



UTİB Türkiye Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe
UTİB Turkish Textile and Clothing Sector

VIII. ULUSLARARASI
AR-GE PROJE PAZARI
INTERNATIONAL R&D
BROKERAGE EVENT



1. ULUSLARARASI LİF VE POLİMER ARAŞTIRMALARI SEMPOZYUMU

13-14 MAYIS 2016

BURSA MERİNOŞ ATATÜRK KONGRE VE KÜLTÜR MERKEZİ



BİLDİRİ KİTAPÇIĞI



Lif ve Polimer Araştırmaları
Enstitüsü

utibargeprojepazari.com



“Mayıs” 2016
ISBN: 978-605-9193-15-3

BUTEKOM

Bursa Teknoloji & Koordinasyon
AR-GE Merkezi

Editörler

Prof. Dr. Yusuf ULCAY
Prof. Dr. Ali DEMİR
Yrd. Doç. Dr. Ali KILIÇ

Yayın Sahibi İletişim Adresi
BUTEKOM

Bursa Teknoloji & Koordinasyon
AR-GE Merkezi Limited Şirketi
Organize San. Bölğ., Kahverengi Cad.,
No:8, 16159 Nilüfer / BURSA
Tel: 0.224 219 10 00 – 1450
Faks: 0.224 219 10 31

Editöryal Üretim ve Yapım
www.uludag.edu.tr

Bu eserin telif hakkı Bursa Teknoloji & Koordinasyon
AR-GE Merkezi’ ne aittir.
5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu
hükümlerine göre Bursa Teknoloji & Koordinasyon
AR-GE Merkezi’ nden izin
alınmadan bu eserin herhangi bir bölümü
veya tamamı iktibas edilemez, fotokopi
veya diğer herhangi bir suretle çoğaltılamaz,
basılamaz ve dağıtılamaz.

Baskı Yeri

Uludağ Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü
Görükle Merkez Kampüs, 16059
Nilüfer, Bursa, Türkiye
Tel: +90 224 294 05 33

Organizasyon Komitesi

Prof. Dr. Yusuf ULCAY, Uludağ Üniversitesi

Prof. Dr. Ali DEMİR, İTÜ

Prof. Dr. Levent ÖNAL, Erciyes Üniversitesi

Prof. Dr. Saad KAHN, NCSU, USA

Prof. Dr. Behnam POURDEYHIMI, NCSU, USA

Doç. Dr. Mohammad JAWAID, UPM, Malaysia

Doç. Dr. Remzi GEMİCİ, Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Kenan YILDIRIM, BTÜ

Yrd. Doç. Dr. Ali KILIÇ, İTÜ

Yrd. Doç. Dr. Tamer HAMOUDA, National Science Foundation, Egypt

Yrd. Doç. Dr. Ahmed HASSANIN, Egypt Japan University, Egypt

Yrd. Doç. Dr. Abdelrahman ABDELGAWAD, NCSU, USA

Başlarken...

Tekstilın temel yapı taşı liftir. Lif, uzun zincir moleküllü polimerlerden oluşmaktadır. Bu nedenle tüm tekstil araştırmalarının ve geliştirmenin başlangıcı olarak polimer, lif ve iplik gösterilebilir.

Sahip olduğu doğal kaynakları ve dünyadaki konumu gereği güçlü bir tekstil ülkesi olan Türkiye’de her türden lif (doğal, suni ve sentetik), bu lifleri oluşturan polimerler ve bu liflerden üretilen iplikler hakkında araştırmaların yapılması ve bu araştırma sonucunda daha üstün nitelikli liflerin ve bu liflerden üretilen ipliklerin ulusal akademisyen ve sanayici insan gücüyle gerçekleştirilmesi büyük önem arz eder.

Polimer, lif, iplik alanındaki araştırmaları artırmak, iyileştirmek ve araştırmacılar arasında koordinasyon oluşturmak amacıyla kurulan Lif ve Polimer Araştırmaları Enstitüsü Derneği, bu alanda yapılan araştırmaları koordine edecek, yeni ve yenilikçi araştırmaların yapılmasına yol açacak, araştırmacılar arasında iş birlikleri oluşturacak, akademi ve sanayi arasında bilimsel araştırma bağlantıyı kuracak, polimer, lif ve iplik üreticilerinin ulusal ve uluslararası sorunlarını ele alacak ve bu sorunlara devlet ve uluslararası kurumlar nezdinde çözüm arayacak ve oluşturulan her türden faydalı bilginin hem ulusal düzeyde hem de uluslararası düzeyde paylaşılmasını tesis edecektir.

