville, Atlanta yakını GA/ABD'dir. Dünya genelinde 150'nin üzerinde çalışanı vardır. 30 ülkede doğrudan ve dolaylı operasyon ağı yoluyla ürünlerini piyasaya sunar. Avrupa Lif Sistemleri Grubu Satış-/Servisi Offenbach'da Frankfurt/Almanya yakınındadır. Şirket gelirinin %80'inden fazlası ABD'nin dışında meydana getirilmektedir.



Şekil 2.

Satış/Spunmelt Nonwovenlar

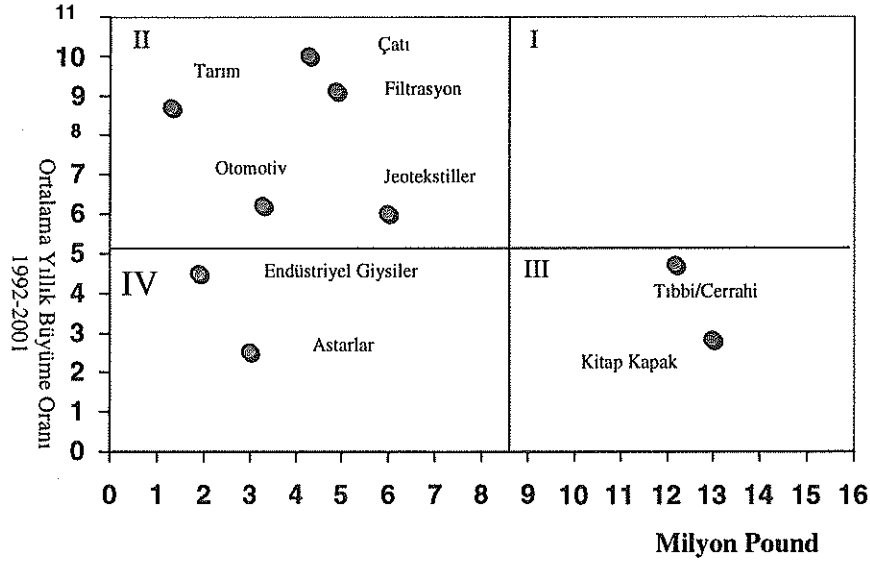


Şekil 3.

Satış/ Temizlik ve Sağlam Kapak Kağıtları

En yavaş büyüme oranları kapak kağıtları için %1-3'tedir. Bununla birlikte toplam Spunmelt pazarı %5-6 artmaya devam etmektedir.

Satışlar/ Farklı ürünler için farklı oranlarda artmaktadır



ABD'de Nonwoven Üretimi, 2001

Şekil 4.

Satışlar/ Farklı ürünler için farklı oranlarda artmaktadır

Endüstriler: Termoplastikler-/Reçine Üreticileri, Nonwoven-, Tekstil endüstrisi, Dönüşüm.

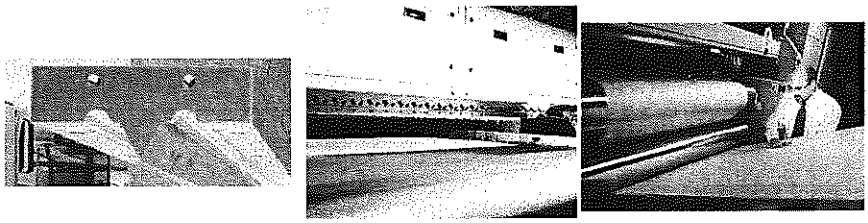
Hammaddeler: PP, PET, CopET, PE, Naylonlar vb.

Üreticiler: ABD en büyük üreticidir, Batı Avrupa ve Japonya onu izlemektedir. Bu pazarlarda en yüksek büyüme oranlı ürünler aşağıdaki gibidir:

- Çatı malzemesi
- Filtrasyon
- Jeotekstiller,
- Tarımsal giysi
- Otomotiv kumaşları
- Temizlik bezleri
- Yetişkin (kendini tutamayanlara) ürünleri

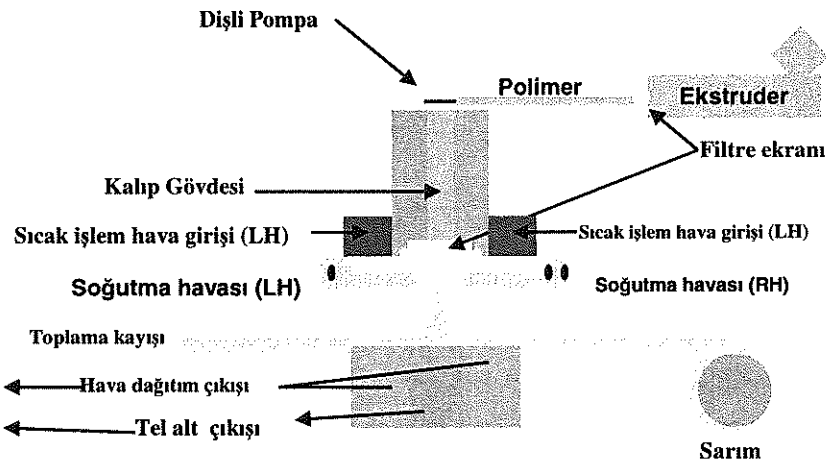
Meltblown Nedir?

Meltblown tekniği; doğrusal sıralı düzelerden yüksek hızlarda sıcak hava ile etkileşmek üzere ekstrude edilerek filamentlerin oluşturulduğu, daha sonra filamentlerin katlanarak ve soğutularak düz bir tülbent benzeri yapı oluşturmak üzere birleştirildiği tek adımlı bir işlemdir. Bu tülbentler sonra Hijyen, tıbbi ve dayanıklı nonwoven ürünlere dönüştürülmektedir.

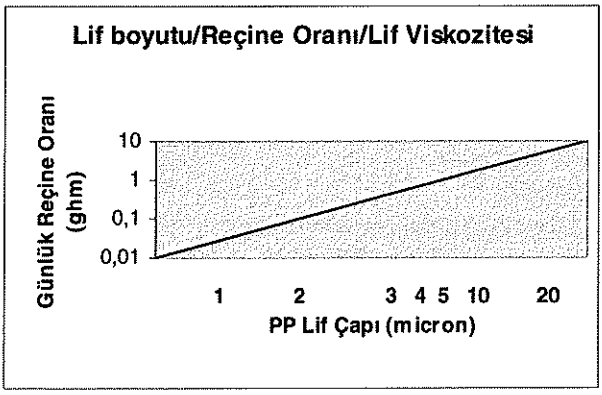


Şekil 5.

Geleneksel Meltblown konfigürasyonu ve akış diyagramı



Şekil 6.

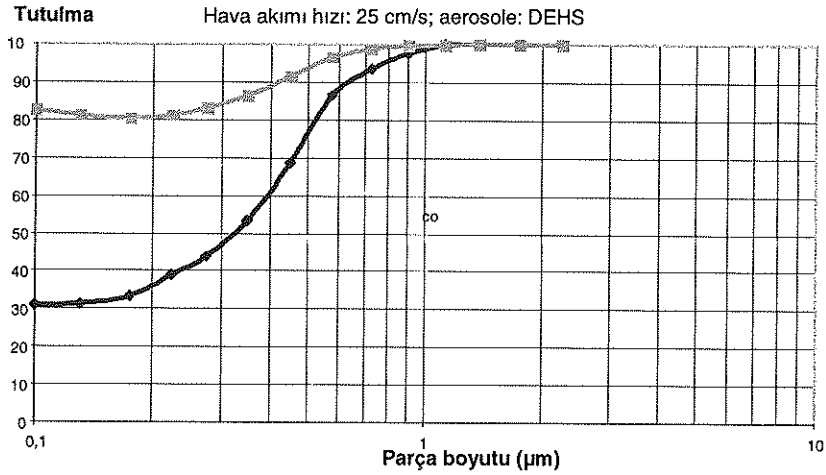


Şekil 7.

Filtrasyon Etkinliğinin gösterilmesi

HEPA Testi acc. EN 1822'ye göre, Nordson örneği

Ticari örnek= pembe (ağırlaştırılmış), Nordson



Şekil 8.

Faz dağılımlı Meltblownu kullanan düşük temel ağırlıklı sentetik HEPA filtrasyon ortamının yararları

- Tek adımlı işlem
- Kabul edilebilir verimlilik
- Azaltılmış basınç düşmesi
- Difüzyon/kesişme rejimi sola çekilmiş
- Yüksek yüzey alanı/kütle oranı
- Daha az polimer maliyeti
- Kolayca kompleks yapılara veya plaklara dönüştürülebilme özelliği
- Tek başına veya başka fonksiyonel tabakalarla lamine edilerek kullanılabilme özelliği
- Scrims, Önsüzgeç, Spunbond, Meltblown, metal ızgara, wetlaid,etc.

HEPA Karşılaştırmaları

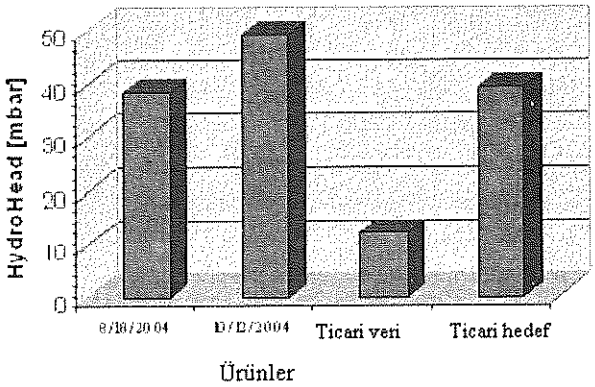
Faz dağılımlı Elektret Meltblown
Filtrasyon etkinliği %99.97
Delta P<8 mm H_2O, tercihen<5 mm
Verimlilik 30 kg/hr/metre
30 gsm 16.6 m/min.

Hijyen Uygulaması (Sadece Meltblown)

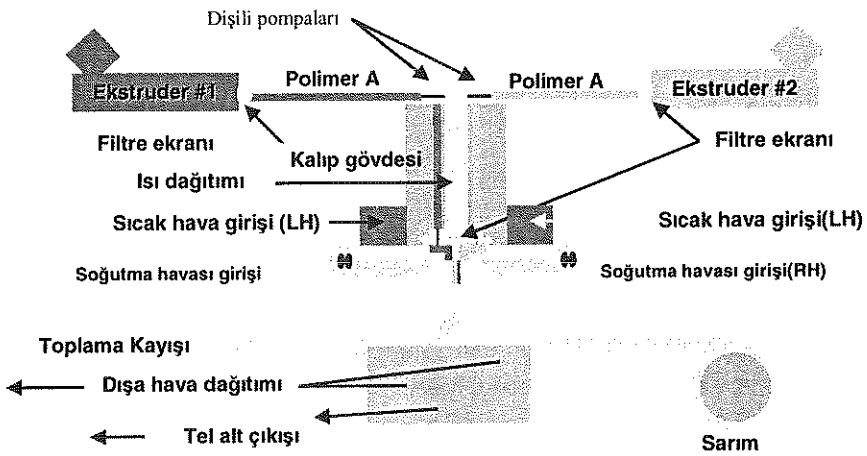
Sadece Meltblown

Daha ince (mikro) lif meltblown balya ve materyal hacmini azaltırken hidrodead'i geliştirir.

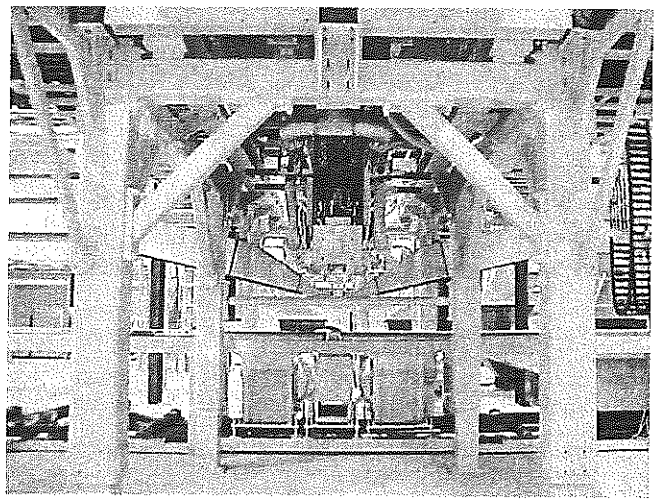
Bazı durumlarda nanofiber meltblownun SM"M"S uygulamasında kullanımı bir meltblown levendinin elimine edilmesi ile sonuçlanabilir.



Şekil 9. İki Nordson ince lif örneği aynı temel ağırlıklı (5 gsm) ticari bir ürünle karşılaştırılmıştır.



Şekil 10. Faz Dağılım Konfigürasyonu ve Akış diyagramı

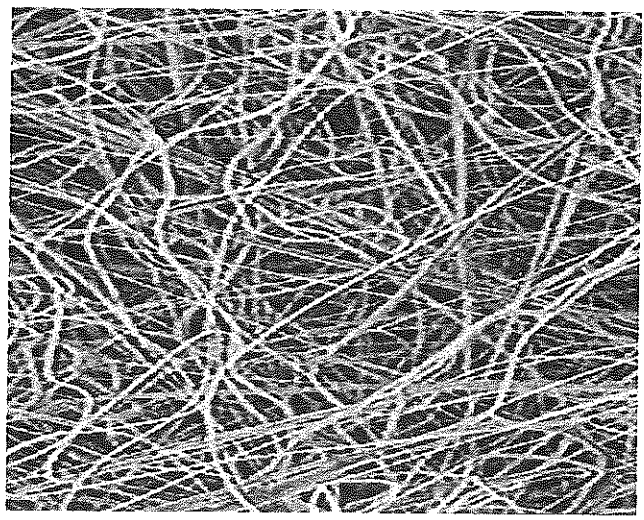


Şekil 11. Meltblown cihazının görünümü

Özellikler

Akışkan sıvı yönetimi
- Düzenli sıcaklık kontrolü
- Kaplama askı teknolojisi

Hava yönetimi
- İşlem havası
- Soğutma havası
- Dışatım havası

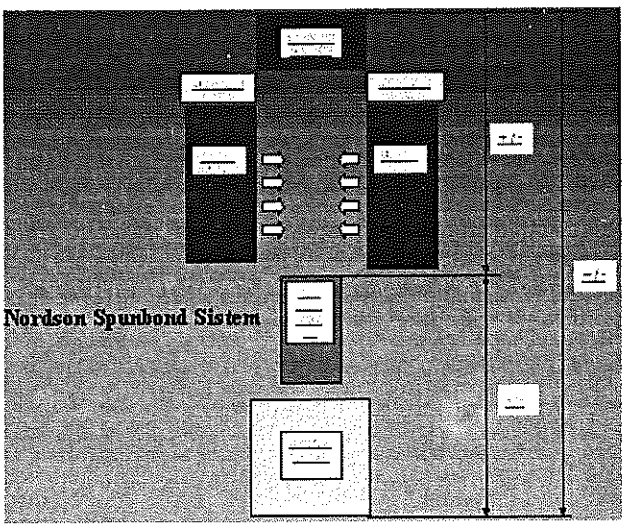


Şekil 12. Polipropilen meltblown örneği

Ortalama lif çapı: 1,95 mikron
En dar lif: 1,4 mikron
En geniş lif: 2,5 mikron

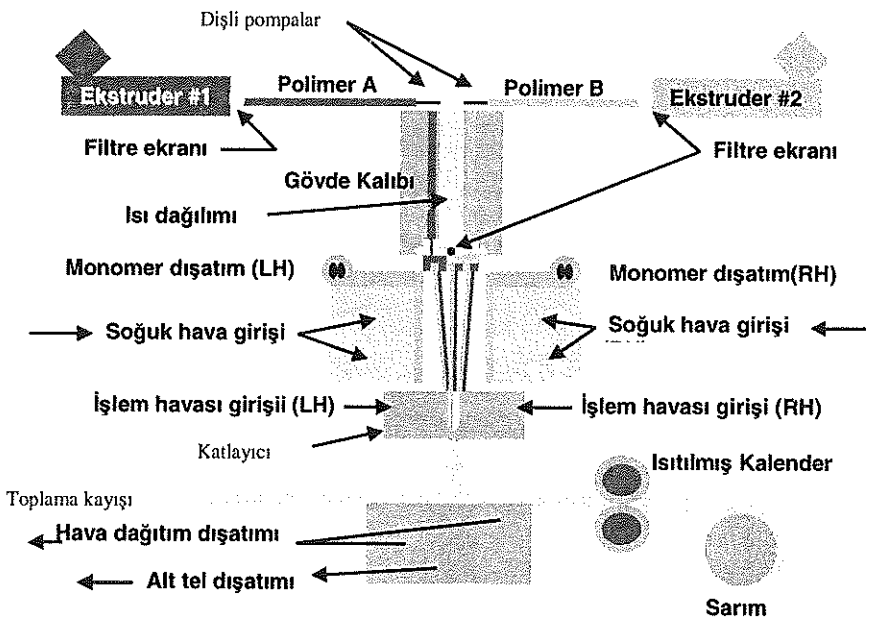
Spunbond nedir?

Spunbond, matris biçimli delikler içeren bir levha içinden polimerin ekstrude edildiği tek adımlı bir işlemdir. Lif perdesi soğutma odalarının içinden geçer ve bir hava akımıyla daha ileride aşağıya, incelen deliğin içine doğru gider. Yüksek hızlı ikinci bir hava akımı filament yönüne paralel olarak yönlendirilir. Polimer zincirlerinin bu oryantasyonu arttırılmış filament mukavemetine ve diğer özelliklere yol açar. Filamentler hareket halindeki gözenekli bir kayış üzerine rastgele bir yöntemle yatırılır, bu noktada yoğunluğu olmayan ve ürünün son kullanımı olarak tanımlanan bir yolla birleştirilmeye ihtiyaç duyan bir tülbent oluşturur.

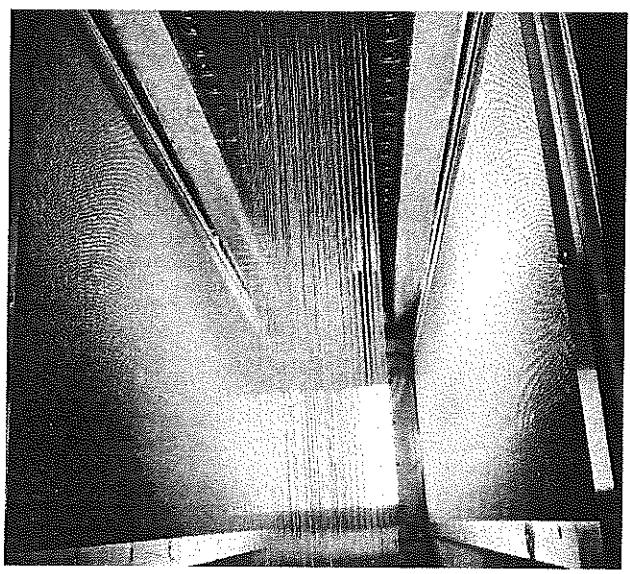


Şekil 13.

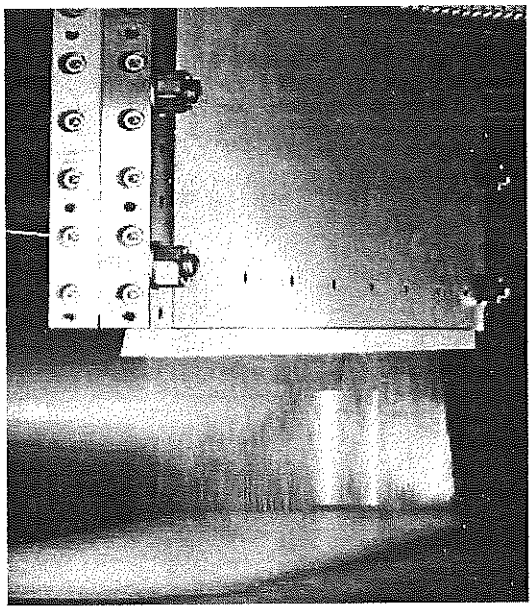
Bi-komponent Spunbond Konfigürasyonu ve Akış Diyagramı



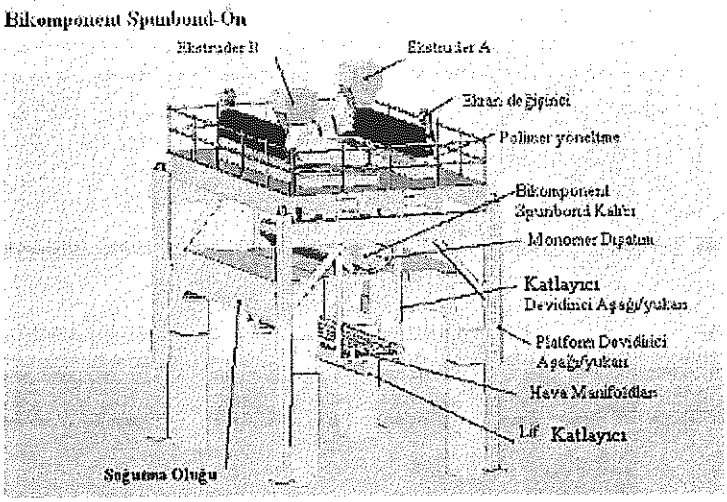
Şekil 14.



Şekil 15. Eğirme ve soğutma bölümü



Şekil 16. Spunbond katlayıcı



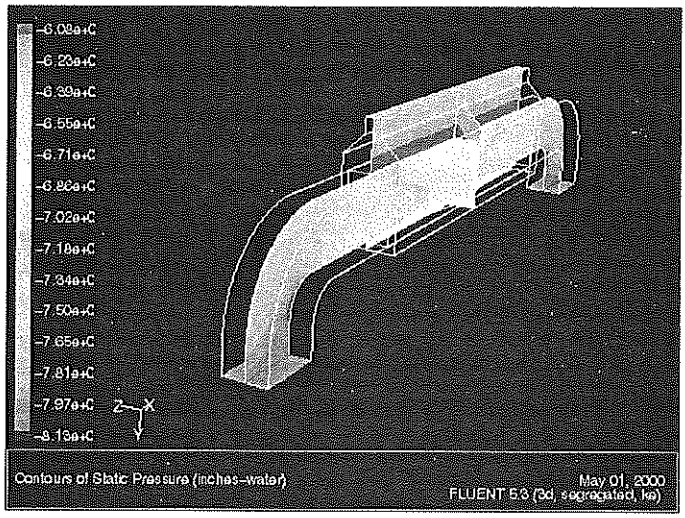
Şekil 17.

Özellikler

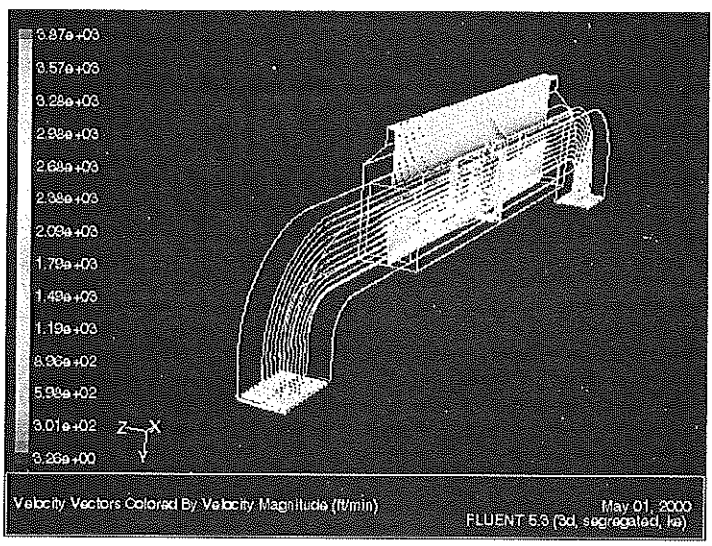
Dışatım Hava Yönetimi

Modellenmiş Bölmeli oyuklar

- Uniform Statik Basınç
- Uniform Hız



Şekil 19.

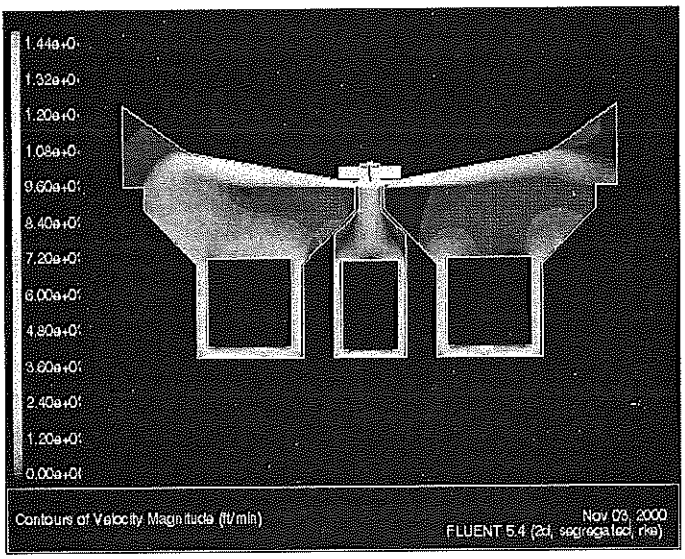


Şekil 18.

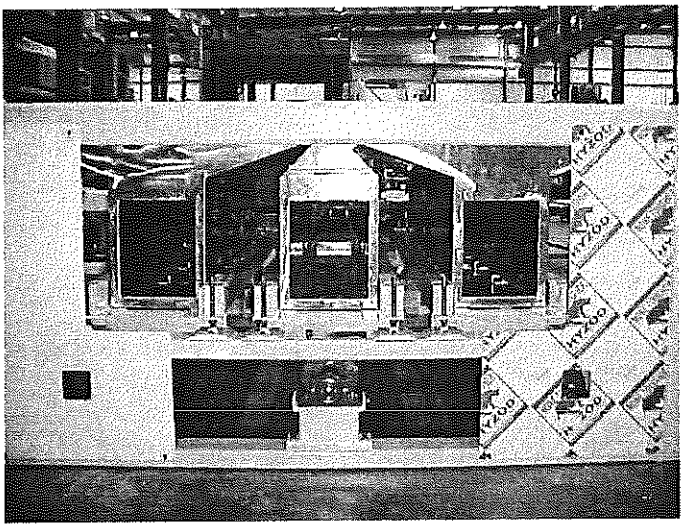
Özellikler

Dışatım Hava Yönetimi

Üniform dışatım hava uzaklaştırması sağlar



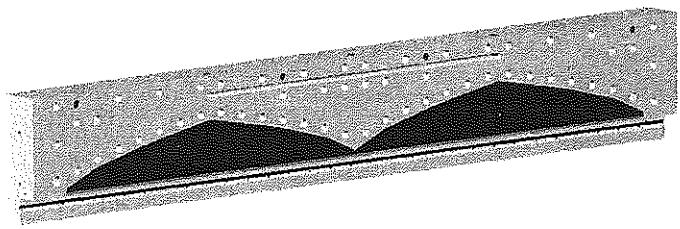
Şekil 20.



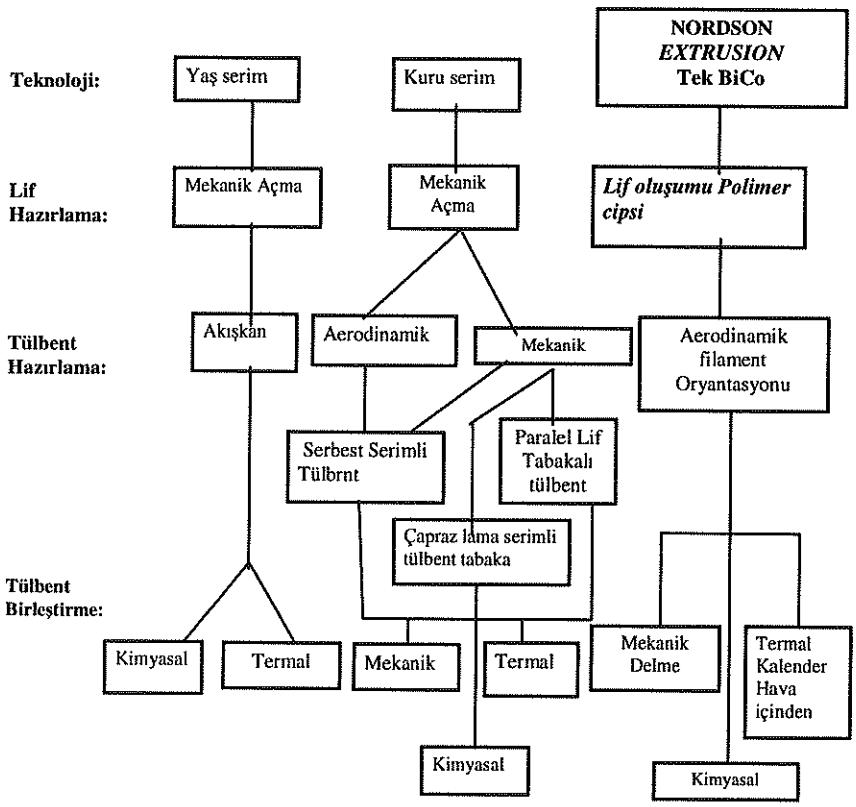
Şekil 21.

Kalıp Gövde Profili

Çoklu kaplama azaltılmış bekleme zamanı ve basınç sapmaları için tasarlanmıştır. Ölçüm pompası kalıba monte edilmiştir.

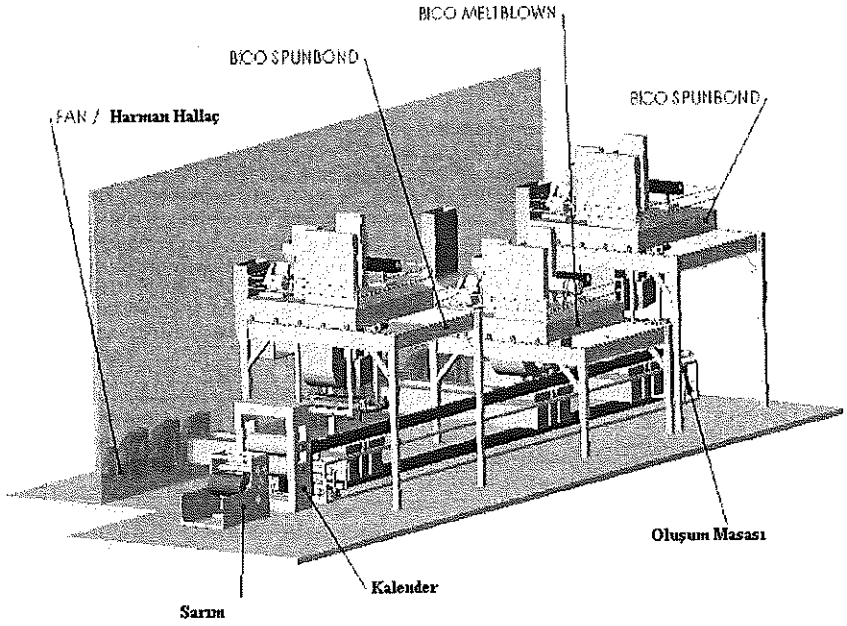


Şekil 22.

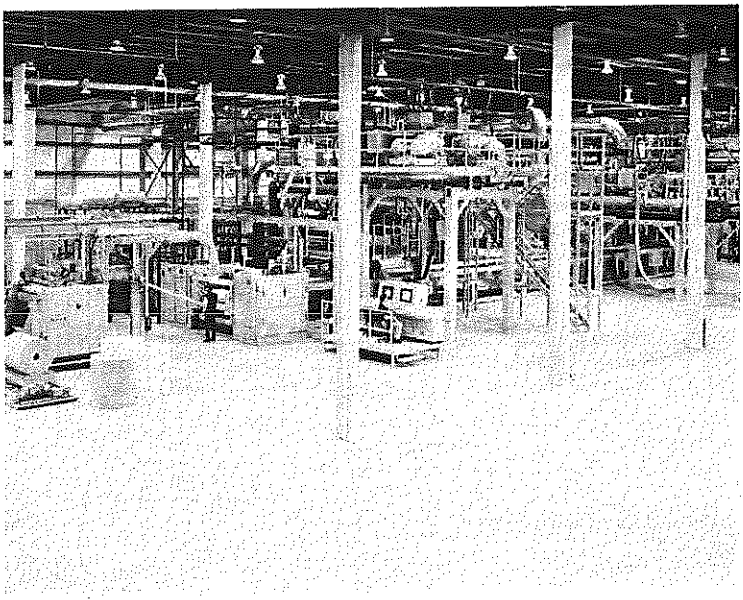


Temel Nonwoven Kumaş Üretim Sistemleri

Şekil 23.



Şekil 24.



Şekil 25. Araştırma ve geliştirme tesisi

Avantajlar

- Hammadde sağlayıcıları ve bu yönde techizatlarla birlikte, techizat üreticiliğinde geniş uzmanlık olanağı.
- Spunbond, meltblown ve kombinasyonlarında esnek techizat tasarımı.
- Mono ve bikomponent yapıların işlenmesi PP ve PE ince filamentler için 5000 m/dak.'dan büyük hızlarda yüksek filamentler için spunbond teknoloji sisanatı
- Mono-/BiKomponent ve yüksek hammadde miktarı ince lifler için meltblown teknolojisi sanatı. Filtrasyon etkinliği ve hidrohead için en iyi performans.

LASTİK KORD KUMAŞLARININ ÖZELLİKLERİ

B. YILMAZ

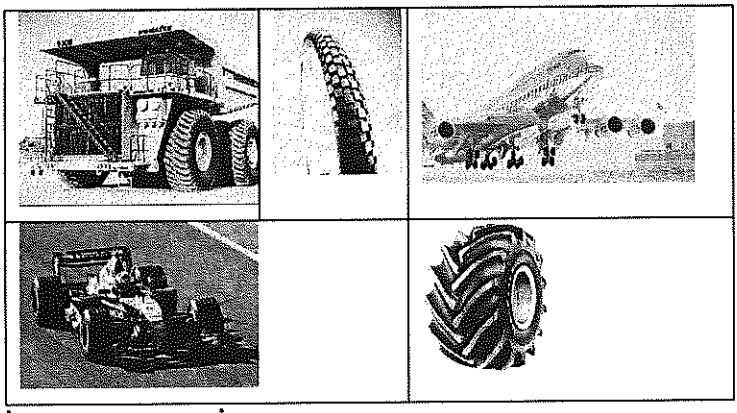
KORDSA, TURKEY

Çeviren: Musa Kılıç

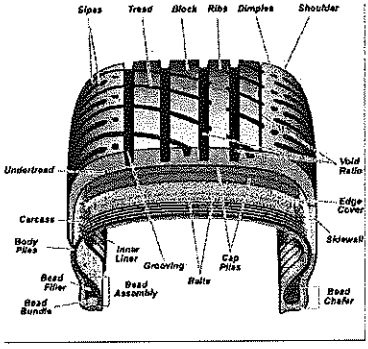
İÇİNDEKİLER

1. Lastik, Kord Kumaşı ve İplik Özellikleri
2. Kord Kumaşı Üretim Yöntemi
3. Kauçuk-Kumaş Yapışma Sistemi
4. Yapışma Test Yöntemleri
5. Ortam Koşullarının Yapışmaya Etkisi
6. Kord Kumaşın Taşınması ve Depolanması için Uyarılar
7. Sonuç

ÇEŞİTLİ LASTİKLER



TİPİK BİR RADYAL LASTİK



LASTİK, LASTİK KORD KUMAŞI, İPLİK ÖZELLİKLERİ

Lastik

Tekstil ile güçlendirilmiş kauçuk malzeme

Tipik kompozit materyaller

- Böyle bir kompozitin bütünlüğü, esas olarak güçlendirici sentetik kordlar ve kauçuk matriks arasındaki yapışmaya bağlıdır.

Kord Kumaşı

- Lastik ağırlığının % 5-10'u kord kumaşıdır.
- Kord kumaşı, paralel dizilmiş sargılardan oluşur.
- Lastiğin güçlendirici bileşenidir.
- Yük taşıyıcı elemandır.
- Hareket esnasında lastiğin sağlamlığını sağlar.

Kord Kumaşının Özellikleri

- Kopma mukavemeti
- Yorulma dayanımı
- Modül
- Kumaş-kauçuk yapışması
- Yüksek sıcaklıklarda özelliklerin korunması
- Boyut değişmezliği

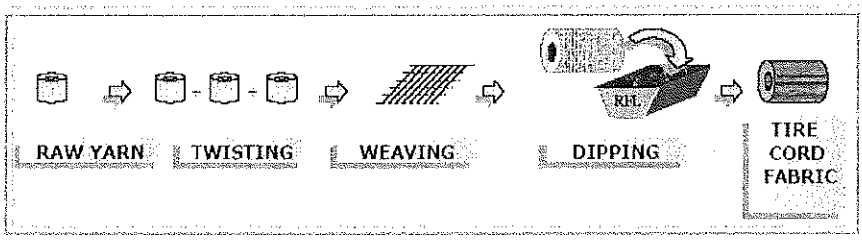
Lastik Güçlendirici Materyallerin Karşılaştırılması

Materyal	Avantaj	Dezavantaj
Rayon	Yüksek modül Boyut değişmezliği Yapışma Kord kumaş üretiminde standardizasyon	Yüksek fiyat Çevre kirliliği Düşük kopma mukavemeti Özel üretim koşulları
Poliester	Özgül mukavemet/fiyat oranı Düşük fiyat Yüksek modül	Rayona göre daha düşük modül Düşük yapışma Lastiğin yan duvarında problem
Aramid	Kopma mukavemeti Boyut değişmezliği Yüksek modül	Yüksek fiyat Yapışma Yorulma dayanımı Üretimde özel önlemler
Naylon	Yüksek kopma mukavemeti Yapışma Yorulma dayanımı	Boyut değişmezliği Yüksek uzama Düz yer

Kord Kumaşı Materyalleri

- Poliamid (Naylon) 6.6 (700–2100 dtex)
- Poliamid (Naylon) 6 (700–2100 dtex)
- Rayon (1220–2440 dtex)
- Poliester (1100–3300 dtex)
- Aramid (1100–3300 dtex)
- PVA (1200–2200 dtex)
- Cam Lifi (500–3300 dtex)

KORD KUMAŞI ÜRETİM YÖNTEMİ

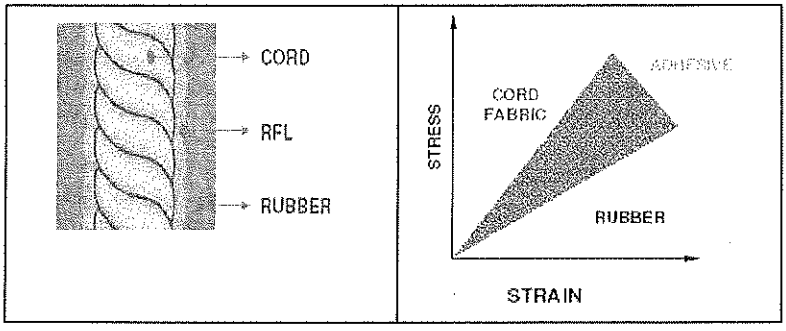


KAUÇUK-KUMAŞ YAPIŞMA SİSTEMİ

Kauçuk-kumaş yapışma sistemleri, genellikle aşağıdaki su bazlı çözeltileri içermektedir:

- **R**esorcinol
- **F**ormaldehit
- **L**ateks

Yapışma, kord kumaşı-RFL ve RFL-kauçuk arayüzeylerinde gerçekleşir.



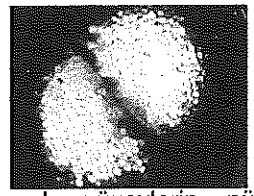
Yapışma sisteminin özellikleri:

1. Yüksek mukavemet & düşük uzama ⟶ Kord
2. Düşük mukavemet & yüksek uzama ⟶ Kauçuk
3. Faz dönüşüm tabakası ⟶ RFL yapıştırıcı

Yapışma Mekanizmaları

İki materyal arasındaki yapışma, aslında üç yolla olur:

a. **Mekanik** yapışma
b. **Fizikokimyasal** bağlanma
c. **Kimyasal** yapışma



a. **Mekanik Yapışma:** Yapışacak yüzeylerin pürüzlülüğü mekanik kilitlenmeyi artırır.

Örn. İplik, kord ve kumaş konstrüksiyonu

b. **Fizikokimyasal Bağlanma:** Hidrojen bağlarının oluşması, sentetik lifin polar grupları ve RFL arasında gerçekleşir.

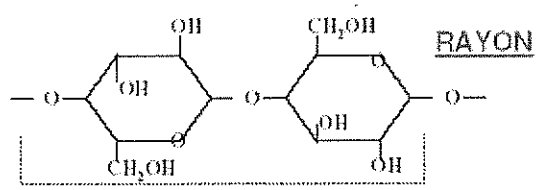
Örn. Rayon>Poliamid>Poliester

c. **Kimyasal Yapışma:** Kimyasal yapışma sentetik lifin polar grupları ve RFL yapıştırıcı arasındaki kimyasal reaksiyon ile gerçekleşir.

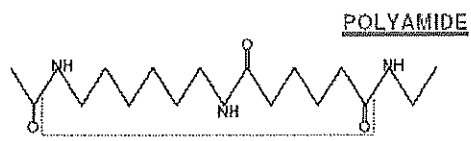
Yapıştırıcı ve lif arasındaki reaksiyonun boyutu fonksiyonel grupların reaktifliğine bağlıdır.

Örn. Hidroksil>Amid>Ester

Lifin Kimyasal Aktifliği



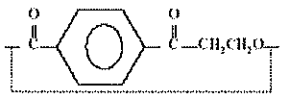
- Yüksek sıklıktaki -OH grupları (6 –OH grubu / yinelenen birim)
- RF reçinesinin metilol grupları ile rayonun –OH grupları arasındaki reaksiyon
- RFL'nin fenol grubu ve rayonun metilol grupları arasındaki hidrojen bağları



- Rayondan daha az reaktiftir, çünkü reaktif grup olan amid grubunun sıklığı daha azdır (2 amid grubu / yinelenen birim)

- Yüksek derecede polar olan amid grupları
- RFL'nin metilol grupları ve amid grupları arasında metilen köprüleri oluşturacak kimyasal reaksiyon
- RFL'nin fenol grupları ve poliamidin amid grupları arasındaki hidrojen bağları

POLYESTER

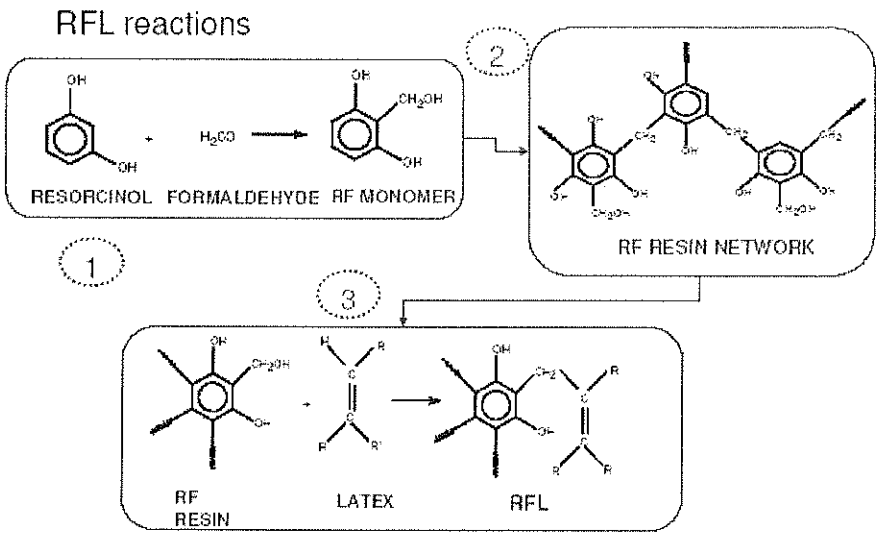


- Fonksiyonel grupların eksikliği, kimyasal reaksiyonu engeller.
- Çokaz sayıdaki –OH ve –COOH uç grupları ile kimyasal reaksiyon
- Hidrojen bağları için uygun grup bulunmaması

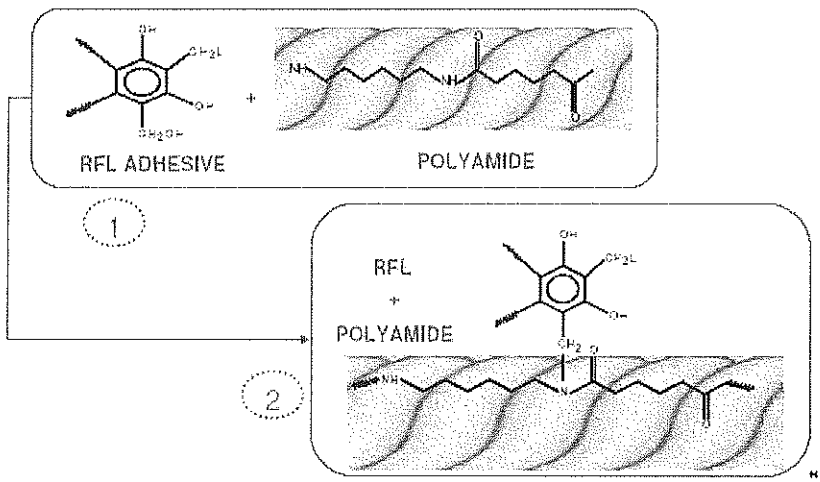
Resorcinol	Formaldehyde	Latex
R	F	L
- Has smooth reactivity with **Formaldehyde** at T_{room}	- Cross linking agent for **Resorcinol**	- Chosen according to the bonded rubber

RF kısmı ⟶ sentetik life karşı reaktif

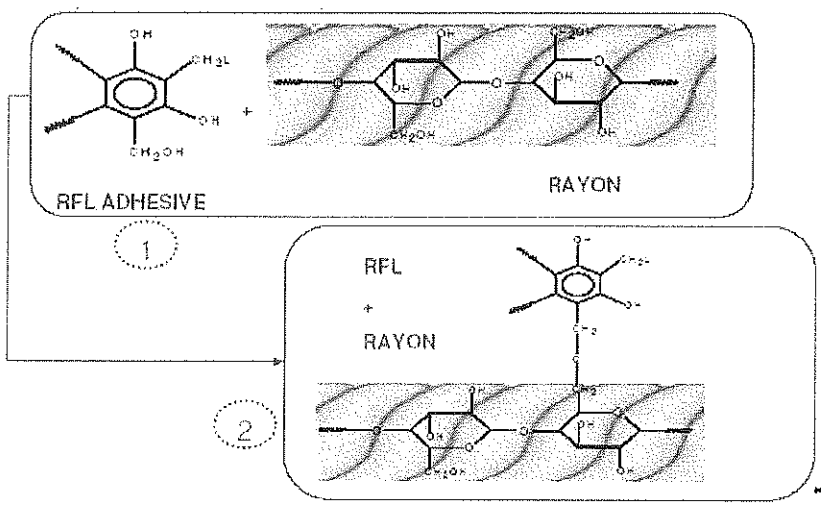
L kısmı ⟶ kauçuğa karşı reaktif



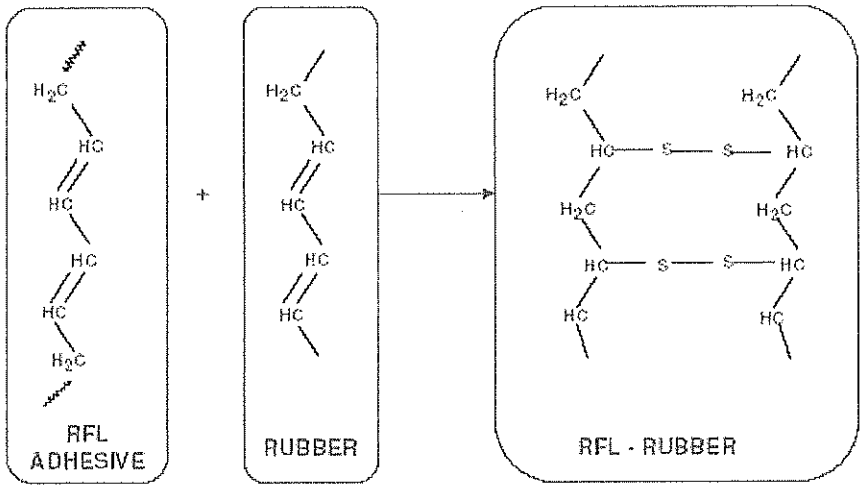
Sentetik Lif (Poliamid)-RFL Reaksiyonları



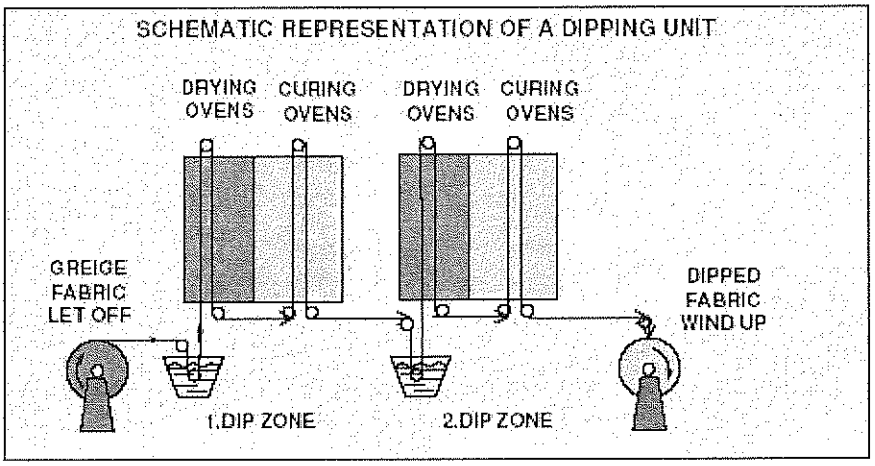
Sentetik Lif (Rayon)-RFL Reaksiyonları



RFL-Kauçuk Reaksiyonları

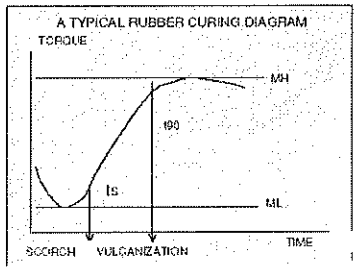


Emdirme işlemi lifin türüne ve onun özelliklerine bağlıdır.