Esasen, böyle bir dernek bir rüyaydı...

Türkiye sevdalısı iki bilim insanının birlikte gördüğü bir düş...

Brüksel’de, Mulhouse’da, St Gallen’da, Greenville’de gördükleri...

Bu kadar bilim insanımız var, bu kadar sanayicimiz var, bu kadar araştırmacımız var... Ama neden bu şehirlerde ikinci sınıf insan muamelesi görerek bilgilerimizi paylaşıyoruz? Neden, bir araya gelip bir eko-sistem oluşturup bir birimize cesaret, bilgi, özgüven, destek vermiyoruz...

İşte, sunuşunu yaptığımız bu sempozyum, bu sempozyumda sunulacak tebliğlerin toplamı olan bu kitapçık bu rüyanın gerçekleşmesidir...

İlk defa yapılıyor olmasına rağmen 40’ı aşkın tebliğ ile davete cevap veren araştırmacılarımıza, akademisyenlerimize yani bu rüyayı gerçek yapan sizlere teşekkür ediyoruz.

Lif karakterizasyonundan, doğal ekstrakt maddeler ile kokulu veya anti bakteriyel hale getirilebilen liflere, nanoliflerden, yara örtücü nanolif yüzeylere, işlevsel nanoliflere, güneş ışığından elektrik enerjisi üreten liflerden, akustik kontrol özellikleri veren liflere kadar pek çok ve değişik alanlarda yapılan araştırma çalışmaları yansıtan bu tebliğler bu sempozyumda sunulacak ve bu sayede bir beyin fırtınası, bilgi paylaşımı, bilgi gelişimi sağlanacaktır.

Bu rüya büyüyecek ve ülkemizin yarınına şekil veren bir bilimsel dostluk olacak...

Daha nice **“Lif ve Polimer Araştırmaları Sempozyumları”nda** buluşmak ümidiyle...

Prof. Dr. Yusuf Ulcay

Prof. Dr. Ali Demir

A New Start...

Fibre is the building block of all textile structures. Fibres, on the other hand, are composed of polymeric linear macromolecules. Therefore, all textiles related research and development work starts from the polymer, fibres and yarns.

It is therefore very important to carry out research and development work on fibres, (natural, man-made, or synthetic), yarns from these fibres to develop improved textile products for Turkey as a textile country, with her natural resources, geographical position on the planet earth.

The Fibre and Polymer Research Institute Association was established to coordinate, to improve, to enlarge the research and development efforts in the fields of polymer, fibres and yarns; will lead to the development of innovative products by coordinating the research between the academia, industry and the government. It is also the duty of the Fibre and Polymer Research Institute Association to tackle the national as well as the international problems of the fibre and yarn producers. It will be the voice of fibre and yarn manufacturers to inform the governmental organizations and the related international organizations. The knowledge emanating from the efforts of national researchers will also be disseminated by the the Fibre and Polymer Research Institute Association to all over the World.

In fact, the Fibre and Polymer Research Institute Association was a dream...

A dream shared by two Turkish academicians...

A common dream experienced in Brussels, in Mulhouse, in St. Gallen, in Greenville...

Turkey has this much scientists, this much researchers, this much industrialists, and this much entrepreneur. Why on earth, we are here in these cities to share our work. Why are we not coming together to build up our own eco-system to share our experiences, research results and hence to support and to encourage each other...

Now, this symposium, the papers to be presented in this symposium is the result of this dream which come true...

Despite the fact that this is the very first of such a symposium, more than 40 papers will be presented. This clearly shows the approval and the endorsement of this idea by researchers and academicians. We are hence very much thankful to all those who have contributed to this symposium.

The symposium will cover the divers subjects ranging from fibre characterisation, to scented and anti-microbial fibres containing natural extracts. From nanofibres to wound dressing nanostructures, from functional nanofibres to sun ray harvesting surfaces and fibres, from acoustical fibres to many other diversified fibrous structures. As a result of these presentations, a brain storming, a knowledge and experience sharing, and knowledge enlargement will naturally takes place.

This dream will grow up to the benefit of Turkey and will shape the future of Turkish textile and fibre industry...

We look forward to meeting with you in many other upcoming **“Fibre and Polymer Research Symposium”**.

Prof. Dr. Yusuf Ulcay

Prof. Dr. Ali Demir

İÇİNDEKİLER

Atmosferik Basınç Hava Plazma Modifiye PCL/Kitosan/PCL Doku İskelelerinde L929 Fibroblast Hücre Üremesi	7
Steiner Minimal Tree Uyumlu Biyomimetik Nanolifler	10
Ticari Proteaz Enzim İmmobilizasyonunda Kendiliğinden Lifsi Yapıların Kullanımı.....	12
Yara Örtüsü Kullanıma Yönelik Kompozit Nanolif Yapıların Üretimi ve Karakterizasyonu.....	14
Kollajen Hidrolizatı Nanoliflerinin Üretimi	16
Determination Of The Minimum Sample Size For a Reliable Strength Measurement of Talc-Filled Polypropylene Fibers.....	18
Yaya Güvenliği İçin Commingled Cam Lifi/PP Takviyeli Sandviç Kompozit Tampon Tasarımı.....	20
Ayrırma Tipi Mikrofilamentlerde Sıcaklık ve Sürenin Ayrırma İşlemine Etkilerinin Araştırılması	22
Isı Koruyucu Giysilerde Kullanım Açısından Tavuk Tüyü Liflerinin Özelliklerinin Araştırılması	24
Olay İncelemesi: Pamuk Olgunluğunun Boya Alımına Etkisi	26
Poli(etilen glikol) metiletermetakrilat Komonomeri Kullanılarak Poliakrilonitril'in İslatılabilirliğinin Artırılması	28
Poliakrilonitril Polimerlerde Hidrofilik Komomomerin İslanabilirliğe Etkisi	30
Dispers Boyamada Direkt Boya Takibinde Görülen Ölçüm Hataları ve Boya Çekim Eğrisi Üzerine Etkisi	33
Polimetilmetakrilat Küreler İle Tekstil Yüzeylerinin Renklendirilmesi.....	35
Kompozit Liflerde Takviye Malzemesi Dağılım ve Homojenliğinin Floresans Mikroskop ile Kontrolü	37
Photocatalytic Coatings for Air Filtration Applications	39
Uçucu Organik Bileşiklerin Giderimine Yönelik Fotokatalitik Filtrelerin Elektroforetik Depozisyon Yöntemi ile Üretimi	41
Etilendiamin Modifiye Edilmiş PE/PP Dokumasız Kumaş Fiberlerle Sulu Çözeltilerden Kadmiyum İyonlarının Uzaklaştırılması	43
Optimization of Centrifugally Spun Thermoplastic Polyurethane Nanofibers.....	45
Endüstriyel Uygulamalar için Çözeltiden Üfleme Yöntemi ile Üretilen Nanoliflerin Çap ve Morfoloji Optimizasyonu.....	48
Grafen ve İletken Polimer Katkılı Uzayabilen Kompozit Nanoliflerin Üretilmesi ve Özelliklerinin İncelenmesi	50
Elektrostatik Filtreler: Yüksek Performans	52
Hava Filtreleri Üretimi ve Karakterizasyonu.....	52
Yeni Nesil Karbon Tabanlı Çok Fonksiyonlu Lifler.....	54
Seramik Nanopartikül Takviyeli Polimer Kompozitleri	57
PCL Nanoliflerin Morfolojisine Farklı Türdeki Toplayıcıların Etkisinin İncelenmesi.....	59
Endüstriyel Elektro-üretim Makinasında Nanolif Esaslı Ürün Geliştirme.....	61
El İle Tabakalama Ve Vakum İnfüzyon Yöntemleriyle Üretilmiş 3D Boşluklu Kompozitlerin Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi.....	63