Kauçuğun birleştirilmesi ve kondenzasyon

- Kauçuk-lateks etkileşimleri
- Kondenzasyonda kullanılan maddelerin türü
- Güçlendirici dolgular
- Makine yağları
- Hızlandırıcılar
- Homojenlik



YAPIŞMANIN TEST YÖNTEMLERİ

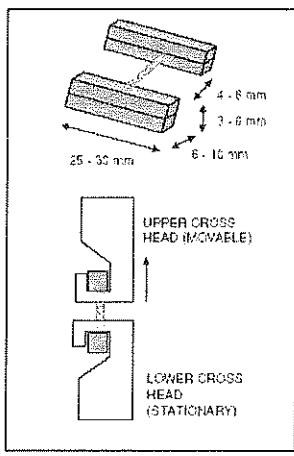
Statik yapışmanın test yöntemleri

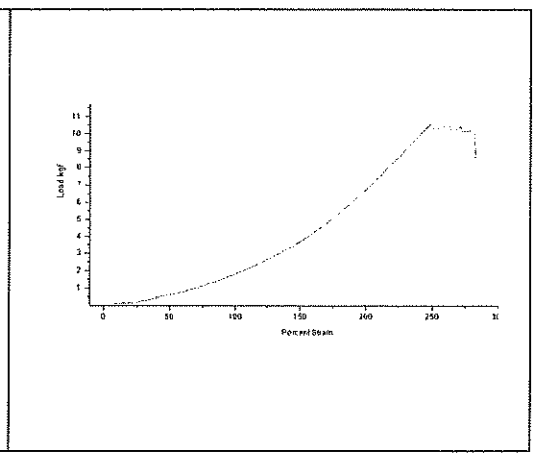
- Çekme yapışması (Pull out adhesion)
- Soyulma yapışması (Peel adhesion)

Çekme Yapışması

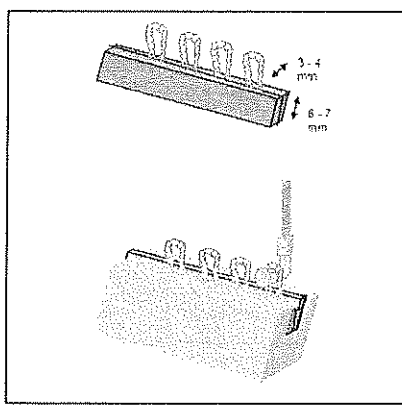
- Kordun kauçuk bloktan ayrılması için gerekli olan kuvveti ölçer.
- Ölçülen özellik, kauçuk-kord arayüzeyinde etkili olan kayma kuvvetidir.
  - H yapışma
  - U yapışma

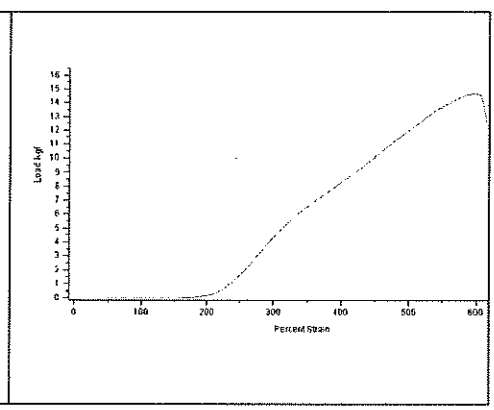
H Yapışma





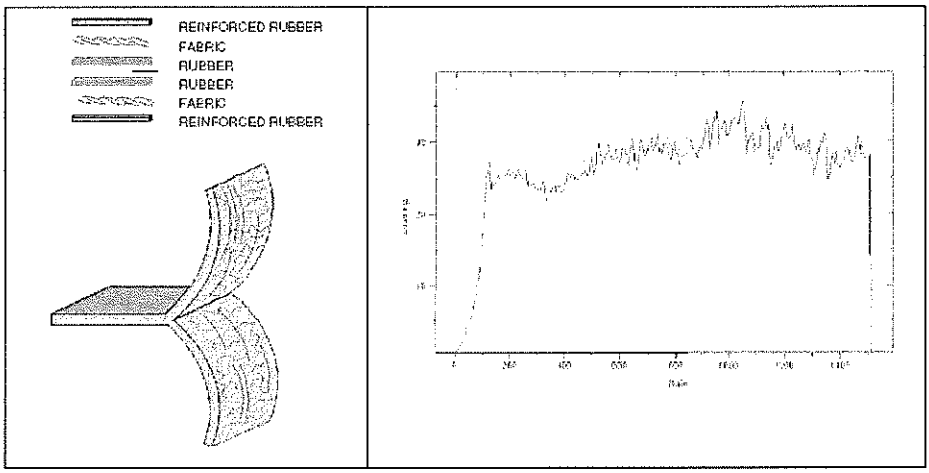
U Yapışma





Soyulma Yapışması

- Vulkanize olmuş kauçuk tabakaları arasındaki iki kumaşı ayırmak için gerekli kuvveti ölçer.



Dinamik Gerilme ve Yapışma Testi

- Yapışma, yinelenen deformasyonlar ile dereceli olarak zarar görür. Yapışmanın dinamik olarak tayini, bir sınır değere ulaşmak için yapılan deformasyon devirlerini sayarak yapılır.

DEPOLAMA KOŞULLARININ YAPIŞMANIN ESKİMESİNE ETKİSİ

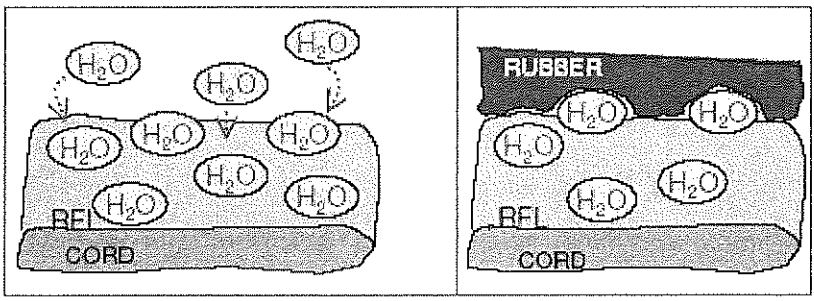
RFL emdirilmiş kordlar, uzun depolama süresi boyunca eskime sonucunda yapışma özelliklerini dereceli olarak kaybederler.

Nem, ısı, ışık, ultraviyole ışınları ve ozonun, yapışmanın zarar görmesi üzerine birbirlerinin etkilerini güçlendirici bir etkiye sahip oldukları bilinmektedir.

Eğer bir özellik zaman ile bozuluyorsa; özelliğin zamana bağlı değişimi, örneklerin eskimesinin hızlandırılması ile tahminlenebilir.

Nemin Yapışmaya Etkisi

Test Conditions	Adhesion of fabric without conditioning	Adhesion of the fabric after conditioning (at 60%RH, 60 °C, 24 hr)
Peel Adhesion (factored)	100	90 ± 6
Fabric : NYLON 66		



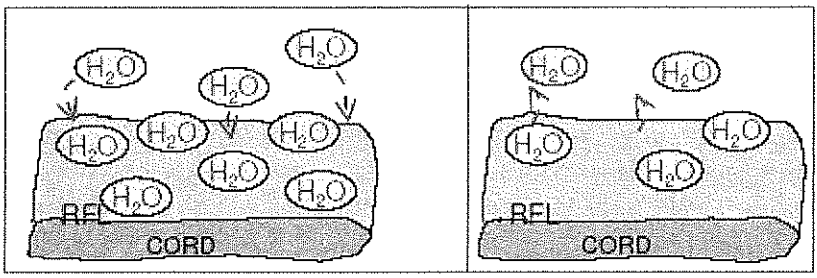
Nemli koşullarda kondüsyonlanan örnekler yapışmada bir düşüş gösterirler.

Yüzey üzerine adsorplanmış nem, kauçuk ve RFL tabakası arasına hapsolur.

Kurutmanın Yapışmaya Etkisi

Test Conditions	Adhesion of fabric after conditioning (at 50% relative humidity, 24°C, 24 hour)	Adhesion of fabric after drying (at 120C for 3 mins)
Peel Adhesion (factored)	90 ± 6	100

FABRIC : NYLON 66



Kurutulmuş kumaşlar yapışmada bir artış gösterirler.

Yüzey üzerine adsorplanmış nem, kurutma ile uzaklaşmaktadır.

Ozon Oluşumu

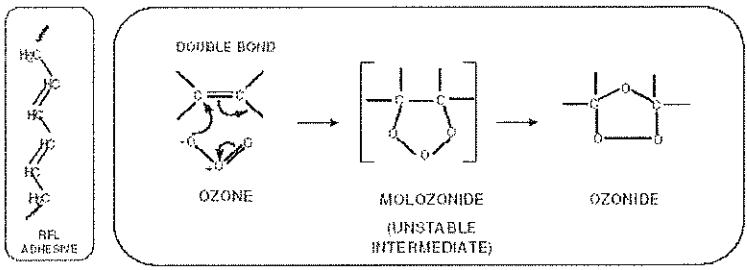
Oksijen + NO_x + VOC + UV + yüksek sıcaklık ⟶ O_3 (Ozon)

VOC'ler

Metilen Klorür ya da Diklormetan, Tetrakloreten, Trans-1,2-Dikloreten, Klorbenzen, cis-1,2-Dikloreten Etilbenzen, 1,1,1-Trikloretan, 1,3-dimetilbenzen ya da m-ksilen, 1,2-Dikloretan, 1,4-dimetilbenzen ya da p-ksilen, Benzen, Stiren, Karbon tetraklorür, 1,2-dimetilbenzen ya da o-ksilen, Trikloreten, 1,4-

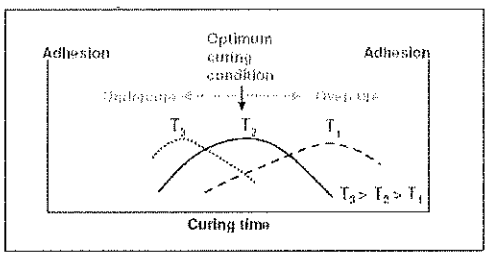
Diklorbenzen, 1,2-Diklorpropan, 1,2-Diklorbenzen, Toluen, 1,2,4-triklorbenzen, 1,1,2-Trikloretan

Ozon yapışmayı nasıl etkilemektedir?



Ozonun, yapıştırıcının çift bağını etkilemesi, ozonit oluşumuna neden olur.

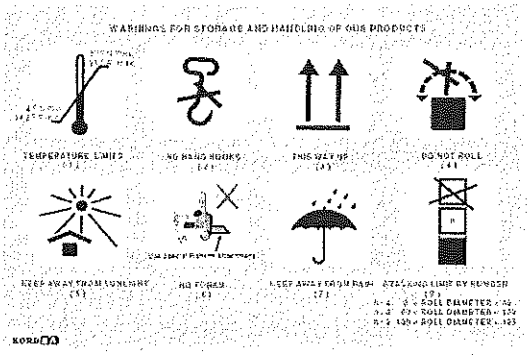
Kondenzasyonun Etkisi



Kısa işlem süresi, yetersiz yapışma ile sonuçlanmaktadır.

Uzun işlem süresi ise, kord ve RFL arasındaki yapışmayı artırabilir ama RFL ile kauçuk arasındaki yapışmanın yetersiz olmasına yol açmaktadır. Çünkü geriye kalan, kauçuk-RFL bağlanması için uygun reaktif bölgeler daha azdır.

LASTİK KORD ÜRÜNLERİNİN DEPOLANMASI VE TAŞINMASI İÇİN UYARILAR (ISO 782)



(1) Sıcaklık Limitleri: Bizim ürünlerimizin depolanması ve taşınması gereken sıcaklık sınırlarını gösterir.

(2) El Kancası Kullanılması: El kancaları bizim ürünlerimiz için yasaklanmıştır.

(3) Bu Taraf Üst: Ürünlerimizin doğru üst tarafını gösterir.

(4) Yuvarlamayınız: Ürünlerimiz yuvarlanmadan taşınmalıdır.

(5) Güneş Işığından Uzak Tutunuz: Ürünlerimiz güneş ışığına, ultraviyole ışınlarına ve neme maruz kalmamalıdır. Rulo halindeki ambalajlar işlem görecekleri zamana kadar açılmamalıdır. Eğer hepsi bir kerede işlem görmemişse, kalan kısım dikkatli bir şekilde tekrar ambalajlanmalıdır.

(6) Forklift Kullanılmaz: Froklift kullanılmalıdır.

(7) Yağmurdan Uzak Tutunuz: Yağmurdan ve diğer her tür sıvıdan, ürünlerimiz ile temas etmesini engellemek için uzak tutulmalıdır.

(8) Üst Üste Koyma Limiti: Ürünlerin birbirinin üstüne konabilecekleri maksimum sayıyı gösterir. "n" sayısı sınır sayıdır.

SONUÇ

- Lastik, kord kumaşı ve kauçuk bileşenlerinden oluşmuş bir kompozittir.
- Kord kumaşının sentetik ipliği, lastiğin türüne bağlı olarak belirlenir.
- Lastiğin performansı, yapıştırıcı tabaka özellikleri ile yakından ilgilidir. RFL tabakası, kauçuk ve kord materyali ile uyumlu olmalıdır.
- Çevresel kirliliklerin etkisi nedeniyle, kord kumaşının işlenmesi dikkatli yapılmalıdır.

GÖRÜNME ÖZELLİKLERİ YÜKSEK KUMAŞLARIN BOYANMASI VE BİTİM İŞLEMLERİ

E VARIŞ, B YILMAZ, E ÖNER

Marmara Üniversitesi, UTKAR Uluslararası Tekstil ve Konfeksiyon Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul -Türkiye

Görünme özellikleri yüksek koruyucu giysiler, tehlike potansiyeli taşıyan işlerde çalışanlar tarafından giyilmeli ve bu giysiler, kullananın her bakış açısından görünebilirliliğini sağlayacak şekilde tasarımlanmalıdır. Fluoresans zemin rengine sahip kumaşların ve retroreflektif şeritlerin sahip olması gereken minimum şartlar, EN 471:2003 standardında verilmektedir. Bu giysiler, genellikle polisler, araç kurtarma hizmeti verenler, itfaiye personeli, temizlik işçileri ve bu materyallerin kolay görünür özellikte olmasından dolayı üzerlerine dikkat çekmek isteyen diğer çalışanlar tarafından kullanılmaktadırlar. Bu giysiler, kolay görünürlük özelliklerinden dolayı koruyuculuk sağlamalı, günlük kullanımlarındaki zor çalışma koşullarına karşı dayanıklı olmalı ve kolay kullanım özelliklerine de sahip olmalıdırlar. Bu çalışmada, %100 poliester kumaşlar, C.I. Disperse Red 277 ve C.I. Disperse Yellow 184/1 fluoresans boyarmaddeleri ile boyanmışlardır. Fluoresans boyarmaddeler ile boyanmış bu kumaşlar, su iticilik/kir tutmazlık özelliği sağlayan bir madde ile de muamele edilmişlerdir. Boyanmış ve bitim işlemine uğratılmış kumaşların renk ve haslık özellikleri incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: fluoresans boyarmaddeler, görünürlüğü kolay giysiler, %100 PES boyama

1. GİRİŞ

Görünme özellikleri yüksek giysiler, genellikle polisler, araç kurtarma hizmeti verenler, itfaiye personeli, temizlik işçileri ve bu materyallerin kolay görünür özellikte olmasından dolayı üzerlerine dikkat çekmek isteyen diğer çalışanlar tarafından kullanılmaktadırlar. Bu giysiler, kolay görünürlük özelliklerinden dolayı koruyuculuk sağlamalı, günlük kullanımlarındaki zor çalışma koşullarına karşı dayanıklı olmalı ve kolay kullanım özelliklerine de sahip olmalıdırlar[1-3]. EN 471:2003 standartı, bu dikkat çekici özelliği olan giysileri üç sınıf altında toplamaktadır:

1. Sınıf: En düşük koruma seviyesini sağlar (pantolon şeritleri, koşumlar, vb.)
2. Sınıf: Orta seviyede bir koruma sağlar (kolsuz yelekler, askılar, vb.)
3. Sınıf: Yüksek seviyede koruma sağlar (Uzun kollu ceketler, tulumlar, iki parçalı giysiler, vb.)

Kromatisite değerleri, Çizelge 1'de tanımlanan alanlardan birisinin içerisinde olmalıdır ve lüminans faktörleri, Çizelge 1'de verilen minimum değerin üzerinde olmalıdır.

Tablo 1. EN 471:2003'e göre zemin ve kombine materyaller için renk gereksinimleri[1].

Renk	Kromatisite Koordinatları		Minimum Lüminans Faktörü (β_{min})
	x	y	
Fluoresans sarı	0.387 0.356 0.398 0.460	0.610 0.494 0.452 0.540	0.70
Fluoresans turuncu-kırmızı	0.610 0.535 0.570 0.655	0.390 0.375 0.340 0.345	0.40
Fluoresans kırmızı	0.655 0.570 0.595 0.690	0.345 0.340 0.315 0.310	0.25

Bu materyallerin boyanması ve bitim işlemleri hakkında literatürde çok az bilgi bulunmaktadır. Bu çalışmada, %100 poliester kumaşlar iki farklı renkteki fluoresans boyarmaddeler (C.I. Disperse Red 277 ve C.I. Disperse Yellow 184/1) ile boyanmışlardır. Bu fluoresans boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlar daha sonra bir su/kir iticilik apre maddesi ile muamele edilmişlerdir. Boyanmış ve bitim işlemine uğratılmış kumaşların renk ve haslık özellikleri incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu deneysel çalışmanın amacı, iki ticari fluoresans boyarmadde ile boyanmış %100 poliester kumaşların renk ve haslık özelliklerini incelemektir. Dolayısıyla, %100 poliester örgü kumaş (ribana, 265 g/m^2), C.I. Disperse Yellow 184/1 [Dianix Luminous Yellow 10G (DyStar)] ve C.I. Disperse Red 277 [Dianix Luminous Red G (DyStar)] ile boyama işleminde ve ayrıca bu boyarmaddelerin farklı konsantrasyonlardaki ikili karışımları ile boyamada kullanılmıştır.

Her bir boyarmadde ile %0.05, %0.1, %0.5, %1, %2 ve %3 renk şiddetlerinde, ikili boyarmadde karışımlarında ise %1 renk şiddetinde, çektirme yöntemine göre boyamalar gerçekleştirilmiştir. Boyamalar, laboratuvar tipi HT boyama makinasında (Roaches) gerçekleştirilmiştir. Numune ağırlığı, 5 g'dır ve banyo oranı 1:40'dır. 0.5 g/L Levegal DLP (Bayer) her bir banyoya ilave edilmiştir. Boyama işlemi, 50°C'da pH 5.0-5.5'da başlamıştır. 10 dakika sonra, sıcaklık 1.5°C/dk'lık sıcaklık artışıyla 130°C'a çıkartılmış ve boyama işlemi 130°C'da 30 dakika devam etmiştir. Boya banyosu, daha sonra 2°C/dk'lık soğutma hızı ile soğutulmuş ve materyal 2 g/L sodyum ditionit, 2 g/L NaOH (38°Be) ve 0.5 g/L Levegal DLP içeren bir banyo ile 75°C'da 25 dakika redüktif yıkama işlemine uğratılmıştır. Numune daha sonra sıcak su ve soğuk su ile durulanmıştır.

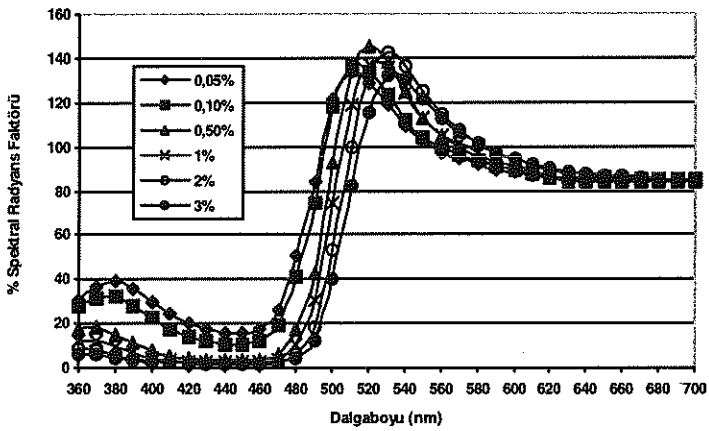
Bir diğer çalışmada, %100 PES mikroelyaf dokuma kumaş (119 g/m^2), C.I. Disperse Yellow 184/1 ile boyanmış ve bir su/kir iticilik apre maddesi ile [Setapret FC (Setaş Kimya)] fulardlama ve fiksaj işlemine uğratılmıştır. Apre maddesinin ve işleminin fluoresans boyarmadde ile boyanmış kumaşın renk özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Renk ölçümleri, boyamaların tekrarlanabilirlikleri ve haslık özelliklerine (yıkama, lekeleme, sürtme, süblimasyon ve ışık haslıklarına) ait testler gerçekleştirilmiş ve renkler, EN 471:2003 standartında verilen kromatisite koordinatları ve lüminans faktörlerine göre değerlendirilmiştir.

3. SONUÇLAR

3.1 Fluoreans Boyarmaddeler İle Boyanış Materyallerin Renk Özellikleri

C.I. Disperse Yellow 184:1, C.I. Disperse Red 277 ve bu boyarmaddelerin karışımları ile gerçekleştirilen Dalgaboyu - %SRF grafikleri Şekil 1-3'de ve boyanmış numunelerin CIELab değerleri Çizelge 2-4'de verilmiştir. %SRF değerleri, Datacolor SF 600+ spektrofotometre ile, fluoresans materyalin özelliğinden kaynaklanabilecek muhtamel ölçüm hatalarını en aza indirmek üzere literatürde[4,5] önerilen şekilde USAV ölçüm plakası (Ultra Küçük Alan Plakası, 6.6 mm aydınlatılan alan) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. CIELab değerleri, D65 ışık kaynağı ve 2° Gözlemci değerleri ile hesaplanmıştır. Boyanmış materyallerin lüminans faktörleri, EN 471:3002 standardına uygun olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. C.I. Disperse Yellow 184/1 ile boyanmış kumaşların dalgaboyu-%SRF grafikleri.

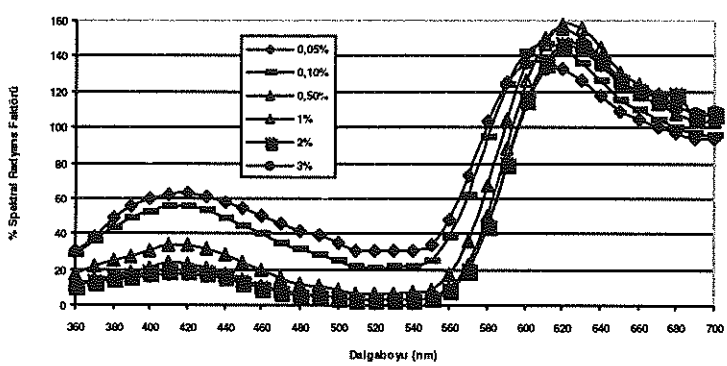
Tablo 2. C.I. Disperse Yellow 184/1 ile boyanmış kumaşların CIELab değerleri (D65/2°).

% BM	CIE Renk Koordinatları					Lüminans Faktörü (β)
	L*	a*	b*	C*	h	
0.05	99.84	-38.43	65.83	76.23	120.27	0.99
0.1	100.49	-40.84	76.36	86.59	118.14	1.01
0.5	101.48	-46.23	101.65	111.66	114.46	1.03
1.0	100.73	-41.97	108.59	116.42	111.13	1.01
2.0	101.95	-40.03	117.69	124.31	108.78	1.05
3.0	100.18	-33.59	119.36	124.00	105.72	1.00

Tablo 2. C.I. Disperse Yellow 184/1 ile boyanmış kumaşların CIELab değerleri (D65/2°) **(Devamı)**

% BM	CIE Renk Koordinatları					Lüminans Faktörü (β)
	X	Y	Z	x	y	
0.05	74.43	99.59	32.67	0.36	0.48	0.99
0.1	74.61	101.26	26.25	0.37	0.50	1.01
0.5	74.08	103.88	13.99	0.39	0.54	1.03
1.0	74.57	101.90	10.83	0.40	0.54	1.01
2.0	78.12	105.13	8.56	0.41	0.55	1.05
3.0	77.52	100.46	7.22	0.42	0.54	1.00

EN 471:2003 standardına göre, sarı renkte boyanmış bir materyalin minimum lüminans faktörü, 0.7 olmalıdır. Boyanmış materyaller, bu değerden daha büyük lüminans faktörlerine sahip olduklarından standardın gereksinimlerini karşılamaktadırlar.



Şekil 2. C.I. Disperse Red 277 ile boyanmış kumaşların dalgaboyu-%SRF grafikleri.

Tablo 3. C.I. Disperse Red 277 ile boyanmış kumaşların CIELab değerleri (D65/2°).

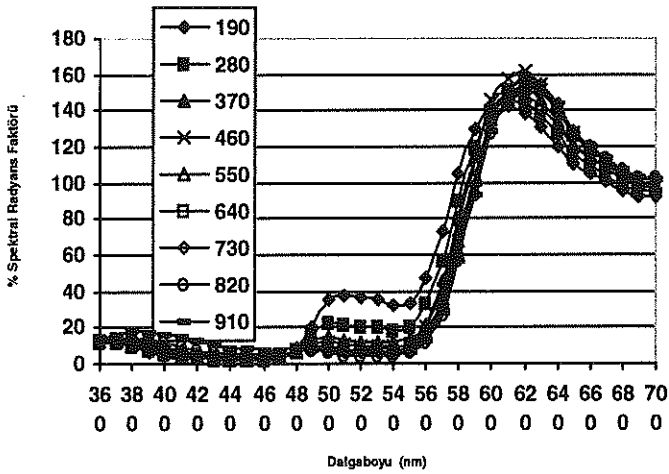
% BM	CIE Renk Koordinatları					Lüminans Faktörü (β)
	X	Y	Z	x	y	
0.05	88.83	66.99	55.89	0.42	0.32	0.66
0.1	87.58	61.34	45.95	0.45	0.31	0.61
0.5	77.44	46.65	23.74	0.52	0.32	0.46
1.0	71.04	40.20	14.52	0.56	0.32	0.40
2.0	65.60	36.87	12.88	0.57	0.32	0.36
3.0	64.31	36.17	12.45	0.57	0.32	0.36

Tablo 3. C.I. Disperse Red 277 ile boyanmış kumaşların CIELab değerleri (D65/2°). (devamı)

% BM	CIE Renk Koordinatları					Lüminans Faktörü (β)
	L*	a*	b*	C*	h	
0.05	85.50	51.36	14.86	53.46	16.14	0.66
0.1	82.56	61.74	19.92	64.87	17.88	0.61
0.5	73.96	79.24	34.73	86.52	23.67	0.46
1.0	69.61	84.76	45.43	96.17	28.19	0.40
2.0	67.18	83.37	45.23	94.85	28.48	0.36
3.0	66.65	82.71	45.42	94.36	28.77	0.36

EN 471:2003 standardına göre, kırmızı renkte boyanmış bir materyalin minimum lüminans faktörü, 0.25 olmalıdır. Boyanmış materyaller, bu değerden daha büyük lüminans faktörlerine sahip olduklarından standardın gereksinimlerini karşılamaktadırlar.

Kumaş ayrıca C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Disperse Red 277 boyarmaddelerinin karışımları ile de boyanmıştır. EN 471:2003 standardına göre, turuncu-kırmızı renkte boyanmış bir materyalin minimum lüminans faktörü, 0.4 olmalıdır ve bu boyanmış materyaller, istenilen değerden daha büyük lüminans faktörlerine sahiptirler. Renk şiddeti %1'dir ve boyanmış kumaşlar, ilk rakam kırmızı boyarmaddenin ikinci rakam ise sarı boyarmaddenin ve üçüncü rakam da mavi boyarmaddenin fraksiyonel miktarlarını verecek şekilde "190", "280", vb. olarak kodlanmıştır. Örneğin, "190", %0.1 e.a.ü. kırmızı, %0.9 e.a.ü. sarı ve %0 e.a.ü. mavi boyarmaddelerin bir karşımı ile boyanmış kumaşı temsil etmektedir.



Şekil 3. C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Disperse Red 277 boyarmaddelerinin karışımları ile boyanmış kumaşların dalgaboyu-%SRF grafikleri.

Tablo 4. C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Disperse Red 277 boyarmaddelerinin karışımları ile boyanmış kumaşların CIELab değerleri (D65/2°).

Kod (*)	CIE Renk Koordinatları					Lüminans Faktörü (β)
	L*	a*	b*	C*	h	
"190"	85.63	37.93	98.13	105.20	68.87	0.67
"280"	80.16	53.46	93.20	107.45	60.16	0.56
"370"	77.04	64.94	90.17	111.12	54.24	0.51
"460"	76.21	70.55	89.68	114.10	51.81	0.50
"550"	73.29	70.60	83.49	109.34	49.78	0.45
"640"	73.13	74.27	80.95	109.86	47.47	0.45
"730"	72.27	76.68	78.75	109.92	45.76	0.44
"820"	70.45	77.93	71.54	105.79	42.55	0.41
"910"	71.04	78.02	61.09	99.09	38.06	0.42

(*) %1 e.a.ü. toplam bm; "190"kodu için örnek = 0.1% kırmızı + 0.9% sarı + 0% mavi boyarmadde.

3.2 Fluoresans Boyarmaddeler İle Boyanmış Materyallerin Renk Haslıkları

Boyanmış materyallerin, yıkama, lekeleme, sürtme ve sıcak presleme renk haslık testleri ISO 105-C06, ISO 105-X12 ve TS 472 standartlarına göre yapılmıştır.

3.2.1 Yıkama ve Lekeleme Renk Haslığı Test Sonuçları

Boyanmış kumaşların yıkama ve lekeleme renk haslığı test sonuçları Çizelgele 5-9'da verilmiştir.

Tablo 5. C.I. Disperse Yellow 184/1 ile boyanmış kumaşların yıkama haslığı sonuçları (D65/10°).

% BM	Renk Değişimi	CIELab Renk Farklılığı			
		DE*	DL*	DC*	DH*
0.05	3	5.515	-3.755	-4.037	-0.124
0.1	3	3.999	-3.476	-1.904	0.536
0.5	3-4	2.690	-2.416	-0.007	-1.185
1.0	3	3.838	-3.285	-1.907	-0.550
2.0	4	2.432	-1.535	-1.723	0.766
3.0	4	1.707	-1.241	-1.068	0.482

Tablo 6. C.I. Disperse Red 277 ile boyanmış kumaşların yıkama haslığı sonuçları (D65/10°).

% BM	Renk Değişimi	CIELab Renk Farklılığı			
		DE*	DL*	DC*	DH*
0.05	4-5	1.546	-0.895	-1.233	-0.262
0.1	4-5	1.710	-0.978	-1.312	-0.495
0.5	4-5	0.854	-0.692	-0.041	-0.498
1.0	4-5	0.997	-0.809	-0.246	-0.529
2.0	4-5	1.602	-0.706	-0.826	-1.177
3.0	4-5	1.756	-0.779	-1.121	-1.105

Tablo 7. C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Disperse Red 277 ile boyanmış kumaşların lekeleme haslığı sonuçları (D65/10°)

% BM	Yellow 184/1	Red 277
0.05	4-5	4-5
0.1	4-5	4-5
0.5	3	4-5
1.0	4	3-4
2.0	2-3	3
3.0	2-3	3-4

Tablo 8. C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Disperse Red 277 boyarmaddelerinin karışımları ile boyanmış kumaşların renk haslığı sonuçları (D65/10°).

Boyamanın Kodu	Renk Değişimi	CIELab Renk Farklılığı			
		DE*	DL*	DC*	DH*
"190"	4	4.127	0.368	-3.102	2.697
"280"	5	1.045	0.221	1.011	0.149
"370"	5	0.926	0.320	0.764	-0.413
"460"	4-5	2.525	-0.952	-2.155	0.909
"550"	4-5	1.237	-0.014	-0.961	0.779
"640"	4-5	0.868	-0.413	-0.608	0.462
"730"	4	2.570	-1.374	-2.151	0.304
"820"	4-5	1.122	-1.008	-0.241	-0.428
"910"	4-5	1.000	-0.729	-0.554	-0.402

(*) %1 e.a.ü. toplam bm; "190"kodu için örnek = 0.1% kırmızı + 0.9% sarı + 0% mavi boyarmadde.

Tablo 9. C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Disperse Red 277 boyarmaddelerinin karışımları ile boyanmış kumaşların lekeleme haslığı sonuçları (D65/10°).

Boyamanın Kodu	Lekeleme
"190"	3
"280"	3-4
"370"	3
"460"	4-5
"550"	3-4
"640"	4
"730"	4
"820"	3-4
"910"	3-4

3.2.2 Sürtme Haslığı Test Sonuçları

Yaş ve kuru sürtme haslığı test sonuçları Çizelge 10-12'de verilmiştir.

Tablo 10. C.I. Disperse Yellow 184/1 ile boyanmış kumaşların sürtme haslığı test sonuçları (D65/10°).

% BM	Sürtme Haslığı			
	Kuru-en	Kuru-boy	Yaş-en	Yaş-boy
0.05	5	5	5	5
0.1	5	5	5	5
0.5	5	5	5	5
1.0	5	5	5	4-5
2.0	5	5	5	4-5
3.0	5	5	5	4

Tablo 11. C.I. Disperse Red 277 ile boyanmış kumaşların sürtme haslığı test sonuçları (D65/10°).

% BM	Sürtme Haslığı			
	Kuru-en	Kuru-boy	Yaş-en	Yaş-boy
0.05	5	5	5	5
0.1	5	5	5	5
0.5	5	5	5	5
1.0	5	4-5	5	5
2.0	4-5	4-5	5	4-5
3.0	4-5	4-5	5	4-5

Tablo 12. C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Disperse Red 277 boyarmaddelerinin karışımları ile boyanmış kumaşların sürtme haslığı sonuçları (D65/10°).

Boyamanın Kodu	Sürtme Haslığı			
	Kuru-en	Kuru-boy	Yaş-en	Yaş-boy
"190"	5	5	5	4-5
"280"	5	5	5	4-5
"370"	5	5	5	4-5
"460"	5	5	5	5
"550"	5	5	5	5
"640"	5	5	5	5
"730"	5	4-5	5	5
"820"	5	4-5	5	4-5
"910"	5	4-5	5	4-5

3.2.3 Sıcak Presleme Haslığı Test Sonuçları

Boyanmış kumaşların kuru, nemli ve yaş sıcak preslemeye karşı renk haslıklarına ait sonuçlar Çizelge 13-14'de verilmiştir.

Tablo 13. Boyanmış kumaşların sıcak preslemeye karşı renk haslık sonuçları (D65/10°).

% BM	C.I. Disperse Yellow 184/1			C.I. Disperse Red 277		
	Kuru	Nemli	Yaş	Kuru	Nemli	Yaş
0.05	4-5	5	4-5	4-5	4-5	4-5
0.1	4-5	5	4-5	5	4-5	4-5
0.5	4-5	4-5	4-5	4-5	5	4-5
1.0	4	5	4-5	5	4-5	4-5
2.0	4-5	5	4-5	5	5	4-5
3.0	3	5	4-5	5	5	4-5

Tablo 14. C.I. Disperse Yellow 184/1 ve C.I. Dispersə Red 277 boyarmaddelerinin karışımları ile boyanmış kumaşların sıcak presleme haslığı sonuçları (D65/10°).

Boyamanın Kodu	Kuru	Nemli	Yaş
"190"	4-5	4-5	4-5
"280"	4-5	4-5	4-5
"370"	4-5	5	4-5
"460"	4-5	4-5	4-5
"550"	5	4-5	4-5
"640"	5	4-5	4-5
"730"	5	5	4-5
"820"	5	4-5	4-5
"910"	5	4-5	4-5

3.3 C.I. Disperse Yellow 184/1 ile Boyanmış Kumaşın Su/kir İticilik Apresi

%100 PES mikroelyaf dokuma kumaş (119 g/m^2), önce C.I. Disperse Yellow 184/1 boyarmaddesi ile yukarıda anlatıldığı şekilde çektirme metoduna göre boyanmış ve daha sonra bir su/kir iticilik apre maddesi (Setapret FC [Setaş]) ile muamele edilmiştir. Apre işlemi için, laboratuvar tipi fulard (Roaches), alınan flotte değeri %40-50 olacak şekilde kullanılmıştır. Kumaş daha sonra kurutulmuş ve 160-170°C'da 30 s süre ile bir laboratuvar tipi gergefli kurutucuda (Benz) fikse edilmiştir. Su/kir iticilik işlemi görmüş kumaşlar, TS 259'a göre test edilmiştir.

Tablo 16. TS 259'a göre su iticilik apresinin değerlendirilmesi.

İşlem görmüş kumaş	İşlem görmemiş kumaş
100	0
Yüzeyde yapışma veya ıslatma yok	Alt ve üst yüzeyler tamamiyle ıslanmıştır

İşlem görmüş kumaş, mükemmel su/kir iticilik apre özelliğine sahiptir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, %100 poliester kumaş fluoresans boyarmaddeler ile boyanmış ve bu boyanmış materyallerin renk ve haslık özellikleri çalışılmıştır. Boyanmış kumaşların yaş haslıkları ve sıcak presleme haslıkları oldukça iyi olup, pek çoğu "4"-"4-5" gri skala değerlerine sahiptir. Renkler, EN 471 standardının gereksinimlerini karşılamaktadır. Apre maddesinin uygulanması renk değerlerini kötüleştirmemiştir. Işık haslığı testleri, James H Heal ışık haslığı test cihazında ayrıca gerçekleştirilmiş olup, bu materyallerin ışık haslık değerleri, materyallerin 40°C'da ksenon ışık kaynağına 365 saat maruz bırakılması sonrasında kötüleştiği görülmüştür. Bu sonuçlar detaylı olarak başka bir yerde yayınlanacaktır[3].

Fluoresans boyarmaddeler ile boyanmış materyallerin renk özelliklerinin değerlendirilmesi, ışık haslıklarının geliştirilmesi ve renk eşleme işlemlerine ait çalışmalar sürdürülmektedir.

KAYNAKLAR

1. BSI, "BS EN 471:2003, High-visibility warning clothing for professional use – Test methods and requirements", 2004.
2. Szuster L, Kazmierska M, Krol I, "Fluorescent Dyes Destined for Dyeing High-Visibility Polyester Textile Products", Fibres & Textiles in Eastern Europe, January/March, 2004, Vol.12, No: 1 (45), p. 70-75.
3. Varış E, "Use of Fluorescent Dyes in Textile Materials", MSc Thesis, Marmara University, Institute of Applied Sciences, Supervised by Prof.Dr. Erhan ÖNER, 2005 (To be published).
4. Berns R., "Principles of Color Technology", 3rd Ed., John Willey & Sons, 2000.
5. Sprinsteen A., "Introduction to measurement of color of fluorescent materials", Analytica Chimica Acta, 380, 1999, p.183-199.

Teşekkür

Yazarlar, DyStar (Türkiye), SPOT A.Ş., Clariant (Türkiye) ve Setaş Kimya A.Ş.'ye bu çalışmada kullanılan boyarmaddelerin ve yardımcı maddelerin temininden dolayı teşekkür eder.

Adres: Prof. Dr. Erhan ÖNER, Marmara Üniversitesi, UTKAR Uluslararası Tekstil ve Konfeksiyon Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Göztepe-İstanbul/Türkiye, 34722,

e-posta: eoner@marmara.edu.tr, Tel.: +90 216 3498914, Faks: +90 216 3496111

DOKUMA TEKSTİLLERDEN OLUŞAN TABAKALI KOMPOZİTLERİN NÜMERİK ANALİZİ

İ. KAYNAK[1], M. SARIKANAT[2]

[1]Dumlupınar University, Technical Education Faculty, Simav, Kütahya, TURKEY.
[2]Ege University, Department of Mechanical Engineering, Bornova, İzmir, TURKEY.

Tek yönlü ve dokuma tekstillerden oluşan tabakalı kompozitlerinin çarpma koşulları altındaki fiziksel davranışları incelenmiştir. Çok sayıda araştırmacı, malzeme özelliklerini ve sistem mekanizmasını tanımlamak için çalışmalar yürütmüştür ve bu tür tabakalı tekstillerin çarpma koşullarındaki çalışması önemlidir. Bu araştırmada, farklı tiplerdeki tabakalı tekstil kompozitler üç boyutlu olarak modellenmiştir. Dokuma ve tek yönlü tabakalı plak kompozitler cam-epoxy ile açıları farklı katlarda yapılmıştır. Sonlu Elemanlar Metodu (FEM) ve deneysel çözümler, sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Her bir fiziksel davranış detaylı biçimde tanımlanmış ve sürekli mükemmele ulaşmak ilgisiyle daha sonraki incelemeler için belirtilmiştir.

Anahtar sözcük: Dokuma cam fiberler, Tekstil kompozitler, Çarpma davranışı, FEM analizi.

AKILLI LİFLERLE ÜRETİLMİŞ TEKSTİLLERİN TEKSTİL TASARIMI KAPSAMINDA ESTETİK VE FONKSİYONEL NİTELİKLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

H. HALAÇELİ, N. ÖNLÜ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil Bölümü, İzmir –Türkiye

ÖZET

II. Dünya Savaşı'nın ardından savaş dönemindeki yaraların sarılması ve dünya çapında bozulan ekonominin yeniden yapılanması sürecinde iletişim, biyoteknoloji ve uzay araştırmalarını kapsayan teknolojik gelişmeler, toplumsal alanda sanayi toplumundan günümüzde de etkin olan bilgi toplumuna geçiş sürecinin yaşanmasına neden olmuştur. Bilgi toplumunda, çalışma süresi uzarken, bireyin ihtiyaçları değişmiş, üründen beklentileri farklılaşmıştır. Bu doğrultuda endüstriyel üretim süreçlerinde farklılıklar yaşanmış, üründen dayanıklılık, uygun fiyat ve birden fazla fonksiyona sahip olma gibi nitelikler beklenmeye başlamıştır. Gelişmiş ülkelerde emek yoğun endüstrilerden bilgi yoğun endüstrilere doğru bir eğilim yaşanırken, bilgi toplumunda nitelikli işgücü öne çıkmış, bilginin yayılması kolaylaşırken, sosyal alanda bireyselliğin yerini sosyal faydalar almıştır. Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş sürecinde, sanayi toplumunun getirdiği çevre kirliliği gibi sorunlar önem kazanırken; üretimde doğa ile uyum, geri dönüşüm ve kaynakların tasarrufu gündeme gelmiştir. Bilgi toplumunda bilginin ve iletişimin önemi artmış, doğa ile ilgili bilimler ve doğanın taklit edilmesi, doğadan ilham alınması tasarım ve teknoloji açısından alışılmadık olmaktan çıkmıştır. Doğanın ilham alındığı Biyoteknoloji çalışmalarının ışığında doğada yaşayan tek hücreli canlı yapıların ışık, mekanik, ısıl, kimyasal, elektriksel veya manyetik etkiler karşısında gösterdiği tepkilerin tekstil liflerine uyarlanması ile 'smart' akıllı kavramı tekstilde yerini almaya başlamıştır. Işık miktarındaki değişimlere bağlı olarak renk değiştiren, ortam sıcaklığındaki değişimlere uyum sağlayarak termal düzenleme sağlayan, bilgi depolayan ve iletken özellikleri ile kullanıcının sağlık durumu hakkında bilgi veren akıllı ve çok fonksiyonlu tekstiller modada yerini almaya başlamışlardır ve tasarımcılara yeni görsel etkiler yaratılmasında imkanlar sunmaktadırlar. Aktif spor giyimde kullanılan akıllı ve çok fonksiyonlu tekstiller, tekstil pazarında değişen talepler doğrultusunda moda kumaşların üretiminde de kullanılmaya başlamıştır. Üreticilerin çok fonksiyonlu tekstillere yönelmeleri yeni teknolojilerin tekstil tasarımı kapsamında tekstil yüzeylerine estetik nitelikler kazandırılması amacıyla tasarımın hizmetine sunulmasında da rol oynamıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı kumaşlar, bilgi toplumu, tekstil tasarımı, ışık, renk

1. GİRİŞ

II. Dünya Savaşı'nın ardından 1960lı yıllarda, sanayi toplumundaki tüketim çılgınlığı ile beraber hammadde kaynaklarında yaşanan hızlı düşüş, 1970li yıllara doğru dünya çapında enerji sorunları, üretimin tüketimi karşılayamaması, ekonomik durgunluk ve kriz ortamının oluşmasına neden olmuştur. Bu dönemde yaşanan kriz, ekonomik sistemdeki gerilemenin, bir diğer deyişle modernizmin yarattığı ekonomik sistem olan kapitalizmin krizi olmuştur.

Kapitalizmin yaşadığı bunalım, teknolojik ilerlemeler, ekonomik alanda köklü yeniden yapılanma süreçleri ile aşılmaya çalışılmıştır. Batı bloğu ülkelerinde yeni teknolojiler uygulama alanı bulurken, iletişim hızlanmış, bilginin yayılması kolaylaşmış, bilgi çağının oluşmasına altyapı oluşturulmuştur [1].

Bilgi çağı getirdiği teknolojik ve ekonomik değişimlerle toplumsal yapıda da değişimlere zemin hazırlamış ve sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş yaşanmıştır. Bilgi toplumunda bireyin psikolojik ve sosyal alanda dönüşüm geçirmesi ve toplumsal alandaki yerini yeniden tanımlaması, sosyal ve fiziksel çevresiyle kurduğu iletişimin bir parçası olan tüketim ürünlerinden beklediği fonksiyonel niteliklerin de aynı anda birden fazla işlevi gerçekleştirebilme yönünde değişime uğramasına neden olmuştur. İletişimin ön plana çıktığı bilgi toplumunda bireyin tasarıma karşı tutumu, üründen beklediği işlev ve kişiye göre değişim gösteren, beğenilere hitap eden, 20.y.y. çağdaş estetik anlayışı kapsamında değerlendirilen görsel görünümlerinde de değişiklikler yaratmıştır. Bu süreçte yeni üretim teknolojileri ile oluşturulan sentetik malzemeler önem kazanırken, üretimde hız ve ergonomi öne çıkmıştır. Tekstil alanında da insanı ilgilendiren diğer üretim sektörlerinde olduğu gibi yüksek teknolojinin önemi fark edilmiş, çok fonksiyonlu ve akıllı lifler ön plana çıkmaya başlamıştır. Fonksiyonel özellikleri ile tercih edilen akıllı lifler, sağladıkları renk ve ışık etkileri ile kişiye özel tasarımın önem kazandığı günümüzde tasarıma yeni bir ufuk açmaktadır.

2. AKILLI LİFLERİN ORTAYA ÇIKIŞI

Akıllı liflerin ortaya çıkışında teknolojik gelişmelerin sunduğu imkanlar ve teknolojinin toplumsal yapıda yarattığı değişimler yatmaktadır. Akıllı liflerin oluşumunda etken olan faktörlerden en önemlisi uzay araştırmaları ve savunma amaçlı geliştirilen teknolojidir. Uzay araştırmaları sırasında atmosferdeki hava değişimlerine astronotların uyum sağlaması için geliştirilmişlerdir. NASA 1960larda ısı depolayan malzemeler için araştırmaları başlatırken, astronot ve teknik cihazların uzaydaki aşırı sıcaklık değişiminden korunmasını amaçlamıştır. Güneş ışınlarındaki kızıl ötesi ışınları absorbe ederek ısıya dönüştüren ve giysinin iç sıcaklığını arttıran tekstiller 1980'den itibaren üretilmeye başlanmış, UV ışınlarını emerken kızıl ötesi ışınları yansıtan ve serin tutan giysi üretimi ise 1990larda görülmeye başlamıştır. Uzay giysilerinde kullanılan bu teknoloji, 1990ların sonunda NASA'nın çift amaçlı kullanım projesi doğrultusunda sivil sektöründe hizmetine sunulmuştur [2]. Bunun yanında geleneksel tekstil teknolojisinin ve endüstrisinin emeğin daha ucuz olduğu gelişmekte olan ülkelere kaymış olması, gelişmiş ülkeleri emek yoğun üretimden bilgi yoğun üretim araştırmalarına ve disiplinlerarası çalışmalara yöneltmiştir.

Savunma amacı ile bir askerin yerinin belirlenmesi ve daha iyi savaşabilmesi için geliştirilen "geleceğin askeri" giyilebilir elektroniklerin üretimini sağlarken, asker-

lerin korunması için renk değiştiren kamuflaj giysileri de günümüzde sivil amaçlı üretilmektedir.

Tüm askeri ve uzay araştırmalarının yanında bilgi toplumunun getirdiği yaşam biçiminin değişimi ve tüketici ihtiyaç ve beklentilerindeki farklılaşmalar da akıllı tekstillerin ortaya çıkmasında etkili olan faktörlerden birisidir. Günümüzde teknolojik gelişmeler high-tech kavramı ile ileri teknoloji ürünü iletişim araçlarını, akıllı binaları yaşamın bir parçası haline getirmiştir. Akıllı lif üretimi ve akıllı tekstillerde bu sürecin içinde yer almaktadırlar. Tüketim ürünlerinde tüketicinin yaşam kalitesi ve ilgi alanları ön planda tutulurken, doğaya uyum sağlama, zaman kazanma, rahatlatıcı etki, çalışma koşullarının ve azalan zamanın getirdiği stresi azaltmak amacıyla terapi etkisi yapan lifler bu ihtiyaçları karşılamaya yönelik olarak tasarlanmaktadırlar.

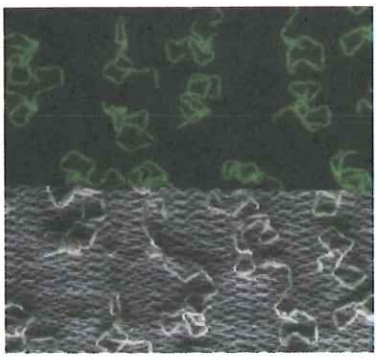
2.1 Akıllı Lifler

Akıllı tekstil ürünleri, koruma ve görsel etkiler yaratma yanında ışık, ısı, basınç, elektromanyetik dalgalar, ses ve ses ötesi dalgalar, hareket veya etki değişikliğini algılama ve tepki verme özelliğine sahip olan ürünlerdir. Bu tekstiller biomimetik teknolojisinin sunduğu imkanlarla beraber, tek hücreli canlı yapıların ısı, ışık, basınç gibi etkilere karşı cevap verme yeteneklerinin taklit edilmesi ile uyarıları tespit eden 'sensör' kısmın yanında, tepkiyi gerçekleştiren ' uygulayıcı' bir kısım içermektedirler [3].

Akıllı tekstil üretiminde kullanılan lifler başlığı altında, ortam sıcaklığına bağlı olarak uzayıp kısalan, ısıyı depolayan ve soğuk ortamlarda salan, foto kromatik özellikleri ile hava koşulları ve ışığa bağlı olarak renk değiştiren, vücut ısısını muhafaza edebilen, iletken ve ışık ileten lifler değerlendirilmektedir. Faz değiştiren materyal teknolojisinin lif üretimine uygulanması sonucu termal düzenleme sağlayan lif ve tekstil üretimi mümkün olmaktadır. Akıllı liflerin yapay akıllı liflere dönüşümü ile kumaş rengi beyazla siyah arasında değişirken, kullanıcı da soğuk ile sıcak arasında değişen sıcaklıklara uyum sağlayabilir. 23 derecenin üzerinde kumaş rengi beyazken, 14 derecenin altındaki sıcaklıklarda canlı renklere dönüşebilir [4].

Lif yapısında ısıya ve ışığa duyarlı mikrokapsüllerin kullanımı da ısı ve ışık karşısında renk değiştirebilen tekstil üretimini sağlamaktadır. Isı ve ışığa bağlı olarak görünümünde değişim olan liflerden yapılan kumaşlar, tasarımcılara yeni imkanlar sunmaktadır. Doğadaki canlıların ışık karşısında renk değiştirebilmeleri bu konuda teknoloji uzmanlarına ve tasarımcılara ilham vermektedir. Işığın geliş açısı ve ışığın kaynağına bağlı olarak renk değiştirebilen inci kabuğu, tavus kuşu tüyü ve Brezilya'daki morpho alea adlı canlıların yapılarının incelenmesiyle beraber lif yapısına yanar döner filmler eklenmiş ve ışık miktarına bağlı olarak yanar döner etkisi olan lif elde edilmiştir. Bu liflerden yapılan iplikler farklı renk değerlerini bir arada bulundurmaktadırlar [5].

Anne Mieke Kooper normal ışıkta diğer ipliklerden farklı görünmeyen, yapay ışık altında ise içerdiği pigmentlerden dolayı parlayan Permalight ipliği tasarımlarında kullanmıştır (Şekil 1) [6].



Şekil1. Renk değiştiren ipliklerle dokunmuş kumaş, Anne Mieke Kooper, 1996

İletişimde kullanılan optik lifler, giyilebilir elektronik olarak tanımlanan ve kullanıcının sağlık durumu hakkında bilgi vermenin yanında bilgisayar ağına bağlanmasını da sağlayan giysilerde kullanılmaktadırlar. Optik lifler ışık ileten nitelikleriyle tasarımcıların da ilgisini çekmektedir (Şekil 2].



Şekil 2. Optik lifle dokunmuş kumaş, Sarah Taylor

3. AKILLI LİFLERLE ELDE EDİLEN RENK VE IŞIK ETKİLERİNİN TEKSTİL TASARIMI KAPSAMINDA ESTETİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

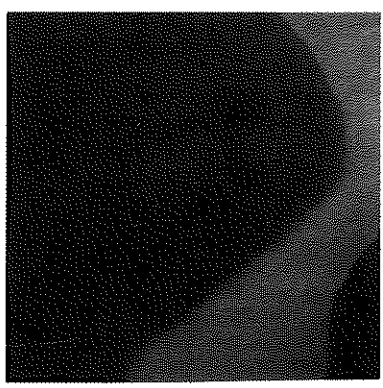
Günümüzde, renk değiştirme ve ışık yansıtma güvenlik ve korunmanın ötesinde estetik yenilikleriyle dikkat çekmeye başlamışlardır. Fotokromatik ve termokromatik maddelerin kumaşlara uygulanması, kumaş tasarımına da yeni bir boyut getirmektedir. Burada ışık ve sıcaklığa bağlı olarak renk değiştirme fonksiyonel olmanın ötesinde kullanıcının bedenindeki ısıl değişikliklere cevap vermeleriyle

kişiye özel renklerde kumaşlara imkan vermektedir. Kumaş tasarımında önemli bir kriter olan renk, ışığa ve ısıya bağlı olarak değişimle, hayal gücünün sınırlarını zorlamaktadır. Bu nedenle, kalp atışlarındaki artışa bağlı olarak, heyecanlanınca rengi değişen ve duygularımızı dile getiren akıllı kumaşlar, hayatımıza girmeye başlamışlardır.

Işık, tasarımda renk, biçim ve dokunun algılanma şekli üzerinde etkin olurken, ışığa bağlı olarak oluşan yansıma ve transparanlık etkileyici olmaktadır. Akıllı malzemelerin tekstil ürünlerine entegre edilmesi ile algı ve beğenideki değişimlere bağlı olarak estetik nitelikli, renk-biçim-doku içerikli tasarımlar ile yeni görsel görünümler ortaya çıkmıştır.

Işık, rengin algılanmasını sağlayan bir araçtır ve rengi büyütüp, dokuyu değiştirir. Işık, değişken yapısı, geçirgenliği ve formların algılanmasında oynadığı rolle 20. yüzyılda kumaş süslemelerinde önemli bir etkene dönüşmüştür. Kumaş yüzeyinde ışığın dekoratif bir unsur olarak görülmesi 1990 yılında Cooper Hewitt müzesinin 'renk-ışık-yüzey' konulu sergisi ile başlamıştır [7]. Tasarımcılar da tekstil yüzeylerinde ışık oyunları yaratma amacı ile teknolojinin sunduğu yeni akıllı malzemeleri değerlendirmişlerdir.

Bu alanda kullanılan malzemelerin başında optik lifler gelmektedir. İskoç tasarımcı Stephen French'in tasarladığı optik liflerle dokunan tufting halı üzerinde yüründüğünde galaksi yıldızlarının etkisini vermektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Fiberoptik halı, Stephen French, 1989

Optik lifler ışık veren etkileri ile kumaş üreticilerinin de dikkatini çekmektedir. İtalyan Zibetti Tekstil firması optik liflerin kullanıldığı kumaşların seri biçimde üretilmesi konusunda araştırmalar yapmaktadır [8]. İpek kumaşlar içinde kullanılan optik lifler kumaşta, parıltılı hoş efektler yaratmaktadır (Şekil 4). Optik liflerin kullanıldığı kumaşların dikiminin zor olmasına rağmen ileride endüstriyel alanda ilgi çekeceği düşünülmektedir.



Şekil 4. Optik lifle dokunmuş kumaş, Zibetti

Optik liflerle ışık veren kumaşların yanında, ışığa bağlı olarak renk değiştiren kumaşlar da yenilikçi görsel etkiler sunmaktadırlar. Işığa bağlı olarak renk değiştiren kumaşlar foto kromatik maddelerin, lif çekimi sırasında lifin yapısına katılmalarının yanında kumaş üzerine daha sonra basılarak da elde edilebilmektedirler. Fotokromatik maddelerle üretilen lifler, fotokromatik iplik yapımında kullanılmaktadır.

Foto kromatik maddelerin renk değiştirme özellikleri, UV ışınlarını emmeleri ve ardından bu ışınları farklı dalga boylarında yansıtarak farklı renklerde görülmeleri üzerine kuruludur. Foto kromatik maddelerin kullanımı günümüzde moda kumaşlarda da görülmeye başlamıştır.

Solar Active International Kuruluşu'nun geliştirdiği faklı foto kromatik maddeler içeren polipropilen iplikleri içerde beyaz görünürken, UV ışınlarına maruz kaldığı yağmurlu veya güneşli açık hava koşullarında foto kromatik maddelerin aktif hale gelmesi ile farklı renklerde görülmektedir (Şekil 5). UV ışınlarının olmadığı bir ortamda ise 1,5 dakika içinde beyaz renge dönmektedir. Üreticiler bu teknolojinin giyim sektöründe kullanımı ile UV ışınlarına bağlı olarak renk değiştirebilen nakış tasarımlarına imkan vereceği görüşündedirler[9].



Şekil 5. Renk değiştirebilen tişört

Kumaşlarda renk değiştirme özelliği, Foto kromatik maddelerin yanında sıcaklık değişimleriyle renk değiştiren termo kromatik kapsüller yardımı ile de gerçekleştirilmektedir. Bu konuda çalışan Toray Firması 5 derece üzerindeki sıcaklık değişimlerinde renk değiştirebilen termokromik giysiler üretmektedir. Bu giysiler çevre ısısına bağlı olarak renk değiştirebilme özelliğindedirler.

Toray firması çapı 3-4 nanometre büyüklüğünde mikrokapsüllerin homojen biçimde kumaş üzerine basılması ile elde ettiği Sway kumaşı ile termokromik giysiler üretmiştir. Mikrokapsüller boyarmaddenin yanında sıcaklığa bağlı olarak renk değiştiren kromofor bir madde de içermektedir [5].

Renk değiştiren kumaşları tekstil ürünlerine uygulayan firmalardan birisi de International Fashion Machines (IFM) olup, iletken kumaşlarda renk değiştirme özelliğini bir araya getirmektedir. Elektronik tekstillerde renk değişkenliği üzerinde çalışan firma, giyilebilen müzik çalarların yanı sıra reklam, güvenlik ve iç dekorasyonda kullanılabilecek ürünler üzerinde çalışmaktadır. IFM Aksesuar, masa örtüsü ve giyim ürünlerine uyarlanabilecek bu teknolojide elektronik kapsüllerin yanında ısı ile renk değiştiren elektronik kapsüller de kullanmaktadır. Kapsüllerin içerdiği termo kromatik renk maddelerinin ısınması ile koyulaşan, soğumasıyla da rengi açılan tekstiller üretmektedir. Firma elektronik kumaş teknolojisini ayakkabı, mücevher ve el çantalarına da uyarlamaya çalışmaktadır (Şekil 6).

IFM'nin kullandığı bu teknoloji, oda sıcaklığındaki değişimlere bağlı olarak renk değiştirebilen, duvar kağıtlarını, dekorasyon ve giysileri mümkün kılmakta, kullanıcıya sonsuz seçenekler tanımaktadır [11].



Şekil 6. Elektronik elbise, Maggie Orth,Emily Cooper, Derek Lockwood

Elektronik elbise, kumaş devreleri içermekte olup, vücut ısısı ile oluşturulan enerji ile ışık vermektedir. Washington'daki National Textile Museum'da (Ulusal Tekstil Müzesi) sergilenmiştir.

4. SONUÇ

Sanayi Devrimi'nin ardından insanlık tarihindeki en önemli teknolojik gelişmeler 2. Dünya Savaşı'nın sonra yeniden yapılanma sürecinde ortaya çıkmış, bu süreç aynı zamanda sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişin de yaşanmasına

neden olmuştur. Krizin aşılması için biyoteknoloji, elektronik ve iletişim teknolojileri alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Teknolojik gelişmeler, ekonomi, üretim yöntemlerinin yanında toplumsal yapıda da değişimler yaratmış, bilgi toplumunda bireyin ürünlerden beklentileri ve ihtiyaçları da bu doğrultuda değişim göstermiştir.

Bilim ve bilgi teknolojisi sayesinde giyim anlayışı da değişime uğramaktadır. Bu nedenle,tekstillerde günümüz estetik anlayışı çerçevesinde beğenilere hitap eden, bir çok yeni tekstil malzemeleri ile elde edilen farklı kumaş yapıları ve yüzey görünümleri ile birlikte, akıllı malzemelerin kullanımı ile renk değiştiren kumaş yapıları günümüz estetik anlayışı ve tüketici talepleri açısından önemlidir. Faz değiştiren malzeme teknolojisinin tekstil yapılarına uygulanması ile sıcaklık ve ışık miktarındaki değişimlere bağlı olarak tekstiller, açıktan koyuya veya siyahtan beyaza doğru renk değiştirmektedir. Lif yapısına yansıtıcı filmler eklenerek oluşturulan yanar döner etkiye sahip olan tekstiller de ışık ve renge bağlı yenilikçi etkiler sunmaktadır. Her iki teknoloji tekstil tasarımcılarına yeni vizyonlar kazandırmakta, renk, biçim ve doku bütünlüğünde farklı tasarımlar oluşturma imkanı sağlamaktadır.

Tasarımda kullanılan malzeme, ürünün niteliklerini, estetik nitelikli görsel görünüm ve işlevsel açıdan değiştirirken, farklı malzeme ve farklı bir üretim tekniğinin kullanılması görsel olarak yeni etkilerin elde edilmesine neden olmaktadır. Bilgi toplumunda teknoloji, bilgi çağında kişisel tercihlerin öne çıktığı ve kişisel beğenileri tatmin amacı ile oluşturulan kişiye özel tasarım anlayışının gerçekleştirilmesinde etkin olmaktadır

KAYNAKLAR

1. Şaylan, Gencay., Postmodernizm, İmge Kitabevi, Ankara, 2002.
2. Ayhan, Ahmet., Dünden Bugüne Türkiye'de Bilim-teknoloji ve Geleceğin Teknolojileri, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, İstanbul, 2002.
3. Tao, Xiaoming., Smart Fibres, Fabrics and Clothing, Textile Institute, CRC Press, New York, 2001.
4. Miller, Edward., Textiles/Properties, Behaviour, BT Batsford Ltd., London, 1995.
5. Hongu, Tatsuya., Glyn, O.Phillips., New Fibers, Second Edition, Woodhead Publishing LTD., Cambridge, 1997.
6. Braddock, E. Sarah., O'Mahony, Marie., Techno Textiles, Thames& Hudson, Italy, 1998.
7. Colchester, Chloe., The New Textiles, Trends +Traditions, Thames& Hudson, Singapore, 1996.
8. Higginson, Stephen., Excitement at Zibetti, International Textiles, s.8, April May 2004,
9. H.C.Dunn, J.N. Etters., Solar Active Products that Change Color on Exposure to UV, Textile Chemist and Colorist&American Dyestuff Reporter, s. 20, Vol.32, no:3, March 2000.
10. Coşkun, Meltem Yenal., Akıl Dokulu Kumaşlar, Bilim ve Teknik, s.63., sayı:435, Şubat 2004.

POLİÜRETAN KAPLAMALI TEKSTİL YÜZEYLERİNDE ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

K. YILDIRIM, N. AYDIN, A. M. KÖSTEM, Ş. GÜÇER

TÜBİTAK- BUTAL / BURSA

ÖZET

Bu çalışmada poliüretan kaplanmış dokusuz yüzey zemin kumaşın üst kaplama yüzünde görülen çatlama- kırılma-dökülme sorunun neden ve hangi etkenler eşliğinde oluşabileceği araştırılmış olup, söz konusu çalışma ile kaplama ve laminasyon tekniği kullanılarak kumaş üretimi yapan endüstriye, bir çok kalite sorununu aşmasını sağlayacak ipuçları tespit edilerek verilmeye çalışılmıştır.

Söz konusu çalışmada Analitik Kimyanın temel ilkeleri kullanılmış olup; bu kapsamda FT-IR, DSC, Stereo Mikroskop, Mikroskop, Kırışma Esnekliği, Patlama Dayanımı ve Çok Amaçlı Germe-Çekme test cihazlarından elde edilen veriler incelenerek, oluşmuş bu hatanın neden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu tip kumaşlarda kullanım aşamasında ortaya çıkabilecek benzer sorunlar tespit edilerek, çözümleri bulunup, deneme üretimi aşamasında proses güvenliği sağlanarak ekonomik optimizasyon gerçekleştirilmiş olunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kaplamalı kumaş, yüzey çatlağı, dokusuz yüzey, PU, performans ve analitik testler

1. GİRİŞ

Tekstil materyalinden beklenen su geçirmezlik, ısı yalıtım, estetik görünüm gibi bazı özellikler kumaşların polimer ile kaplanmasıyla sağlanabilmektedir. Zemin dokular nihai üründe; kopma, yırtılma ve uzama gibi özellikleri sağlarken, kaplama maddesi; gözeneklilik, kumaşın kimyasal ve çevresel etkilerden korunması ve bazı durumlarda görünüm iyileştirmesi sağlamaktadır.

Zemin dokusu; Spun-bonded (eğirme ile bağlanmış) veya melt-blown (hava kesmeli) teknikleri kullanılarak polimer eriyik çekiminden veya üretilmiş olan elyaftan non-woven (dokusuz yüzey) teknikleri ile veya elyafın iplik haline getirilmesinden sonra dokuma, örme veya saç örgüsü teknikleriyle üretilir. [1,8,9,10]

Zemin dokunun kaplama işlemi, çok farklı kaplama ve/veya laminasyon teknikleri kullanılarak, farklı özelliklere sahip polimerlerden amaca uygunu seçilerek yapılır. Tekstil malzemelerinin kaplanmasında en çok kullanılan polimer tipleri; polivinil klorür, poliüretan ve elastomerlerdir. [2]

2.MATERYAL METOT

2.1 Malzeme

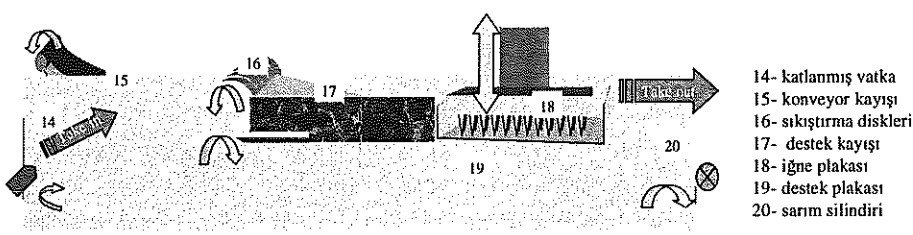
Alt kısmı iğneleme metodu ile üretilmiş dokusuz yüzey ve üst kısmı kağıt üzerine poliüretan (PU) kaplanarak üretildikten sonra kalandırda birleştirilmiş olan kumaşlardan konfeksiyon edilmiş üst giyim malzemeleri seçilmiştir.

Çalışmada kullanılan kaplamalı kumaşlardan konfeksiyon edilmiş malzeme tanımları;

* A numunesi; kullanım sırasında müşteriden şikayet gelen partiye ait, hiç kullanılmamış (teste tabi tutulan numune),
* A-1 numunesi; kullanım sırasında müşteriden şikayet gelen partiye ait, kullanılmış ve kısa sürede üzerinde çatlamaların oluştuğu B malzemesi ile aynı numune,
* B numunesi; kullanım sırasında müşteriden şikayet gelmeyen partiye ait, hiç kullanılmamış (teste tabi tutulan numune),

2.1.1. Kaplamalı Ürünlerin Zemin Dokusunun Üretim Tekniği

İşletmede zemin dokusu, iğneleme yöntemi ile üretilmiş dokusuz yüzey kumaş olup, üretim metodu; tarak makinesinden elde edilen vatkanın istenen vatka kalınlığına erişilinceye kadar konveyör bandında üst üste katlanmasından sonra aşağıda şekli verilen iğneleme makinesinde iğneleme işlemi ile yapısının stabil hale getirilmesiyle imal edilmiştir. [3,6]



Şekil 2.1. Dokusuz yüzey oluşturma tekniği [4]

2.1.2 Kaplamada Kullanılan Polimer - Poliüretan (PU):

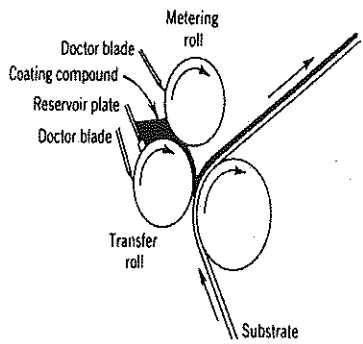
Çok farklı özelliklere sahip ve geniş yelpazede kullanım alanı bulmuş poliüretanlar, alifatik isosiyanat monomeri içerirler ve UV ışınlarından etkilenmezler. Düşük ağırlıklı ve dayanıklı oluşları tercih sebebidir. Genellikle ayakkabı, çanta ve yüksek kaliteli giysilerin üretiminde kullanılır. Bu çalışmamızda kullanılan polimer poliüretandır.

Aromatik isosiyanat monomeri içerenler mekanik zorlamalara ve çözgenlere karşı daha dayanıklı olmaları nedeniyle uçaktan acil iniş kaydırakları, yağ tankları gibi endüstriyel kumaşların kaplamasında kullanılırlar.

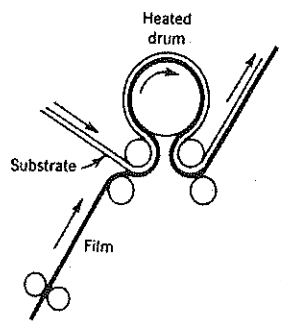
Termoplastik veya termoset her iki tip poliüretan da dimetil formamid (DMF) ve toluen ile çözülerek kaplama işleminde kullanılır. Reaktif poliüretan kaplamasında ise isosiyanat ve poliol ve diğer katkılar karışım halinde kumaşa uygulanır. [5]

2.1.3 Kaplama Tekniği

İşletmede kaplama işlemi, iğneleme tekniği ile üretilen dokusuz yüzey kumaşın, önceden film formunda hazırlanmış olan poliüretan film ile sıcak ve basınçlı bir ortamda lamine edilmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir.



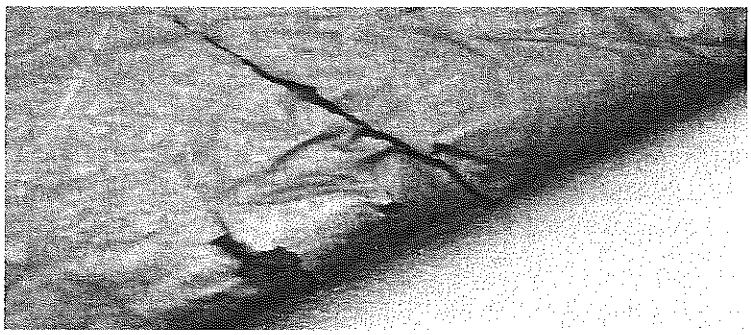
Şekil 2.2. Poliüreatan filmin üretim kaplama tekniği)



Şekil 2.3. Poliüretan filmin metodu (bıçakla dokusuz yüzey tabaka ile laminasyonu

2.2. Problem Tanımı ve Analitik Parametrelerin Seçimi

Yüzeyi poliüretan ile yukarıdaki metoda göre kaplanmış dokusuz yüzeyin kaplama kısmında kullanım esnasında kısa sürede şekil 2.4'te de görülen çatlak ve kaplama dökülmeleri gözlenmiştir. Bu dökülmelerin sebebi böyle bir hata ile karşılaşılmayan ve hatalı kumaşlar ile aynı teknik ile üretilmiş diğer kaplamalı kumaşla karşılaştırılmış ve aradaki farkları tespit edebilmek için laboratuvarımızda yapılan testlerden; Doku Kalınlığının Tayini - ISO 5084:96, Malzeme Cinsi Tespiti, Kumaş Kırışma Esnekliği-BUTAL.FM.24, Yüzeyler Arası Yapışma Dayanımı -TS 4651:85, Dinamik Dikiş Yorulma Dayanımı - BUTAL.FM.23, DSC analizi, Görünüm, Kopma mukavemeti - TS EN ISO 13934-1, Patlama Mukavemeti – TS 393, Malzeme Elastikiyet Testi, Dinamik Sürtünme Katsayısı Tespiti testleri seçilmiş, planlanmış ve uygulamaya alınmıştır. [11,12,13]



Şekil 2.4. A numunesinde görülen çatlamalar

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Söz konusu hatanın; çatlama, filmin yüzeyden ayrılması ve kaplama dökülmeleri şeklinde olması nedeniyle, hatanın filmin zemin dokuya yapışma karakteri ve filmin polimer yapı karakteri ile ilgili bir farktan kaynaklanabileceği ön görüsü yapılmıştır. Bu nedenle bu farkı gösterecek ve Bölüm 2.2 de isimleri verilen test ve analiz işlemleri üzerinde durulmuştur.

Filmin polimer yapı karakterinin tespitine yönelik olarak, elastikiyet, kopma mukavemeti ve kopma uzaması, patlama mukavemeti, dinamik sürtünme katsayısı tayini, kırışma esnekliği, FT-IR ve DSC test ve analizleri, zemin dokuya yapışma karakterinin tespitine yönelik olarak ise, patlama mukavemeti, katmanlar arası ayrışma mukavemeti, kopma mukavemeti ve kopma uzaması ve dinamik dikiş yorulma testleri yapılmıştır.

Tablo 1. Malzeme elastikiyet testi sonuçları

	80 N kuvvet altındaki uzama	40 N kuvvet altındaki uzama	15 N kuvvet altındaki uzama	80 N kuvvet altındaki uzama oranı	15 N kuvvet altındaki uzama oranı
A numunesi - en	54,22 mm	49,01 mm	43,16 mm	%54,22	%43,16
A numunesi - boy	47,95 mm	42,58 mm	35,88 mm	%47,95	%35,88
B numunesi - en	94,78 mm	86,17 mm	76,44 mm	%94,78	%76,44
B numunesi – boy	91,45 mm	83,85 mm	75,65 mm	%91,45	%75,65

Tablo 2. Kopma mukavemeti testi sonuçları

	Maksimum kopma kuvveti	Maksimum kuvvetteki uzama oranı	Kopma için gerekli enerji	Test esnasındaki malzeme davranışı
A numunesi – en	193 N *	%84	8,8 Nm	Şekil 4.3-a
A numunesi - boy	197 N *	%83	8,7 Nm	
B numunesi - en	110 N **	%94	5,9 Nm	Şekil 4.3-b
B numunesi – boy	138 N **	%95	6,9 Nm	

*: Kopma mukavemeti testi sırasında poliüretan kaplama dokusuz yüzey tabakadan ayrılmıştır.

**: Kopma mukavemeti testi sırasında poliüretan kaplama dokusuz yüzey tabakadan ayrılmamış, birlikte kopmuştur.

Tablo 3. Patlama mukavemeti testi sonuçları

	Patlama mukavemeti	Test esnasındaki malzeme davranışı
A numunesi	5,94 kg/cm^2	Şekil 4.1-a
B numunesi	5,14 kg/cm^2	Şekil 4.1-b

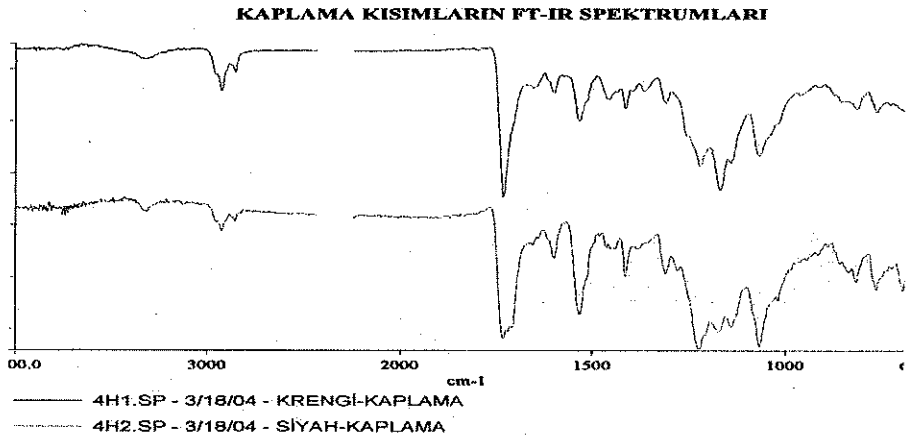
Tablo 4. Yüzeyler arası ayrışma mukavemeti testi sonuçları

	Ayrışma mukavemeti	Test esnasındaki malzeme davranışı
A numunesi	1,2 kgf	Şekil 4.4-a
B numunesi	1,0 kgf ***	Şekil 4.4-b

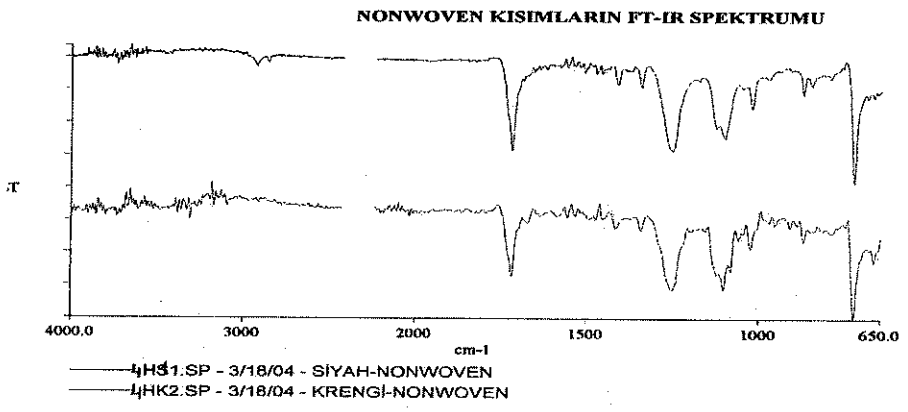
***: Yüzeyler arası ayrışma olmamıştır, kaplamada kopma olmuştur.

Tablo 5. Dinamik sürtünme katsayısı testi sonuçları

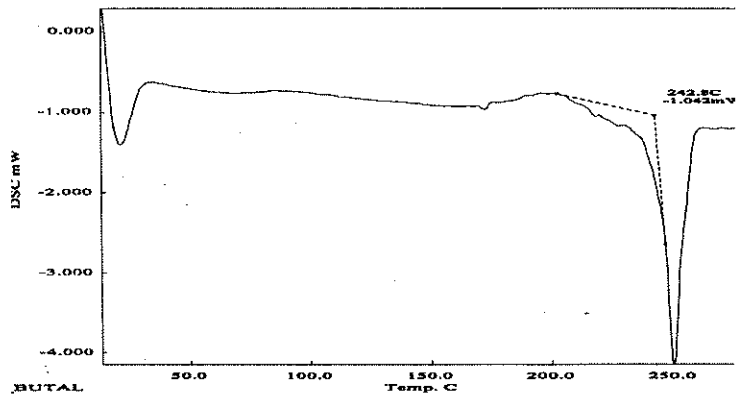
	Dinamik sürtünme katsayısı
A numunesi	1,22 (500 gram yük altında)
B numunesi	0,75 (500 gram yük altında)



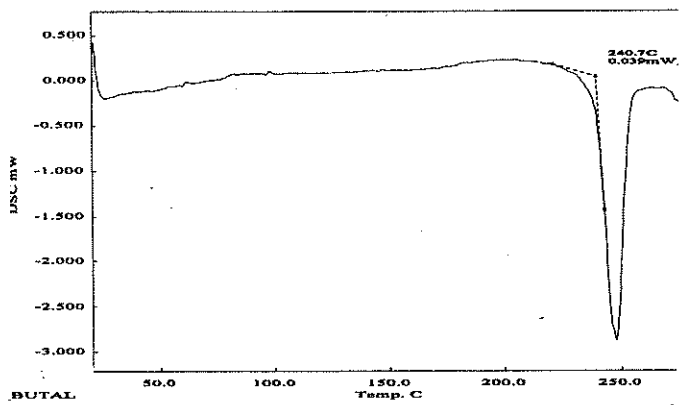
Şekil 3.1. A ve B numunelerinin dokusuz kaplamalarına ait FT-IR spektrumları



Şekil 3.2. A ve B numunelerinin yüzeylerine ait FT-IR spektrumları



Şekil 3.3. A numunesinin kaplama ve dokusuz yüzeyine ait DSC termogramı



Şekil 3.4. B numunesinin kaplama dokusuz yüzeyine ait DSC termogramı

4. TARTIŞMA

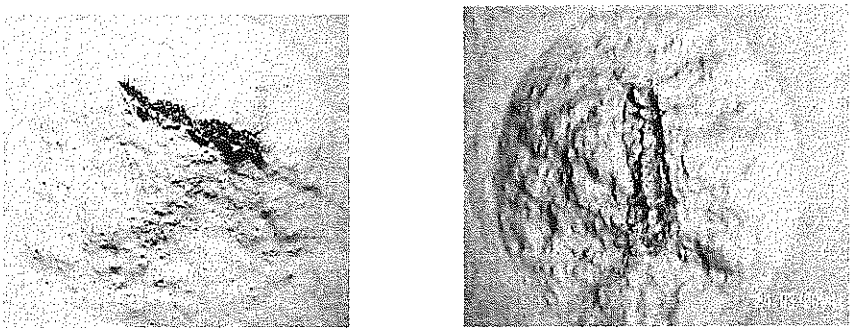
Kullanılmış A numunelerinde görülen çatlama hatasının; çatlama hatası olmayan B örnekleriyle karşılaştırmalı olarak nereden kaynaklandığı araştırılmış olup; yapılan test ve analiz sonuçları aşağıda yorumlanmıştır:

Söz konusu çatlakların (Şekil 2.4) kumaşın en çok katlanma ve sürtünmeye maruz kalan kol ağızları ve etek uçlarında oluştuğu ve zamanla oluşan bu çatlakların ilerleyerek büyüdüğü ve zemin dokusuz yüzey katmanından ayrıştığı tespit edilmiştir.

Hatanın görülmediği ve karşılaştırma amacıyla test edilen B numunelerinde bu tip bir hatanın olmadığı görülmektedir.

Kaplama maddesinin poliüretan, kaplamanın yapıldığı zemin yüzeyin ise poliester elyafından imal edilmiş dokusuz yüzey malzeme olduğu Şekil 3.1 ve 3.2 den de görüldüğü gibi FT-IR spektrumları ile saptanmıştır.

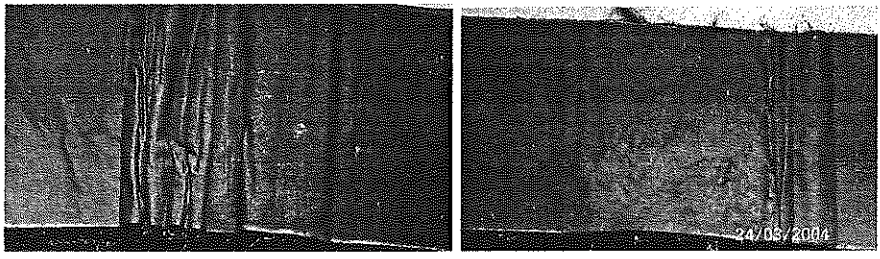
B numunesi ile A numunesinin toplam kalınlıklarının (Poliüretan kaplama + dokusuz yüzey) birbirinden farklı olmadığı, ancak tabakaları kendi içinde yapılan analizlerine bakıldığında dokusuz yüzey tabakanın kalınlığının daha fazla olduğu A numunesinde poliüretan kısmın daha ince olduğu, dokusuz yüzey kalınlığının daha az olduğu B numunesinde ise poliüretan tabakanın daha kalın olduğu yapılan inceleme sonucunda gözlenmiştir. Her iki numunenin patlama mukavemetleri arasında belirgin bir farkın olmamasına (Tablo 3) karşın patlama sırasındaki davranışlarının çok farklı olduğu görülmektedir (Şekil 4.1).



a) A numunesi b) B numunesi

Şekil 4.1. Patlama mukavemeti sonucu oluşan görünümler

Kırışma esnekliği mukavemeti test sonucuna göre; A numunesinde kaplama kısmında kırışmanın oluştuğu, buna karşın B numunesinde kırışma oluşmadığı ve uygulanan kuvvet neticesinde kaplamada sünmelerin oluştuğu görülmektedir (Şekil 4.2).

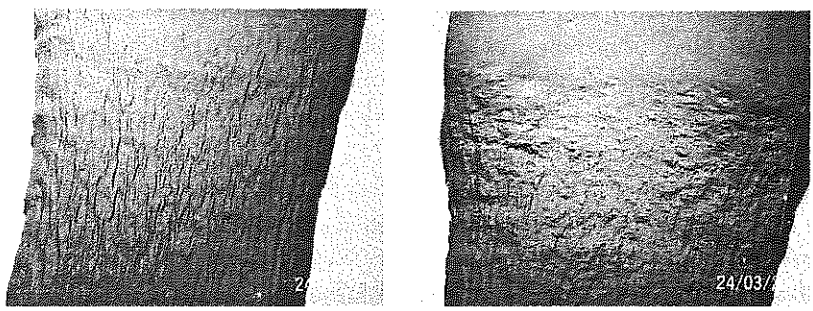


a) A numunesi b) B numunesi

Şekil 4.2. Kırışma esnekliği testi sonrası oluşan görünümler

A numunesinin kopma mukavemeti ve kopma enerjisinin B numunesine göre daha yüksek, uzama oranının ise daha düşük olduğu Tablo 2 den açıkça görülmektedir.

Değişik yükler altında A numunesinin elastikiyetinin B numunesine göre daha düşük olduğu Tablo 1den izlenmektedir. Şekil 4.3 te ise numunelerin gerilme sonucunda oluşan deformasyonları karşılaştırılabilmektedir.

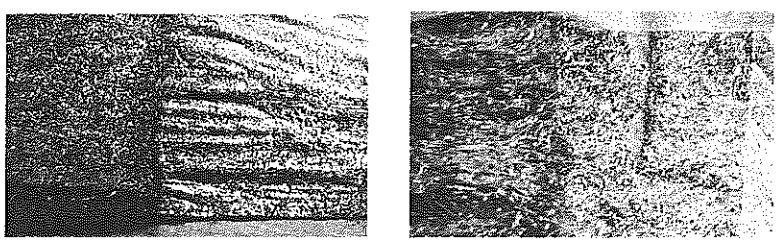


a) A numunesi b) B numunesi

Şekil 4.3. Kopma mukavemeti testi sonucu oluşan görünümler

Dinamik dikiş yorulma test sonrasında, B numunesinin dikiş yerlerindeki açılmanın A numunesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Poliüretan kaplamasının alt tabaka olan dokusuz yüzeyden soyulma testinde şekil 4.4 te görülebileceği gibi A numunesindeki PU kaplaması dokusuz yüzeyden ayrılırken B numunesindeki kaplamanın ayrışmadığı, ve test sırasında kaplamanın koptuğu saptanmaktadır (Tablo 4).



a) A numunesi b) B numunesi

Şekil 4.4. Katmanlar arası ayrışma mukavemeti test sonrası görünümler

Dinamik sürtünme katsayısı tespiti işleminde A numunesindeki PU kaplamanın dinamik sürtünme katsayısının, B numunesindeki PU kaplamanın dinamik sürtünme katsayısından daha yüksek olduğu (Tablo 5) tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

A ve B örneklerinin karşılaştırılması sonucunda; patlama mukavemeti parametresi açısından numunelerin farklı davranış sergiledikleri görülmektedir. Bunun nedeni film tabakasının zemin dokusuna yapışma şartlarının aynı olmamasına bağlanabilir.