Lif Karışım Oranlarının Kumaş Mukavemetine Etkisi.....	65
Santrifüj Üretim Yöntemiyle Doğal Özütlü Antibakteriyel Yara Örtülerinin Üretimi	68
Polimerik Kumaş Adsorbentler ve Uygulamaları.....	70
Termoplastik Kompozit Malzemeler için Karbon/Poliamid 6,6 Hibrit İplik Geliştirilmesi	72
Progress in Natural Fiber Reinforced Composites.....	74
Kitosan Nanoparçacıkların Üretimi ve Tekstil Sektöründeki Uygulamaları.....	76
Eriyik Üfleme Yöntemiyle Üretilen Termoplastik Polietilen Tülbentin Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi.....	78
Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretebilen (Fotovoltaik) Lif Geliştirilmesi.....	80
TiO ₂ Nanoliflerin Perovskit Güneş Pillerinde Uygulaması ve Performansa Etkisi.....	82
Polimerik Dispergator İle İnkjet Baskı Tekniği İçin Mürekkep Geliştirilmesi	85
Carbon Nanofibers for Li-ion batteries – Review of Recent studies	87
PID+ Bulanık Mantık Kontrol ile Çözgü Gerginliği Kontrolü.....	89
Low Frequency Sound Absorption by Spunbonded Nonwovens of Submicron Filaments.....	91
Ses Yalıtımında Nanoliflerin Kullanımı Üzerine Gelişmeler	93
Elektro-Eğirme Yöntemi Kullanılarak Polistiren Nanoliflerin Hazırlanması ve Pb(II) İyonu Tayininde Kullanımı	95
Yaranın İyileştiğini Haber Veren Akıllı Sargılarda Kullanılmak Üzere Doğal Boyaların Halokromik Özelliklerinin İncelenmesi.....	97
Serigrafi Baskı Metodu ile Membran Filtre Üretimi	99
Karbon ve Aramid Liflerinin Örme Kumaş Yüzeyi Haline Getirilmesinde Üretim Parametrelerinin Optimizasyonu.....	101
Sıcaklığa Duyarlı Yeni Polimer ile Kaplanmış Antibakteriyel Pamuklu Kumaşların Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi.....	103
Design Of A Nanoparticle-Reinforced Nanocomposites Polymeric Medical Textile With Nanoporous Structure	105
Use of Natural Fibers for 3D Composites via Filament Winding.....	107
Ink-Jet Baskı Tekniği Kullanarak Pvd Nanolif Yüzeyinden Nabız Sensörü Geliştirilmesi.....	109
PA Dokuma Kumaşta Ultrasonik Ve Konvansiyonel Dikişler İçin Birleşme Alanlarındaki Su Geçirgenliklerinin Karşılaştırılması	111

Atmosferik Basınç Hava Plazma Modifiye PCL/Kitosan/PCL Doku İskelelerinde L929 Fibroblast Hücre Üremesi

ÖZKAN, Ozan¹, TÜRKOĞLU ŞAŞMAZEL, Hilal¹,

¹Atılım Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

hilal.sasmazel@atilim.edu.tr

AMAÇLAR

Çalışmanın amacı, atmosferik basınç hava plazma yüzey modifikasyonu kullanarak tabakalı elektroëğirilmiş PCL/kitosan/PCL hibrit doku iskelelerinin yüzey topografisini/fonksiyonelliğini iyileştirmek, dolayısıyla hücre üretme potansiyelini artırmaktır.