Dinamik sürtünme katsayısı parametresi açısından da bir farklılık daha görülmüş olup, bu farklılık film yüzey yapısının farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Farklı yük altında malzemelerin gösterdiği uzama davranışı olarak tarif edilen elastikiyet parametresi açısından da numuneler arasında farklılık tespit edilmiş olup, söz konusu farklılığın her iki malzemenin sünek-gevrek özelliğinin farklı olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Tablo 1 incelendiğinde görüleceği üzere aynı yük altında B numunesinin göstermiş olduğu uzama oranı A numunesine göre iki kat daha yüksek olması B malzemesinin A'ya göre daha sünek olduğunu göstermektedir.

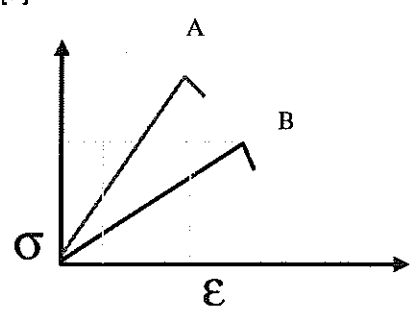
Hem kopma mukavemeti test sonuçları hem de test sonrası numunelerin kopma şekilleri, A numunesinin kopma davranışının B'ye göre farklı olduğunu göstermektedir. A numunesi daha fazla yükte koparken B numunesi daha düşük yükte kopmakta ancak düşük yükte kopmasına karşın A numunesine göre daha fazla uzama göstermektedir.

A numunesinin daha yüksek kuvvete dayanması ve düşük uzama oranında kopması, malzemelerin elastisite modülü formülü dikkate alındığında A numunesinin B numunesine göre daha gevrek olduğunu gösterir.

$E = \sigma / \varepsilon$ (formül 1)

E: elastisite modülü, σ: gerilme, ε: uzama oranı

Şekilden ve formül 1 den görüleceği üzere A malzemesinin daha yüksek kuvvetlere dayanabilmesine karşın uzama oranı düşüktür. Buna karşın B maddesinin mukavemeti düşük ve uzama oranı yüksektir. Her iki malzemenin de elastisite modülü formüle göre hesaplanacak olsa A malzemesi B'ye göre daha kırılgan yapı arz ettiği görülür. [7]



Şekil 5.1. Genel bir Kopma-Uzama Eğrisi

Çekme yükünün belirli bir yüke ulaşmasından sonra A numunesinde PU kaplamanın alt zemin dokusuz yüzeyden ayrılması, buna karşın B numunesinde ayrılmayarak birlikte kopması ve siyah kabadaki kaplamanın alt dokusuz yüzey dokuya göre daha gevrek olması nedeniyle, A numunesindeki kaplama uygulanan kuvvette dokusuz yüzey kadar uzayamamış ve dokusuz yüzeye yapışma kuvvetini yenerek ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, her iki kabanda kullanılan alt zemin dokusuz yüzeyin benzer elastikiyet özelliğine sahip olduğu farz edilirse, hem A numunesindeki PU kaplamanın daha gevrek hem de PU kaplamanın dokusuz yüzeye yapışma kuvvetinin daha düşük olduğu kanısını kuvvetlendirmektedir.

Hem kopma mukavemeti testi, hem elastikiyet testi hem de kırışma esnekliği mukavemeti testi sonrasında alınan numune görüntülerinde (Şekil 4.2 ve 4.3) A numunesindeki PU kaplamanın kırıştığı, B numunesindeki PU kaplamanın ise, daha az kırıştığı veya kırışmadığı görülür. Bunun sebebi ise, kırışma görülen PU kaplamanın alt zemin olan dokusuz yüzeyin daha düşük uzama göstermesi sonucu uzamasına uyum sağlayamaması ve PU kaplama ile dokusuz yüzey arasındaki yapışma kuvvetinin yetersiz oluşu sonucunu kuvvetlendirmektedir. Böyle bir durumda numuneye boyuna yönde kuvvet uygulandığında numune en yönünden daralmaya çalışacak, bu daralma esnasında sıkışma mukavemetleri farklı olan malzemeler olan alt dokusuz yüzey zemin daha kolay sıkışıp, üst PU kaplama daha zor sıkışacağından bu iki malzeme arasındaki yapışma bölgesine kesme kuvveti etki edecektir. Yapışma kuvvetinin bu kuvveti yenememesi durumunda, aralarındaki yapışma bağı kopar ve üst kaplama dokusuz yüzey üzerinde toplanır. Bazı noktalardan dokusuz yüzey üzerin PU kaplama tutunduğundan kırışma şeklinde de toplanır. Poliüretan kaplama ile dokusuz yüzey arasındaki yapışma kuvvetinin büyük olması ve kaplama elastikiyetinin dokusuz yüzey elastikiyetine uyum sağlaması durumunda ise, böyle bir durum oluşmaz, kopuncaya kadar her iki katman da aynı davranışı sergiler ve birlikte koptuğu görülmektedir (Şekil 4.4).

Poliüretan kaplamanın zemin dokusuz yüzeye yapışma derecesinin tespit edildiği yüzeyler arası yapışma mukavemeti test işleminde; A numunesindeki PU kaplama belirli kuvvette, alt zemin dokusuz yüzeyden ayrılırken, B numunesindeki PU kaplama ayrılmamakta, belirli bir yüklemeden sonra kaplama kopmaktadır (Tablo 4). Bu tip bir test sonucu; A numunesindeki PU kaplamanın dokusuz yüzeye yapışma kuvvetinin zayıf ve PU filminin bu yapışma kuvvetini yenecek kadar mukavemetli ve uzama oranının düşük olması film - zemin doku arasındaki yapışmanın ayrılması için etkiyen kuvvetin daha büyük seviyede kalmasına sebep olacak kadar gevrek bir malzeme olması, B numunesindeki PU kaplamanın dokusuz yüzey zemine yapışma kuvvetinin ise çok kuvvetli ve PU

filmin bu yapışma kuvvetini yenecek kadar mukavemetli olmadığını ve uzama oranının düşük olması film - zemin doku arasındaki yapışmanın ayrılması için etkiyen kuvvetin daha düşük seviyede kalmasına sebep olacak kadar sünek bir malzeme olduğunu gösterir.

A numunesindeki PU kaplamanın daha ince olması da, bahsedilen etkenlerle birlikte kabandaki PU kaplamasının çatlama mukavemetinin düşük kalmasına ve çatlağın ilerlemesine olumlu katkı sağlayan bir etken olduğu kanısı hakim olmuştur. Çünkü birim yırtılma dayanımları aynı olan kaplamalarda bile ince olan kaplama daha kısa sürede deforme olduğu belirtilmiştir. [3]

6. ÖNERİLER

Hatasız olarak üretilmiş B numunesinde kullanım esnasında çatlama şeklinde hatanın oluşmaması, ancak hatalı olarak üretilmiş A numunelerinde kullanım esnasında çatlama şeklinde hataların oluşması, numuneler arasındaki PU kaplamaların farklı olmasından kaynaklandığı, bu farkın ise; hatalı numunedeki PU kaplama sertliğinin hatasız numunedeki PU kaplama sertliğinden daha yüksek olması nedeniyle bu kaplamanın daha gevrek, kırılgan bir yapı arz etmesinden ve hatalı numunedeki PU kaplamanın zemin dokusuna yapışma kuvvetinin hatasız numunedekine göre daha düşük olmasıdır.

Bu çalışmada; oluşan hatanın, hatasız bir üretime göre hangi farktan kaynaklandığının tespiti amaçlandığından, bir ileri çalışma aşaması olabilecek olan söz konusu hataya neden PU film oluşturma ve filmin yüzeye laminasyonunda kullanılan malzeme tip ve oranı ile proses şartları inceleme harici tutulmuştur. Böyle bir farklılığı oluşturacak olan proses parametreleri ve malzeme farklılıklarının ne olduğunun tespiti için ilave bir çalışmanın yapılaması zorunluluk arz etmektedir.

Ancak bu çalışma sonrasında bile, zemin dokusu dokusuz yüzey olan kaplamalı kumaş imalatında, dokusuz yüzey yapısının fleksibilitesinin çok yüksek olması nedeniyle kaplanacak polimer filmin çok esnek, düşük mukavemetli, yüksek ayrışma kuvvetine sahip olacak şekilde zemin dokuya yapışmış olması ve en önemlisi de kaplama esnasında polimerik materyalin dokusuz yüzey gözeneklerine işlemesi ve dokusuz yüzey iç kısımlarındaki liflere de tutunabilmesi için iç kısımdaki lifleri de ıslatması gerekir. Bunun içinde kaplama filminin laminasyon işlemi esnasında jelleşme sıcaklığına kadar ısıtılması, gerekirse termoplastik poliütretan kullanılmasının bu tip kaplamalı kumaş üretiminde daha iyi olacağı sonuçları çıkarılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Taylor,A.M. (Çeviri Demir, A ve Günay, M, Tekstil Teknolojisi, Set Ofset, İstanbul, 1999.
2. Kroschwitz, J.I., Polymers Fibers and Textiles a Compendium, John Wiley&Sons Inc, London,1990.
3. Holker J.R., Bonded Fabrics, Merrow, İngiltere, 1975.
4. Yıldırım,K. Ve Hauspung, C., Doğal elyaf takviyeli kompozit malzemelerde mukavemet özelliklerinin incelenmesi, TITK Proje Raporu, 2000, s. 5 .
5. Mark, H.F. and.Gaylord, N.G, Encyclopedia of Polymer Science and Technology V. 13, John Wiley&Sons Inc, London, 1970.
6. Krcma, R., Manuel of Nonwovens,W.R.C. Smith Publishing Co., USA, 1971
7. Savcı, M., Arpacı, A., Mukavemet, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1999
8. Newton,A.ve Ford,J.E., The production and properties of nonwoven fabrics, Textile Progress, s.1-9, sayı 5, numara 3, 1973
9. Cotteril, P.J., The production and properties of stitch-bonded Fabrics, Textile Progress, s.101-109, sayı 7, numara 2, 1975
10. Raoul, F., Tushar, K..G., Meltblown Structures formed by a robotic and meltblowing integrated system, Textile Research Journal, s.1033, sayı 72, numara 12, 2002
11. TS 4651, EN ISO 13934-1, 393 standartları
12. ISO 5084 standardı
13. BUTAL FM 23, 24 metotlar

MULTI-TEX®

FUNCTIONAL FABRICS



FUNCTIONAL TEXTILES

fabrics for your security

MULTI -TEX® PROTECTIVEWEAR





TECHNICH DESCRIPTION:

- Flame resistant
- Flame retarded
- Water repellent
- Water proof
- Breathable
- Windproof
- Anti-Static



fabrics for protective workwear

MULTI -TEX® WORKWEAR





TECHNICH DESCRIPTION:

- Water repellent
- Water proof
- Breathable
- Windproof
- Anti-Static



functional fabrics for your health

MULTI -TEX® SPORTSWEAR







TECHNICH DESCRIPTION:

- Water repellent
- Water proof
- Breathable
- Windproof
- Anti-Static





TEPAŞ
TEKSTİL
SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.

Head Office : Keresteciler Sitesi Fatih Cad. Selvi Sk. No.11/6
MERTER - İSTANBUL / TURKEY
Tel : +90 (212) 643 64 54 (Pbx) Fax: +90 (212) 641 39 80

Factory : San 1 Bulvarı 8. Cad. No: 148
Çakmaklı - Büyükçekmece / İSTANBUL / TURKEY
Tel : +90 (212) 886 83 70 (4 Hat) Fax: +90 (212) 886 83 74
www.tepastekstil.com.tr

POSTER BİLDİRİLER

ISIDAN KORUYUCU GİYSİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ: RADYAN ISIYA KARŞI KORUMA

A. CİRELİ, B.KUTLU

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İZMİR

1. GİRİŞ

Isıdan koruyucu itfaiye giysileri ile ilgili araştırma ve geliştirmeler yıllardır sürmektedir. Çalışmaların çoğu, yangınlardaki aniden parlama koşulları için yapılmıştır. Çünkü yangın sırasında aniden parlamaya maruz kalma, ölüm ya da ciddi yaralanmalar ile sonuçlanmaktadır. Örneğin, TPP (termal koruma performansı) testi Kumaşın performansının, yüksek, kısa süreli konvektif ve radyan ısı akısı altında test edilmesi için tasarlanmıştır. Bu düzeydeki ısı akısı, aniden parlama ya da parlama sonrası koşullara benzetilmek için seçilmiştir. TPP testi, koruyucu giysilerin diğer koşullardaki ısı performansını değerlendirmek için gerekli detaylı bilgiyi vermemektedir. Bu önemli bir noktadır, çünkü çoğu itfaiyeci yanıkları, ılıman ısı akısı koşullarına uzun süreli maruz kalma sonucunda meydana gelmektedir. Gerçekte itfaiyeciler yapı yangınlarına genellikle alevlerin içine girerek değil alevli bölge dışından müdahale etmektedir. Alevle temas olmadan yangın kaynaklarına maruz kalma, radyan ısı açısından göz önüne alınmalıdır. Çalışmalar alevli bir yangının, toplam ısının %80'i kadar yüksek oranda radyan ısı yaydığını göstermiştir. Bu alanlardaki ısıl radyasyon düzeyi sıcak gaz bulutları ve ısınmış yapı yüzeylerinin bir sonucu olarak yüksektir. Sıcak gazların açık kapı ya da bir pencereden akımı 400°C'nin üzerinde olabilmekte ve koridordan ya da komşu tavandan metrelerce uzağa etki edebilmektedir. Odanın açık kapısı ya da penceresinden gelen ısıl radyasyon, buna maruz kalan ciltte yanıklara, ayrıca koruyucu giysilerin tutuşmasına ve kömürleşip koruduğu cildin zarar görmesine neden olacak kadar yüksek düzeylere ulaşabilmektedir [Lawson, 1996; Mell & Lawson, 1999; Yoo, et al., 2000].

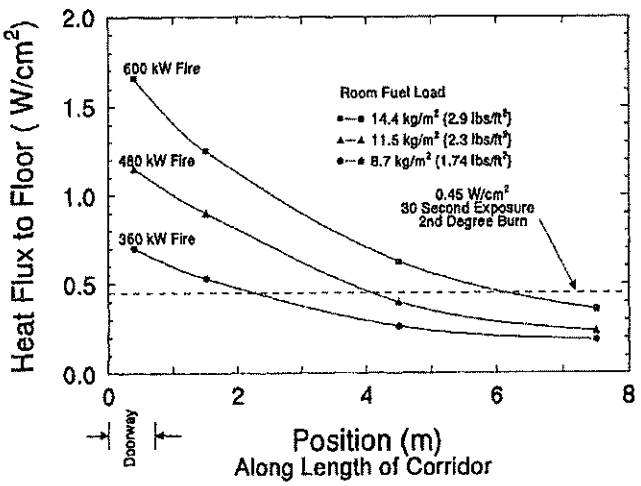
İkinci derece yanıklar, cilt sıcaklığı 55°C'ye ulaştığında oluşmaktadır. 72°C'de ise anında deri tabakasının yıkımı gerçekleşmektedir. Bu sıcaklıklar, koruyucu giysilerin ve günlük giysilik kumaşların kömürleşme sıcaklıklarıyla karşılaştırıldığında çok düşüktür. Bu yüzden giysisinde belirgin bir ısıl hasar oluşmasa bile, bir itfaiyeci ciddi yanıklar alabilmektedir [Lawson, 1996].

2. KORUYUCU GİYSİLER VE BİR YANGIN ORTAMINDA RADYAN ISININ ÖNEMİ

Tipik bir ısıdan koruyucu giysi aleve dayanıklı bir dış katman, bir nem bariyeri ve bir ısı bariyerinden oluşmaktadır. Dış katman, ısıl radyasyona ya da kısa süreli

doğrudan alev temasına maruz kaldığında tutuşmaya dayanıklıdır. Nem bariyerleri, nemin, sıvının ve buharların geçişini tümüyle engelleyebilmektedir ya da sıvının geçişini engelleyip nem ve buharların geçişine izin vermektedir. Isı bariyeri, giysiden ısının taşınmasına direnç gösteren bir izolasyon materyal katmanıdır. Bu bariyerin izolasyon kalitesi, birincil olarak materyal içerisindeki hava boşluğu miktarına bağlıdır; bunu bariyerde kullanılan materyalin ısı transfer özellikleri izlemektedir. Sun et al'ın (2000) yaptıkları araştırmaya göre, koruyucu giysinin radyan ısıdan koruması materyale, materyalin yapısına, kalınlığına ve gramajına bağlıdır. Kalınlığı artırmak ya da gramajı artırmak, giysinin radyan ısıdan korumasını iyileştirmektedir [Lawson, 1996; Sun et al., 2000].

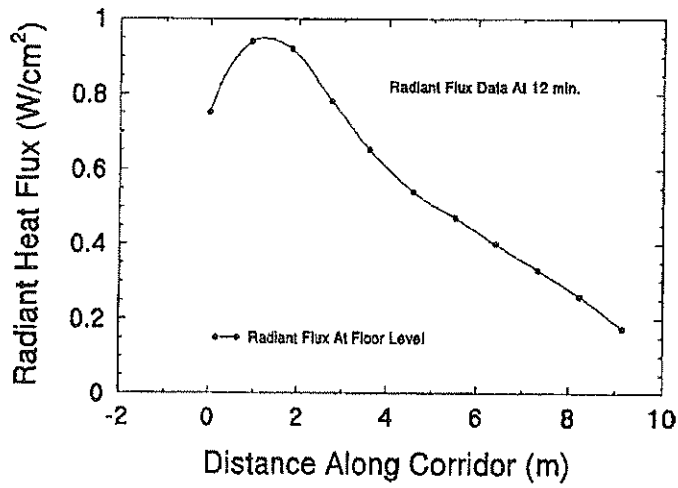
Lawson'ın çalışmasında (1996), nispeten yüksek anlık ısı akısı değerlerinin, yanan bir odanın metrelerce uzağında hissedildiği bulunmuştur. Koridordaki radyan ısı akısı değerleri Şekil 1'de görülmektedir. Bunlar noktalı çizgi şeklinde çizilmiş olan Stoll'un yanık verileri ile karşılaştırılarak ikinci derece yanığın hangi uzaklıklarda oluştuğu görülebilir. 600kW'lık oda yangınının oluşturduğu ortama 30 saniye maruz kalmak, koridorda yanan odaya 6 m uzakta duran bir itfaiyecinin cildinde yanıklar oluşmasına neden olabilmektedir. Bu yangın verileri ayrıca itfaiyecilerin önemli miktarda ısı enerjisi alacağını ve bunun koruyucu giysi ve donanımlarında depolanacağını göstermektedir. Bu ısı enerjisine maruz kalma, eğer koruyucu giysi cilde değerse giysiden ısının transferi ile tere bağlı ciddi yanıklara yol açmaktadır [Lawson, 1996].



Şekil 1. Koridordaki radyan ısı akılarının değerleri

Amerika'da her yıl rapor edilen ciddi yanık yaralanmalarının çoğu, aniden parlamanın üzerinden bir süre geçtikten sonraki yangınlarda ve bazı durumlarda da uzun bir sürede büyüyüp gelişen yangınlarda oluşmaktadır. Şekil 2 bir

odadaki aniden parlamanın neden olduğu radyasyonu göstermektedir. Isıl radyasyon, bir metre uzaklıkta ya da odanın kapısının hemen önünde artmakta ve ardından uzaklıkla düşmektedir. Bu artış, aniden parlamanın odanın içerisinde gerçekleştiğini ve alevlerin kapıdan koridor boyunca uzandığını göstermektedir. Radyan ısı ve sıcak gazlar, yangın kaynağından oldukça uzağa kadar ulaşabilmektedir. Yangının boyutları büyüdükçe, etki eden radyan ısı enerjisinin etkisi, yangın kaynağından daha da uzaklara ulaşacaktır. Büyük yangınlarda dışarıdan savaşırken yanıktan korunma, tüm diğer yangınlarda olduğu gibi, itfaiyecilerin koruyucu giysi ve donanımlarının performans sınırlarına, itfaiyecinin yangından uzaklığına ve ısıya maruz kalma zamanını kontrol eden yangınla savaşma taktiklerine bağlıdır [Lawson, 1996].



Şekil 2. Bir odada oluşan aniden parlamanın sonucunda ortaya çıkan ısıl radyasyon

3. KORUYUCU GİYSİLERİN, RADYAN ISIDAN KORUMASINA İLİŞKİN STANDARTLAR

Bir yangında radyan ısıdan korunmanın çok önemli olduğu görülmektedir. Bu durumda, koruyucu giysilerin cildi radyan ısıdan korumak gibi önemli bir görevi bulunmaktadır. Bu yüzden ısıdan koruyucu giysilerin değerlendirilmesinde, giysilerin radyan ısı karşısındaki performansı mutlaka belirlenmelidir. Bu amaçla, koruyucu giysilerin radyan ısıdan koruyuculuğunun değerlendirilmesi NFPA 1976, EN ISO 6942 ve TS 5142 EN 366 standartlarında tanımlanmıştır.

NFPA 1976 standardında, 6.10 başlığı koruyucu giysi ve donanımları için radyan ısı yansıtıcılığı (radiant reflectivity) tanımlanmaktadır. Test, giysi, eldiven dış katmanı, şapkanın yüz bariyeri, tüm ayakkabı ve şapka dış katmanı için uygulan-

maktadır. Test için örnek boyutları 75 mm X 250 mm'dir. Test örnekleri, testten önce 300 turluk bir aşındırmaya maruz bırakılmaktadır. Radyan ısı cihazı, dikey yerleştirilmiş bir radyan ısı kaynağı, örnek tutucu, koruyucu kapak, sensör ve kaydedici cihazdan oluşmaktadır. Sensör bloğu 133 mm X 133 mm X 13 mm boyutlarında ısıya dayanıklı materyalden oluşmaktadır. Isı kaynağı 5 adet 500W, infrared, yarısaydam tüp şeklindeki, 125 mm yanan kısmı ve 224 mm toplam uzunluğu olan kuartz lambalardan oluşmaktadır. Örnekler, 25 saniye süresince, 2.0 cal/cm^2 ±0.1 cal/cm^2 değerinde bir ısı akısına maruz kalmaktadırlar. Değerlendirme değeri, radyan ısı yansıtma değeridir ve grafiksel olarak sensörün algıladığı şekilde çizilen grafik ve ASTM D 4108'deki Stoll'un ikinci derece yanık kriteri ile belirlenmektedir. Çizilen grafik ve Stoll'un ikinci derece yanık kriterinin kesişme noktasındaki zaman saniye olarak radyan ısı yansıtıcılığı değerini vermektedir [NFPA 1976].

Radyan ısıdan korumanın tanımlandığı EN standardı EN ISO 6942 (EN 366): Koruyucu Giysiler – Isı ve Aleve Karşı Koruma - Deney Metodu, Işıma Isısına Maruz Kalan Malzeme ve Malzeme Donanımlarının Değerlendirilmesi'dir ve TS 5142 EN 366 ile aynıdır. Bu standart, ısıya koruyucu giysi yapımında kullanılacak tek ya da çok katlı tekstiller ve diğer materyaller içindir. Örnek boyutları, 70 mm X 230 mm'dir. Bu standart örnekler için aşındırma işlemi içermemektedir. Cihaz, dikey radyasyon kaynağı, test çerçevesi, örnek tutucu, kalorimetre ve sıcaklık ölçüm ve kaydetme cihazı içermektedir. Radyasyon kaynağı, altı adet silikonkarbür (SiC) ısıtıcı çubuktan oluşur. Bunların toplam uzunlukları 356 mm ve ısınan uzunlukları ise 178 mm'dir. Isı kaynağı, örnekten uzaklığı ve dolayısı ile ısı akısını değiştirebilmek için bir ray üzerinde hareket edebilmektedir. Kalorimetre, 50 mm X 500 mm X 80 mm boyutlarında saf alüminyumdan yapılmış sensör ve ısıtma bobini için iki boşluk içeren bir bloktur. Arkası ve yan kısımları 20 mm kalınlığında izolasyon materyali ile kaplanmıştır. Bu testin kapsamında üç ısı akısı düzeyi vardır. Çünkü endüstri işçileri ve itfaiyeciler, uzun süreli, düşük radyan ısılara da maruz kalmaktadırlar. Isı akıları, düşük ısı akıları (5 ve 10 kW/m^2), orta değerler (20 ve 40 kW/m^2) ve yüksek değer (80 kW/m^2)'dir. Test iki yöntem içermektedir. A Metodunda örneklerdeki görünüş değişimleri gözlenip rapor edilmektedir. B Metodunda ise zamana göre kalorimetreden kaydedilen sıcaklık artışından, ısı geçirgenlik faktörü ve farklı ısı transfer değerleri belirlenmektedir. Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde, termal koruyucu giysileri ve donanımları test etmek için bu standarda uygun bir cihaz bulunmaktadır [EN 366; TS 5142 EN 366].

KAYNAKLAR

1. EN 366: 1993 - Protective Clothing – Protection Against Heat and Fire – Method of Test: Evaluation of Materials and Material Assemblies When Exposed to a Source of Radiant Heat

2. Lawson, J.R. (1996). "Fire Fighter's Protective Clothing and Thermal Environments of Structural Fire Fighting", *NISTIR 5804*, National Institute of Science and Technology, Gaithersburg, MD.

3. Mell, W.E. & Lawson, J.R. (1999). "A Heat Transfer Model for Fire Fighter's Protective Clothing", *NISTIR 6299*, National Institute of Science and Technology, Gaithersburg, MD.

4. NFPA 1976: 2000 - Standard on Protective Ensemble for Proximity Fire Fighting

5. Sun, G. (2000). *Textile Research Journal*, **70**(7), pp.567-573

6. TS 5142 EN 366: 1997 – Koruyucu Elbise – Isı ve Ateşe Karşı Koruyucu – Deney Metodu: Işıma Isısına Maruz Kalan Malzeme ve Malzeme Gruplarının Değerlendirilmesi

7. Yoo, H.S. et al. (2000). "Thermal Protective Performance and Comfort of Wildland Firefighter Clothing: The Transport Properties of Multilayer Fabric Systems", *Performance of Protective Clothing: Seventh Volume, ASTM STP 1386*, Nelson, C.N. & Henry, N. W. (Eds.), American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, P

GEOTEKSTİLLERİN KATI ATIK DEPOLAMA SAHALARINDA UYGULANMASI

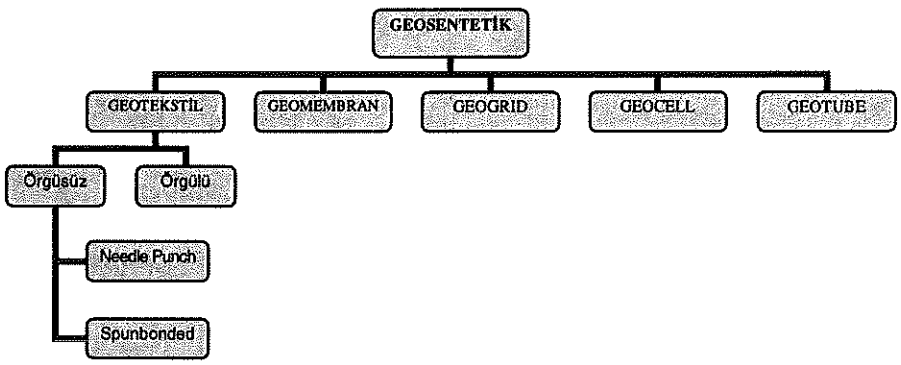
M.C. KÜTÜKOĞLU

Hassan Tekstil San.Tic.A.Ş., TÜRKİYE

ÖZET

Geotekstiller inşaat mühendisliği uygulamalarında çeşitli fonksiyonları yerine getiren geçirimli tekstil ürünleri olup, aynı zamanda Geosentetikler ailesinin en büyük üyesidir. Bu sunumda, Geosentetiklerin kullanım yerlerinin başında gelen Landfill (Düzenli katı atık depolama sahası) alanlarında geotekstillerin kullanım amaçları, performansları, fonksiyonları, uygulama detayları hem yazılı hem de görsel olarak sunulacaktır. Sunumda geçen uygulama örneği Kazakistan'ın Atyrau şehrinin Tengiz bölgesinde oluşturulan düzenli Katı atık depolama sahasıdır.

SINIFLANDIRMA



Şekil 1. Geosentetiklerin sınıflandırılması

GEOTEKSTİL TANIMI

Amerikan Standartlarında (American Society of Testing and Materials-ASTM)" İnsan yapısı bir proje, yapı veya sistemin bir parçası olarak temel elemanı, zemin, kaya ve toprakla veya geoteknik mühendisliği ile ilgili herhangi bir malzeme ile beraber kullanılan geçirimli tekstil ürünü olarak adlandırılan geotekstiller; Polyester,polipropilen,polietilen gibi sentetik hammaddelerden üretilen geçirgen örtülerdir.

GEOTEKSTİL UYGULAMA ALANLARI

- Karayolları, Otoyol, köprü ve viyadükler
- Spor sahaları (Golf, tenis, halı saha)
- Tüneller, yeraltı tesisleri, sanat yapıları, Metrolar
- Ziraat alanları, Bahçe teraslar
- Havaalanları
- Maden işletme sahaları
- Demiryolları
- Düzenli Katı Atık depolama sahaları
- Sulama kanalları ve Suni göletler
- Kıyı Koruma
- İzolasyon

DÜZENLİ KATI ATIK DEPOLAMA SAHALARI

Katı atıkların tekniğine uygun olarak bertaraf edilmesi, özellikle nüfusu fazla olan şehirlerde çözüme ulaştırılması gereken bir sorundur. Düzensiz ve iyi tasarımlanmamış depolama alanlarının oluşturduğu sızıntı suları, yüzeysel ve yeraltı sularının kirlenmelerine neden olmaktadır.

Günümüzde çevre bilincinin artmasıyla birlikte, gözle görülür bir artış kaydeden düzenli katı atık depolama sahası projelerinde geosentetik ve geotekstillerin kullanılması, bu malzemelerin çevreye olan olumlu katkılarını ortaya koymaktadır. Ayrıca kolay uygulanabilir olmaları, zaman içinde geleneksel doğal malzemelerin yerini almaları nedeniyle de, hem zamandan hem de ekonomik yönden tasarruf sağlamaktadırlar.

Düzenli katı atık depolama sahaları; Yer seçimi, sahanın hazırlanması ve katı atıkların bertaraf edilmesi aşamalarında iklim, çevre, kentsel gelişim ve ulaşım şartları gibi etkenler göz önüne alınarak, tüm ayrıntılarıyla projelendirilip, hayata geçirilmektedir.

Tengiz–Kazakistan Düzenli Katı Atık Depolama Sahası

Proje	:TCO–IWMP Landfill Project (Düzenli Katı Atık Depolama Sahası)
Proje Yeri	:Tengiz – Kazakistan
İş veren	:Tengizchevroil

Müteahhit	:Sk Senimdi Kuryłys llp.
Uygulama	:Engin İzolasyon Ltd.Şti.
Net Uygulama Alanı	:76.000 m2
Miktar	:160.000 m2 (Geotekstil)

Projelendirme

TCO bünyesinde proje ve kontrol departmanı oluşturularak işin Projelendirme kısmı Parsons* firmasına verildi. Projede kullanılan Geosentetik ve Geotekstil malzemelerin tasarım ve projelendirilmesini bu firma gerçekleştirdi.

Katı atık sahasında zaman içerisinde kimyasal atıkların da toplanacağı öngörülerek, çift kat geomembran ve birden fazla geotekstil ve geokompozit malzeme kullanılmasına karar verildi. (Tablo 1.)

* : Parsons Overseas Company Kazakhstan, POC(K)

Mevcut Durum

Bölge çok verimli bir petrol sahası özelliği taşıdığından, aynı bölgede daha önce yine TCO tarafından yapılmış olan 300.000 m2 alana sahip Düzenli Katı Atık Depolama sahası mevcuttu. Ancak çıkarılan Petrol miktarının artış göstermesi, buna bağlı olarak çalışan nüfus ve konutlardaki gözle görülür artış, mevcut sahanın planlamadan erken dolması gibi nedenlerle yeni bir katı atık depolama sahasının yapılmasına ihtiyaç duyuldu. Şu anda bölgede 10.000 kişi yaşamaktadır.

Sahanın zemini kumlu, suya doygun bir karakterdedir. Aynı zamanda deniz seviyesinden 28 metre aşağı kotta yer almaktadır.

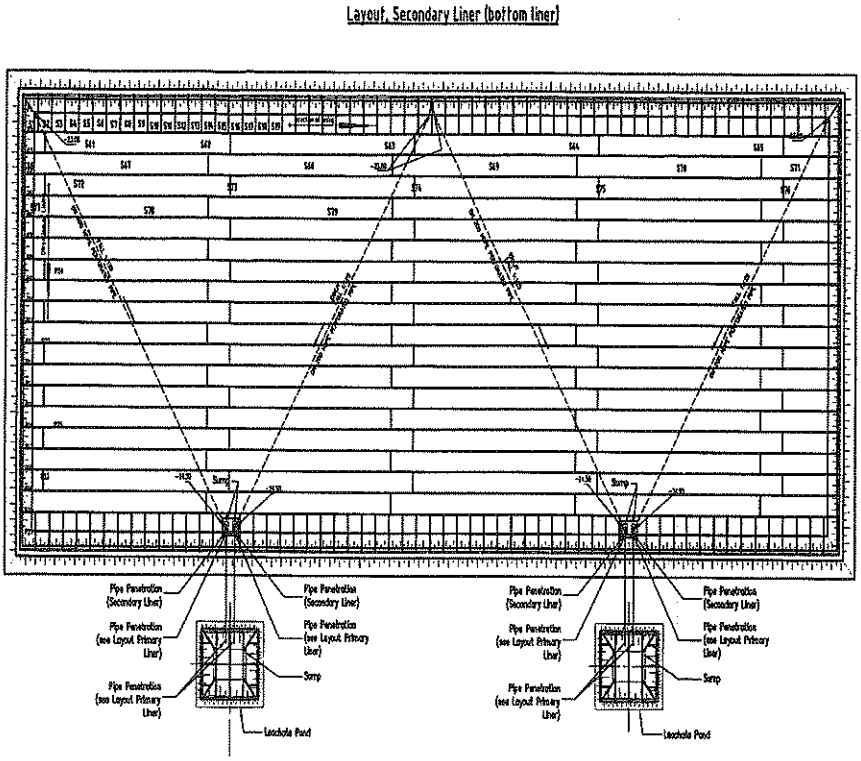
Sahadan çıkarılan petrol, içindeki sülfürün ayrıştırılması için yakınındaki bir fabrikaya taşınmakta, çeşitli prosesierden geçtikten sonra elde edilen ham Petrol,özel boru hatları ve demiryolu taşımacılığı vasıtasıyla Novorski Limanından Dünya pazarına sunulmaktadır.

Düzenli Katı Atık Sahasında Geosentetik Uygulama Detayları

- Katı atık sahası uygulama detayı (Tablo 1, Şekil 2)

- Şev üstü uygulama detayı (Tablo 2)

- Süzüntü suyu toplama havuzu uygulama detayı (Tablo 3)



Şekil.2. Geomembran Uygulama Planı

Tablo 1. Katı Atık Sahası Uygulama Detayı

Sıra No		Malzeme	Açıklama
8		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , 135 g/m2
7		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , TS : 20
6		Geokompozit tabaka	Geotekstil/Net/Geotekstil , TS : 14
5		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , TS : 74
4		HDPE Geomembran	2.0 mm
3		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , TS : 30
2		HDPE Geomembran	2.0 mm
1		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , 1.200 g/m2
-		Sıkıştırılmış zemin	-

TS : Çekme Mukavemeti (kN/m)

Tablo 2. Şev Üstü Uygulama Detayı

Sıra No		Malzeme	Açıklama
5		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , 300 g/m2
4		HDPE Geomembran	2.0 mm
3		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , TS : 74
2		HDPE Geomembran	2.0 mm
1		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , 1.200 g/m2
-		Sıkıştırılmış zemin	-

Tablo 3. Süzüntü Suyu Toplama Havuzu Uygulama Detayı

Sıra No		Malzeme	Açıklama
4		HDPE Geomembran	2.0 mm
3		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , TS : 30
2		HDPE Geomembran	2.0 mm
1		Nonwoven Geotekstil	Polipropilen , 1.200 g/m2
-		Sıkıştırılmış zemin	-

TS: Çekme Mukavemeti (kN/m)

Tablo 4.Geotekstil Kullanım Amaçları

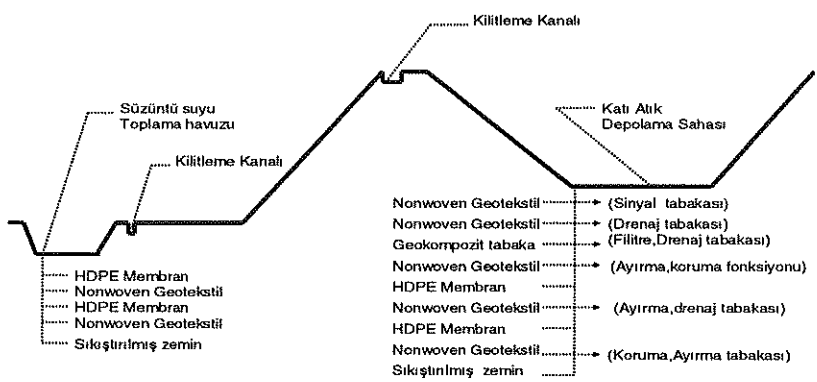
	Malzeme	Kullanım Amacı (Fonksiyonlar)
	Nonwoven Geotekstil	Sinyal tabakası
	Nonwoven Geotekstil	Drenaj Fonksiyonu
	Geokompozit tabaka	Filitre ,Drenaj ve Yük Dağılımı Fonksiyonu
	Nonwoven Geotekstil	Koruma Fonksiyonu
	HDPE Geomembran	2.0 mm
	Nonwoven Geotekstil	Koruma ve Drenaj Fonksiyonu
	HDPE Geomembran	2.0 mm
	Nonwoven Geotekstil	Koruma ve Ayırma Fonksiyonu
	Sıkıştırılmış zemin	-

Düzenli Katı Atık Depolama Sahalarında Geotekstil kullanımı

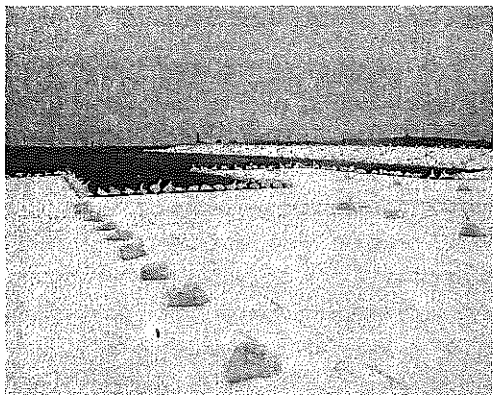
Düzenli Katı atık depolama sahalarının oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken birinci öncelik biriktirilen çöplerden sızan pis suların doğal ortama karışmamasının sağlanmasıdır. Bunun sağlanması için ise en efektif yöntem, depolama sahasının doğal zemininin tamamının su geçirmez malzemelerle (HDPE Membran) kaplamaktır. Kalınlıkları ortalama 1,5-2 mm olan ve herhangi bir tedbir alınmaz ise çok çabuk çizilip, zarar görebilecek olan bu sentetik örtüler, bütün alan boyunca üzerine gelecek metrelerce yükseklikteki ağır çöp tabakaları ve üzerinde çalışacak olan iş makinalarının yaratacağı etkiye karşı savunmasızdır. Geotekstiller bu detayda devreye girerek, membran tabakalarını ağır yüklere ve sivri, delici maddelere karşı korurlar.

Geotekstil Kullanımının Getirdiği Avantajlar

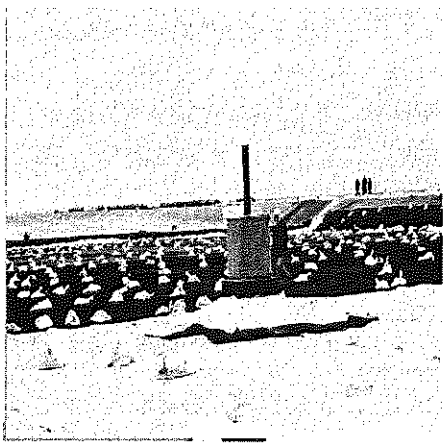
- Beraber kullanıldıkları Geomembranların delinme, yırtılma, aşınma mukavemetlerinin arttırılmasına yardımcı olur, dış etkenlere karşı korur.
- Geomembranların aşınmalarını önlerken, aynı zamanda daha ince membran kullanılmasına olanak sağlayarak tasarruf sağlar.
- Geomembranların serilmeleri ve sağlıklı olarak kaynaklanmaları için düzgün bir zemin oluştururlar.
- Geotekstilin yüksek su geçirgenlikleri sayesinde bünyelerindeki suyu çok hızlı bir şekilde uzaklaştırarak, zeminin taşıma gücünün artmasını sağlarlar.
- Bakteri, asit, alkali, mikroorganizma, sıcaklık, nem gibi dış etkenlere karşı mukavemetli olduklarından, kullanıldıkları detaylarda mekanik ve hidrolik özelliklerinde bir azalma gözlenmez. Dolayısı ile kullanıldıkları yapının ömrünün uzun olmasını sağlarlar.



Şekil 2. Düzenli Katı Atık Depolama Sahası Geosentetik Uygulama Detayı



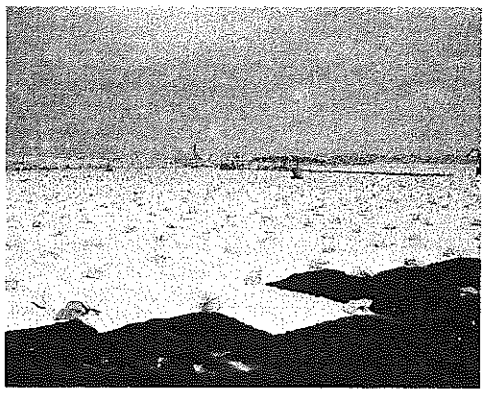
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3. (a),(b),(c),(d) Geotekstilin Düzenli Katı Atık Alanlarında Kullanılması

SONUÇ

İnşaat mühendisliğinin birçok uygulamasında kullanılan Geotekstiller, son yıllarda çevre bilincinin de artmasıyla düzenli katı atık sahalarında daha yoğun olarak kullanılmaya devam edecektir. Geotekstillerin teknik üstünlükleri, çevre dostu olmaları ve ekonomik çözümler sunmaları nedeniyle de mühendislik alanlarındaki uygulamalarda önümüzdeki dönemde artan bir trend göstermesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. www.astm.or
2. Engin İzolasyon San.Tic.Ltd.Şti uygulama projesi çalışmaları (www.enginizolasyon.com.tr)
3. Parsons Overseas Company Kazakhstan, POC(K) proje detayları

OTOMOBİL KOLTUK DÖŞEMELİĞİ KUMAŞ YAPILARININ ÖZELLİKLERİ

F. ÇEKEN, G. PAMUK

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

Teknik tekstiller tekstil pazarının en hızlı büyüyen sektörü olarak kabul edilmekte ve dünya lif ihtiyacının neredeyse %19 u (10 milyon ton) bu alanda kullanılmaktadır [2]. Bu oranın 2005 yılında 14 milyon tona çıkması beklenmektedir. Tablo (1)'de görüldüğü gibi taşımacılık sektörü teknik tekstillerdeki ana büyüme alanlarında birinci sırayı almaktadır [2]. Dünyada her yıl imal edilen 45 milyon otomobilin her birinde yaklaşık 20 kg teknik tekstil kullanan otomobil endüstrisi, en büyük teknik tekstil kullanıcısıdır ve bu sektörde her yıl 1 milyon tondan fazla tekstil tüketildiği tahmin edilmektedir [3]. Bu tekstiller hava yastığı, yer ve tavan kaplamaları, yan kaplamalar ve koltuk döşemelik kumaşlardır.

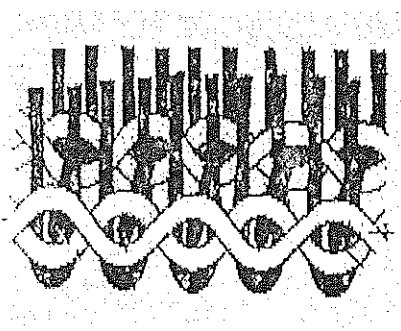
Sektörlere göre teknik tekstil pazarı- dünya tahminleri: yıl 2005

Uygulama alanları	('000 ton)	%
Otomobiller, gemiler, raylı sitemler ve hava araçları	2,483	16
Filtrasyon, temizleme ve diğer endüstriyel kumaşlar	2,344	17
Mobilya ve yer döşemeleri	2,259	16
Hijyenik ve medikal tekstiller	1,652	12
Yapı ve konstrüksiyon	1,266	9
Çevre ve ormancılık	1,021	7
Ayakkabı ve giysilerin teknik komponentleri	824	6
Paketleme	658	5
Geotekstiller ve sivil mühendislik	574	4
Spor	390	3
Çevre koruma	305	2
Kişisel koruma	215	1
Toplam	13,991	100 %

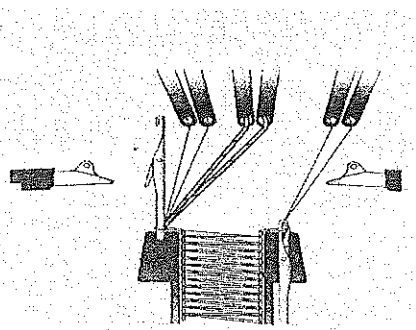
Artan işe gidip gelme uzaklıları, artan trafik yoğunluğu, birçok insanın evinden uzakta çalışmasından, hafta sonları arabalarla uzak mesafelerde yolculuk yapmalarından dolayı insanlar arabalarda daha fazla zaman harcamaktadırlar [2]. Bu nedenle otomobil üreticileri otomobilin sadece birincil teknik ve mekanik özelliklerini değil aynı zamanda duyulara hitap eden koltuk, kapı panelleri, halılar gibi ikincil özelliklerini de geliştirmişlerdir ve müşterilerin beklentileri arttıkça iç dizaynın önemi de artmaktadır. Koltuk döşemeleri ise araba iç dizaynı ve kullanıcı konforu için en önemli faktörlerden biridir çünkü kullanıcının sürekli temasta bulunduğu tekstil malzemesidir.