GİRİŞ

Farklı doğal ve sentetik polimerlerin birlikte kullanıldığı hibrit yapılar, tekil kullanımlara oranla gereksinimleri daha iyi ölçüde karşıladığından ideale yakın doku iskelesi eldesine olanak sağlamaktadır¹. Doğal polimer kitosan biyoyumluluk ve biyobozunurluğu, sentetik polimer PCL ise mekanik özellikleri ve kolay işlenebilirliği bakımından literatürde ve endüstriyel uygulamalarda oldukça ilgi gören polimerlerin başında gelmektedir². Kullanım kolaylığı, çok çeşitli malzemelere uygulanabilmesi ve düşük maliyeti ile öne çıkan elektroëirme tekniğiyle, doğal hücre dışı matrise (ECM) oldukça benzeyen fibröz yapılar üretilmektedir³. Ancak ideal biyoyumluluk için sadece yapısal benzetim değil yüzey fonksiyonelliğinin de geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğundan, atmosferik basınç plazma yüzey modifikasyonu gibi, pahalı vakum ekipmanları olmaksızın, farklı gazlar ve düşük enerjili plazma ile yüzey modifikasyonu sağlayan ilave yöntemler kullanılmaktadır⁴. Bu çalışmada, tabakalı elektroëirilmiş hibrit PCL/kitosan/PCL doku iskelesinin biyoyumluluğunu artırmak için, atmosferik basınç kuru hava plazma yüzey modifikasyonu kullanılarak, yüzeyde topografik değişiklikler ve fonksiyonellik oluşturulmuştur. Modifikasyon parametreleri temas açısı ölçümleri ve gözle muayene ile optimize edilmiş olup, optimum şartlarla modifiye edilen numunenin topografi ve fonksiyonelliğindeki değişimler SEM, AFM ve XPS analizleriyle; in vitro biyoyumluluk performansı L929 fibroblast hücre hattı kullanılarak 7 gün boyunca yapılan MTT canlılık tayini ile konfokal ve SEM görüntülemeleriyle belirlenmiş ve modifikasyonun biyoyumluluk performansını artırdığı bulunmuştur.

DENEYSEL

Malzeme

PCL (lineer, 80000 g/gmol), kitosan (DMA, 75-85% DD), TFA, kloroform, metanol, L929, DMEM, penisilin/streptomisin, FBS, PBS, L-glutamin, BSA, glutaraldehit, Triton X100,

Propidyum İyodür ve Aleksa Flor 488 palloidin kullanılmıştır.

Yöntem

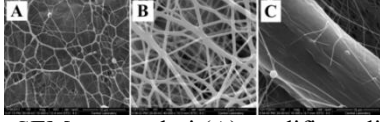
PCL/kitosan/PCL iskeleler tabakalı elektroëirilmiş (PCL 20 cm, 15 kV; kitosan 7 cm, 25 kV) ve plazma uygulanmıştır (1-13 dk, 1-21 cm). Temas açısı, SEM, AFM ve XPS analizleri ardından, L929 hücreleriyle MTT, SEM ve konfokal yapılmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

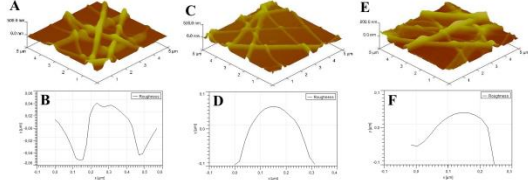
İskele üretimi önceki çalışmamızda⁵ belirlenen parametreler kullanılarak yapılmıştır. Plazma parametrelerinin optimizasyonunda gözle görülür fiziksel hasara uğramadan elde edilebilir en düşük temas açısına, 17 cm mesafeden 9 dk uygulanan plazma ile ulaşılabildiği ve bu modifikasyonun raf ömrünün 4 gün olduğu belirlenmiştir. SEM görüntülerinde modifikasyonun fiber pürüzlülüğünü artırdığı, AFM görüntülerinde ortalama pürüzlülüğün 26.6 nm'den 49.6 nm'ye arttığı belirlenmiştir. XPS analizinde plazma sonrası yüzeydeki oksijen fonksiyonelliğinin arttığı görülmüştür. MTT tayininde modifiye edilmiş numunelerde toksit etkiye rastlanmamış, hücre canlılığının işlem görmemiş numuneye göre arttığı belirlenmiştir. Konfokal ve SEM görüntülerinde modifiye edilmiş numunelerde hücre yayılmasının daha iyi olduğu ve fibroblast morfolojisinin korunduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Plazma sonrası temas açısı ölçümleri