Koltuk döşemelikleri arabanın ömrü boyunca en azından on yıllık bir süreye dayanmalıdır. Bu nedenden dolayı bu kumaşlarda, yüksek kopma dayanımı ve kopma uzamasının yanında özellikle aşınmaya, sürtmeye, pillinglenmeye, yanmaya ve UV' ye karşı yüksek dayanım istenmektedir. Koltuk döşemelikleri için kullanılan ana lif tipleri polyester ve akriliktir. UV' ye, ısıya ve kimyasallara karşı iyi dayanımı, kolay bakım karakteristikleri, düşük nem absorbsiyon, rezilyans ve iyi boyutsal stabilite özelliği olan polyester lifleri daha çabuk tutuşma hızı ve daha düşük UV dayanımı olan akriliğin yerini almaktadır [4]. Bu nedenlerden dolayı polyester lifleri otomobil koltuk döşemelikleri için idealdir ve koltuk döşemeliklerinin yaklaşık olarak %90'ı bu liflerden yapılmaktadır [2].

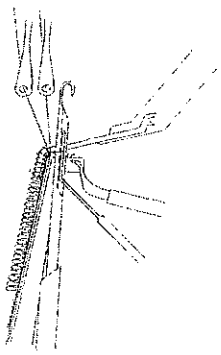
Koltuk döşemelikleri için kullanılan ana kumaş teknolojileri dokuma kadife, jakarlı dokuma, çözgülü örme, çözgülü örme Pol, çift iğne yataklı raschel çözgülü örme kadife, yuvarlak örme, jakarlı yuvarlak örme peluş ve spacer kumaşlardır [5]. Bu teknikler şekil 1, 2, 3 ve 4'de görülmektedir.



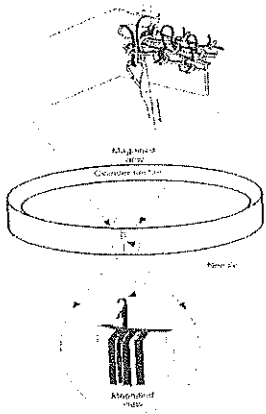
Şekil 1. Dokuma Kadife



Şekil 2. Çözgülü Örme



Şekil 3.. Çözgülü Örme Pol



Şekil4. Yuvarlak Örme

Jakarlı yuvarlak örme peluş kumaşlarını üretirken kumaş yuvarlak bir tüp şeklinde örülür ve düz bir kat olarak kesildikten sonra yatay atlama ipliklerini tıraşlayan bir tıraşlama makinesinden geçirilirler ve bu proses tıraşlamaya bağlı olan ve bu tip kumaşları pahalı kılan çok miktarda döküntüye yol açar. Bu dezavantaja rağmen sınırsız desen ve esneklik özellikleri pazarda kendisine iyi bir yer edinmesini sağlamıştır. Çözgülü örme kumaşların kontrol edilebilen ve belirli bir düzeyde olan streç ve geri dönebilen bir yapısı vardır. Çözgülü örme ise çok çeşitli tekstil yapıları ve üç boyutlu yapılara da uygun dizaynları nedeniyle önem taşımaktadır. En büyük dezavantajları da diğerlerine nazaran büyük renk ve desen efektleri üretme limitleridir. Spacer kumaşlar ise çift iğne raylı çözgülü örme ve yuvarlak örme makinelerinde elde edilen sandviç yapı denilen dolgun yüzeylerdir. Ana kullanım alanları ayakkabılar olduğu ve otomobiller için çok pahalı olduğu halde koltuk döşemeliklerinde kullanıldıkiarında ısı kontrolü, rahatlık ve dolgunlukları açısından destek sağlamaktadırlar.

KAYNAKLAR

1. **1.Anand, S., Developments In Technical Fabrics- Part I. Knitting International. 2000, July, Pages 32-35**
2. 2.Anand S., In The Driving Seat-Part II. Knitting International, 2001, July, Pages 54-57
3. Anand, S., Recent Advances In Knitting Technology And Knitting Structures For Technical Textiles Applications. ISTEK 2003, Pages 97–11
4. 4.Fung W., Hardcastle M., Textiles In Automotive Engineering. Woodhead Publishing Limited, England, 2001
5. 5.Hardcastle M., In The Driving Seat-Part I, Knitting International, 2001, July, Pages 51- E. yazgan

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE RFID UYGULAMALARI

E. Y. BULGUN, O. KAYACAN

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü,İZMİR / TÜRKİYE

1. GİRİŞ

Taşınabilir ürünlerin bilgiyi depolama, işleme ve paylaşma yetenekleri, gelişen elektronik teknolojisi ile birlikte sürekli olarak artmaktadır.Günümüzde tüm eşyalara monte edilebilen küçük elektronik parçalar veya bugün kullanılmakta olan etiketler, üzerinde bulundukları cihazlar hakkında bilgi vermektedir. Bu tür sistemler, gelecekte diğer tüm sektörlerde olduğu gibi tekstil ve konfeksiyon endüstrisinde de yaygın kullanım alanı bulacaktır. Bu çalışmada, akıllı etiketler olarak bilinen "radyo frekanslı tanımlama" (RFID - Radio Frequency Identification) teknolojisinin genel tanıtımı yapılarak tekstil-konfeksiyon sektöründeki uygulama alanları tartışılacaktır.

2. RFID TEKNOLOJİSİ

2.1. Tarihçe

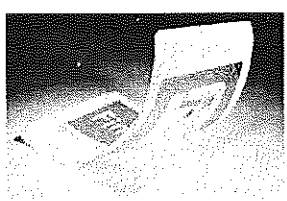
RFID teknolojisi ilk kez, Leon Theremin tarafından 1945'te bir casusluk aracı olarak Sovyet hükümeti için geliştirildiği sanılsa da, ilk gerçek RFID cihazı kullanımı daha eskiye dayanmaktadır. II. Dünya Savaşı sırasında, başlangıçta İngiliz radarları, uçakların varlığını tespit etse de, bunların bombardımandan geri dönen İngiliz uçakları mı, yoksa bombardımana gelen Alman uçakları mı olduğunu ayırt edememekteydi. Daha sonra İngiliz uçakları, içlerine yerleştirilen "Dost-Düşman Tanıma" (Identification friend or foe - IFF) cihazları sayesinde, radarda kendilerini belli eder hale geldiler [1].

Ancak gündelik sivil yaşamda alışveriş işlemlerini kolaylaştıracak uygulamalar, 1940'larda icad edilen bu teknoloji ile değil, 1970'lerin başlarında geliştirilen biraz daha farklı bir teknoloji ile başladı. O zamanlar Drexler Üniversitesi, Teknoloji Enstitüsü'nde lisansüstü öğrencisi olan Bernard Silver ve Norman Woodland adına patentlenen ilk otomatik ürün kodlama sistemi, ultraviyole ışık altında parlayan bir mürekkep izi kullanıyordu. Bazı teknik sorunları olan ve pahalıya malolan bu sistem, yerini 1973'te IBM tarafından geliştirilen ve bugün de kullandığımız barkod'a bıraktı. Üretici ve toptancıların envanterlerinin izlenmesini kolaylaştıran bu sistem, ürün bilgilerini ikili bir kodla ifade eden ve makina tarafından okunabilen paralel çizgiler şeklinde kaydetmektedir. UPC (Universal

Product Code - Evrensel Ürün Kodu) olarak anılan kod, günümüzde neredeyse her tür ürünün "parmak izi" yerine geçmektedir. Ancak barkod sisteminin zaafları, araştırmacıları, daha önceden icat edilen RFID teknolojisine geri dönüp onu geliştirmeye yöneltmiştir [1].

2.2. RFID Nedir?

Dilimize "radyo frekanslı tanımlama" olarak çevirebileceğimiz RFID (Radio Frequency Identification) teknolojisi, basit anlamda herhangi bir nesnenin üzerinde bulunan ve o nesneye ait bilgiyi içeren elektronik bir etiket ile radyo frekansı üzerinden kendisini tanıyacak bir alıcının arasında kurulan bir tanımlama teknolojisidir. Tanımlamada geçen üç kavram; "nesne", üzerinde bulunan etiketteki "bilgi" ve "alıcı"nın ne kadar çeşitlenebileceği düşünüldüğünde kullanım alanı sınırsız bir teknoloji ortaya çıkmaktadır. Bu teknoloji, nesneler hakkındaki bilgilerin barkodların aksine temas etmeye ve görsel kontrole gerek kalmaksızın belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Kağıt, plastik veya seramik içine yerleştirilmiş bir çip ve antenden oluşan sistemin boyutları 1.5 santimetrekareden küçük ve sadece 0.3 milimetre kalınlığında olabilmektedir [2]. Bir RFID etiketinin inceliği Şekil 1.'de net bir şekilde görülebilir



Şekil 1. Kağıt inceliğindeki bir RFID etiketinin yakından görünüşü [3]

RFID teknolojisi şu anda birçok endüstri sektöründe ve uygulama alanında dikkat çekmektedir, zira ürünlerin tanınması, dağıtılması ve depolanması gereken her yerde kullanımı uygundur. Özellikle 2005 yılında devreye girecek olan bir AB yönergesi ile gıda maddeleri endüstrisi öncelikli olmak üzere ürünlerin izlenebilirliği zorunlu olacaktır [2].

Kablosuz olarak üzerindeki bilgiyi ve bulunduğu yeri merkeze iletebilen bu akıllı etiketler sayesinde ürünü, üretimden tüketicinin evine kadar ve hatta çöp kutusuna kadar izlemek mümkündür. RFID'in kullanımı ile depoda hatalı envanter bilgisi veya çalınma tehlikesi tarihe karışacaktır. Perakendecilik açısından ise rafta kalmayan, bozulan, son kullanma tarihi dolan yada müşteri tarafından market içerisindeki yeri değiştirilen ürün de anında fark edilebilecektir. Radyo frekanslarıyla tanımlama teknolojisi, alışveriş merkezlerinde akıllı etiket sisteminin kullanılmasını kolaylaştıracaktır. Raf ve etiketlerin radyo frekanslı cihazlarla takip edilmesi sayesinde, yeterli mal bulunmayan raflar, yanlış rafa konulan malların

üzerindeki etiketler sevkıyat görevlilerini uyaracaktır. Stoklar ile mal takibi otomatik olarak gerçekleştirilebilecektir. RFID binlerce ürünün satıldığı büyük mağazalarda, bütün bu ürünlerin doğru raflarda ve yeterince bulunması, sevkıyat işlemlerinin zamanında ve hatasız yapılmasını sağlamaktadır ve maliyetlerden tasarruf yapılmasına imkan vermektedir [4].

Radyo frekanslı tanımlama, bir kişi veya objeyi genellikle 125 KHz(lf) veya 13.56 MHz (hf) 800-900 MHz (UHF) ve 2.45GHz frekansında radyo dalgaları kullanılarak tanımlanmasıdır.Günümüzde en sık kullanılan ve pazar tarafından en çok talep edilen frekans 13.56 MHz dir. Son yıllarda RFID teknolojisi sağladığı kullanım kolaylıkları, ürün takip kesinliği,üretim ve stoklama bantlarında sağladığı kesinlik ve performans sebebiyle çok popüler hale gelmiştir [5].

2.3. RFID Sisteminin Bileşenleri

Temelde RFID sisteminin bileşenleri,

1.RFID etiket ve çipleri

2.RFID anteni

3.RFID okuyucusu

4.RFID istasyonu'dur.

Etiketler

Hem okuma hem de yazma olanağı sağlayan, dolayısıyla kayıtlı bilginin değiştirilip yenilenmesine izin veren RFID etiketleri, pasif ve aktif olmak üzere iki temel grupta incelenebilir.

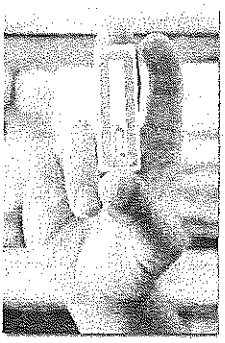
a. Pasif Etiketler

Pasif RFID etiketleri güç kaynağı taşımamaktadır.Radyo frekansında bir tarama işleminin antende yarattığı düşük şiddetteki elektrik akımı, etiketin yanıt yollamasına yetecek gücü sağlamaktadır. Bu yöntemle enerji kazandırılan pasif RFID etiketlerinin yanıtı mecburen kısa olmak zorundadır. Genelde yalnızca kimlik numarası bildirmektedir. Güç kaynağı içermeyen bu cihazlar oldukça küçük ebatlarda imal edilebilmektedir. 2004 itibariyle piyasada bulunan en küçük etiket, 0,4 mm x 0,4 mm ebadında ve kâğıttan daha incedir. Pasif etiketlerin okunma mesafesi 10 mm ilâ 5 m arasında değişmektedir. Okuyucuyla etiket arasındaki etkileşimin indüktif veya kapasitif olarak gerçekleştirildiği etiket tipleri mevcuttur. İndüktif etkileşimli etiketler, hayvancılıktan demiryolu vagonlarına, hava yollarına teslim edilen bagajlardan otoyol geçişlerine kadar (mesela İstanbul Boğazı köprülerindeki Otomatik Geçiş Sistemi de bu kategoriye girmektedir) çok çeşitli izleme uygulamalarında yıllardır kullanılmaktadır. Kapasitif etkileşimli etiketler,

daha düşük maliyet arayışı sonucunda ortaya çıkmıştır. İndüktif etkileşimli etiketlerdeki metal bobin yerine, aynı işi az miktarda silikonla görmektedirler. Piyasadaki etiket çeşitlerinin çoğu, pil bağımlılığı olmayan ve oldukça düşük fiyatlı bu pasif RFID etiketlerden oluşmaktadır. 2004 itibariyle pasif etiket fiyatları 0,40 $'dan başlamaktadır. Ticarî kullanımın yaygınlaşması için bu fiyatın 0,05 $'ın altına düşürülmesi hedeflenmektedir [1].

b. Aktif Etiketler

Aktif RFID etiketleri, yapılarında barındırdıkları güç kaynağı sayesinde, pasif etiketlerden daha uzun etkileşim mesafesine ve daha fazla bellek kapasitesine sahiptir. Ayrıca, alıcı-verici tarafından yollanan bilgileri kaydetme olanağı da sağlamaktadır. Şu an itibariyle piyasadaki en küçük aktif RFID etiketi bozuk para ebatlarındadır. Bunların erişim mesafesi onlarca metre civarında, pil ömrü ise bir kaç yılı bulmaktadır. Pasif etiketlere oranla çok daha maliyetli olan aktif etiketler, hassasiyet ve güvenilirlik açısından sağladıkları üstünlük sayesinde, günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır [1]. Şekil 2'de bir RFID etiketinin üzerine yerleştirilmiş olan elektronik devrenin yakında görünüşü verilmiştir [6].



Şekil 2. Bir RFID etiketinin üzerine yerleştirilmiş olanelektronik devrenin yakından görünüşü

RFID'ler düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 radyo frekansı bandında yayın yapabilmektedir. Frekans düştükçe okuma mesafesi azalmakta ancak enerji ihtiyacı da düşük olmaktadır. RFID teknolojisinde kullanılan frekansları global olarak düzenleyen bir kurum bulunmamaktadır. Prensipte her ülke kendi kurallarını belirlemektedir. Çeşitli ülkelerde frekans kullanımıyla ilgili teknik yönetmeliklere ek olarak, bazı ülkelerde sağlık ve çevre konularıyla ilgili yönetmelikler de mevcuttur. Mesela Avrupa'da geçerli WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment* - Elektriksel ve Elektronik Atık Cihaz) Yönetmeliği, RFID etiketlerinin çöpe atılmasına izin vermemektedir. Yani kullanıcının ambalajı atarken etiketleri çıkarması gerekmektedir [1].

Frekans ve çip seçiminde etkili faktörler

1.İstenilen okuma mesafesi

2.Çipler arasındaki mesafe

3.İstenilen bilgi okuma hızı

4.Performans maliyet orantısı olarak sıralanabilir.

I. RFID Anteni

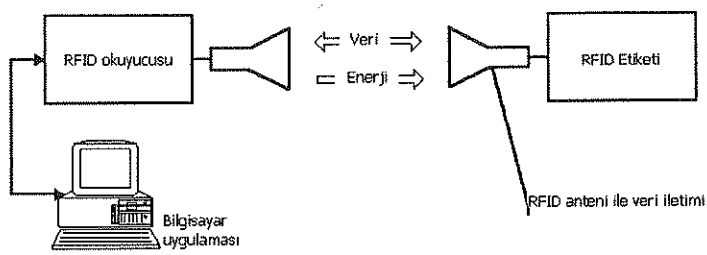
Etiket veya çipe okunması için gerekli enerjiyi ve okuma mesafesini sağlar.Çip veya etiketteki bilgiyi RFİD okuyucusuna kablo bağlantısına ihtiyaç duymadan aktarır [5].

RFID Okuyucusu

RFID okuyucusu antenden gelen bilgileri doğru sıra ve kesinlikte bağlı olduğu ana sisteme aktarır. Aynı anda birden fazla ve çok süratli okuma kapasitesine sahiptir. Hem bağımsız el terminali hem de sabit modelleri mevcuttur [5].

RFID İstasyonu

RFID istasyonları antenli bir okuyucudan oluşmuştur. Bilgi yüklü etiketleri okuyup bağlı işlem sistemine iletir. Buna ilave olarak sistemdeki etiket veya çiplere bilgi güncellemesi yapabilir. Üretim bantlarında her üretim aşaması arasına konulup miktar/kişi/zaman, bilgilerini eş zamanlı olarak kullanıcıya aktarır. Bunun dışında depo giriş ve çıkışlarına entegre edilerek depolardaki tam giriş zamanı ve miktar eş zamanlı olarak kullanıcıya aktarılır [5]. Şekil 3'te bir RFID sistemine ait örnek bir çalışma mekanizmasının şematik gösterimi verilmiştir.

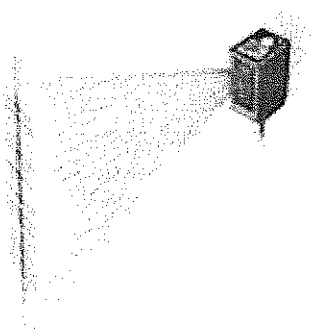


Şekil 3. Bir RFID sistemine ait örnek bir çalışma mekanizmasının şematik gösterimi

3. RFID SİSTEMİ İLE BARKOD SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

İlk olarak 1948 yılında ABD'de geliştirilen, ticari olarak ise ilk kez 1966 yılında kullanımına başlanan günümüz barkod sisteminin çalışma prensibi, barkod sembolü kızıl ötesi veya görülebilir ışık kaynağı ile aydınlatılmasına dayanmaktadır. Koyu çubuklar ışığı emerken boşluklar bunu tarayıcıya geri yansıtır.

Yansıyan ışık dalgalanmaları elektrik darbelerine dönüşür. Elektrik darbeleri ise sistem tarafından matematik algoritmaları aracılığı ile dönüştürülerek bir el terminali, PC, denetimci veya ana bilgisayar sistemine aktarır [7]. Görüldüğü üzere barkod sisteminde okuma işleminin yapılabilmesi için doğrudan bir temas veya optik okuma yapılması gerekmektedir. Her ne kadar günümüz barkod sistemi manuel veri girişi ve okumasına göre 16 kat daha hızlı olsa da RFID etiketlerinin barkod sistemine oranla sürat, daha uzun okuma menzili ve daha güvenilir bir sistem olması özellikleri ile daha avantajlı olduğu görülmektedir. Bunun dışında, obje hareket halinde iken ve hatta etiket ile okuyucu arasında engelleyici bir katman olduğu koşullarda dahi okuma gerçekleşmektedir. Bu sebeple kutulanmış ve paketlenmiş ürünler dahi okunabilmektedir. Barkodun aksine etiket ile okuyucu arasında görsel temas olmasa dahi okuma süratli ve kesin bir şekilde sağlanabilmektedir. Tüm bu avantajlar arasında belki en göze batanı da aynı anda birden fazla etiket'in okunabilmesi özelliğidir. Bilindiği gibi barkodlarda elle tek tek okuma yapılmaktadır. Barkod etiketlerinin görsel temas ile okunması Şekil 4.'te gösterilmektedir [7].



Şekil 4. Barkod etiketlerinin görsel temas ile okunması

Barkod sisteminin bazı dezavantajları,

-Envanter tutabilmek için, her ürünün üzerindeki barkod'un taranması gereksinimi,

-Kontrol noktalarında, örneğin market gişelerinde, ürünlerin taranması gereksinimi,

-Barkod sisteminin, "yalnızca okuma" (read-only) türü bir teknolojiye dayanması. yani ürünün bilgiyi kendisi yollayamamasıdır.

Tablo 1'de RFID sistemi ile barkod sisteminin karşılaştırılması yapılmaktadır [8].

Tablo 1. RFID Sistemi ile Barkod Sisteminin Karşılaştırılması

Barkod Etiketleri	RFID Etiketleri
Barkod etiketlerinin okunabilmesi için görsel temas gerekmektedir	RFID etiketleri görsel temas olmaksızın okunabilir veya güncellenebilir
Aynı anda sadece bir Barkod etiketi okunabilir	Birden fazla RFID etiketi aynı anda okunabilir.
Barkod etiketleri kirlendiği veya zarar gördüğü zaman okunamamaktadır	RFID etiketleri kirli ve uygun olmayan ortam şartlarında dahi okunabilir.
Barkod etiketlerinin işlem görebilmesi için ürün üzerinde görünür biçimde yerleştirilmesi gerekmektedir.	RFID etiketleri son derece ince olmaları sebebiyle ürün üzerine gizlenmiş halde bulunsalar dahi okunabilirler.
Barkod etiketleri sadece ürün tipini belirler	RFID etiketleri spesifik bir ürünü tanımlayabilir.
Barkod etiketleri güncellenemez	Elektronik bilgiler, RFID etiketleri üzerine defalarca yazılabilir
Barkod etiketlerinin okunması manuel olarak yapılır.	RFID etiketleri otomatik olarak okunabilmektedir.

RFID sistemi barkod sisteminin yanı sıra şu anda yaygın kullanımda olan EAS (Electronic Article Surveillance) sisteminden de pek çok açıdan daha gelişmiştir. EAS'de ürünün üzerine takılan vericiler sayesinde kasadan geçirilmeden kapıdan çıkarılmaya çalışılan ürün, alarm sistemini harekete geçirmektedir. Oysa RFID etiketleri ile mağaza yönetimi, ürünün o anki yerini öğrenebildiği gibi; etiketin üzerine kaydedilebilen bilgiler sayesinde nerede yapıldığından hangi ürünlerle teşhir edilmesi gerektiğine kadar pek çok bilgiye erişebilmektedir [4].

4. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE RFID UYGULAMALARI

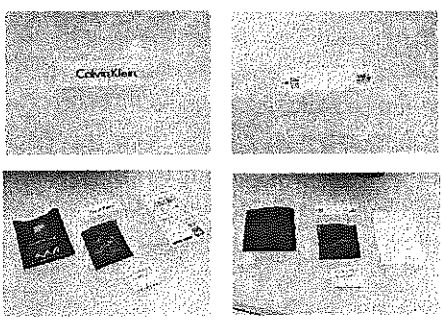
Akıllı takip sistemi olarak da tanımlanabilen RFID teknolojisi, temel olarak takip bölgesi belirlenmiş bir alan içerisinde okuyucular vasıtası ile bir ürün veya personelin yer, miktar, hareket zamanı gibi verilerinin ana kontrol sistemine bağlı bir bilgisayara değerlendirilmesi amacı ile kesin ve süratle yollanmasıdır. Örnek olarak depodaki tüm malların sayımı giriş kapısında otomatik olarak ve doğru nitelik, miktar, zaman bilgileriyle ana sisteme aktarılır. Aynı prensipte sevkiyat çıkış olarak siteme nitelik, zaman ve miktar olarak aktarılır. Akıllı takip sistemi işin arz talep üretim zincirindeki dolaşımında ve üretim dolum aşamasında süratlenmesi ve verimlilik kazanmasını sağlar [5].

RFID akıllı takip sistemi ile takip edilebilen alanları şu şekilde sıralayabiliriz [5].

- Ürünler

- Üretim Aşamaları
- Kalite Kontrol
- Siparişler Ekipmanlar
- Personel
- Sevkiyat
- Demirbaşlar

RFID uygulamalarının hayata geçmesiyle birlikte birden çok tedarikçi ile çalışan tekstil firmaları istedikleri herhangi bir tedarikçiden gelmekte olan tüm tekstil ürünlerinin tek tek izlemesine olanak tanıyacak, üretimden lojistiğe, ürünün hazırlanmasından dağıtımına, hatta ürünün son tüketici ile buluştuğu yazarkasa işlemlerine kadar tüm tedarik zinciri boyunca ürünleri sonuna kadar takip edebilme yeteneğini kazandıracaktır. RFID teknolojisinin ürüne temas etmeden ve görsel denetime gerek olmaksızın, entegre çip sayesinde ürünün tanınmasına olanak tanıması sayesinde nakliye kayıplarını asgariye indirme ve süreçleri hızlandırma olanağına sahip olması hedeflenmektedir. Şekil 5.'te Konfeksiyon ürünlerinde kullanılan bazı RFID etiketlerinin önden ve arkadan görünüşleri verilmektedir.



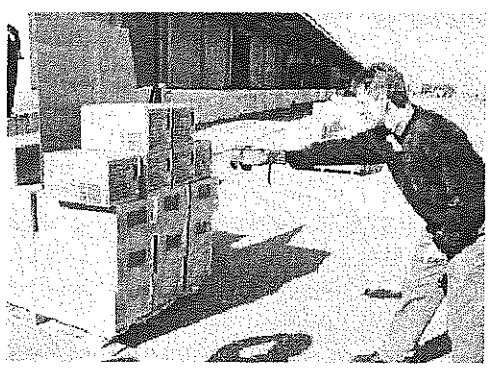
Şekil 5. Konfeksiyon ürünlerinde kullanılan bazı RFID etiketlerinin önden ve arkadan görünüşleri [9]

RFID uygulamalarının gerçekleştirildiği alanlar arasında stok yönetimi, üretim takibi ve lojistik uygulamaları bulunmaktadır. Otomatik ürün takibi de diğer bir uygulama alanını oluşturmaktadır. Şu anda tekstil konfeksiyon sektöründeki uygulamalar, verilerin çalışanlar tarafından manuel olarak tespit edilip kaydedilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. RFID teknolojisi bu uygulamaları otomatik hale getirecektir. Örneğin, bir forklift, bünyesinde RFID etiketi taşıyan bir iplik paletine belirli bir mesafe yaklaştığında forkliftte bulunan RFID okuyucusu paletin içeriğini otomatik olarak algılayabilecektir. Böylelikle paletin içeriği, kalitesi, ait olduğu parti otomatik olarak belirlenecektir. İpliklerin örme makinesine beslenmesi gerektiğinde, akıllı RFID etiketleri, hangi iplik partisinin o üretime ait olduğunu ve o partinin depoda bulunduğu yeri çalışana bildirebilecektir.

Bu teknolojinin getireceği diğer bir avantaj ise üretimin partiler halinde yönlendirilmesi ve kalite güvence uygulamalarıdır. Örneğin, kumaş üretimi sırasında iplik partilerinin karışma olasılığı ortadan kalkacaktır ve üretim emrine göre firma içindeki malzeme takibi sağlıklı bir şekilde yapılabilecektir. Örme makinesi üzerindeki RFID okuyucusu, doğru parametrelere sahip olmayan bir ipliğin kullanılması halinde uyarı verecektir. Yüklemelerdeki otomatik takip sistemi sayesinde lojistik uygulamalarındaki hata yapma ihtimali de ortadan kalkacaktır. Bir kumaş topu veya konfeksiyon ürünü kamyon kasasına yerleştirildiği an otomatik olarak o yüklemeye ait listeye eklenecektir.

RFID uygulamalarının gerçekleştirildiği ilk pilot proje Alman Kaufhof firması tarafından uygulanacaktır. RFID çipleri pilot projede tamamen belirli bir üreticiden gelen giyim eşyaları üzerine iliştirilen fiyat etiketlerinin içerisine entegre edilecektir. Bu amaçla giysiler lojistik şirketi tarafından yeniden etiketlenecek, daha sonra da Kaufhof deposuna dağıtımı yapılacaktır. RFID çiplerinin üzerindeki verileri okumak için gerekli olan cihazlar hem gelen, hem de yüklenen ürünler için her iki depoda da kurulacaktır. Pilot şubelerde, kabul edilen ürünler alanında ve yazarkasalarda ek izleme noktaları kurulacak, böylece lojistik zincirinin tümü üzerinden ürünlerin izlenmesi sağlanacaktır. Mağazada çalışanlar yeni ürünlerin girişini bir kaç saniyede yapmak ve kontrol etmek için mobil okuyucular kullanacak, bu arada doğrudan raflara yerleştirilen bir okuyucu sistem, toplam stokları izleyecektir.

Örneğin üretim açısından konfeksiyon işletmelerine bakıldığında, ilk aşamadan son aşamaya dek adım adım fabrika içerisindeki tüm hareketlerin bilgisayar aracılığı ile izlenmesi mümkün olabilecektir. Depoya giren kumaş metrajı, kumaş kontrol sonuçları, malzeme ve aksesuar bilgileri kolaylıkla takip edilebilecektir. Şekil 6.'da bu tür bir uygulama örneği verilmiştir. Tüm bu hammadde kontrollerinin bilgisayar destekli yapılması sayesinde tedarikçilerin değerlendirilmesi de çok daha sağlıklı bir şekilde yapılmış olacaktır.



Şekil 6. Depoya malzeme girişindeki RFID uygulama örneği [10]

Aynı şekilde üretimin her aşamasında da etkili ve verimli bir takip sistemi oluşturulabilecektir. Hangi partinin kesimhaneye girdiği, dikim bantlarındaki son durumun nasıl olduğu, her bir montaj hattında kaç adet mal bulunduğu, 1. kalite 2. kalite ve tamir oranlarının takibi, işçilerin üretim esnasında kaç dakika makinanın başında kaldığı, kaç kez tuvalete gittiği ve orada kaç dakika kaldığı, kaç kez mola verdiği, her bir makinanın üretim ile geçirdiği zamanın belirlenmesi gibi veriler bir bilgisayar tuşu ile öğrenilebilecektir.

Tekstil ve konfeksiyon sektöründeki personel takibi, RFID sisteminin kullanılabileceği diğer bir alandır. Binaya veya sistemin döşendiği alanlara kişilerin girişini otomatik olarak ana sisteme bildirebilir. Bu sayede hem yoklama alınmış hem de takip edilmesi istenen şahsın hangi odada ve hangi saat diliminde nerede olduğu belirlenebilir. İstenilen uygulama ve ihtiyaca bağlı olarak tüm bir bina (fabrika, büro vb.) içerisinde istenilen mal veya personelin istenilen noktalardaki takibi gerçekleşir. Bu okuma ve tespitler, taşınan kimlik veya okuyucunun sadece okuma noktasından geçmesi ile sağlanır. Kimliklerin okutulması için okuyucuyla görsel temasa gerek yoktur. Buna ek olarak personel kimliklerine başka işlenilmesi istenen bilgiler var ise bu bilgiler de işlenip bu sistem içerisinde kullanılabilir.

Toptancıların envanter izlemek için çoktandır kullandığı etiketleme yönteminin tek tek ürün bazında uygulanması projesi de RFID teknolojisinin uygulanabileceği diğer bir alandır [11, 12].

ABD'deki bazı pilot RFID uygulamaları sonucunda, özellikle mağazalardaki etkin envanter kontrolü sebebiyle bazı konfeksiyon üreticilerinin satışlarında % 7'lik bir artış yaşandığı kaydedilmektedir. Ünlü İtalyan konfeksiyon üreticisi Prada, New Yok şubesinde bir RFID uygulaması denemiştir. Ürünleri üzerlerine yerleştirilen akıllı etiketler sayesinde müşteriler tarafından deneme kabinlerine götürülen giysiler hakkında istatistiki bilgiler edinilmiş ve böylece en çok rağbet gören model ve bedenlerin takibi yapılmıştır Mart 2003'te Benetton, teknolojik partneri Philips'in ürettiği yıkanabilir akıllı etiketleri ürünlerinde deneme kararı almıştır. Firma yaptığı açıklamada bu tür etiketleri envanter kontrolü amacıyla kullandığını açıklamıştır [13].

İngiltere'nin en büyük perakendecilerinden Marks&Spencer, bir yılda sattığı 350 milyon adet konfeksiyon ürününün tamamına akıllı etiket sisteminin yerleştirilmesi halinde tüm tedarik zinciri içerisinde herhangi bir ürünün herhangi bir anda bulunduğu yerin tespit edilebileceğini bildirmiştir. Perakendecilik/mağazacılık açısından ise RFID etiketleri yardımıyla Marks&Spencer'in otomatik stok kontrolü yapabileceği bildirilmiştir. Dünyanın en büyük tedarik zincirlerinden birine sahip olan firma için bu sistemin son derece yararlı olacağı belirtilmektedir [14].

Tekstil konfeksiyon sektörü açısından bu teknolojinin kullanım alanlarını ve olası faydalarını araştıran ve Avrupa genelinde uygulanan bir araştırmada, katılımcılara öncelikli alanlar sorulmuş ve yanıtlar belirtilen faydalar ile ilişkilendirilmiştir. İzleme ve takip etme, katılımcıların yarısından fazlası tarafından (yüzde 84) ilk sırada belirtilmiştir. Depo yönetimi de, yüzde 53 ile öne çıkmıştır. Ulaşım ve lojistik ile envanter yönetimi sırasıyla yüzde 52 ve 49 oranlarla belirtilen diğer öncelikli alanlardır. Araştırma sonuçları, öncelikler konusunda bölgeler arasında benzerlik göstermektedir, ancak talep planlaması ve varlık izleme konularında ayrılmaktadır. Avrupalılar bu iki konunun RFID için önceliğinin daha az olduğunu belirtmiştir [15].

5. RFID UYGULAMALARININ ÖNÜNDEKİ ENGELLER

RFID, 2 Kasım 2004'ten itibaren dünyanın en büyük perakendecilerinden Metro Group tarafından 20 tedarikçisiyle birlikte uygulanmaya başlanmıştır. Başka bir dev, Wal-Mart ise 1 Ocak 2005 itibariyle 100 tedarikçisi ve 3 deposunda bazı koli ve paletlerinde RFID etiketlerini kullanmaya hazır olduğunu açıklamıştır. Wall Street araştırma şirketlerinden Robert W. Baird & Co'ya göre dünyada bu sene 1 milyar dolar olan RFID harcamaları 2007'de 4,6 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. 2005 yılı içerisinde, Kuzey Amerika merkezli perakendecilik devlerinden sadece %3'ünün bu teknolojiyi palet ve koli bazında kullanmaya başlaması beklenmektedir ve sistemin ürün bazında kullanımının ise 8 yıldan önce olmayacağını tahmin edilmektedir[4].

Yakın bir gelecekte akıllı etiketler, barkodların yerine geçecektir. Ancak günümüzde bunun önündeki en büyük engel ise maliyettir. RFID etiketlerinin fiyatı satın alınan miktara bağlı olarak 25 ile 75 sent arasında değişmektedir. Danışman ve analistler, geçen sene 1 dolar olan maliyetlerin, sistemin yaygın kulanımı için 5 sent civarına inmesi gerektiği konusunda hem fikirdir. Konu ile ilgili genel düşünce ise kullanım miktarlarının artması ile birlikte fiyatların o kadar çok düşmesi yönündedir. Fiyatlar düştükçe uygulama alanı daha da artmaktadır. Bu yüzden Wal-Mart gibi pek çok tüketici RFID üreticilerini daha çok üretmeye zorlamaktadır. 2004 sonunda dünyada ayda 10 milyon çip üretildiği tahmin edilmektedir [4].

RFID'in önündeki başka bir sorun ise gizliliktir. Çünkü, bu sistemle örneğin tüketiciyi evine kadar izlemek mümkündür. Bu da bazı tüketici grupları tarafından etik dışı olarak yorumlanmaktadır ve RFID etiketleriyle gereğinden daha çok bilgi toplandığı iddia edilmektedir. Bu tepkinin üzerine özellikle perakendecilik alanında RFID sistemini kullanan şirketler, RFID planlarında etkisizleştirme sistemleri kullanacaklarını açıklamışlardır. Bu sistemle müşteriler, kasada satın aldıkları ürünlerin parasını öderlerken etiketteki bilginin tamamı kolaylıkla silinebilecektir [4].

Henüz yaygın kullanıma geçmediğinden ötürü sistemin sağlık üzerine nasıl bir etkisi olacağı ise tam olarak bilinememektedir. Henüz olumsuz bir etkisi kanıtlanmamış olsa da radyo frekanslarının sağlık bakımından bazı tehlikeler barındırdığı bilinmektedir.

Güvenlik ise sistemin başka bir tehlikesidir. Eğer sistemin güvenliği etkin bir şekilde sağlanamazsa, o an mağaza veya depodaki tüm ürünlerin miktarı ya da bir müşterinin sepetindeki ürünlerin bilgisi üçüncü kişilerin eline geçebilme ihtimali vardır. Etiketler şu an için sadece okunur olarak tasarlandığından dışarıdan bir etkiyle üzerlerine başka bilgi kaydedilememektedir. Böylece daha büyük tehlikelerin ortaya çıkması engellenmektedir [16].

6. SONUÇ

Son yıllarda giderek yaygınlaşan kablosuz iletişim ve verilerin taşınabilir aygıtlarca nakledilmesi teknolojilerinin son örneklerinden biri olan RFID teknolojisinin kullanımı gelecekte daha da artacaktır. Forklift paletlerinin, büyük ambalaj kutularının ya da tek tek ürünlerin RFID ile etiketlenmesi bu ürünlerin anında ve kesin olarak izlenmesini son derece ucuz ve zahmetsiz bir duruma getirerek maliyetleri düşürüp etkinliği artırıcı etkide bulunacaktır. Ayrıca RFID, üreticilere ürünlerinin taklit edilmesini önleme yolunda da önemli kazanımlar sağlayacaktır. RFID etiketleri ile işaretlenmiş ürünlerin orijinalliği böylelikle kolaylıkla kontrol edilebilecektir. Tekstil konfeksiyon sektörü içerisinde ayrıca perakendecilik uygulamalarında da değişikliklere yol açacaktır. Depo yönetiminde otomasyon, kasalardan otomatik geçiş ve daha üst düzeyde güvenlik uygulamaları RFID kullanımı ile birlikte gerçekleşecektir. Tekstil konfeksiyon sektöründeki üretim kontrolünden lojistik işlemlerine, hammadde işlemlerinden perakendecilik uygulamalarına kadar çok çeşitli alanlarda RFID (Radyo frekanslı tanımlama teknolojisi) kullanımının artacağı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte RFID teknolojisi ile ilgili olarak sağlık, güvenlik, gizlilik gibi konulardaki araştırmalar da devam etmektedir.

KAYNAKLAR

1. [1] "RFID Dost mu Düşman mı?", http://www.eksenotomasyon.com.tr/t.htm
2. [2] Süzer, H.D., "Savaş Teknolojisi Neler Değiştirecek", Capital Ekonomi Dergisi, Haziran 2005
3. [3] "How does Findentity RF work?"
4. http://www.thax.de/english/programm/findentity.html
5. [4] Pulur, Ş.M., "Perakendecilikte Teknoloji", Glokal, Bahar 2005

6. [5] "RFID nedir?", http://www.teknomer.com/rfid.html
7. [6] http://www.tracenews.net/tracenews/article.php3?id_article=20575
8. [7] "Barkod Nedir?", http://www.barkom.com.tr/barkod.asp
9. [8] Juban, R.L., Wyld, D.C., "Would You Like Chips With That?: Consumer Perspectives of
10. RFID", Vol. 27 No. 11/12, Management Research News, pp29-44, 2004
11. [9] "Which company has secret, item-level RFID tagging plans?"
12. http://www.spychips.com/press-releases/checkpoint-photos.html,
13. [10] Darsch, G., Evangelos, K., Natick Soldier Center(NSC) – DoD Combat Feeding
14. Program "RFID Technology Demonstration - Initial Observation Report", 2004
15. [11] Schmidt, A., Gellersen, H., Merz, C., "Enabling Implicit Human Computer Interaction A
16. Wearable RFID-Tag Reader", 4th Int. Symp. on Wearable Comp.(ISWC'00), p.193, 2000
17. [12] Adomnitei, S. et all, "E-Garment Element Including Radiofrequency Identification
18. System", World Textile Conference- 4th AUTEX Conference, Roubaix, France, 2004
19. [13] Jones, P. et all, "Radio Frequency Identification in the UK: Opportunities and
20. Challenges", Int. J. of Retail and Distribution, V:32, n:3, pp164-171, 2004
21. [14] Kuchinskas, S. "U.K. Retailer Tests Smart Tags on Clothing"
22. http://siliconvalley.internet.com/news/article.php/3093101
23. [15] Uzunhasan, B."RFID Teknolojisinin Sınırı Yok", Platin-Gelecex, Eylül 2003
24. [16] Anonim, "RFID ile yüksek performans sağlamak", Lojistik ve Tedarik Zincir
25. Yönetimi Dergisi, Kasım 2004

LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEMELERE ÖRNEKLER

S. CANOĞLU, S. M. YÜKSELOĞLU

Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü İstanbul/Türkiye

ÖZET

Çok sayıda aynı veya farklı atomik grupların kimyasal bağlarla az veya çok düzenli bir biçimde bağlanarak oluşturduğu yüksek molekül ağırlıklı bileşikler diye adlandırılan polimerler gerek doğal gerekse sentetik olsun günümüz birçok mühendislik alanında kullanılmaktadır. Polimerik malzemelere istenilen özelliklerin kazandırılması için antioksidantlar, antistatik ajanlar, birleştirici ajanlar, dolgu maddeleri, ısıl stabilizatörler, kaydırıcılar, koruyucu ajanlar, plastikleştiriciler, renkleştiriciler, güç tutuşurluk veren maddeler ve viskozite düşürücüler gibi katkı maddeleri kullanılmaktadır.

Yukarıda söz edilen katkı maddeleri ile bazı özellikler kazandırılan polimerler çoğu zaman mekanik özelliklerinin (viskoelestisite, vs.) farklı olması nedeni ile istenilen özellikleri tek başlarına karşılayamazlar. Bu nedenle polimer yapılara sinerjik özellik kazandırmak amacı ile farklı lifler takviye edilerek kompozit yapılar elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen kompozit malzemelerin diğer malzemelere göre yüksek mukavemet göstermek gibi avantajları bulunmaktadır.

Bu çalışmada yukarıda anlatılanların ışığı altında lif takviyeli kompozit malzemelerin önemi vurgulanmaya çalışılmış, üretim yöntemi ve kullanım alanları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Polimer, kompoziti mukavemet

1. GİRİŞ

Kompozit malzemeyi; aynı veya farklı gruptaki malzemelerin üstün yanlarını tek bir malzemede makro düzeyde birleştirerek sinerjik özellik kazanmış üstün özelliklere sahip bir malzeme oluşturmak diye tanımlamak mümkündür.

Yüksek molekül ağırlıklı bileşikler diye adlandırılan polimerler gerek doğal gerekse sentetik olsun günümüz birçok mühendislik alanında kullanılmaktadır Birçok mühendislik uygulamalarında kullanılan polimerlere arzu edilen özellikler kazandırmak amacı ile antioksidantlar, antistatik ajanlar, birleştirici ajanlar, dolgu maddeleri, ısıl stabilizatörler, kaydırıcılar, koruyucu ajanlar, plastikleştiriciler, renkleştiriciler, güç tutuşurluk veren maddeler ve viskozite düşürücüler gibi katkı maddeleri eklenmektedir. Buna rağmen işlem görmüş bu polimerler çoğu zaman istenilen özellikleri (yeterli mukavemet- uzama, statik ve dinamik elastiklik modülü, yüksek yorulma ve aşınma dayanımı, vs) tek başlarına karşılayamazlar. Bu sebeple, polimer yapıların farklı liflerle desteklenerek (matriks/takviye elemanı) kompozit yapı elde edilmesi son zamanlarda çok uygulanan bir yöntemdir.

Bir kompozit malzemenin yapısında, çekirdek olarak adlandırılan takviye (destek) elemanı ve bunun etrafını çevreleyen matriks malzemesi bulunmaktadır.

Takviye elemanı olarak kullanılan malzemelerden bazıları değişik morfolojiye sahip kısa veya uzun olmak üzere değişik uzunluğa sahip liflerdir. Bunların ana amacı malzemeye dışarıdan gelen statik ve/veya dinamik yükleri üzerlerine alarak matriksin sağlamlığını arttırmaktır. Matriksin görevi ise takviye elemanı olan liflerin yüzeylerini dış ve çevresel etkilere karşı korumaktır[1]. Tablo1'de matris malzemeler, takviye elemanları ve kompozit yapılara örnekler verilmiştir.

Tablo 1. Matris, takviye elemanı ve kompozit malzeme yapı tipleri [2]

Matris Malzemeleri	Takviye Elemanları	Kompozit Yapının Şekli
Polimerler	Lifler	Tabakalar
Metaller	Granül	Kaplamalar
Seramikler	Whiskers	Film-Folya
	Pudra	Honey-Combs (Bal peteği)
	Yonga	Filaman Sarılmış Yapılar

2. KOMPOZİT MALZEMELER HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1. Kompozit Malzemelerin Tanımı

Kompozit malzeme; mevcut ve / veya ayrı iki veya daha çok malzemeyi fiziksel olarak karıştırmak yoluyla elde edilen ve kendisini oluşturan malzemenin her birinden farklı özelliklere sahip olan çok bileşenli malzeme olarak tanımlanmaktadır [3].

2.2. Kompozit Malzemelerin Genel Özellikleri

Kompozit malzemelerin başlıca özellikleri şöyle sıralanabilir;

Hafiflik; polimer matrisli kompozit (PME) ler genelde 1.5-2 g/cm^3 yoğunluğundadır. Metal matrisli kompozit (MMC) ler 2.5-4.5 g/cm^3 yoğunluğundadır. Seramik matrisli malzemeler (CMC) de ise yoğunluk ikisi arasındadır.

Rijitlik ve Boyut Kararlılığı; genleşme katsayıları nispeten düşük olup, sert sağlam bir yapı ve büyük bir boyut kararlılığı gösterirler.

Yüksek Mekanik Özellikler; çekme, basma, darbe, yorulma dayanımları çok yüksektir [4].

2.3.Kompozit Malzemelerin Avantajları

Kompozit malzemelerin genel avantajları;

1. Farklı mekanik özellikler elde etmek için farklı katmanlardan ve farklı kombinasyonlarla kompozit malzeme inşa edilebilir.
2. Kompozit malzemeler kimyasallara, korozyona ve hava şartlarına dayanıklılık gösteriri.

3. Karmaşık parçaların tek olarak üretilebilmesinden dolayı parça sayısının azalmasını sağlarlar. Böylece ara birleştirme detay ve parçalarının azalmasıyla üretim süresi kısalmaktadır.
4. Yüksek dayanıklılık/ yoğunluk oranı.
5. Yüksek modül/ağırlık oranı [2].

2.4. Kompozit Malzemelerin Dezavantajları

1. Üretimin güçlüğü,
2. Pahalı olması,
3. İşlenmesinin güç olması yanında maliyetin yüksek oluşu ve gerekli yüzey kalitesinin elde edilemeyişi,
4. Diğer malzemeler gibi geri dönüşümün olmayışı,
5. Kırılma uzamasının az oluşu,
6. Anizotropi gösteren bu tür malzemelerin bu özelliklerin dizayn ve kullanımlarında getirdiği karmaşıklık ve kısıtlamalar.
7. Hammaddenin pahalı olması
8. Malzemenin kalitesi üretim yöntemlerinin kalitesine bağlıdır, standartlaşmış bir kalite yoktur.
9. Kompozitler kırılgan (gevrek) malzeme olmalarından dolayı kolaylıkla zarar görürler, onarılmaları yeni problemler yaratabilir.
10. Malzemelerin sınırlı raf ömürleri vardır. Bazı tür kompozitlerin soğutularak saklanmaları gerekmektedir.
11. Sıcak kurutma gerekmektedir.
12. Kompozitler onarılmadan önce çok iyi olarak temizlenmeli ve kurutulmalıdır. Bazı durumlarda bu zor olabilir [2,5].

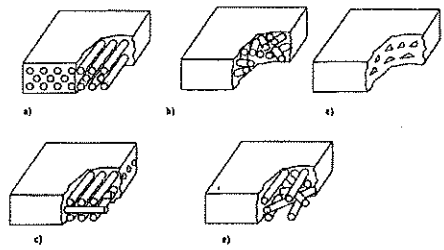
3. Modern Kompozit Malzemeler ve Sınıflandırılması

Bu başlık altında üç çeşit kompozit malzeme gurubu bulunmaktadır. Bunlar takviye elemanlarına göre şöyle sıralanabilir [1] :

1. Elyaf takviyeli kompozit malzemeler (şekil 1),
2. Parçacık takviyeli kompozit malzemeler,
3. Tabakalı kompozit malzemeler,

Bu üç tip takviye elemanlı kompozit yine plastik, metal veya seramik matriks içinde olabilir.İkinci faz veya takviye elemanı her zaman net özellik kazanması için matriksten daha serttir. Burada elyaf takviyeli kompozitleri de;

a. Sürekli elyaf takviyeli kompozitler
b. Kesikli elyaf takviyeli kompozitler
c. Rastgele düzlemsel olarak yönlendirilmiş kompozitler olarak alt sınıflara ayrılabilir [1].



Şekil 1. Değişik şekilli elyaf takviyeli kompozitler [1]

a. Tek yönlü sürekli elyaf, b. Kesikli elyaf, c. Ortogonal elyaf d. Rastgele düzlemsel yönlendirilmiş elyaf

4. Matris Yapı Malzemeleri

Matris, lif takviyeli karma malzemelerin önemli iki bileşeninden biridir. Lif takviyelerinin öngörülen zorlamaları taşıması matrisin uygun seçilmesine bağlı olup çeşitleri aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

1. Metal matrisler ve alaşımları
2. Plastik matrisler
   a. Termoplastikler
   b. Termosetler
   c. Elastomerler
3. Seramikler

5. Takviye Elemanı Malzemeleri

Takviye elemanı, matrisle birlikte kompozit malzemeyi oluşturan ikinci fazı oluşturur. Takviye elemanının esas fonksiyonu; matrisin fonksiyonuna eş güdümlü olarak matris tarafından iletilen yükü taşıyarak matrisin rijitliğini ve dayanımını arttırmaktır. Takviye elemanı seçimi ve özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Liflerde aranan temel özellikler;

-Yüksek modül ve dayanım,

-Düşük yoğunluk,

-Kimyasal uyumluluk,

-Üretim kolaylığı,

-Isıl direnç [6].

6. Ara Yüzey

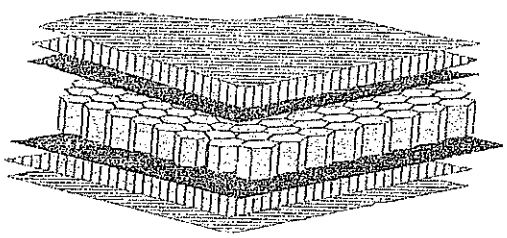
Daha önce de belirtildiği gibi, kompozit malzemeler en az iki yapı bileşeninden meydana gelmektedir ve matris ile takviye fazları arasında sınır oluşturan bir ara faz mevcuttur.

Ara yüzey,kompozit teknolojisinde çok önemli bir kavramdır.Bu kavram kompozit imalatında ve değerlendirilmesinde çok büyük bir öneme sahiptir.Bu ara faz elyaf takviyeli kompozitlerin mekaniksel özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir ve lif ve matrisin ikisine de bağlı olmakla birlikte lif yüzeyinin hemen üzerindeki alandır [6].

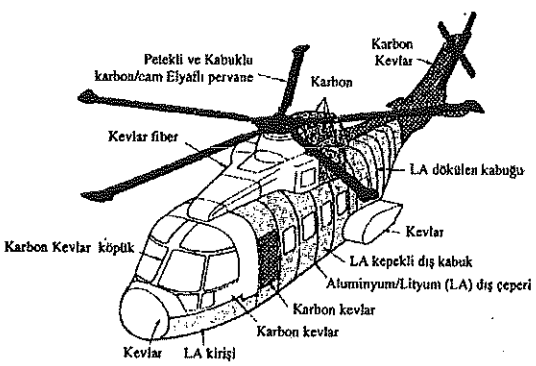
7. KOMPOZİT MALZEMELERİN GELİŞİMİ VE UYGULAMA ALANLARI

Kompozitlerin modern anlamda gelişmesine etki eden en önemli unsur; savaşlar ve dolayısı ile rakiplerin birbirlerine karşı üstünlük kurmak amacıyla ellerindeki teknolojileri bu teknolojilerde kullandıkları malzemeleri geliştirerek avantaj sağlama çabalandır.

Son zamanlarda Al alaşımlarına az miktarda Lityum ilave edilerek sinerjik özellik kazandırılmaktadır [7]. Lityum bütün metaller içerisinde en hafif olanıdır. Bu tip çalışmalara örnek olarak Şekil 2'de Alüminyum peteklerden üretilen uçak kanatı gösterilmiştir [1].



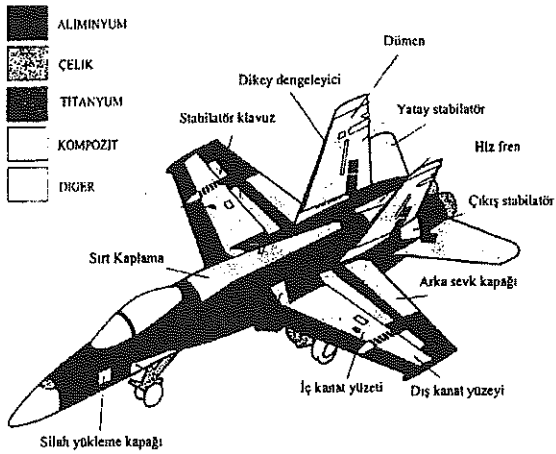
Şekil 2. Uçak kanadında kullanılan petekli malzeme [1]



Şekil 3. Kompozit ve Al-Li'den üretilen Helikopterin kısımları [1]

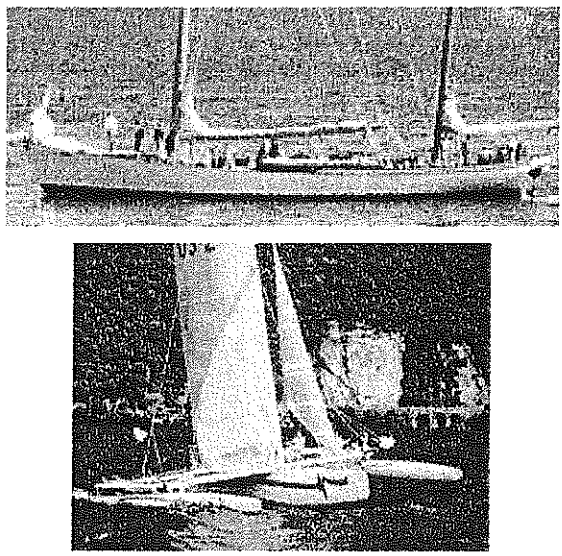
Askeri uçaklarda da kompozit malzemelerin kullanımı oldukça yaygındır. Bu uçaklarda kompozit malzemeler % 50'den fazla yüzeyi oluşturmuş ve yaklaşık %

10 hafiflik sağlanabiimiştir. Şekil 4'de F-18 savaş uçağında kullanılan kompozit malzemeler ve diğer metal alaşımları gösterilmiştir [1].



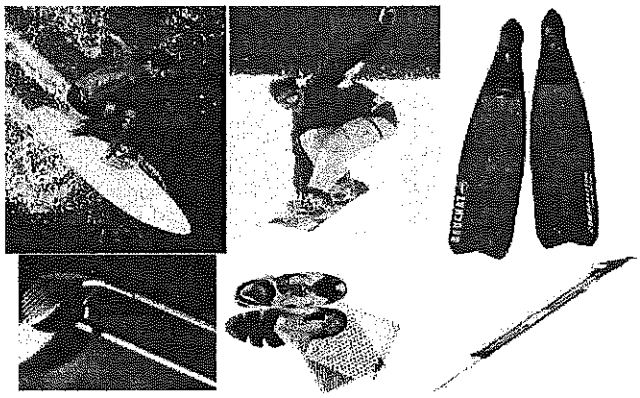
Şekil 4. F-18 F-18 Savaş uçağında kullanılan kompozit malzemeler ve diğer metal alaşımları [1]

Denizcilik Sanayiinde de kompozit malzeme uygulamaları çok miktarda görülmektedir. Örnek olarak; Yelkenli Gövdesi (aramid karbon dokumaları ile kaplama), CTP Yelken direği (kevlar+epoksi) uygulamaları verilebilir (şekil 5).



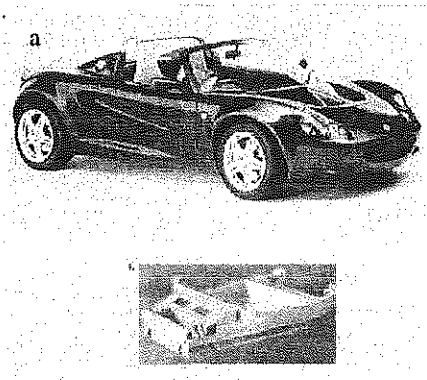
Şekil 5. CTP Deniz Araçları [2]

Ayrıca golf sopası, tenis raketi gibi spor ürünlerinde ağırlığı düşürmek için karbon lifi takviyeli kompozit malzemelerden üretilmektedirler. Bu ve buna benzer uygulamalar şekil 6'da gösterilmiştir.



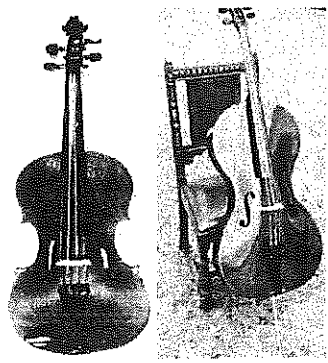
Şekil 6. Kompozit Malzemeden Üretilmiş Spor Malzemeleri [2]

Alüminyum ve plastik karışımı malzeme kullanılarak geliştirilen Lotus Elize Şekil. 7 a,b'de görülmektedir. İki kişilik bu araba 200 km/h maksimum hız ve 4 silindirli ve 1.8 litre motora sahiptir.



Şekil 7. a. Küçük bir spor araba olan Lotus-Elize **b.** Plastik-alüminyum konstrüksiyon [4]

London College of Furniture ve diğer bazı yerlerde ileri kompozit malzemelerle müzikal enstrümanlar yapılması üzerine çalışmalar bulunmaktadır. İleri kompozit malzemelerle yapılan yaylı sazlarda boyun kısmının tellerin gerilmesinden dolayı deforme olması karşılaşılan temel sorunlardandır.Şekil 8'de gösterilen Keman; Karbon lif+Epoksiden kompozit olarak üretilmiştir [7].



Şekil 8. Karbon + epoksi Keman [7]

8. LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEMELER

8.1. Lif Takviyeli Kompozit Malzemelerin Özellikleri

Liflerle takviyeli kompozitler, kompozit malzemelerin en önemli bir gurubunu oluşturmaktadır. Bu grupta, malzemenin donatılmasında kullanılan malzemenin tümü "lif" adıyla anılmaktadır.

Liflerle takviyeli kompozit malzeme de, en basit haliyle iki fazlı bir kompozit olarak ele alınabilir. Kompozitin sürekli fazını, lifleri bir arada tutan ve kompozit içindeki hacim oranının yüksekliği nedeni ile kompozitin ana bileşeni olarak da düşünebileceğimiz matris malzemesi oluşturmaktadır. Liflerle takviyeli kompozitlerde lifin taşımaya katılabilmesi için matris üzerindeki mekanik etkinin life iletilmesi gerekir.

Kompozitte, belirli boyda lifler kullanılabildiği gibi koşullara bağlı olarak sürekli lifler de kullanılabilmektedir. Dolayısıyla lif boyu çok farklı olabilmektedir.

Liflerle donatılı kompozit malzeme, matrisin ve lif fazının özelliklerine bağlı olarak;

a. Sünek matrisli ve kırılgan lifli kompozitler,
b. Kırılgan matrisli ve sünek lifli kompozitler şeklinde, iki ana başlık altında ele alınır.

Sünek matrisli ve kırılgan lifli kompozitlerde, malzemenin matris fazını epoksi, polyester, fenolik reçine, melamin reçinesi gibi organik maddeler oluşturur. Bu tip kompozitlere örnek olarak, ülkemizde de yaygın olarak kullanılan cam lifli donatılı polyester reçinesi gösterilebilir. Bu malzeme dilimizde uzun yıllar "Fiberglas" adıyla anılmıştır. Günümüzde " Cam Takviyeli Plastik" (CTP) adı yaygınlaştırılmıştır.

Çimento, alçı gibi inorganik bağlayıcılar kullanılarak üretilen kompozitler, genel olarak kırılgan matrisli ve sünek lifli sistemleri oluşturmaktadırlar. Bu tür

kompozitlerde çeşitli organik veya inorganik esaslı lifler kullanılmakla birlikte, özellikle metal ve cam liflerinin kullanımı yaygındır [3].

Kompozit malzemelerin mekanik özelliği sistemden sisteme değişmekle beraber kompozit malzemelerde karşılaşılan en önemli değişkenler ve kompozitlerin özellikleri aşağıdaki faktörlere bağlıdır.

1. Lif uzunluk değişimi, dağılımı,çapı ve lif özellikleri
2. Lif hacim oranı
4. Lif boy/ çap oranı
5. Matris yapısı
6. Lif geometrisinin fonksiyonu
7. Üretim yöntemi
8. Porozite [7].

9. LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEMELERDE KULLANILAN MATRİS MALZEMELERİ

9.1. Plastik Matris Malzemeleri

Liflerle takviyeli kompozitlerde en çok kullanılan matris malzemesi polimerlerdir. Bu malzemeye günlük dilde "plastikler" de denmektedir. Bu sektörde, örneğin cam lifi takviyeli polimer matrisli malzemelerin "Cam Takviyeli Plastikler, kısaca CTP olarak adlandırılmaktadır [3].

9.1.1. Polyester

Polyester reçineler, cam takviyeli plastiklerin üretiminde en çok kullanılan matris malzemelerindendir. Bunlar, doymuş polyester ve doymamış polyesterler olarak iki grupta toplanırlar.

Doymuş polyester reçineler, termoplastik özellikler gösteren, enjeksiyon kalıplamada ve lif üretiminde kullanılan malzemelerdir. Doymamış polyesterler ise, uygun bir katalizör aracılığı ile yapı oluşturan termoset özellikli reçinelerdir [2,3].

9.1.2. Epoksi

Liflerle donatılı kompozitlerde matris malzemesi olarak kullanılan bir diğer termoset grubu malzeme, epoksi reçinelerdir. Gelişmiş kompozitlerde genellikle tercih edilen ve her tür lif ile kullanılabilen bir reçinedir.
Sertleşme süresi 1 saat dolayında olup 127 ve 177 °C sıcaklıklarda ve genellikle basınç altında gerçekleştirilir. Ayrıca epoksilerin 250 °C ye kadar ısıl kararlı türleri de geliştirilmiştir.

Geniş kullanım alanına sahiptirler. (Havacılık, spor, ulaşım, askeri ve deniz araçları elemanları.

- İyi mekanik özellikler
- Suya dayanım

- Islakken 140ºC, kuruyken 220ºC 'ye kadar ısı dayanımı
- Sertleşme sırasında düşük oranda çekme
- Yüksek maliyet, 5-25 $/kg
- Cilde aşırı zararlı
- Doğru karışım Hayati öneme sahiptir [2,3].

9.1.3. Fenolik

Fenolik reçineler veya fenol-formaldehit reçineleri bu yüzyılın başından beri yaklaşık yüz yıldır kullanılmaktadır. Sertleşme, ısı enerjisi ile gerçekleşmekte, laminat ve kalıplama için basınç gerekmektedir. Fenolik reçinelerin ısı stabiliteleri, elektrik özellikleri, suya ve alkaliler dışındaki kimyasal maddelere dayanımları çok iyidir.

Bu reçineler 300 °C ye kadar sürekli, asbest lifle takviye edildiği taktirde 1000 °C ye kadar kısa süre ile kullanılabilir [2,4].

9.1.4. Vinil ester

Laminat uygulamaları ve hazır kalıplama bileşenleri için matris malzemesi olarak polyester ve epoksi reçinelerden başka vinil ester reçineleri de kullanılır. Vinil ester reçinelerinden, korozif ortamlardaki kullanımlar için donatılı plastik bileşenlerin üretiminde yararlanılmaktadır [2,3].

9.1.5. Silikon

Silikon reçineler, diğerlerinden farklı olarak yapılarında karbon yerine inorganik esaslı silikonlar bulunan malzemelerdir [2].

9.1.6. Melamin ve Üre- Formaldehit

Melamin ve üre-formaldehit reçineleri asidik ortamlarda melamin veya ürenin formaldehit ile reaksiyonu sonucunda elde edilirler [3].

9.1.7. Bismaleimid

Uçak motorlarında ve yüksek ısıya maruz kalan parçalarda kullanılır

- Son derece yüksek ısı dayanımı, yaşken 230°C, kuru halde 250°C
- Çok yüksek maliyet, 80 $/kg [2].

9.1.8. Cynate Esters

Esas olarak uçak endüstrisinde kullanılır.Yaş durumda 200ºC'ye kadar dayanımı vardır [2].

9.1.9. Poliimid

Bu reçineler organik reçineler arasında en fazla ısısal stabiliteye sahip olan türdür. 127 °C' den başlayarak, 316 °C' ye kadar kullanılan poliimid reçineleri üretilmektedir [3].

9.2. Metal ve Yüksek Sıcaklık Matris Malzemeleri

Kompoziti sürekli faz olarak bir arada tutan ve bütünlük içinde lifle birlikte malzemenin özelliklerini belirleyen matris malzemesi olarak metaller, taşıyıcılık açısından, özellikle polimer matris malzemesine kıyasla yüksek dayanıma sahiptirler. Metal matrisli lif donatılı kompozitleri üretmek daha güç ve bunun maliyetide çok daha yüksek olmasına karşın, metal matris malzemesi kompozitin tokluğunu önemli ölçüde arttırmakta ve yüksek sıcaklık etkisindeki uygulamalara olanak vermektedir [2]. Seramiklerin matris olarak kullanılması halinde kompozit malzemeler 1300°C'ye kadar kullanılabilme şansına sahip olmaktadır.

10. LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEMELERDE KULLANILAN LİF ÇEŞİTLERİ

Liflerle donatılı kompozitlerin üretiminde değişik kaynaklardan elde edilen, farklı özelliklere sahip lifler kullanılmaktadır. Ayrıca, kullanılan lifler değişik boylarda ve biçimde olabilmektedir.

Günümüzde kompozitlerin donatılmasında boyutsal ve şekilsel özellikleri çok farklı lifler kullanılmaktadır. Liflerle donatılı kompozitlerde kullanılan donatı malzemesini, boyutlarına bağlı olarak, "tel", "lif", "kıl" şeklinde üç ayrı gurupta toplamak mümkündür.

Teller, milimetrik boyutta metal malzemelerdir. Çapları diğer donatı malzemelerine göre daha büyük olup, genellikle beton ve harçların donatılmasında kullanılırlar. Süreksiz donatılarda kullanılanların boyları büyük çoğunlukla 6-7 cm' nin altındadır [3].

Üstün özelliklerine karşın, yapım yöntemi nedeni ile kıllarla donatılı kompozitlerin üretimi son derece sınırlı kalmaktadır. Ayrıca, kılların sahip oldukları yüksek çekme dayanımı sadece elastik bölgededir. Plastik deformasyon başlamasıyla birlikte kıllarda dayanım düşmektedir [3].

Cam lifinin günümüzde en çok kullanılan ve geçerli takviye malzemesi olmasına rağmen gelişmiş kompozit malzemelerde genellikle saf karbon lifi kullanılmaktadır. Karbon lifi cam lifine oranla daha güçlü ve hafif olmasına rağmen üretim maliyeti daha fazladır. Hava araçlarının iskeletlerinde ve spor araçlarında metallerin yerine kullanılmaktadır. Karbon elyafından daha güçlü ve aynı zamanda daha pahalı olan ise bor elyafıdır [2].

Polimerler matris olarak kullanılmalarının yanısıra kompozitler için elyaf üretilmesinde de kullanılmaktadır. Kompozit malzemeye çok yüksek düzeyde sağlamlık katan ve sertlik kazandıran Kevlar (Aramid) bir polimer lifidir [2].

Hafiflik ve güvenilir konstrüksiyon amaçlanan ürünlerdeki kompozit malzemelerde aramid kullanılır. Malzemelerin anistropik ve izotropik özellikleri uzun lifli elyaf kullanıldığında liflerin yönlerini değiştirilerek farklı yönlerde farklı mekanik

özellikler elde etmek mümkündür. Bu duruma anistropik özellikler denir. Metal gibi bazı malzemeler her yönde aynı mekanik özellikleri gösterirler, bu duruma ise istropik özellik denir [2].

Tüm sentetik polimerler (termoplastikler, termosetler ve elostomerler) kompozit yapıların matriks bileşeni olarak kullanılırlar. Takviye maddesi olarak inorganik tozların dışında, kesikli veya filament halindeki organik veya inorganik kökenli lifler geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Yukarıdaki liflerden başka kompozit malzemelerle kullanılan bazı önemli lif türlerinin adları aşağıda verilmiştir.

10.1. Doğal Olmayan Lifler

1. Cam lifleri (CTP: cam takviyeli plastik)
2. Asbest lifi
3. Bor lifi
4. Karbon lifi
5. Çelik teller
6. Alüminyum Oksit (Alumina)
7. Silisyum Karbür
8. Kılcal Kristaller (Whisker)
9. Safir lifi
10. SVM (Poliheteroarilen) lifi
11. Seramik lifi
12. Yapay Organik lifler

12.1. Polipropilen lifi

12.2. Polietilen lifi

12.3. Nylon lifler (Poliamid)

10.2. Doğal Lifler

1. İpek
2. Karışık lifler (Hibridler)

11. LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

11.1. Lif Takviyeli Plastik Kompozit Malzemelerin Üretimi

11.1.1. El Yatırma Metodu

Elle yatırma yoğun işçilik gerektirmesine rağmen düşük sayıdaki üretimler için çok uygundur [4]. Elle kalıplanan cam takviyeli poliester ve epoksi uygulamalarına örnek olarak sandallar, radar kılıfları, boruları tanklar, bina panelleri,

sandık, korozyona dayanıklı teçhizatları otomobil parçaları, düz ve oluklu levhalar gösterilebilir. Yöntem için temel malzemeler aşağıda belirtilmiştir.

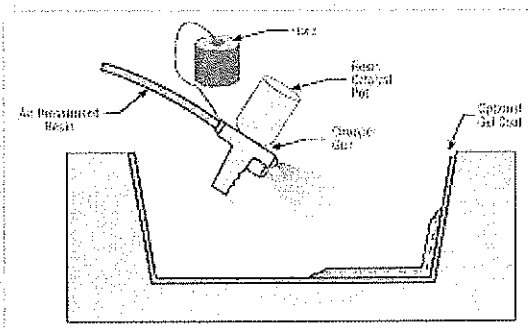
a. Kırpılmış lifler
b. Takviye kumaşları
c. Kalıp
d. Jel
e. Reçine (polyester ve epoksi'nin yanısıra vinil ester ve fenolik reçineler) [6].

11.1.2. Torba Kalıplama Metodu

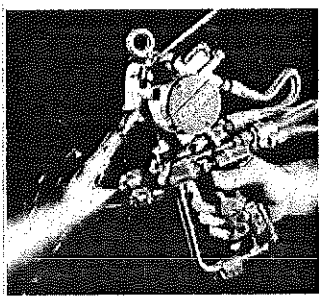
Bu metot, kalıp üzerine yığılarak oluşturulan kompozit malzemenin sertleştirilmesinde kullanılır. Yüksek kalitede kompozit malzemeler elde etmek ve içerisinde kalan havayı çıkarmak için uygulanan bir yöntemdir [6].

11.1.3. Püskürtme (Spray - up) Metodu

Püskürtme yöntemi elle yatırma yönteminin aletli şekli olarak kabul edilebilir (şekil 9,10) Kırpılmış lifler kalıp yüzeyine, içine sertleştirici katılmış reçine ile birlikte özel bir tabanca ile püskürtülür. Elyafın kırpılma işlemi tabanca üzerinde bulunan ve bağımsız çalışan bir kırpıcı sayesinde yapılır. Püskürtülme işlemi sonrası yüzeyin bir rulo ile düzeltilmesiyle ürün hazırlanmış olur.



Şekil 9. Püskürtme Yöntemi [4]

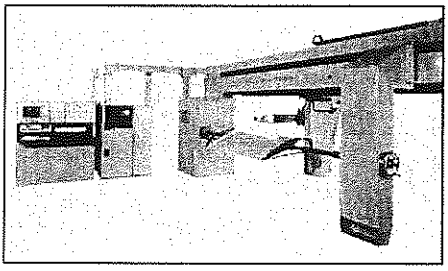


Şekil 10. Püskürtme Tabancası [4]

Yöntemde süreksiz lifle sağlanan mukavemet artışının yetersiz olması nedeni ile özgül dayanımın artması için örgü lifler da ilave edilebilir. Bu yöntemle üretilen botlar, otomobil ve kamyon parçaları, büyük paneller, mobilya değişik ev eşyaları, tanklar ve duş ünitesi örnek olarak gösterilebilir [2].

Elyaf Sarma Metodu

Bu yöntem özel biçime sahip ürünlerin seri üretimine uygundur. Elyaf sarma yöntemi sürekli elyaf liflerinin reçine ile ıslatıldıktan sonra bir makaradan çekilerek dönen bir kalıp üzerine sarılmasıdır. Bu yöntemle yapılan ürünler genellikle silindirik, borular, araba şaftları, uçak ve su tankları, yat direkleri, dairesel basınç tanklarıdır [4].



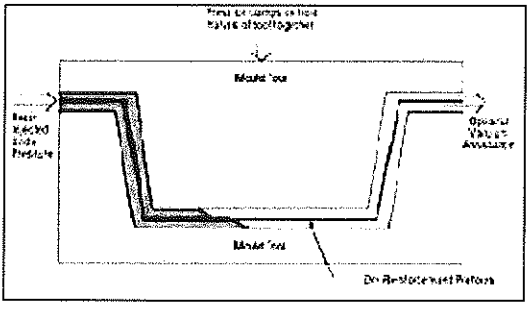
Şekil 11. Elyaf sarma makinası [2]

11.1.5. Profil Çekme (Pultrüzyon) Metodu

Profil çekme işlemi sürekli sabit kesitli kompozit profil ürünlerin üretilebildiği düşük maliyetli seri üretim yöntemidir. Pull ve Extrusion kelimelerinden türetilmiştir. Sürekli lif kullanılmasından dolayı takviye yönünde çok yüksek mekanik mukavemet elde edilir. Enine yükleri karşılayabilmek için özel dokumalar kullanmak gerekmektedir [2].

11.1.6. Enjeksiyon Kalıplama Metodu

Bu kompozit üretim yönteminde elle yatırma sistemlere daha hızlı ve uzun ömürlü olmakla birlikte iki parçalı kalıp kullanmak gereklidir. Takviye malzemesi olarak kuru keçe, kumaş veya ikisinin kombinasyonu kullanılır. Matris olarak genellikle nylon, polietilen, polivinil ve benzeri termoplastikler kullanılır ve ev aletleri ile elektronik cihazları parçalarının üretiminde yaygın olarak uygulanılır. Bu yöntemle karmaşık parçalar üretilebilir.



Şekil 12. RTM yöntemi [2]

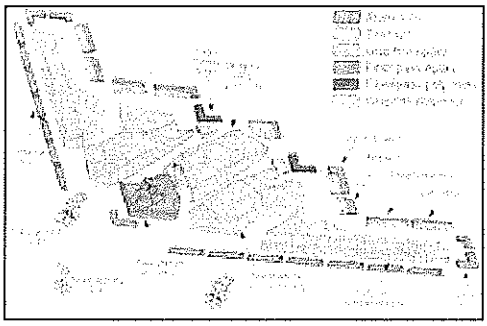
Yukarıdaki yöntemlerden başka lif takviyeli kompozit malzeme üretmek için daha birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler başlıklar halinde aşağıda belirtilmiştir.

1. Savurma (Santrifüj) Metodu
2. Preste Kalıplama Metodu
3. Basma ve Transfer Kalıplama Metodu
4. Termo Şekillendirme Metodu
5. Ekstrüzyonla Kalıplama Metodu
6. Lif Takviyeli Metal Kompozit Malzemelerin Üretimi
7. Sıvı Metal Emdiritmesi (İnfiltrasyon
8. Sıkıştırmalı veya Sıvı Dövme Döküm Metodu
9. Plazma Püskürtme Metodu
10 .Hızlı Katılaştırma Metodu
11. Yarı Katı Karıştırma
12. Sıcak Presleme Metodu
13. Toz Metalürjisi Metodu
14. Vakumda Presleyerek Birleştirme Metodu
15. Elektrolitik Kaplama Metodu
16. Buhar Çökeltme (Depoze) Metodu
17. Haddeleme Metodu
18. Birlikte Ekstrüzyon Metodu
19. Patlatmalı Kaynak ve Lehimleme Metodu

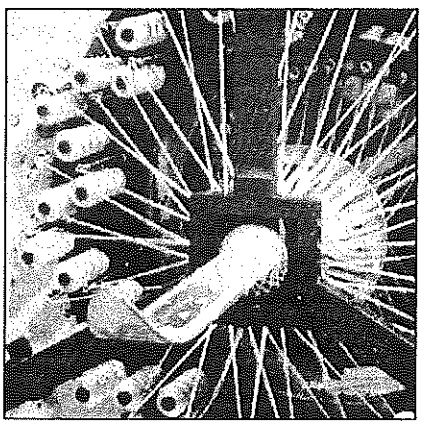
12. LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI

Lif takviyeli kompozitlerin üretiminde çok değişik matris malzemesi çeşitli liflerle takviyelendirilmekte ve bunlar farklı alanlarda kullanılmaktadır. Matris malzemesinin ve donatının özelliklerinin, miktarının, donatı biçimi ve tekniğinin bilinçli bir şekilde kontrol altında tutulmasıyla, çeşitli alanlardaki uygulamalar için gereksinim duyulan özelliklere sahip kompozit malzeme elde edilmektedir. Bu malzemeler, yapı sektöründen hayvancılık ve uzay endüstrisine kadar, otomotiv endüstrisi, iş makineleri, elektrik tesisat elemanları, ev aletleri ve mobilya üretimi, şehircilik alanındaki uygulamalar, alt yapı çalışmaları, taşımacılık, ulaşım ve tarım sektörü ve daha bir çok alanda uygulama ve kullanım alanı bulmaktadır [2]. Aşağıda lif takviyeli bazı kompozit malzemelerin başlıkları ile bazı kullanım alanlarına örnekler verilmiştir:

1. Cam Lifi Takviyeli Plastikler (CTP) (Denizcilik sektörü, vs)
2. Karbon Lifi Takviyeli Kompozit Malzemeler (KTKM) (Havacılık sektörü, inşaat sektörü, spor malzeme yapımı, vs)



Şekil 13. Kompozit malzemelerinin uçak yapımında kullanıldığı yerler [2]



Şekil 14. Kar kayaklarının kompozit malzeme ile üretilme aşaması [2]

3. Bor Lifi Takviyeli Kompozit Malzemeler

Maliyet açısından diğer kompozit malzemelerden pahalıdır (kayak yapımı, yelken direkleri, vs)

4. Kevlar Lifi Takviyeli Kompozit Malzemeler (uzay sanayii, vs)

5. Doğal Lif Takviyeli Kompozit Malzemeler (Isı ve ses yalıtımının istendiği yerler)

6. Alüminyum - Bor Kompozit Malzemeleri (Jet motorları,vs)

7. Alüminyum - Silisyum Karbür Kompozit Malzemeleri Şerit üretimi,vs)

8. Titanyum Matrisli Kompozit Malzemeler (komprasör kanatları, vs)

9. Tel Takviyeli Süperalaşımlar (7süper alaşımların sağlamlaştırılmasında kullanılır.)

10. Magnezyun Alaşımlı Kompozitler (motor pistonlarında kullanılır.)

11. Lif Takviyeli Tabakalı Kompozit Malzeme Kompozitleri (CTP deniz tekneleri, çeşitli taşıtların kaporta bölümleri, vs)

12. Nanokil Kompozitler: Yüksek performanslı kompozit malzemelerde kullanılmaya başlayan yeni nesil nanokiller, nano ölçek mertebesinde kimyasal olarak modifiye edilerek organik monomer ve polimerlerle uyumlu hale getirilmiş katma değeri yüksek killerdir. uçak ve otomotiv sanayi ile günlük yaşamda pek çok uygulama alanı bulmaktadır

[4,5,7,8,9].

13. SONUÇLAR

Kompozit malzemeler günden güne uygulama alanlarını genişleten ve sahip oldukları özelliklere yeni araştırmalarla değişik kakılar sağlanarak birçok yeni uygulama alanları bulan malzemelerdir. Kompozit malzemelerin yüksek ve standart bir kaliteyi garanti edebilmesi ve üretim maliyetlerinin kabul edilebilir bir düzeyde tutulabilmesi için yüksek teknolojiye dayalı bir işlemin uygulanması gerekmektedir. Pahalı olmalarına karşın son kullanıcı açısından onlara birçok durumda çözüm sunmaktadır. Özellikle tekstil üretimlerinde kullanılan liflerin birçoğu kompozit malzemelere önemli özellikler kazandırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Şahin, Yusuf, Kompozit Malzemelere Giriş ,Gazi Kitap Evi, Ankara, 2000

2. www.designophy.com. (Erişim tarihi: Nisan 2004)

3. Ersoy, H.Y, Kompozit Malzemeler, Literatür Yayınları, İstanbul, 2001

4. Sağdıç, G, Kompozit Malzemeler, Y.Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998

5. Tarım, N, Ön Gerilmeli Elyaf Takviyeli Kompozit Malzemelerin Deneysel ve Teorik İncelenmesi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst., İstanbul, 1996

6.Kavrazlı, S., Saraç, H, Lif Takviyeli Kompozit Malzemeler, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü, Bitirme Tezi, İstanbul, 2004

7. Koçak D., Mıstık, S. İ., Ağaç Liflerinin Kompozit Yapılardaki Mekanik Özelliklerine Etkileri, Tekstil&Teknik, 182, 2002

8. www.mam.gov.tr. (Erişim tarihi: Kasım 2004)

9. Kazancı, M, Doğal Liflerden Elde Edilen Kompozit Malzemeler, Tekstil&Teknik, 189-191,2002

OTOMOTİV TEKSTİLLERİNDEKİ DİKİŞ PERFORMANSI İÇİN ÖZGÜN BİR TASARIM: DİNAMİK DİKİŞ YORULMA TEST CİHAZI

M. KÖSTEM, K. YILDIRIM, N. OGAN ve Ş. GÜÇER

TÜBİTAK- BUTAL-BURSA

Anahtar Kelimeler: Teknik tekstil, oto döşemelik, dinamik dikiş yorulması, kumaş performansı

Teknik tekstil çok geniş bir yelpazede kullanım alanı bulmuştur. Biz taşımacılık alanındaki uygulamalara yoğunlaşacağız. Taşıma araçlarının lastik, koltuk döşemeliklerinde, hava yastığı gibi emniyet malzemelerinde ve hareket iletim sistemlerinde teknik tekstil ürünleri kullanılmaktadır. [1]

Koltuk kumaşları genelde laminasyon tekniği ile üretilmekte olup, üst kumaş olarak dokuma, havlu dokuma, çözgülü örme, düz örme ve yuvarlak örme teknikleri ile üretilen kumaşlar kullanılmaktadır. Laminasyon, iki veya daha fazla kumaş katmanının bir yapıştırıcı eşliğinde üçüncü boyut oluşacak şekilde birleştirilmesi tekniği olarak tanımlanmaktadır. [2]

Koltuk döşemeliklerinin performans ve fonksiyon parametrelerinin belirlenmesine yönelik birçok test ve analiz metotları geliştirilmiştir. Koltuklarda kullanım esnasında karşılaşılan en büyük problem olan dikiş yerlerindeki açılmadan kaynaklanan görünüm bozulmasıdır (Şekil 1).

Bu problemin söz konusu kumaş kullanıma sunulmadan önce laboratuvar koşullarında belirlenmesi müşteri memnuniyeti açısından önemli bir kriterdir. Bu kapsamda laboratuvarımızda bu problemin tespitine yönelik gerekli olan test cihazı tasarlanmış olup, mevcut olan otomotiv standartları ve cihazla birlikte oluşturulan laboratuvarımızda geliştirilen BUTAL FM 23 de yer alan prosedüre göre test işlemi yerine getirilmektedir. [3]

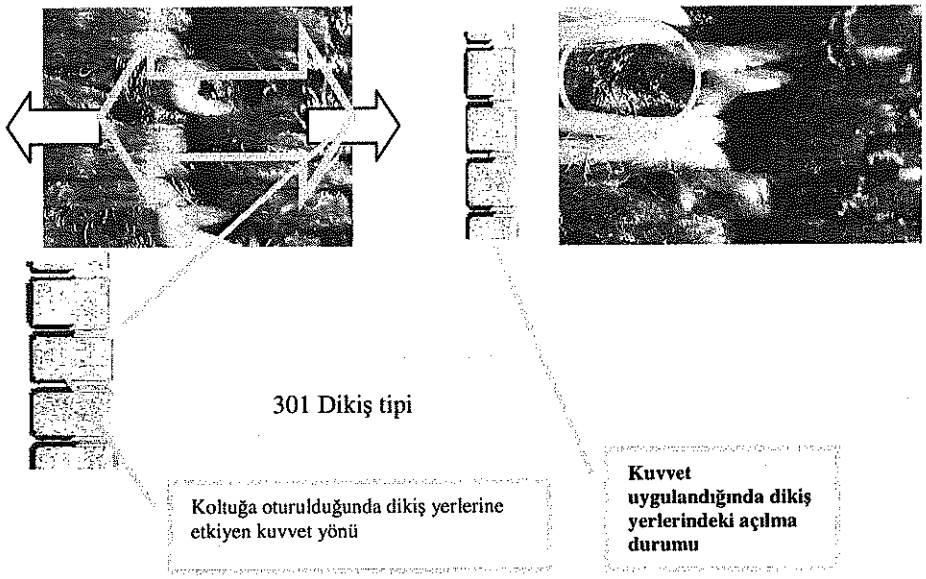
Söz konusu cihazda test edilecek numuneler, değişik standartlarda belirtilen ölçülerde kesilerek hazırlanan iki parça belli bir iplik ve iğne seçimi ile birlikte 301 dikiş tipinin kullanılması ile birleştirilerek test işlemi için hazırlanır. [3]

Dikilmiş numuneler cihazın çenelerine takılarak standart metotta geçen çevrim sayısı ve ağırlık seçeneklerine göre test işlemine tabi tutulur. Test işlemindeki strok ve devir sabit olup; farklı numune boylarında, çevrim sayısında ve ağırlıkta çalışma imkanları bulunmaktadır.

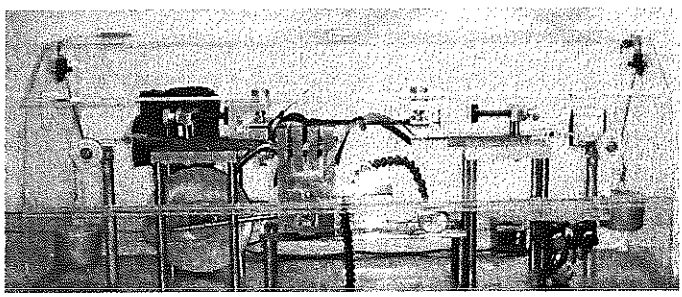
Test örnekleri yük altındayken test örneğinin tek tarafındaki dikiş açılma değeri 0,1 mm hassasiyetle kalibreli dijital kumpas ile ölçülür.

Test cihazı; 1 adet tahrik ünitesi (motor ve redüktör), 1 adet orta çene, 2 adet yan çene, 1 adet eksantrik, yan ve orta çenenin üzerinde hareket ettiği kızak

sistemleri, devir sayacı ve otomatik durdurucu, devir sayma sensörü, 2 adet yön değiştirme makara sistemi, iki adet durdurucu rampa, 1 adet büyüteci ve açma kapama düğmesinden oluşmaktadır. (şekil 2)



Şekil 1. Koltuk üretiminde kullanılan kumaş parçalarının birleştirilmesinde uygulanan dikiş tipi



Şekil 2. Dinamik dikiş yorulma test cihazının genel görünümü

Çalışmamızda HES News 6506, Mitsubishi ES-X83220, Hyundai MS 300-32 ve Butal FM 23'e göre test yapabilen bir tasarımın detayları özetlenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Adanur Sabit, Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles, Technomic,USA, 1995
2. Mukhopadhyay S.K., Partridge J.F., Automotive Textiles, International Textile Institute, UK, 1999YILDIRIM Kenan, AYDIN Nurcan ve GÜÇER Şeref, Otomotiv Tekstillerinde Kalite Kontrol: Bazı Performans Parametreleri, Otomotiv Teknolojileri Kongresi, Bursa, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 21-23 Haziran 2004

OTOMOTİV TEKSTİLLERİNDE AVRUPA BİRLİĞİ DİREKTİFİ ÇERÇEVESİNDE HAZIRLANAN YENİ BİR TASARIM: YATAY YANMA TEST CİHAZI

N. AYDIN, K. YILDIRIM, U. ÖZÇAĞATAY, Ş. GÜÇER

TÜBİTAK- BUTAL / BURSA

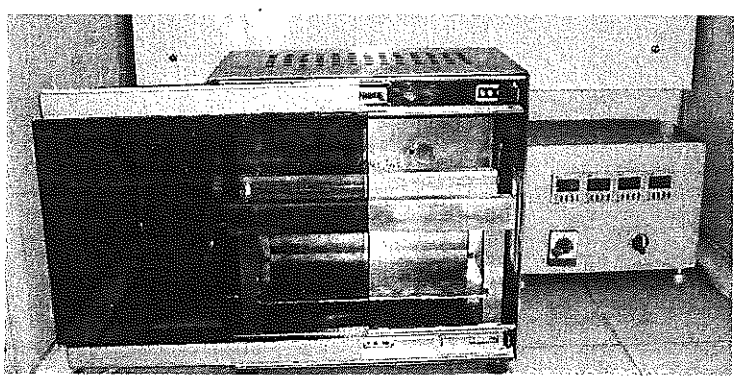
Anahtar Kelimeler: 95/28/AT (EC), oto döşemelik, yatay yanma davranışı,

Koltuk kumaşlarında yanma özelliklerinin incelenmesi otomotiv tekstillerinin en popüler konuları arasındadır. Oto döşemelik üreticilerimizin uluslararası rekabet gücünün artırılması, ürettikleri ürünlerin kalite kontrol parametrelerinin yurt dışı yerine ülkemizde test edilmesi amacıyla bu sektörün ihtiyaç duyduğu, yatay yanma cihazı tasarlanmıştır.

Prototipi imal edilen ve posterde bahsedilecek olan cihaz; 95/28/AT (EC) nolu motorlu taşıtlar direktifinde bahsi geçen ve ISO 3795 ve TS ISO 3795 standardına göre oto döşemeliklerinde malzemenin yatay konumda iken yanma davranışını ölçmektedir. [1,3]

Cihaz elektronik kontrol ünitesi ve yanma odasından oluşmaktadır. Test esnasında, yanmadan dolayı cihaz çeperlerinde oluşacak ısıdan elektronik devrelerin zarar görmemesi için cihaz modüler olarak tasarlanmıştır. [2]

Elektronik kontrol ünitesinde otomatik gaz kesme sayacı, zamanı ölçüm sayaçları, elektronik devreler ve trafo bulunmaktadır.



Şekil 1. Yatay yanma test cihazı genel görünümü

Yanma odası test esnasında kapalı bir ortam oluşturacak şekilde cam kapakla kapatılmaktadır. Yanma sonrası oluşan katı atıklar, sürgülü raf yüzeyinde toplanmakta, oluşan duman tahliye deliklerinden dışarı atılmaktadır. Yanma oda-

sında alev oluşumu bunsen beki ile sağlanırken, yanma süresi ölçümleri, fotosellerle kontrol edilen sayaçlarla yapılmaktadır. Her bir fotosel belirli mesafelerde yerleştirildiğinden söz konusu mesafelerdeki süreler sayaçlardan okunarak yanma hızı formül 1'e göre hesaplanmaktadır.

$$V_{yanma} = \frac{S_{iplikler arasi mesafe}}{t_{süre}} \qquad \textbf{(formül 1) [4]}$$

Test işlemine başlamadan önce gaz açılır ve otomatik ateşleyici ile bunsen beki yakılır. Numune, standartlara uygun şablon kullanılarak hazırlanır. Hazırlanan numune, numune tutucunun alt kısmına yerleştirildikten sonra numune tutucunun üst parçası ile sabitleştirilir. [1,3]

Çalışmada numune hazırlaması ve test işleminin yapılışına yönelik detaylar verilmektedir.