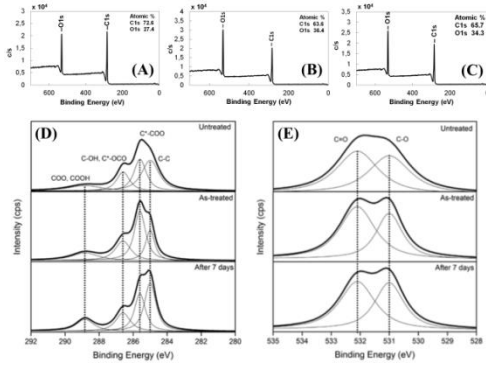
Mesa fe (cm)	Süre (dk)						
	1 CA (°)	3 CA (°)	5 CA (°)	7 CA (°)	9 CA (°)	11 CA (°)	13 CA (°)
1-11	Gözle görülür fiber hasarı.						
13	65.5	61.8	62.4	45.5	58.8		
	73 ±	97 ±	83 ±	47 ±	73 ±	-	-
	1.01	1.29	1.42	1.27	1.59		
	5	4	7	0	4		
15	71.5	68.2	66.6	66.2	59.2	61.5	65.3
	00 ±	93 ±	37 ±	40 ±	17 ±	50 ±	40 ±
	0.15	0.78	2.00	3.46	2.92	1.51	1.01
		4	2	9	4	8	1
17	84.8	83.3	84.9	80.7	75.1	84.4	
	17 ±	73 ±	40 ±	27 ±	63 ±	30 ±	-
	2.39	1.33	0.84	2.26	0.08	1.77	
	4	9	4	9	3	5	
19	87.9	86.4	89.0	85.3	85.8		
	93 ±	40 ±	40 ±	13 ±	30 ±	-	-
	0.53	2.37	3.46	2.91	0.66		
	7	7	6	5	8		
21	Modifikasyon etkisiz kaldı.						



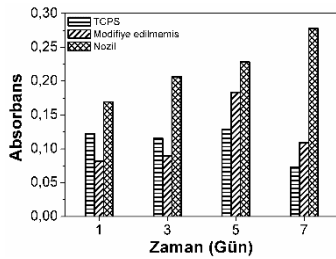
Şekil 1. SEM görüntüleri (A) modifiye edilmemiş iskeleler, x10000; (B) 9 dk, 17 cm'den plazma uygulanmış iskeleler, x40000; (C) plazma uygulanmış mikro boyutlu fiber yüzeyi, x10000



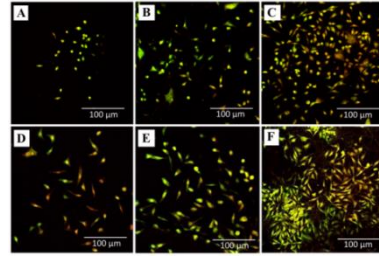
Şekil 2. Modifiye edilmemiş iskelelerin (A) 3D AFM görüntüsü, (B) ortalama yüzey pürüzlülüğü; modifiye edilmiş iskelelerin (C) 3D AFM görüntüsü, (D) ortalama yüzey pürüzlülüğü, (E) 3D AFM görüntüsü (7 gün sonra), (F) ortalama yüzey pürüzlülüğü (7 gün sonra)



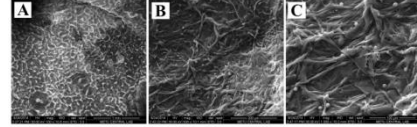
Şekil 3. XPS genel tarama (A) modifiye edilmemiş iskele, (B) modifiye edilmiş iskele, (C) modifikasyondan 7 gün sonra; ve aynı numunelerin (D) C1s (285 eV) ve (E) O1s (531 eV) spektrumlarının yüksek çözünürlük taramaları



Şekil 4. MTT hücre canlılık analizi; kontrol grubu (TCPS), modifiye edilmemiş ve modifiye edilmiş numunelerin absorbans değerleri



Şekil 5. Konfokal mikroskop görüntüleri; modifiye edilmemiş iskeleler (A) 1. gün, (B) 4. gün, (C) 7. gün; modifiye edilmiş numuneler (D) 1. gün, (E) 4. gün, (F) 7. gün. x20.



Şekil 6. Modifiye edilmiş numunelerin kültürün 7. günündeki SEM görüntüleri (A) x100, (B) x500, (C) x1000.