KAYNAKLAR

1. 95/28/AT (EC) nolu motorlu taşıtlar direktifi,
2. YILDIRIM Kenan, AYDIN Nurcan ve GÜÇER Şeref, Otomotiv 3. Tekstillerinde Kalite Kontrol: Bazı Performans Parametreleri, Otomotiv Teknolojileri Kongresi, Bursa, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 21-23 Haziran 2004
3. TS ISO 3795,
4. Gieck K., Mühendislik Formülleri, Güven Yayıncılık, Ankara, 1982

RİSK TASARIMLARI

Yrd. Doç. Dr. N. Göksel,A. B. Dağıstanlı

D.E.Ü. Güzel Sanatlar Fak. Tekstil Böl.,Tekstil Tasarımcısı

ÖZET

Teknik tekstiller son yıllarda hızla gelişen ve tekstil endüstrisi içinde önemli yere sahip bir alandır. Teknik tekstillerde estetik veya dekoratif özelliklerinden çok fonksiyonel ve teknik performanslar ön plandadır.

Bir giysi tasarımcısı açısından bakıldığında teknik tekstillerin bu özelliği tasarımda kısıtlayıcı olarak görülebilir. Ancak bu alanda yine giysi tasarımcısına önemli görevler düşmektedir. Kullanılan malzemedeki çeşitlilik (yeni lifler, yeni kumaşlar), değişen hedef kitle, farklı kullanım yerleri gibi tasarımcıya yön veren önemli faktörlerin zenginliği tasarımcıya yeni ufuklar açar.

Bu çalışmada özellikle savunma, askeriye, güvenlik, kurtarma gibi ekiplerin, ölüm tehlikesi ile karşı karşıya gelen kişilerin giyebileceği, kullanım amacına göre fonksiyonelliği ve formu

kolay değişebilen giysi tasarımları ile bu amaçla tasarlanmış örnek bir giysi sunulacaktır.

ÜNİVERSİADE 2005 (İZMİR) OLİMPİYAT OYUNLARI KÖYÜNDEN GEOGRİD DONATILI ÖZEL BİR İSTİNAT DUVARI UYGULAMASI ÖRNEĞİ

H. R. YILMAZ, P. AKLIK, T. ESKİŞAR

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

ÖZET

2005 Olimpiyat Oyunları bilindiği üzere bu yıl İzmir'de yapılacaktır. Büyük ve önemli bir fırsat kabul edilen bu organizasyonun İzmir'de yapılması büyük çabalar gerektirmiştir. Oyunlar sırasında gereken ikamet için hazırlanan bu konutlar İzmir / Uzundere mevkiinde çok geniş bir alana yayılmaktadır. Temel sistemleri ve yer seçimi için jeofizik, jeolojik ve geoteknik tüm incelemeler yapılmış olup, konutlar olimpiyat oyunlarındaki kullanımından sonra satın almış olan mal sahiplerine teslim edilecektir.

Doğal olarak hazırlanan teknik raporlara göre yerleşim yapılmış ve temel mühendisliği açısından en uygun olan yerler bina yüklerine de bağlı olarak İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Dokuz Eylül Üniversitesi Jeofizik, Jeoloji ve Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümleri ile müşterek olarak hazırlanan rapor önerilerine bağlı olarak seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geogrid, donatılı zemin, maliyet.

1. GEOGRİD DONATILI ZEMİN DUVARLAR

Gerek estetik görünüm, gerekse yarma kazılarına yakın olarak konumlanan yapılardan veya site içi yollardan aktarılacak yükleri karşılamak üzere istinat duvarlarının yapımı icap etmiştir.

Duvarlar ihtiyaca göre 5.0, 6.0, 7.0 ve 10.0 metrelik yüksekliklerde ve çok defa kademeli olarak donatılı zemin tekniği ile yapılmıştır.

Duvarlarda, donatı olarak tek veya çift yönlü geogrid donatı kullanılmış olup, zirai amaçlı bitkisel toprak standart boyutlu binlerce çuvala doldurularak (beher m^2 duvar yüzeyinde 8 adet olmak üzere) 7.0m yüksekliğindeki duvarlarda 350m uzunluk için 27200 torba yani, 1190m^3 bitkisel toprak, 690kg tohum, 24000m^2 tek yönlü ve 5000m^2 çift yönlü geogrid kullanılmıştır. Kullanılan geogridlerin ticari ismi ETSONG GEOGRİDS, UNİ-AX E'GRİD65R olup aşağıdaki teknik özellikleri bilinmektedir(Tablo 1):

7.0m yüksekliğindeki bir duvarın donatılı zemin prensiplerine göre hesaplanıp oluşturulması için 9 sıra ve düşeyde 80cm aralıklı geogrid donatı kullanılmış, yaklaşık 50° eğimle, şevli uzunluk 105cm, mesnet (aderans) boyu da 70cm

tutularak, 1.sıra için (en alt kotta) 8.25m, 9.sırada (en üst kotta) ise 6.0m geogrid uzunluğu yeterli olmuştur ve böylece toplam olarak H=7.0m olan duvarlar için 64.20m^2/m donatı, H=6.0m için 56.20m^2/m, H=5.0m yüksekliğindeki kademe duvarlarında ise 41.76m^2/m geogrid kullanılmıştır.

Doğal olarak düşeyde her 2 torba ile oluşan 80cm'lik kademeleri tamamlamak üzere doğal zemin serilip sıkıştırılmıştır. Geri dolgu da doğal zeminle oluşturulup böylece nakliye maliyeti azaltılmıştır. Ön yüz elemanı kullanılmaması için geogrid donatılarla sarılarak, şev ön yüzleri bitkisel toprak serilip çimlendirilerek yeşertilmiştir.

Tablo 1. Geogrid ve zemin özellikleri

Zemin
Dolgu şekli: Serme sıkıştırma
Zemin kohezyonu: 0 kN/m^2
İçsel sürtünme açısı: 30°
Özgül ağırlığı: 1,5 kg/cm^3
Geogrid
Rulo boyu: 1 – 1,30 m * 50 – 100 m
Yüksek yoğunluklu polietilenden mamül
Sünme mukavemeti: 27,60 kN/m
Maksimum yük altında uzama: %12
Birim ağırlık: 0,40 kg/m^2

Duvarla ilgili maliyet, metraj, geometri ve gerekli proje bilgileri İzmir Büyükşehir Belediyesi yetkililerinden edinilen bilgiler kapsamında ayrıntılı olarak aşağıda özetlenmektedir.

Şantiye yetkililerinden edinilen bilgilere göre 50m^2 bir duvarın yapımı için 8 saatlik bir iş gününün yeterli olacağı öngörülmüştür. Özel bir oluşum olarak, gerek donatılı zemin gerek gabion gerekse ağırlık duvarı prensiplerine dayanarak mevcut oluşturulan duvarlar benzer inşaat ve gereksinim durumlarında ekonomik ve estetik bir iddia taşımaktadır kanısındayız.

2. DUVARLARLA İLGİLİ BİRİM VE TOPLAM MALİYETLER VE MALZEME İHTİYACI HAKKINDA EDİNİLEN BİLGİLER

2.1. Malzeme İhtiyacı

Aşağıda H= 7, 6 ve 5m'lik yükseklikteki duvarların oluşturulmasında uygulanan 350m, 250m ve 150m'lik boylar için gerekli olan (kullanılmış) malzeme miktarları verilmektedir.

Tablo 2. Malzeme ihtiyacı listesi

H=7m'lik duvar (350m)	H=6m'lik duvar (250m)	H=5m'lik duvar (150m)
27200 adet torba	16800 adet torba	8400 adet torba
1190 m^3 bitkisel toprak	735 m^3 bitkisel toprak	370 m^3 bitkisel toprak
690 kg tohum	420 kg tohum	210 kg tohum
24000 m^2 tek yönlü grid	12500 m^2 tek yönlü grid	5300 m^2 tek yönlü grid
5000 m^2 çift yönlü grid	3000 m^2 çift yönlü grid	1300 m^2 çift yönlü grid

TOPLAM
52400 adet torba
2295m^3 bitkisel toprak
1310kg tohum
41800m^2 tek yönlü grid
9300m^2 çift yönlü grid

Tablo 3. 5m yüksekliğindeki duvar için geogrid uygulama uzunlukları

Sıra no	Taban mesnet uzunluğu L (m)	Kafa mesnet uzunluğu D (m)	Şev uzunluğu Hc (m)	Toplam geogrid uzunluğu (m)
1. Sıra	6,00	0,70	1,05	7,75
2. Sıra	5,75	0,70	1,05	7,50
3. Sıra	5,45	0,70	1,05	7,20
4. Sıra	5,16	0,70	1,05	6,91
5. Sıra	4,90	0,70	1,05	6,65
6. Sıra	4,00	0,70	1,05	5,75
			TOPLAM	**41,76**

Tablo 4. 6m yüksekliğindeki duvar için geogrid uygulama uzunlukları

Sıra no	Taban mesnet uzunluğu L (m)	Kafa mesnet uzunluğu D (m)	Şev uzunluğu Hc (m)	Toplam geogrid uzunluğu (m)
1. Sıra	6,25	0,70	1,05	8,00
2. Sıra	6,00	0,70	1,05	7,75
3. Sıra	5,70	0,70	1,05	7,45
4. Sıra	5,40	0,70	1,05	7,15
5. Sıra	5,15	0,70	1,05	6,90
6. Sıra	4,85	0,70	1,05	6,60
7. Sıra	4,55	0,70	1,05	6,30
8. Sıra	4,30	0,70	1,05	6,05
			TOPLAM	**56,20**

Tablo 5. 7m yüksekliğindeki duvar için geogrid uygulama uzunlukları

Sıra no	Taban mesnet uzunluğu L (m)	Kafa mesnet uzunluğu D (m)	Şev uzunluğu Hc (m)	Toplam geogrid uzunluğu (m)
1. Sıra	6,50	0,70	1,05	8,25
2. Sıra	6,25	0,70	1,05	8,00
3. Sıra	5,95	0,70	1,05	7,70
4. Sıra	5,65	0,70	1,05	7,40
5. Sıra	5,40	0,70	1,05	7,15
6. Sıra	5,10	0,70	1,05	6,85
7. Sıra	4,80	0,70	1,05	6,55
8. Sıra	4,55	0,70	1,05	6,30
9. Sıra	4,25	0,70	1,05	6,00
			TOPLAM	**64,20**

Not: Tabakalar arası düşey mesafe (H) her yerde eşit ve 0,80m'dir.

Duvar imalatında bir metrekare duvar yüzeyinde 8 adet torba kullanılmaktadır. Bu değer duvar yüksekliği ile değişmemektedir.

7, 6 ve 5m yüksekliğindeki duvarlarda 1m duvar uzunluğu için 64.20m^2/m, 56.20m^2/m ve 41.76m^2/m geogrid kullanıldığı; 9, 8 ve 6 sıra yatay donatı kullanıldığının hesabı yukarıdaki çizelgelerde verilmektedir. Kullanılan geogrid ile dolgu zeminin parametreleri de ayrıca belirtilmiştir.

3. UYGULAMADAN SEÇİLEN GÖRÜNTÜLER









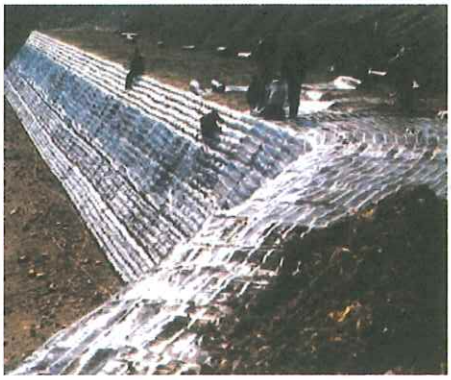












4. SONUÇLAR

H= 7m duvar 728 YTL, H= 6m duvar 462 YTL, H= 5m duvar 315 YTL'ye mal olmaktadır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanabilmesi için gerekli dokümanların sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen İzmir Büyükşehir Belediyesi İZBELCOM A.Ş. Proje Müdürü Sayın P. Mehmet GÜLAY'a ve olimpiyat oyunları köyü şantiye şefi Sayın Mehmet KARCI'ya teşekkürü borç biliriz.

6. KAYNAKLAR

1. Olimpiyat Köyü Şantiye Şefi Sayın Mehmet Karcı ile şahsi görüşme
2. İZBELCOM A.Ş. Proje Müdürü Sayın P. Mehmet GÜLAY ile şahsi görüşme
3. Olimpiyat Köyü'nden elde edilen çeşitli dökümanlar ve birim fiyat analizleri
4. Muhtelif geosentetik malzeme katalogları

T. C. BERGAMA BELEDİYESİ KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA ALANI PROJESİNDE GEOSENTETİK KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME

H. R. YILMAZ, S. KEDEK*, T. ESKİŞAR, P. AKLIK

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*Gedik Müh. ve Müş. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye

ÖZET

T. C. Bergama Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama Alanı Bergama İlçesi sınırları içerisinde Bergama'nın güneyinde ve Bergama'ya 15 km mesafede Armağanlar Köyü'nün kuzeydoğusunda yer almaktadır.

Alan, engebeli tepe ve vadiden oluşan bir topoğrafyaya sahiptir. Arazi eğimi, %10-15 mertebesindedir. Jeolojik etüt raporuna göre arazi yumuşak bir kaya niteliğinde olan tüflerden oluşmaktadır.

Çalışmalar 2001 yılında başlamış olup halen devam etmektedir ve saha yaklaşık 95 dönümdür. Depolama alanı 270 m *350 mlik bir dikdörtgendir.

Bergama ilçesinde toplanan günlük evsek atık miktarı 87 t/gün, sanayi nitelikli atık miktarı ise 8 t/gün olmak üzere toplam 95 t/gün'dür.

Tıbbi atıklar için ise 15 yıllık bir süre için 400 yatak ve 250 personel hesabı ile 2.5 kg/gün/kişi hesabıyla toplam 11120 m^3lük bir katı atık deponi alanına ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır.

Dokuz Eylül Üniversitesi'ne yaptırılan bir araştırma ile, organik madde miktarı %52, kağıt, cam, plastik, naylon ve metal oranı %20.4 olarak elde edilmiştir.

Arazide,

i. Evsel ve evsel nitelikte sanayi atıkları lotu taban izolasyonu

ii. Tıbbi atık lotu taban izolasyonu ve

iii. Her iki lot için üst örtü izolasyonu yapılması gerekli olup uygulamada örneğin tıbbi atık taban izolasyonu aşağıda açıklanan kesiti sağlamak üzere yapılmaktadır.

Tıbbi Atıklar Kontrolü Yönetmeliği madde 35'te depo alanı tabanına ait kurala uyulmak durumu mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: Geosentetik, geomembran, geotekstil, tıbbi atık, sanayi atığı, evsel atık.

1.PROJEDE ÖNERİLEN İZOLASYON YÖNTEMİ VE KESİTLERİ

Alttan üste sıra ile,

1. 150 CM KİL TABAKASI

   Tesviye tabakası üzeri 25'er cmlik tabakalar halinde sıkıştırılıp permeabilite katsayısı $k < 1*10^{-9}$ m/sn olacaktır.

2. HDPE plastik **geomembran** örtü kalınlığı 2.5 mm olup tabanda kaynak ile birleştirilerek sızıntı önlenecektir.

3. KORUMA TABAKASI (Kum) **geomembran** üzerine 10 cm kalınlığında olup amacı **geomembranı** üst çakıl tabakasının basıncından korumak ve dren borularına yataklık yapmak olacaktır.
4. KORUMA TABAKASI (**Geotekstil**) Taban izolasyonunda plastik örtünün dren tabakasındaki çakıllardan hasar görmemesi için kullanılan kumun çakıl ile karışmasını önleme ve koruma tabakası olarak kullanılmaktadır. Bu tabaka **geotekstil** tabakasıdır (GT).
5. DRENAJ TABAKASI (Çakıl) Düzenli depolama sahasındaki çöp süzüntü suyu geçirimsiz tabaka üzerine döşenen drenaj sistemi ile uzaklaştırılır. Bu tabaka 30 cm kadardır.

Tıbbi atık lotu üst örtü izolasyonu ise Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği Madde 38'e göre belirlenmiş olup atık üzerinden alttan üste doğru aşağıda sıralanan katmanlardan oluşur:

1. DENGE TABAKASI

Atık üzerindeki ilk örtü tabakası olup homojen ve kohezyonsuz zeminden oluşmaktadır. Tabaka kalınlığı 50 cm olup tesviye edilecektir. Çökme ve yerleşme olayı en az 5 yıl sürdüğünden üste konulacak kil tabakası 5. yıldan sonra serilir.

2. KİL TABAKASI

En az 60 cm kalınlıkta olup iki adet 30 cmlik tabakanın sıkıştırılması ile oluşur ve permeabilitesi, $k \leq 1*10^{-9}$cm/sn olmalıdır.

3. PLASTİK ÖRTÜ

Taban izolasyonunda yapıldığı gibi 2.5 mm kalınlığında HDPE plastik örtü (**geomembran**= GM) örtü kil tabakası üzerine serilecektir.

4. TARIM TOPRAĞI

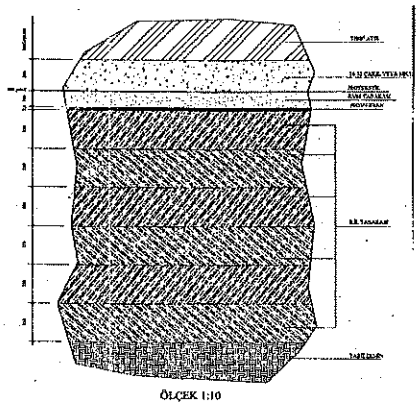
Son örtü tabakası olarak 1.0 m kalınlıkta tarım toprağı serilecektir. Üst örtü eğimi en az %5 olmalıdır.

Görüldüğü üzere geosentetik ailesinin en önemli iki elemanı olan **geotekstiller** (GT) ile **geomembran** (GM) katı atık depolanmasında yani deponi oluşumunda gerek taban izolasyonu, gerekse örtü tabakası teşkilinde vazgeçilmez malzemeler olup sızdırmazlık ve ayırma fonksiyonları ile bu uygulamada ön safhada yer almaktadır.

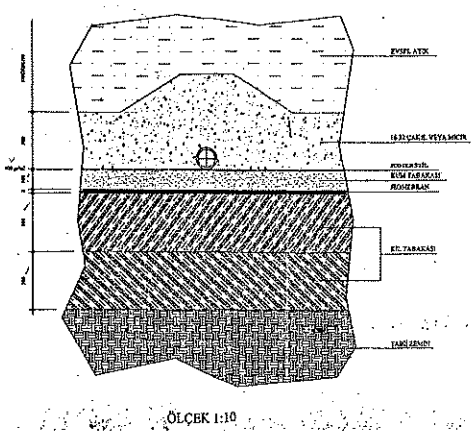
1. UYGULAMA PROJELERİNDEN KESİTLER

Aşağıda Şekil 1'de tıbbi atık depo tabanı sızdırmazlık kesiti verilmektedir. Ölçüler milimetredir.

Şekil 2'de ise evsel ve evsel nitelikli sanayi atığı depo tabanı sızdırmazlık kesiti görülmektedir.



Şekil 1. Tıbbi atık depo tabanı sızdırmazlık kesiti uygulama projesi (Gedik Müh., 2005).



Şekil 2. Evsel ve evsel nitelikli sanayi atığı depo tabanı sızdırmazlık kesiti (Gedik Müh., 2005).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tıbbi atıklar ve evsel nitelikli sanayi atıklarının depolandığı mahallerin zemini kirletmesinin kesinlikle önlenmesi gerekmekte olup TC Bergama Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama Alanı Projesi kapsamında konu ile ilgili uygulamalardan örnekler verilerek bu tür bir hizmet için geosentetik (geotekstil ve geomembran) kullanımının zorunlu olduğu ve amaca ulaşma bakımından uygulanan sıkıştırılmış kil tabakalarının kalınlığını önemli oranda azaltabildiği kesitlerden izlenmektedir. Esasen bu tür uygulamalarda artık geosentetik kullanımı yönetmeliklerde zorunlu hale getirilmiştir.

4. KAYNAKLAR

1. Bergama Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama alanı Projesi, 2004. Gedik Müh. ve Müş. Hizmetleri Bornova, İzmir.

2. Koerner, R. M., 1994. Designing with Geosynthetics, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey,783p.

SPOR GİYİMDE KULLANILAN KUMAŞLARIN PERFORMANS ÖZELLİKLERİ VE GİYİM KONFORU

S. YEŞİLPINAR, O. E. KEÇECİ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

ÖZET

Son yıllarda dünyada boş zaman ve spor giyime karşı olan talep sürekli artmıştır. Dış mekan giyimi, günlük giyim ve fonksiyonel spor giyim arasındaki sınırların ortadan kalkmasıyla spor giyim sektöründe sürekli bir gelişme gözlenmiştir. Pazar araştırmalarına göre spor giyime karşı olan bu talep önümüzdeki yıllarda artacaktır. Artan sağlık bilinciyle birlikte modern ve konforlu giysilere ihtiyaç duyulan yeni spor aktivitelerinin ortaya çıkması beklenmektedir.

Tüketici için boş zaman giysileri ve spor kıyafetlerinin, konforlu giyim özelliklerinden bir şey kaybetmeden, pratik, bakımı kolay, rüzgara, yağmura, kara ve çeşitli dış etmenlere karşı koruyucu özellikte olması gerekmektedir. Boş zaman aktivitelerinin artması ve yeni tüketici alım davranışlarının oluşması, ilgili spor aktivitesi için doğru giysi alımı sırasında hijyen durumu, UV ışınlarından koruma gibi bazı özelliklerin tekstil ürünlerine eklenmesine neden oldu. Bu büyüyen ihtiyaçları karşılamak için kumaş üreticileri ve kimya endüstrisi sürekli yeni materyaller ve bitim işlemleri sunmaktadır.

Bu çalışmada spor giyimde kullanılan kumaşlar incelenmiştir. Bu kumaşların giysinin konfor özelliklerine etkisi karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Spor giyim, kumaş, konfor, performans

1.GİRİŞ

Son yıllarda dünyada boş zaman ve spor giyime karşı olan talep sürekli artmıştır. Dış mekan giyimi, günlük giyim ve fonksiyonel spor giyim arasındaki sınırların ortadan kalkmasıyla spor giyim sektöründe sürekli bir gelişme gözlenmiştir [1]. Pazar araştırmalarına göre spor giyime karşı olan bu talep önümüzdeki yıllarda da artacaktır. Artan sağlık bilinciyle birlikte modern ve konforlu giysilere ihtiyaç duyulan yeni spor aktivitelerinin ortaya çıkması beklenmektedir.

Tüketici için boş zaman giysileri ve spor kıyafetlerinin, konforlu giyim özelliklerinden bir şey kaybetmeden, pratik, bakımı kolay, rüzgara, yağmura, kara ve çeşitli dış etmenlere karşı koruyucu özellikte olması gerekmektedir. Boş zaman aktivitelerinin artması ve yeni tüketici alım davranışlarının oluşması, ilgili spor aktivitesi için doğru giysi alımı sırasında hijyen durumu, UV ışınlarından koruma gibi bazı özelliklerin tekstil ürünlerine eklenmesine neden oldu. Bu büyüyen ihtiyaçları karşılamak için kumaş üreticileri ve kimya endüstrisi sürekli yeni materyaller ve bitim işlemleri sunmaktadır [2].

Yüzme, koşu, bisiklet, jimnastik, kayak gibi sporlarla uğraşan sporcular için fonksiyonel giysi satın alırken mamulün hangi materyalden yapıldığından çok, giysinin konfor özelliklerinin yaptıkları spora uygun olması önemlidir. Spor ve fonksiyonel giyim sektöründe kimyasal liflerin kullanımına karşı olan direnç artık bitmek üzeredir. Sentetik liflerin keşfedilen avantajları, ürünlerdeki dikkate değer gelişmeler boş zaman aktiviteleri ile uğraşan günümüz toplumundan büyük kabul görmüştür. Tutum ve performans daha 15 yıl öncesine kadar bilinmeyen kavramlardı. İleri teknoloji ürünlerinin gelişimi ve giderek artan eğlence faktörü ile birlikte performansın yararları, giyimde kararsızlığa varan geleneksel davranış örneklerine bir son vermiştir. Bu gelişmelerde pay sahibi olan tüketici istekleri de bunlara paralel olarak değişmiştir [3].

Bu çalışmada spor giyimde kullanılan kumaşlar incelenmiştir. Bu kumaşların giysinin konfor özelliklerine etkisi karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

2. SPOR GİYİMDE KULLANILAN KUMAŞLAR

Bu bölümde spor giyimde kullanılan kumaşlara değinilecektir. Farklı firmalar tarafından geliştirilen kumaşlar konfor özelliklerine göre incelenecektir.

2.1. X-Mac

Teijin firmasının ürettiği kumaş olan X-Mac, ter soğurma ve hava geçirgen özelliklere sahip konforlu, yüksek fonksiyonel bir kumaştır. Bu kumaş üç boyutlu bir yapıda hafif PES filamentleri ile örülerek yapılmıştır. X-Mac bu filamentler kadar kumaşın sahip olduğu örme konstrüksiyonu yardımı ile de ter soğurup, hızlı kuruma özelliklerini gereçekleştirmektedir.

X-Mac teki her filament, filament boyunca uzanan oluklara sahiptir. Bu oluklu yapı terin hızla soğrulup yayılmasını sağlamakta ve terin hızla atmosfere iletilmesine olanak tanımaktadır. Üstelik özel modifiye enine kesit bu filamentler X-Mac'e kabarıklık ve hafiflik de sağlamaktadır.

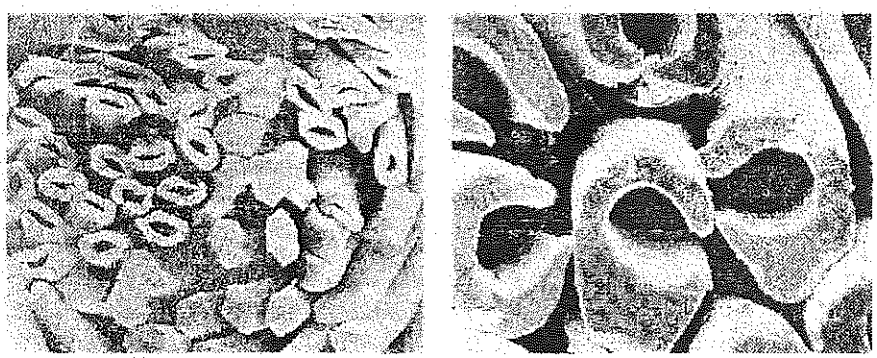
X-Mac'in temel kullanım yerleri tenis ve golf gömlekleridir. Teijin firması aktif spor giyim kumaşları içinde yer alan süper yüksek yoğunluklu kumaşları ile ağır işler sektörünü hedeflemektedir [4].

2.2. Killat N

Kanebo Ltd. yeni içi boş filament ipliğini içi boş kısım kesit alanın % 33'ü olacak şekilde geliştirmiştir(Şekil 1). Kanebo bu ipliği kullanarak yaptığı kumaşları Killat N olarak adlandırmıştır. Killat N içi boş filamentler kullanması nedeniyle, hafiflik, mükemmel ısı koruyucu özellik ve su soğurganlık özelliklerine sahiptir. Kanebo Killat N'i ilk olarak ısı koruma yeteneği gerektiren, rüzgar paraşütçülüğü, atletik giyim, golfçüler için yağmur giyimi gibi aktif spor giyim alanlarında pazarlamaktadır.

Konvansiyonel içi boş filamentlerin içi boş kısmın kesitinin düzensiz olması, kolayca ezilme ve yalancı büküme uygun olmama gibi bazı dezavantajları vardır. Kanebo konvansiyonel içi boş filamentlerin bu zayıf noktalarının üstesinden her filamentin öz kısmını kumaş bitim sürecinde eritme yoluyla gelmiştir.

İçi boş Killat N filametlerinin üretim sisteminin bazı özellikleri aşağıdadır;



Şekil 1. Killat N

- Bu metod içi boş kısmın iplik eğrilme sürecinde yapılmasının yerine, her filamentin öz kısmının kumaş boyama ve bitim sürecinde çözme ve ayırma sistematiğine göre boşaltılmasına dayanmaktadır.
- Eğrilen bikomponent filament iplik öz olarak çözülebilen polyester ve kabuk olarak naylondan oluşmaktadır
- Bu bikomponent filament iplik normal naylonla neredeyse aynı fiziksel özellikleri göstermektedir.
- Kumaş boyama ve bitim sürecinde ortama verilen alkali-çözücü özelliğe sahip bileşik, bikomponent filament ipliğinin öz kısmını oluşturan çözülebilir polyester kopolimerinin çözülmesini sağlamakta ve kesit alanda % 30 lara varan bir içi boş kısmın oluşması sağlanmaktadır [5].

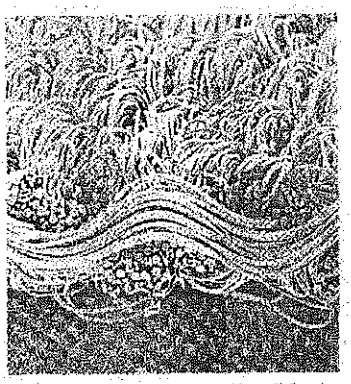
2.3. Naiva

Naiva, Eval/naylon bikomponenet filament ipliği ve ondan yapılan kumaştır (Şekil 2). Eval Kuraray tarafından üretilen etilen vinil alkol kopolimeri reçinesidir. Eval hidrofilite, düşük özgül ağırlık ve düşük kırılma indisi gibi özelliklere sahiptir. Kuraray Eval/polyester bikomponent filament ipliği "E-X-E" yi Eval dış kabuk ve polyester de öz olacak şekilde geliştirmiştir.

Naiva Eval'i öz PA 6'yı kabuk olarak kullanan dairesel enine kesite sahip bikomponent filament ipliktir. Filament % 55 Eval (% 23 etilen + % 32 vinil alkol) / %

45 nylon dan oluşmuştur. İplik 30 denye/12 filament ten oluşmaktadır. Naiva ipliklerinin özellikleri şunlardır;

- Yüksek termal çekme oranı ve yüksek termal çekme dayanımı
- Yüksek mukavemet
- Yüksek nem geçirgenlik
- Düşük özgül ağırlık
- Mükemmel renk geliştirme olanağı



Şekil 2. Naiva

Unitika Naiva kumaşını Naiva ipliği ve naylon mikroliflerin karışımından oluşan ipliği kullanarak üretmektedir. Bu kumaşlar, yüzeylerindeki naylon mikro gözenekler sayesinde Naiva ipliklerinin özelliği olan yüksek çekme oranını gerçekleştirirler, aynı zamanda aşağıdaki özelliklere de sahiptirler;

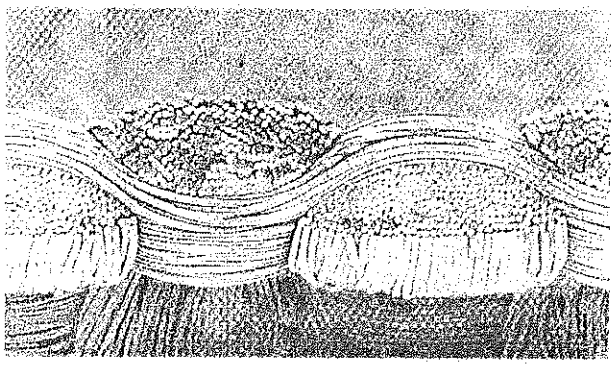
- Yumuşak bir tutum
- Eşsiz hacimlilikle havalandırma
- Doğal yüzey görünüm
- Hafiflik
- Yüksek nem geçirgenlik
- İkincil bitim işlemleri yapabilme olanağı

Unitika Naiva kumaşları dağcılık giyiminden kayak giyimine kadar çeşitli aktif spor giyim ürünlerinde kullanmaktadır [6].

2.4.Tuflex HR

Tuflex-HR 0,3 denye/filamentlik PES mikrolifler kullanan ultra yüksek yoğunluklu dokuma kumaştır (Şekil 3). Bu yüksek yoğunluğu sayesinde Tuflex HR herhangi bir kaplama veya lamineye gerek kalmadan 1000 mm den fazla su basıncı

dayanıma sahiptir. Bu su basıncı dayanımı yüksek performanslı kumaşlarda 3000 mm ye (3 kgf/cm^2) ulaşmaktadır. Tuflex HR kaplamasız veya laminesiz 3000 mm lik su basıncı dayanımı sağlayan ilk kumaştır.



Şekil 3. Tuflex HR

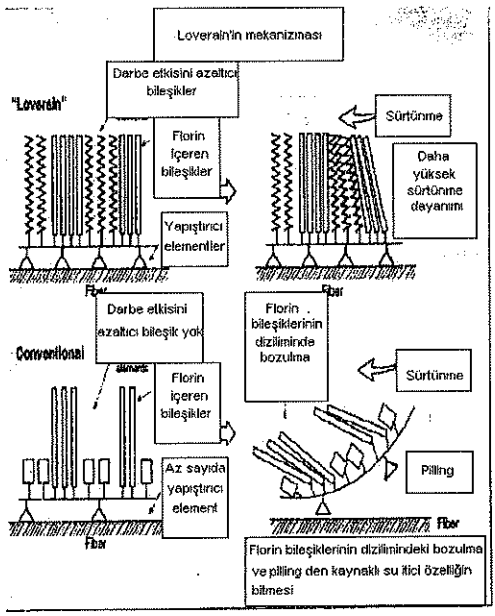
Tuflex HR 24 saatte 9900 g/m^2 lik nem geçirgenliğe sahiptir. Bu, normal kaplamalı veya lamineli kumaşlarınkine eşdeğer bir miktardır. Mükemmel nem geçirgen özelliğe sahip olan Tuflex HR fazla nem buharını egzersiz ve çalışma elbisesinin içinden dışına taşımaktadır. Bu kullanıcıyı kendi terinden kurtararak onu kuru ve konforlu tutmaktadır.

Tuflex HR sürekli bir su iticiliğe sahiptir. Ayrıca bu üstün fonksiyonlarına ek olarak yumuşak bir tutum ve pürüzsüz bir yüzeye sahiptir. Tuflex HR nin kaplamasız ve laminesiz kumaşı onun önemli tekstüresini sağlamaktadır. Tuflex HR nin kayak giyimi, yağmurluklar, golf giyimi, dağcılık giyimi, denizcilik, dış mekan spor giyimi ve boş zaman giyimini de içine alan geniş bir kullanım alanı vardır [7].

2.5. Loverain

Loverain Kanebo Gohsen in geliştirdiği aşınma dayanımına sahip su itici PA kumaştır. Loverain dayanıklı bir su itici özellik sağlamanın yanı sıra sürtünme ile bu su itici özelliklerin azalmasını önleyen bir yapıya sahiptir.

Kanebo Gohsen su itici özelliği olan PA kumaşların aşınma dayanımı özelliklerini geliştirmek için bir kimyasal üreticisi ile beraber yeni ajanlar geliştirmiştir. Bu, darbenin etkisini azaltan bileşikler ile geleneksel ajanların (florin içeren bileşikler) bir kombinasyonudur. Konvansiyonel ürünlerde, su itici özellik, sürtünme ile florin bileşiklerinin molekül zincirlerinin kopmasıyla kaybolmaktadır. Fakat Loverain kullanıldığında yeni geliştirilen darbenin etkisini azaltan bileşikler, florin bileşiklerinin molekül zincirlerini kopmaya karşı desteklemektedir. Ayrıca bu bitim sayesinde liflerin yüzeyi ile ajanlar arasındaki yapışma bağları güçlenmekte ve bu da ajanların boncuklanmasını yani pillingi engellemektedir (Şekil 4).

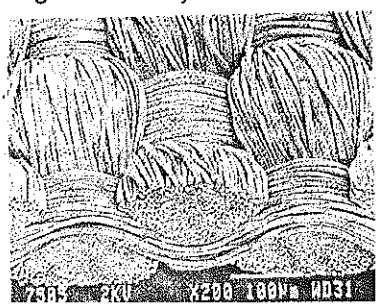


Şekil 4. Loverain

Loverain nadiren PA kumaşların tutumunu zayıflatmaktadır. Snowboard giyimi, golf giyimi, yağmur giyimi, spor ve günlük giyim Loverain'in uygulama alanlarındandır [8].

2.6. Condenier

Condenier 0,3 denye/filamentlik PES mikro liflerden oluşan ultra yüksek yoğunluklu dokuma kumaştır. Condenier çeşitli performans özelliklerini yalnızca dokuma konstrüksiyonu yardımı ile sağlamaktadır (Şekil 5). Yüksek su basıncı dayanımı, sızdırmazlık, su iticilik ve nem geçirgenlik bu özelliklerinden bazılarıdır. Condenier'in filmlerin soyulması veya reçinenin aşınma ile çıkması gibi sorunları yoktur. Condenier mükemmel giysi konforu sağlamaktadır. Giyildiğinde kabarıklık veya pürüzlülük gibi sorunlar yoktur.



Şekil 5. Condenier

Teijin firmasına göre Condenier şu özelliklere sahiptir;

- Dayanıklı su basıncı dayanımı; Condenier 1000 mm lik bir su basıncı dayanımı sağlar ve 5 yıkamadan sonra dahi 24 saatten uzun bir süre sızdırmaz
- 24 saatte 10000 g/m^2 lik nem geçirgenliğe sahiptir.
- Konforlu giyim, yumuşak ve kuru tutum sağlar. Condenier mükemmel nem geçirgenliği sağlar ve yoğunlaşma yapmaz.

Teijin Condenier'i dış mekan spor giyim, dağcılık giyimi ve kayak giyimi sektörleri için pazarlamaktadır [9].

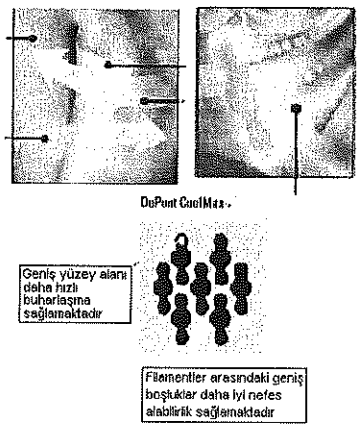
2.7. Dynamonus

Aktif spor giyim sektörü için geliştirilmiş olan Dynamonus kumaşlarını Toray pazarlamaktadır. Dynamonus Kevlar para-aramid kesikli lifi ile PES ştapel karışım ipliklerinden yapılmış dokuma kumaştır. Yüksek performans ve konfor sunan, hafif koruyucu bir kumaş olan Dynamonus kayaktan dağcılık giyimine kadar zor dış mekan sporları için de uygundur. Dynamonus snowboard giyimi için gerekli olan kesilme dayanımı, aşınma dayanımı ve sürtünme ile oluşan ısıya karşı erime dayanımı göstermektedir. Dynamonus iki tip olarak üretilmektedir; % 90 PES % 10 Kevlar ve daha güçlü bir karışım olan % 80 PES % 20 Kevlar. Dynamonus dirsekler ve dizler için destek sağlayıcı kumaşları içeren aktif spor giyim, eldiven ve çantalarda kullanılmaktadır[10].

2.8. Coolmax

Coolmax DuPont'un ürettiği Dacron liflerini kullanan yüksek performans kumaşıdır (Şekil 6). Vücudunuz aşırı miktarda ter ürettiği zaman enerjisini performansınızı artırmak yerine serinliği korumak ve serin kalmak için kullanmaktadır. Eğer ter hızla buharlaşmıyorsa, vücut ısısı artar ve daha çok terlenir. Coolmax'ta kullanılan özel geliştirilmiş DuPont lifleri (Dacron) teri hızla vücuttan alarak, kolayca buharlaşabileceği giysinin yüzeyine transfer etmektedir [11].

Ter gücü tüketmektedir. İyi buharlaşma vücudu serinletmek için daha az enerji harcayarak performans ve dayanıklılığın artmasını sağlamaktadır [12]. Aynı zamanda eşsiz kesit alana sahip lifler ıslakken bile iyi bir nefes alabilirlik sağlamaktadır. Bu nefes alabilirlik termo düzenleyici etkiyi de artırmaktadır [13]. Coolmax iyi bir nefes alabilirliğe ve giyim konforuna sahiptir. Coolmax ile yapılan giysiler 30 dakika içinde neredeyse tamamen kururken pamuklu giysiler yaklaşık % 50 nemli kalmaktadır [14].



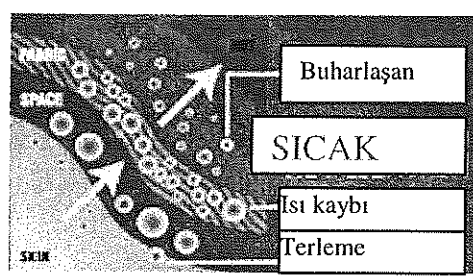
Şekil 6. Coolmax

2.9. Akwatek-Akwadyne

Akwatek PES ve Akwadyne PA Comfort Technologies firması tarafından geliştirilmiş termo düzenleyici etki sağlayan yeni jenerasyon performans kumaşlarıdır. Bu özellikleri nedeniyle kullanıcıya çok farklı derecelerde konfor ve performans olanakları sağlamaktadır.

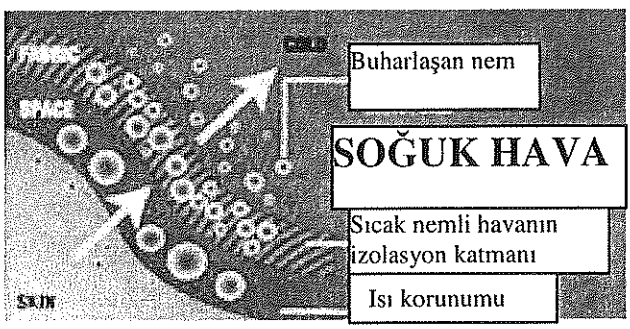
Kapilar etkiye dayanan kumaşların aksine, Akwatek ve Akwadyne özelliklerini sergilemek için vücuda yakın giyilmeye ihtiyaç duymamaktadır. Akwatek ve Akwadyne, elektro kimyasal transport olarak bilinen bir kimyasal prensibe göre nemi transfer etmekte ve ısıyı düzenlemektedir. Bu proses yıkamayla çıkmayan, sürekli bir muameleyle sonuçlanan liflerin kimyasal modifikasyonu ile ilgilenmektedir. Bu proses; ştapel life, ipliğe, kumaşa veya örme ve dokuma üretmek için; eğrilmiş ve filament ipliklere uygulanabilmektedir.

Sıcak ısılarda kumaş elektrostatik olarak tepki vererek nemi ve aşırı ısıyı vücuttan kumaş yüzeyine uzaklaştırmak üzere transfer etmektedir. Kumaş sıcak havalarda kullanıcıyı serin ve kuru tutmak için özelliklerini düzenlemektedir. Kullanıcı ne kadar çok terlerse kumaş o kadar çok nemi vücuttan elektrostatik olarak uzaklaştırmaktadır. Aktivite azaldığında, kumaş buharlaşma sürecini azaltmakta, kullanıcı ve kumaş arasında sabit bir su bariyeri bırakmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Sıcak havalarda Akwatek ve Akwadyne

Serin havalarda Akwatek ve Akwadyne performans kumaşları kullanıcının ısısını korumak için vücut ile kumaş arasında bir sıcak hava katmanı oluşturmaktadır. Deri ve kumaş arasında; düşük ısılarda daha çok ısı tutan, nemli havadan %100 relatif nemli bir katman oluşturmaktadır. Nem azalırken kumaş ısı tutmak için kendini düzenleyerek kullanıcıyı sıcak, kuru ve konforlu tutmaktadır. Akwatek ve Akwadyne elektrostatik olarak nem çektiği için deriye yakın olarak hapsedilmiş havanın ısı kapasitesini arttırmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Soğuk havalarda Akwatek ve Akwadyne

Akwatek ve Akwadyne buharlaşma yeteneği bakımından, suyla ilk kontakta kapilar etkili ve asit kaplı kumaşlara göre üç kat daha iyidir. 125 yıkamadan sonra dahi ürün performansında bir azalma gözlenmemiştir. Akwatek ve Akwadyne kıyafetlerinde diğer kıyafetlere göre makine kurutma devrinden sonra % 250 daha az su kaldığını yapılan testler göstermiştir. [15].

2.10. Tuffer

Tuffer, Kanebo Gosen'in elektrik iletken lifi Belltron'u kullanarak geliştirdiği ve aktif spor giyim alanında pazarladığı kumaştır. Tuffer aktif spor yapan kullanıcının konforsuzluk hissini ortadan kaldırmayı amaçlamıştır.

Belltron PA veya PES lifi ile iletken partiküllerin bi-komponent eğrilmesi ile yapılmış ipliktir. Bu "corona deşarjı" yardımı ile kumaşın yükünün nötralizasyonunu sağlamaktadır.

Belltron'un iletken partikül olarak karbon kullanan siyah tipi ile beyaz metal bileşikleri kullanan beyaz tipi mevcuttur. Siyah Belltron yüksek antistatik etkiler gerektiğinde kullanılırken, beyaz tipi ise görünümün daha önemli olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Filament kumaş durumunda ise kumaşlar için gerekli olan anti statik etki kumaş yüzeyini 2-10 mm ziftle veya çam sakızı benzeri bir madde ile kaplayarak sağlanabilir.

Kanebo Gohsen dayanıklı anti statik PA kumaşı Tuffer'ı, Belltron tarafından sağlanan anti statik etkiyi maksimize etmek için filamentten boyama ve bitime

kadar özel teknoloji kullanarak tamamlamaktadır. Tuffer mükemmel anti statik etkiyi, toz, polen ve bakteri birikmesini önleyerek, deşarj şokları ve patlamalar gibi antistatik bozucular ve kıvılcım deşarjı ile yanmaların önlenmesiyle sağlamaktadır.

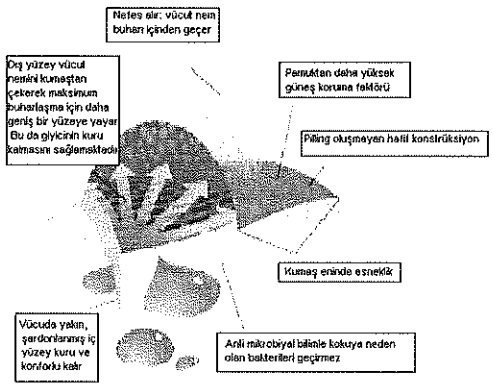
Belltron karışımlarının kumaş yapısının örme veya dokuma olmasına veya kumaş tiplerine herhangi bir sınırlaması yoktur. Tüm PA kumaşlara uygulanabilir. Belltron'un çeşitli giyim gereksinimleri için düzgün aralıklarla üniform karışımları antistatik özellikler belirler, dayanıklılığı sağlar ve yıkamaya karşı mükemmel direnç gösterir [16].

2.11. Polartec Power Dry

Malden Mills firması tarafından geliştirilen Polartec Power Dry kumaşları terlediğinizde vücudunuzu kuru tutmak için tasarlanmıştır. Bu serideki tüm kumaşlar, kumaşın her iki tarafında farklı iplikler kullanan bi-komponent örme yapısına sahiptir. Bu iki farklı yüzey oluşturmaktadır; biri nemi vücuttan uzaklaştırmak, diğeri de hızla kurumak için optimize edilmiştirler(Şekil 9).

Rutubet ve yüksek bağıl nem deride konforsuzluğa neden olmaktadır. Polartec Power Dry deriyi üç tamamlayıcı mekanizma ile kuru tutmaktadır;

- Kumaş çok iyi nefes almakta ve nem buharının hareketini engellememektedir.
- Fırçalanmış iç yüzey, teri kendi üzerine alan ve konforlu bir his veren bir çok temas noktası oluşturmaktadır. Ter vücuttan alınarak buharlaşma için hızla yayılacağı kumaşın dış yüzeyine aktarılmaktadır. Polartec Power Dry, nemi diğer kumaşlara oranla deriden % 30 daha fazla uzaklaştırır.
- Ter kumaşın dış yüzeyine ulaştığında, orjinal alanının iki katı büyüklüğündeki bir alana yayılmaktadır, bu onun pamuktan en az iki kat daha hızlı kurumasını sağlamaktadır. Ayrıca soğuk havalarda ısı kaybını engellemekte ve sıcak havalarda egzersiz yaparken bir serinletme etkisi sağlamaktadır.



Şekil 9. Polartec

X-Static lifli Power Dry kumaşları kokuya neden olan bakterilerin kumaşta büyümesini engelleyerek vücut kokusunu önlemektedir. X-Static bir yüzey bitimi değildir ve kimyasal içermemektedir. X-Static kumaş yapısına bağlanan saf gümüş bağlı liflerdir. X-Static giysi ömrü boyunca etkilidir, güvenlidir, doğaldır ve sürekli bir koku koruması sağlamaktadır. Yüksek bir güneş koruma fonksiyonu bu serideki çoğu kumaş için olasıdır. Polartec Power Dry kumaşları %100 PES dir, iyi nefes alabilir ve tüm dış mekan sporlarında temel katman olarak iç giyim veya teknik giysi olarak idealdir[17].

3. SONUÇ

Spor giyim sektörü %10 luk bir büyüme oranı ile Avrupa'da 30 milyar DM lık bir pazara sahip olmuştur. Joggging kıyafetleri, koşu kıyafetleri, şortlar, çoraplar bu pazarın %70 inin oluşturmaktadır, fakat bu ürünlerin %85 i aslında günlük giyim için kullanılmaktadır [18]. Pazar araştırmalarına göre spor giyime karşı olan bu talep önümüzdeki yıllarda artacaktır. Artan sağlık bilinciyle birlikte modern ve konforlu giysilere ihtiyaç duyulan yeni spor aktivitelerinin ortaya çıkması beklenmektedir. Sentetik liflerin ve nefes alabilen materyallerin kombinasyonları, kapasiteleri ve giyim konforu gibi sebeplerle başarılı olmuştur. Spor giyim sadece aktif spor aktiviteleri için değil aynı zamanda gündelik giysiler olarak da kullanıldığından, bu alanında fonksiyonel ve moda gereksinimleri karşılamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Anonym, 1997. Warp-knitted Track-suits are Trendsetters, Kettenwirkpraxis, 31/4, 5-6
2. Bohringer, A., 1998. The Function Determines the Finish, International Textile Bulletin, 44\4, 28-35
3. Anonym,1999. Funktionsmaschen 2000: Entscheidend ist das leistungsprofil, Bekleidung Wear, 51\6, 12-13
4. Anonym, 997. Growth in Active Sportswear Fabric Exports, JTN Monthly, August, 71-74
5. Anonym, 1993. Newly Developed Nylon Hollow Filament, JTN Monthly, February, 44.
6. Anonym, 1993. New Material "Naiva", JTN Monthly, February, 40
7. Anonym,1997. Growing Active Sportswear Fabric Exports, JTN Monthly, February, 69-77
8. Anonym,1996. Japanese Active Sportswear Fabrics JTN Monthly, February, 69-77
9. Anonym,1997. Growing Active Sportswear Fabric Exports, JTN Monthly, February, 69-77
10. Anonym, 1995. Active Sportswear & Fabrics, JTN Monthly, August, 71-74
11. www.dupont.com/coolmax/html/why-coolmax.html
12. www.dupont.com/coolmax/html/whats-coolmax.html
13. www.dupont.com/coolmax/html/why-coolmax.html
14. www.dupont.com/coolmax/html/diagrams.html
15. www.fabriclink.com/pk/akwadyne/home.html
16. Anonym, 1996. Specialisation of Active Sportswear Fabrics, JTN Monthly, August, 47-64
17. www.maldenmills.com
18. Anonim, 1999. This sporting life, Textile Horizans, May, 15

İPLİKLERİN GERİLME VE SÜRTÜNME KUVVETLERİNİN TEST EDİLMESİ VE KONTROL SİSTEMİ

M. V. Nemescu, M. Temneanu

"Gh. Asachi" Iasi Teknik Üniversitesi, Romanya

Çeviren: Vildan Sülar

Özet

İpliğin üretimde kullanımı sırasında ortaya çıkan gerilme kuvveti ürün kalitesi üzerinde büyük önem taşımaktadır. Bu yazı ipliklerin gerilme ve sürtünme kuvvetlerinin test edilmesi ve kontrolu için oluşturulan bir sistemi ve kullanılan dönüştürücüler ile alet blok şemasını tanıtmaktadır.

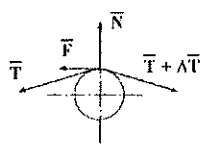
Anahtar Kelimeler: İplik gerilme kuvvetleri, sürtünme kuvvetleri, kontrol sistemi

1. GİRİŞ

İplik beslenmeden önce iplik gerginliğinin artmasına ve kopuşlara sebep olan çeşitli iplik kılavuzlarından (iplik taşıyıcılarından) geçer. Gerilme artışı, kılavuz yüzeylerinin şekli, yapısı, iplik hızı ve ivmesi gibi özelliklere bağlı olup, iplik ile iplik taşıyıcısının yüzeyi arasındaki sürtünme ile belirlenir. Aynı zamanda iplik taşıyıcı ile ilgili sürtünme katsayısı, materyalin doğası ve yüzey işlem kalitesi ile belirlenir. İplik üretiminde, ipliklerin sürtünme kuvvetlerini ve bunları etkileyen faktörlerin bilinmesi çok önemlidir.

2. TEORİK KABULLER

Şekil 1'de gösterilen iplik hareket düzlemi içinde bir bölgeyi düşünelim.



Şekil 1

Şekil 1'i dikkate alarak, kuvvetlerin denge denklemi

$$\Delta\overline{T} - am\Delta l = \mu\overline{N} = \overline{F} \qquad (1)$$

biçimini alır. Burada:

a – ipliğin ivmesi
m – birim uzunluğun kütlesi
Δl – ipliğin temas uzunluğu
μ - yüzeydeki sürtünme katsayısı

olacaktır.

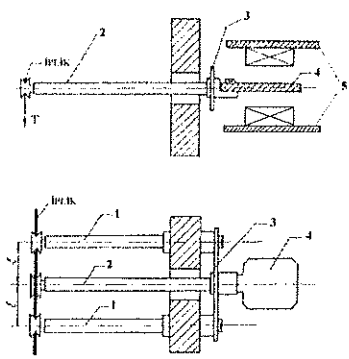
Eğer (1)'deki atalet kuvveti ihmal edilirse:

$$\mu = \frac{\Delta T}{N} \qquad (2)$$

olur.

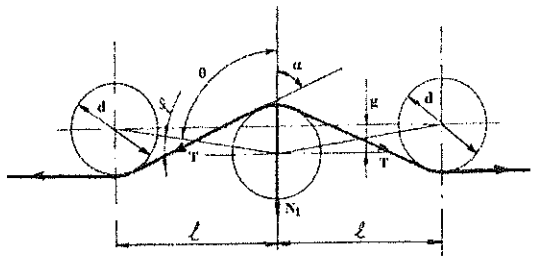
Böylece, gerilme değişimi ΔT bilinirse sürtünme kuvveti de bilinir ve sürtünme katsayısı hesaplanabilir.

Gerilme değişimi ΔT"nin belirlenmesi iplik taşıyıcısından önce ve sonra iplikteki gerilimin ölçülmesi ile bulunabilir.Bu ölçüm, prensibi Şekil 2'de gösterilen iki özel dönüştürücü kullanılarak gerçekleştirilebilir.



Şekil 2

Burada dönüştürücü başlangıçta, hareketli mil 2 ve elastik eleman 3 aracılığıyla iplik gerilmesini yer değiştirmeye dönüştürür. Bu işlem kuvvetlerin dengesi prensibine dayanmaktadır (Şekil 2). Elastik elemanın direnç torku, hareketli mile dik N_1 kuvveti tarafından yaratılan torka denktir. N_1 kuvveti nedeniyle hareketli milde meydana gelen yer değiştirme, ters yönde diğer uçta sabitlenmiş plaka 4'deki yer değiştirmeyi belirler.



Şekil 3

Şekil 3'e göre, d milinin ucuna yerleştirilmiş olan silindirlerin çapını gösterirse, şu formül elde edilir:

$$N_1 = -2T\cos\left(\arcsin\frac{d}{\sqrt{l^2+g^2}} + arctg\frac{l}{g}\right) \qquad (3)$$

Bu formül

$$N_1 = kT \qquad (4)$$

biçiminde yazılabilir. Burada

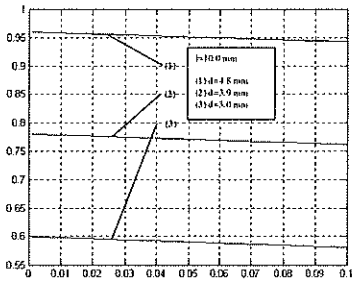
$$k = -2\cos\left(\arcsin\frac{d}{\sqrt{l^2+g^2}} + arctg\frac{l}{g}\right) \qquad (5)$$

olur.

(3) içerisinde N_1 normal kuvveti ile T iplik gerilmesi arasında lineer olmayan bir bağıntının varlığı görülmektedir.

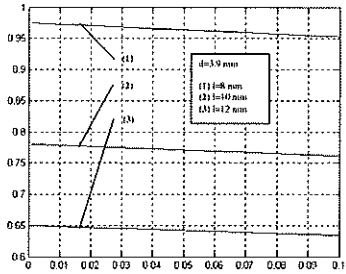
Kesin bir ölçüm için, eşitlik (4) lineer olmalıdır.Diğer bir deyişle k katsayısı iplik geriliminin tüm değişimi süresince sabittir.

(5)'deki ilişkide yapısal parametreler üzerindeki k katsayısının lineer olmayan bağıntısı dikkate değerdir. Şekil 4'te k katsayısının değişimi bu parametrelerin bir fonksiyonu olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.a, $k = f(g)$ bağıntısı

l =sabit olması durumunda



Şekil 4.b, $k = f(g)$ bağıntısı

d = sabit olması durumunda

Deneyler göstermektedir ki, hareketli milin 0.1mm'ye kadar olan küçük yer değiştirmeleri için, k katsayısının değişimi pratik olarak ihmal edilebilir. Bu durumda, k katsayısı tüm ölçümler boyunca sabit düşünülmektedir.

Hareketli milin sonuna sabitlenmiş olan plaka 4'deki yer değiştirme, faz-yer değişimi fark dönüştürücüsünün iki indüktansı arasında yer alır (v. Şekil .2). Bu, rezonansta çalışan iki LC devresi ile gerçekleştirilir. Plakadaki yer değiştirmeyi iki LC devresinden toplanan sinyallerin faz kayması belirler.

Bir osilatör LC devrelerini voltaj darbeleri ile besler. Plaka 4 ile eşlenen bir LC devresinin eşdeğer elektrik şeması Şekil 5'te görülmektedir.

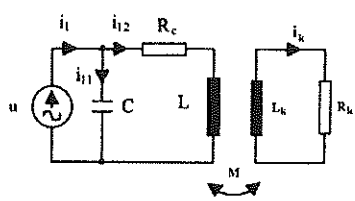
Şekil 4'e göre, şu ilişkiler yazılabilir:

$$I_{11}(s) = sCU(s) \tag{6}$$

$$I_{12}(s) = \frac{U(s) - sML_k(s)}{R_C - sL} \tag{7}$$

$$I_k(s) = \frac{sMI_1(s)}{R_C + sL_k} \tag{8}$$

$$I_1(s) = I_{11}(s) + I_{12}(s) \tag{9}$$



Şekil 5

Devre transfer fonksiyonu şöyledir:

$$\frac{U(s)}{I_1(s)} = \frac{z_1(s)z_2(s) - s^2M^2}{z_1(s)z_3(s)} \tag{10}$$

burada:

$$z_1(s) = R_C(s) + sL \tag{11}$$

$$z_2(s) = R_k + sL_k \tag{12}$$

$$z_3(s) = 1 + sC(R_C + sL) \tag{13}$$

$\frac{U}{I_1}(j\omega)$ devresinin tepki frekansını hesaplayarak

$$\varphi(\omega) = \arg\left(\frac{U}{I_1}(j\omega)\right) = \arg\frac{R_C R_k - \omega^2 L L_k + \omega^2 M^2 + j\omega(R_C L_k + R_k L)}{R_k - \omega^2 R_C C L_k - \omega^2 R_k C L + j\omega(R_C R_k C + L_k - \omega^2 L L_k C)} \tag{14}$$

elde edilir.

Parametre değerleri M, L_k ve R_k plakanın yer değişimine bağlıdır. L_k ve R_k değişkenlerinin modifikasyon değerleri, plakanın yer değişimi sırasında ortaya çıkan manyetik akı değişimine bağlıdır.

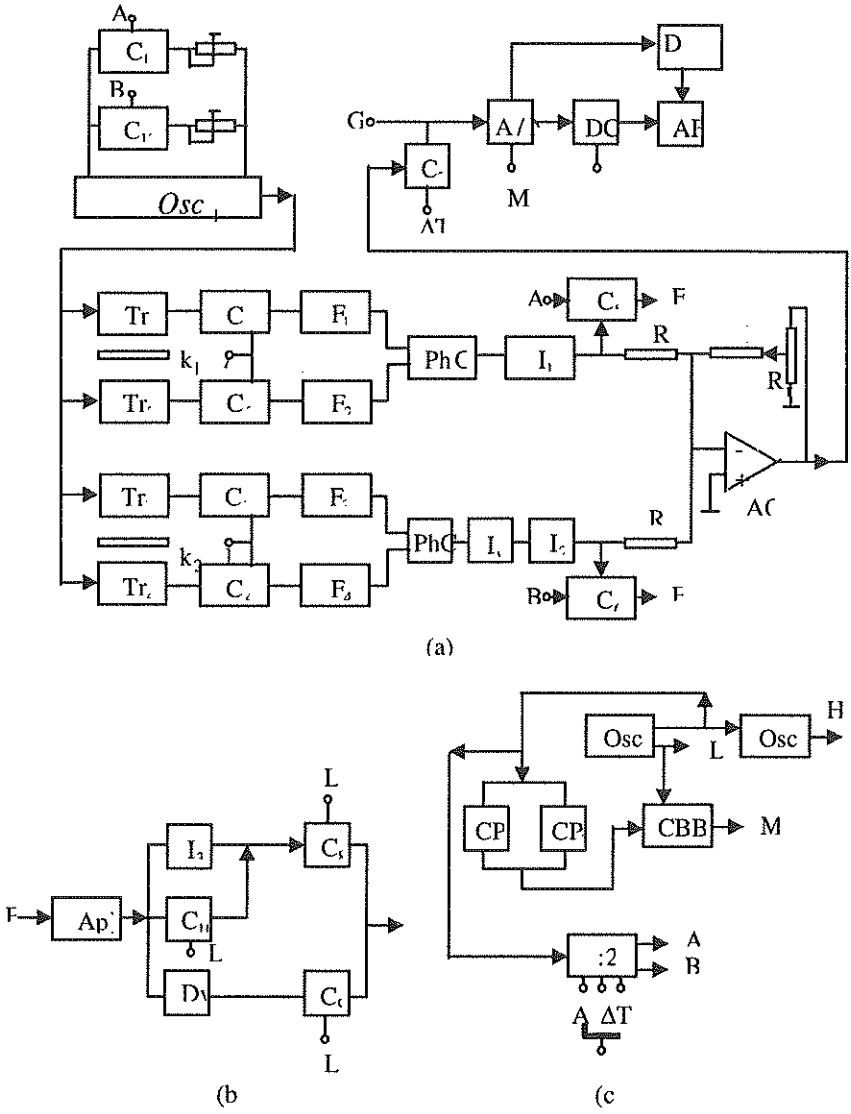
3. DENEYSEL SONUÇLAR

Analiz edilen aletin blok diagramı Şekil 6'da görülmektedir.

Çalışma şekli aşağıdaki gibidir:

Tr_1...Tr_4 Dönüştürücüleri dikdörtgen voltaj darbeleri üreten Osc_1 osilatörü tarafından beslenir. Dönüştürücüler rezonansta çalışan LC devrelerini kapsadıklarına göre dönüştürücülerin çıkışları temel frekansa karşılık gelen sinusoidal sinyallerden oluşur. Bu sinyaller, C_1...C_4 anahtarları aracılığıyla k_1 ve k_2 plakalarının pozisyonlarının bir fonksiyonu olarak, onları fazı bozulmuş dikdörtgen darbelere dönüştüren F_1.F_4 biçimlendiricilerine iletilir. Fazı bozulmuş darbeler, çıkışlarında faz farkına, dolayısıyla iplik gerilme kuvvetine bağlı olan değişken doluluk faktörü ile sabit genlikli darbelerin elde edildiği PhC_1 ve PhC_2 faz karşılaştırıcılarına sırasıyla iletilirler.

Değişken bir değerde sürekli bir voltaj elde etmek için, bu darbeler I_1 ve I_2 integratörlerine uygulanır.Sonuçta elde dilen voltaj iplik gerilme kuvvetine bağlıdır. Kollardan biri integratörün çıkış voltajının işaretini değiştiren Iv çeviricisini içermektedir.

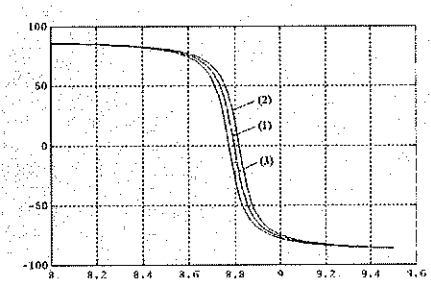


Şekil 6. Sistemin blok şeması

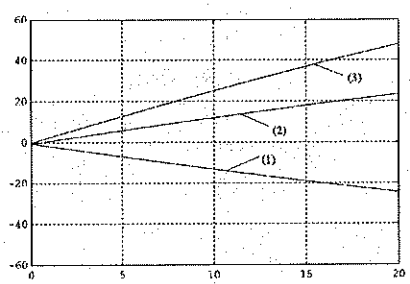
İki voltaj operasyonel yükseltici AO ile aritmetik olarak toplanır. Yükseltici çıkışında iki ipliğin gerilme kuvvetleri arasındaki iki kanal yardımı ile ölçülen fark ΔT ile orantılı olan bir voltaj belirlenir. Voltaj değeri digital olarak gösterilir. Bu şekilde, her iki dönüştürücünün sırasıyla aletten önce ve sonra yerleştirilmesi koşuluyla iplik yönlendiricileri üzerindeki sürtünmeye ilişkin bilgi sağlanır.

Sistem A, B, ve ΔT şeklinde üç ayar pozisyonu olan manuel anahtar yardımıyla çalışma rejimini seçmeye izin verir. Pozisyonları A ve B'ye ayarlamak test edilen iplik içersindeki gerilme kuvvetlerinin görülmesini sağlar. Ayarlanan bir zaman aralığı içerisinde (yaklaşık 10sn) gerilme kuvvetinin ortalama değeri ve maksimum değeri dönüşümlü olarak gösterilir. Bu dönüşümlü gösterim işleminin kontrolu, Osc_2 and Osc_3 osilatörleri, CBB D tipi flip-flop devresi, Ap amplifikatörü , I_3 integratörü ve $C_8...C_{10}$ anahtarları ile gerçekleştirilir. Test sonuçlarının digital olarak ekranda gösterimi için A/N analog-digital dönüştürücü, DC dekoder ve DMx demultipleksırı kullanılır.

Kullanılan LC devrelerinin faz-frekans karakteristiği Şekil 7'de gösterilmiştir ve indüktans modifikasyonu nedeniyle oluşan faz değişimi ise Şekil 8'de görülmektedir. Burada karakteristik doğrusallık ve dönüştürücülerin yüksek hassasiyeti dikkat çekmektedir.



Şekil 7



Şekil 8

4. SONUÇ

Bu yazı ipliklerin gerilme ve sürtünme kuvvetlerinin test edilmesi ve kontrolu için oluşturulan bir sistemi ve kullanılan dönüştürücüler ile alet blok şemasını tanıtmaktadır. Deneysel sonuçlar teorik beklentileri karşılamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Dascălu D., et. al., Circuite electronice, Editura Didactica si Pedagogică, Bucureşti, 1985
2. Nemescu M., Deniş A., Traductor pentru măsurarea deplasărilor, Brevet România, 1985
3. Vyroubal D., Zele D., Experimental optimization of the probe for eddy-current displacement transducer, Vol.42, No.6, 1993

II. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi 13-15 Temmuz 2005 İstanbul

GİYSİLERİN DEĞİŞEN FONKSİYONLARI

V. DAL

Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü, İstanbul Türkiye

ÖZET

Son yıllar da elyaf, iplik, kumaş ve boya apre sektörlerinde yaşanan gelişmeler tekstil ürünlerinin kullanım ve konfor özelliklerinin değişmesine neden olmuştur. Ayrıca diğer teknolojilerde yaşanan gelişmeler, özellikle nano teknolojinin gelişmesi ve bu teknolojinin tekstil ve hazır giyim sanayiinde de kullanılmaya başlanması tekstil ve hazır giyim ürünlerinin temel özelliklerinin geliştirilmesine büyük katkılar sağlamıştır. Tekstil ve diğer sektörlerde yaşanan bu gelişmeler hazır giyim ürünlerini de etkilemiş ve giysinin temel fonksiyonlarına ilave fonksiyonlar ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma kapsamında elyaf, iplik, kumaş ve boya apre teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ve nano teknolojilerin tekstil ve hazır giyim sanayiinde kullanılmasına başlanması ile giysilerin değişen fonksiyonları örnekleri ile birlikte ele alınmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hazır Giyim, nano teknoloji

1.GİRİŞ

Giyim, insanı soğuktan koruyan, giyene dekoratif bir özellik veren ve onun belirli bir sosyal-ekonomik topluluğa bağlı olduğunu gösteren tekstil malzemelerine verilen genel isimdir.

İnsanlar hemen her zaman gelirlerinin büyük bir kısmını yemeğe, barınmaya ve giyinmeye harcamışlardır. Ancak gelişmiş ülkelerde gelir seviyesi artıkça ihtiyaçlar da artıp çeşitlendiği için günümüzde toplam tüketim harcamaları içinde hazır giyim ürünlerinin payında da artışlar yaşanmaktadır.

Giysi üretim, bilindiği üzere kumaş veya benzeri maddelerden vücudun örtünmesi için yararlı eşyaların yapımıdır.

Hazır giyim ise, istatistik verilerden yararlanarak bulunan ortalama öçlüler esas alınarak, seri halde üretilen ve alıcının ölçülerine göre satılan giyim eşyalarının tümünü kapsamaktadır.

Hazır giyim üretimi bir endüstri haline dönüşmektedir. Bunun en önemli delili hazır giyim biliminin gelişmesi ve ilerlemesidir. Hazır giyim sektöründe üretim doğal ihtiyaçların ve zevklerin karşılanmasından çıkmakta, bilimsel araştırmalar temelinde yaratılan yeni girdi ve üretim teknolojilerinin kullanımı ile birlikte giderek fonksiyonel özellikler kazanmaktadır. Son yıllarda hazır giyim sanayiinde yaşanan gelişmeleri ana başlıları ile aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Hazır giyimi üretimi bir endüstri haline dönüşmektedir
- Tekstil teknolojisindeki gelişim hazır giyim endüstrisinde değişimi yönlendirmektedir,
- Hazır giyim ürünlerinin değeri içerdiği ileri teknoloji ile ölçüşmektedir,
- Hazır giyim üretim teknolojisi tasarım ve üretim alanlarında bütünleşmektedir,
- Moda ve tasarıma, insan yaratıcılığından çok teknolojik olanaklar yön vermektedir,
- Hammadde kullanımında sentetik malzemelerin kullanımı artmaktadır,
- Dokuma kumaşlar ile birlikte değişik tekstil yüzeyleri beraber kullanılamaya başlanmıştır.

Hazır giyim sektöründe önümüzdeki yıllarda ürün değerini belirleyen iki temel unsur olacaktır. Bunlardan birincisi ürünün geçirdiği üretim aşamalarında kazandığı teknolojik fonksiyonlar, ikincisi ise moda, tasarım ve yaratıcılığın getirdiği unsurlardır.

Seri üretimle büyük miktarlarda üretilen basit ve ucuz hazır giyim ürünlerinin global ticaret içindeki payı miktar olarak %70, değer olarak ise %60 dır. Bu gruptaki ürünler önümüzdeki yıllarda global ticaretin yarısından fazlasını miktar bazında oluşturmaya devam edecektir. Ancak bu ürünlerin fiyatları ve kar payları giderek düşecektir.

Modaya yönelik orta sınıf ve parti üretim yapılan ürünlerin miktar ve değer olarak payı artacaktır. Bu ürünlerin fiyatları da artış trendi içinde olacaktır. Bu ürünlerde maliyetler ve katma değer fiyatlar, kalite ve rekabette belirleyici olacaktır.

Gelişmiş ülkeler, güçlü Ar-Ge alt yapıları ve moda tasarım birikimleri ile know-how içeren, taklit edilmesi giderek zorlaşan, katma değeri yüksek, ileri tekstil teknolojisi ile desteklenmiş, müşteriye özel ürünlere ve fonksiyonel ürünlere yöneleceklerdir. Bu ürünlerin fiyatları artacak ve toplam içindeki oranları yükselecektir.

2.ENDÜSTRİYEL TEKSTİL

Endüstriyel tekstil, tekstil ve hazır giyim sektöründe teknolojik gelişmelerin yarattığı ve üretimde son aşamayı oluşturan alandır.

Endüstriyel tekstil çok çeşitli alanlarda kullanım ve talep görmektedir. 2000'li yılların başından itibaren global pazarda endüstriyel tekstil ürünleri ticareti de genişlemeye başlamıştır. Endüstriyel tekstil kolları ve kullanım alanları;

- Sport-tech
- Cloth-tech
- Geo-tech

- Indu-tech
- Mobil-tech
- Home- tech
- Med-tech
- Agro-tech
- Pro-tech
- Smart-tech [2]

3. NANO TEKNNOLOJİ

Nano teknoloji birçok branş için geleceğin anahtar teknolojisi olarak düşünülmektedir ve eski bir Yunan kelimesi olan 'nanos" dan gelmektedir. Çok küçük yapıların oluşumu araştırması ve kullanımı ile ilgili bir kavramdır. 0l ve 100 nm (nm=metrenin milyonda biri milimetrenin milyonda biri) arasındaki ölçülere sahip yapılar Nano teknoloji kapsamında işlenmektedir. Bu da atomların ve moleküllerin ölçüsüdür.

Nano parçacıklar virüslerden yüz defa daha küçüktür, böylece insan gözü tarafından algılanamamaktadır. Aşın derecede küçük boyutlara sahip bu yapılar için, çevremizdeki nesneler için geçerli olan fiziksel ve kimyasal yasalar geçerli değildir. Sadece bir tek boyutu nanometre mertebesinde olsa da, ultra incelikteki kap lamalar da nano teknoloji kapsamındadır. Örneğin bu durum, seramiklerde(kendi kendini temizleyen seramik taşlan), duvar renklerinde (kendi kendini temizleyen ev cepheleri) veya camlarda kendini göstermektedir.

3.1. Nano Teknoloji ve Tekstildeki Kullanım Alanları

Örneğin, yenilikçi terbiye teknolojileri, tekstil ürünlerinin b işlemlerinde nano metrik leke koruma olanağı sağlamaktadır. Bu da mikro kalınlıkta, 3 boyutlu yüzey yapılarının oluşumuna öncülük etmektedir. Kendi kendini temizleme prensibine göre kir parçacıklar ve su yüzeyden hızlı ve kolay bir şekilde uzaklaştırılır. Ketçap, kırmızı şarap veya hal lekelen de aynı prensiple uzaklaştırılır ve su ile kolayca durulanır. Bu prensip aynı zamanda nilüfer çiçeği efekti olarak da bilinmektedir ve bitkinin yaprak yüzeyinin tabi örneğine dayanmaktadır.

Bir hidrofobik yüzey ve bir nano yapının kombinasyonu ile son derece anti adhezif özellikler başarılıyor. Nano pürüzlülük temas yüzeyini en aza indirgiyor ve böylece sıvıların kolay bir şekilde uzaklaştırılması mümkün oluyor. Tekstil yüzeyindeki kir partikülleri, yuvarlanan sıvı damlasından efektif bir şekilde taşınıyor. Nano teknolojinin tekstildeki uygulaması, tekstillerin, rijit ve bir bitim işleminin uygulanmasının daha da zor olduğu düzgün yüzeylere kıyasla 3 boyutlu hareket kabiliyetine sahip özellikleri tarafından sınırlanmaktadır. Dolayısıyla bitim işlemi tekstil malzemesine göre ayarlanmalıdır.

3.1.1.Nano Partiküller ve Potansiyel Uygulamaları

Nano Partiküller

- Görünebilir ışığın dalga boyu aralığındaki boyutlarda Core-Shell partikülleri
- Seramik nano partiküller
- Görülebilir ışığın dalga boyu aralığındaki boyutlarda kristalize olmuş nano dispersiyonlar
- PP veya PE kaplamalı SiC veya AlO nano partikülleri
- Indiyum kalay oksit nano partikülleri
- Nano gözenekli köpükler
- TiO veya ZnO nano partiküller
- Fe nano partiküller

3.1.2.Potansiyel Tekstil Uygulamaları

- Bir kelebeğin kanadına benzer "parazit" renkler
- Aşınma dayanımını artırmak
- "Parazit" renklerin yanında optik özellikleri de değiştirmek
- süper hidrofobik apre
- EM/IR koruyucu giysi
- Köpüklerin ısı yalıtımı ve dayanımını artırmak
- UV koruma, lif koruması, oksidatif kataliz
- İletim, manyetik özellikler, uzaktan ısıtma

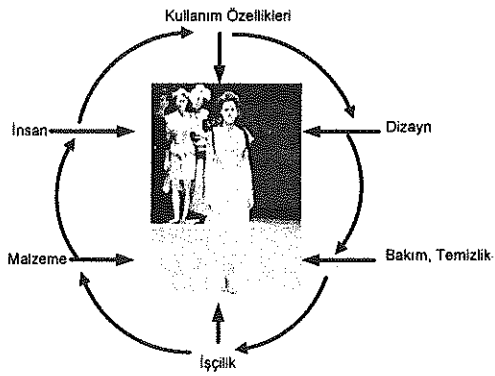
4. NANO TEKNOLOJİ VE FONKSİYONEL GİYSİLER

4.1. Giysinin Önemi

Giysi, insan vücudunu dış etkenlerden ve tehlikelerden korumakta ve ona kendini kimliğini ortaya koyma olanağını vermektedir. Kendini ortaya koyma faktöründe moda eğilimleri ve toplumsal etkenler rol oynamaktadır. Bu açıdan tüketici oldukça bilinçlenmiştir. Satın almada fiyatın yanında bireysel arzular da önem taşımaktadır. Sonuç olarak giysinin en son moda eğilimlerine uygun olması yetmemekte, bunun yanında zevke uygun desen, temizleme kolaylıkları, kalite ve fonksiyonellik de seçim faktörleri arasında yer almaktadır.

Bugün birçok ürün, tüketicinin bireysel ihtiyaçlarına yönelik geliştirilmektedir. Bunlar arasında spor, serbest zaman, iş ve mesleki giysileri bulunmaktadır. Fonksiyon kriterlerinin başında ise nem geçirme yeteneği, rüzgar ve hava koşullarına dayanıklılık, ter haslığı gelmektedir. Fonksiyonel giysilere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Ar-Ge evresinde bugüne kadar Konvensiyonel sayılan pazar segmentleri de dahil olmak üzere birçok alan için yeni tür elyaf ve kumaş konstrüksiyon çalışmaları devam etmektedir.

4.2. Etkili Faktörler



Şekil 1. Giysi Tasarımında Etkili Faktörler

Bedene bireysel uygunluk ve fonksiyon gereklerini yerine getirebilmek için materyal seçiminden başlayarak müşteriye kadar her aşama için hangi isteklerin karşılanması gerektiği göz önüne alınarak giysi tasarımın yapılmalıdır.

4.3. Giysilerin Yeni Fonksiyonları

Tekstil ve nano teknoloji alanlarında yaşanan gelişmelere paralel olarak günümüzdeki giysileri yeni fonksiyonlar kazanmıştır. Giysilerin yeni fonksiyonlarını aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür;

1. Giysi Kullanım Konforu
    a. Antimikrobiyal
    b. Koku gidericilik
    c. Vücut klimasının düzenlenme
    d. Kolay temizlenebilir(Kir tutmaz)
    e. Giysi ölçülerinin bozulmaması
2. Vücut Sağlığını Koruma
    a. Manyetik alanlara karşı koruma
    b. Antistatik giysiler(Vücuttaki statik elektriklenmeye karşı)
    c. UV Işınların etkisinden koruma
    d. Push up
    e. Hacim değiştiren lifler
    f. Parfümlü giysiler
    g. Tıbbi Koruyuculu giysiler

3. İletişim ve Bilgi Teknolojileri
    a. Giyilebilir Elektronik
    b. GPS sistemleri
4. Güvenlik ve Dış Etkilerden Koruma
    a. Kendinden ışıklı giysiler
    b. Alarm işlevi gören düğmeler(çocuklar için)
    c. Bebek elbiseleri
    d. Techno-Bra

4.3.1. Giysinin Kullanım Konforunun Artırmaya Yönelik Nano Teknoloji Çözümleri

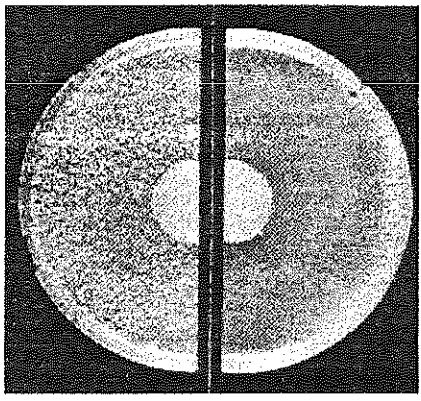
4.3.1.1.Giysilerin Antimikrobiyal Özellikleri

Son yıllarda insanların hijyen ve yaşam standartları yükselmeye başlamıştır. İnsanlar artık temizliğe ve hijyen daha fazla önem vermektedirler. Ev tekstilleri ve giyim eşyaları mikropların üremeleri ve uzun süre yaşamlarını devam ettirebilmeleri için uygun bir ortam oluşturmaktadırlar. Sıcaklık, nem ve diğer klima faktörleri, toz, yağ ve kir gibi etkenlerin değişik kombinasyonları mikro organizmaların tekstil ürünleri içinde veya üzerinde üremesi için uygun ortamları oluşturmaktadırlar.

Antimikrobiyal bitim işlemleri önceleri sadece tıbbi giysilerde uygulanırken artık günümüzde özellikle spor giysileri olmak üzere bir çok giyim türünde uygulanmaktadır. Bu işlemin amaçları;

- Lif, iplik ve kumaşın kullanım kalitesini tam olarak korumak
- Tekstil yüzeyinin iyi kokmasını sağlamak veya kötü kokmasını engellemek
- Sterilize sağlamak

Antimikrobiyal Bitim İşlemi Yapılmamış



Antimikrobiyal Bitim İşlemi Yapılmış

Şekil 2. Antimikrobiyal Bitim İşlemi

Antimikrobiyal bitim işlemi iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Birin yöntemde elyaftan iplik yapılırken Antimikrobiyal maddesi ile işleme tabi tutulmakta, ikinci yöntemde ise tekstil yüzeyi bu madde ile işleme tabi tutulmaktadır. Kullanılan bu kimyasalın toksin içermemesi, alerjik olmaması ve çevreye zarar vermemesi gerekir.

Antimikrobiyal Bitim İşlem Çeşitleri

Triclosanlı Silfresh: Mikroorganizmaların üremesini ve zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için Triclosan'lı silfresh maddesi kullanılmaktadır. Triclosan bakteri ve vücut mantarlarına karşı çok etkili bir maddedir ve kozmetikte, parfümlerde ve diş macunlarında da kullanılmaktadır. Bu madde diğer bir özelliği de hiçbir şekilde alerjik etki göstermemesidir.

Amicor/Amicor Plus: Amicor tekstil yüzeylerinde kullanılan bir diğer Antimikrobiyal maddedir. Bakterilerin tekstil yüzeylerinde yayılmasını engellemektedir.

Sanitized: Bu madde ise bütün tekstil lif çeşitleri için uygundur. Mantar ve bakteri üremesini engellemektedir.

4.3.1.2.UV Işınlarından Etkisinden Koruma

Avrupa'daki sayısızca kampanyalara karşın UV ışınlar hala zarar vermeye devam etmektedir.

Bir giysinin UV ışınlara karşı koruma yeteneği, dokuma türü, kumaş kalitesi, atkı-çözgü arasındaki boşluğun durumuna ve kullanılan boyar maddenin kalitesine bağlı olarak değişmektedir.

Bu alanda yapılan çalışmalardan birisi de Fashmo-Sun Safe kumaşlarıdır. Bu kumaşlar Keramik malzeme ile takviye edilmiş Polyester lifinden üretilmektedirler. Bu kumaşların UV ışınları geçirmezlik özelliği normal kumaşlara göre 15 kat daha fazladır. Bu kumaşlar ayrıca ısı dalgalarını da bloke etmektedir.

4.3.1.3. Giyilebilir Elektronik

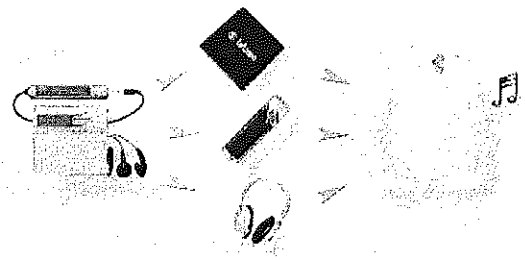
Giyilebilir elektronik kavramının temelinde ileri teknoloji cihazların özel tasarımlarla vücut üzerinde taşınabilmesi düşüncesi yatmaktadır. Örneğin bu cihaz bilgisayar, MPS çalar veya bir el bilgisayarı olabilir. Burada önemli diğer bir nokta ise bu cihaz giysinin ana parçası olmayabilir.

Bu konu ile ilgili örnekler aşağıdaki gibidir,

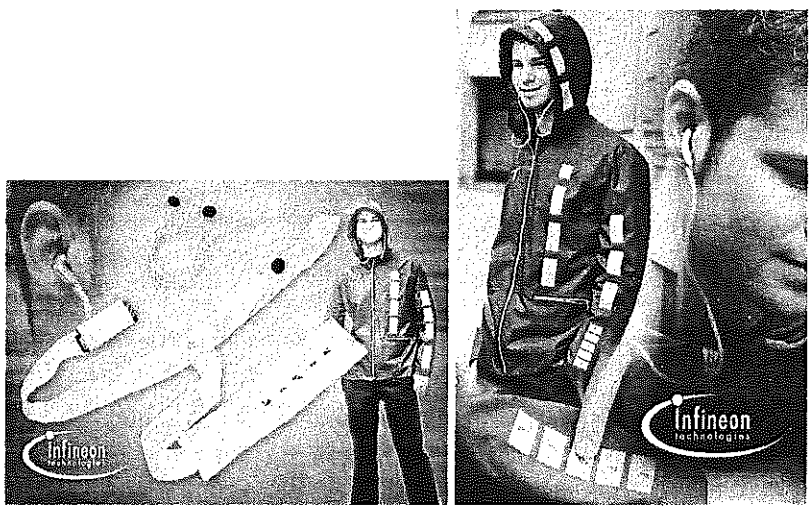
Audio-Modul

Infineon Firmasının yaptığı çeşitli uygulamalar vardı. (şekil 3, 4 ve 5 de görüldüğü gibi) Giysi üzerinde çeşitli cihazlarını çalıştırılabileceği uygun tasarımlar

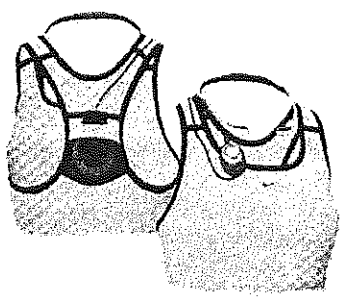
yapılması ile başta MP3 çalıcısı olmak üzere bir çok ses cihazının birlikte kullanılması söz konusudur.



Şekil 3. Giyilebilir elektronik örneği



Şekil 4. Giyilebilir Elektronik Mont Örneği



Şekil 5. Bugatti Firması Tarafından Tasarlanmış Audio Jacket Örneği

4.3.1.4 Techno-Bra

Güvenlik BH sistemi elektrik ileten kumaş ve kalp atış sayısını ve durumunu gösteren bir monitörden oluşmaktadır. Ayrıca entegre edilmiş bir GPS ve acil durumu bildirme sistemi de bulunmaktadır. Bu sistemde kalp atışlarının bir korku veya spor yapma esnasında hızla atması sonucunda yanlış sinyal vermesini engellemek için hata düzeltici düğmesi de bulunmaktadır.

Bu giysi üzerindeki sensörler bir kalp krizi sırasında hızlı kalp atışlarını tespit etmekte ve bunu herhangi bir yardımcıya, polise veya anlaşmalı bir hastaneye alarm şeklinde bildirmektedir. Entegre GPS sistemi yardımı ile bulunulan yer tespit edilmekte ve hızlı bir şekilde müdahale edilmesi sağlanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Sezer. Handan, Bilgin. Ferhan, Kayaoğlu. Azize, Hazır Giyim Üretimi, Ankara, 1994
2. Gürlesel, Can F., Uzunoğlu, Sadi, Türk Hazır Giyim Sektörü Ufuk 2010 Yol Haritası, Türkiye Giyim Sanayicileri Derneği, İstanbul, Mayıs 2003
3. Trend Belirleyici Bir Yaklaşım:Nano Teknoloji, Nonwoven Technical Textiles Dergisi, Syf 80-81, Ocak 2005
4. H. Shaarschmidt,U. Möhring, Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V. (TITV), Greiz, Tekstil Maraton, Syf 73-75, Ocak-Şubat 1/2005
5. NeueBekleidungsfunktionen,http://www.baumann-online.de/ho_alois kiessling/facharbeiten/Funktionen/Future-Funktionen.htm#Antibakteriell
6. www.outlast.com
7. www.schoeller.com
8. www.infineon.com
9. www.wearableelectronic.de

MİMARİ MÜHENDİSLİKDE TEKNİK TEKSTİLLERİN KULLANIMLARI

A. KORKMAZ[1], S. KORKMAZ[2]

[1] Dokuz Eylül University, Civil Eng. Dpt, Izmir, Türkiye

[2].PennState University, Architectural Eng. Dpt, StateCollege, PA, USA

ÖZET

Günümüz çok fonksiyonelli yapı tasarımı anlayışında, yapısal ve çevresel şartlara göre tasarlanan yapıların; fonksiyonelliğini tam olarak yerine getirebilmesi, yapının dayanım, ekonomi ve estetik açıdan değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Ülkemiz için oldukça yeni ve alışılmamış olan mimari mühendislik kavramı mimari estetiği, mühendislik ekonomisi, dayanımı ve işlevselliği ile birlikte ele alan ve yapısal objelere üç boyutlu bakabilen tasarım anlayışının yeni adıdır. Bu anlayış içersinde yapısal malzemenin kullanımı, fonksiyonelliği, kolay işlenebilirliği oldukça önemlidir. Teknik tekstillerin mühendislik boyutunu ele aldığımızda, teknik tekstillerin kullanımının mimari tasıma adaptasyonu ve yapım işlevselliği açısından değerlendirmesi oldukça büyük bir çaba gerektirmektedir. Bu amaçla mühendislik ile mimarlığın ortak bir çatı altında toplanması gereklidir. Bu yeni tasarım felsefesinde, yapıların çok fonksiyonelliğine de izin verilmektedir. Dolayısıyla teknik tekstiller, tasarım yöntemleri açısından incelenmesi gerekli yapısal malzemeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Tasarım boyutunda karşılaşılan önemli sorunlardan biri, teknik tekstillerin yapısal davranışlarının tam olarak belirlenmesidir. Mevcut bir binada belirli mimari amaçlarla kullanılması gündeme gelen teknik tekstillerin yapım ve kullanım stratejisinin doğru ve ekonomik olacak şekilde belirlenmesi bu sebeple de yapısal davranışının iyi bir biçimde tanımlanması gereklidir. Yapı kullanımına önemli etkisi bulunan yapısal teknik tekstillerin fonksiyonelliğe etkisinin tam olarak ortaya konulması, yapı davranışının iyi bir biçimde tanımlanması açısından çok önemlidir. Bu çalışmada teknik tekstillerin mimari amaçla kullanımının, mühendislik kavramları ile değerlendirilmesi ve karşılaşılan yapısal problemlerin belirlenerek mimari amacın mühendislik boyutuna taşınmasını amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mimari Mühendislik, teknik tekstiller, yapısal fonksiyonellik, yapısal teknik tekstiller