GENEL SONUÇLAR

Yapılan karakterizasyon ve in vitro hücre kültürü çalışmaları ile, atmosferik basınç kuru hava plazma yüzey modifikasyonu kullanılarak, tabakalı elektroeğirilmiş PCL/kitosan/PCL doku iskelesinin yüzey topografisinin ve fonksiyonelliğinin geliştirilebildiği ve bunun sonucunda biyouyumluluk performansının artırılabilirdiği gözlenmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Bu malzemenin, plazma modifikasyonsuz ve modifikasyonlu hallerinin, özellikle, tıbbi tekstil ve nanoteknoloji alanlarında kullanım potansiyeli araştırılacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Yazarlar, bu çalışmaya olan bilimsel ve finansal desteklerinden ötürü (Proje no: 112M043) Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkürlerini sunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Woodruff, M. A., Hutmacher, D. W. 2010. "The return of a forgotten polymer—polycaprolactone in the 21st century", Prog. Polym. Sci., 10, 1217-1256.
2. Dash, M., Chiellini, F., Ottenbrite, R. M., Chiellini, E. 2011. "Chitosan—a versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications", Prog. Polym. Sci., 36, 981–1014.
3. Sasmazel Turkoglu, H., Ozkan, O. 2013. "Advances in electrospinning of nanofibers and their biomedical applications", Curr. Tissue Eng., 2, 91-108.
4. Deynse, A. V., Cools, P., Leys, C., Morent, R., Geyter, N. D. 2015. "Surface modification of

polyethylene in an argon atmospheric pressure plasma jet”, *Surf. Coat. Tech.*, 276, 384-390.

5. Turkoglu Sasmazel, H. 2011. “Novel hybrid scaffolds for the cultivation of osteoblast cells”, *Int. J. Biol. Macromol.*, 7, 838–846.

Steiner Minimal Tree Uyumlu Biyomimetik Nanolifler

SİVRİ, Çağlar¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
caglarsivri@sdu.edu.tr

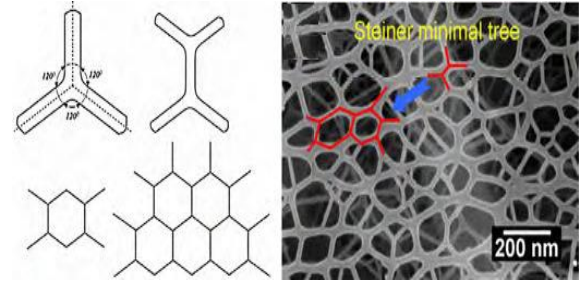
AMAÇLAR

Bu çalışmada, eş eksenli düze ve farklı konumdan polimer besleme aparatıyla üretilmiş düşük çaptaki nanoliflerin steiner minimal tree modeline uyumluluğunun ve fonksiyonelliğinin gösterimi hedeflenmiştir ve bu yapıların doğadaki yapılarla benzerliği tartışılmıştır.

GİRİŞ

Doğadaki canlılar milyonlarca yıl boyunca şartlara uyum sağlamak için yüksek dayanım, düşük enerjiyle yüksek performans iş yapma, kendini onarma gibi fonksiyonlar³ geliştirmiştir. Örümceklerin yüksek mukavemete sahip ağ örebilmeleri ve arıların koruyucu amaçlı çok hafif ve hegzagonal biçimli petek yapabilmeleri bunlara birer örnek² teşkil etmektedir. Bu noktada biyomimetik yoluyla yapılacak esinlenmeler ile bu yapılara benzer fonksiyon ve kapasitede ürünler geliştirilebilmektedir. Biyomimetik ya da diğer bir deyişle biyo taklit doğadaki süreç, fonksiyon ve davranışlardan esinlenerek sentetik ürün, süreç ve fonksiyon geliştirme bilimidir. Nitekim bu noktada Steve Jobs⁸ 21. Yüzyılın en büyük inovasyonlarının, biyoloji ve teknolojinin keşimiyle ortaya çıkacağını belirtmiştir. Teknolojide çözilemeyen birçok problemin sırrı doğada yatmaktadır⁴; bu gerçeğe dayalı olarak biyomimetik lif mühendisliği alanında yapılan ve gelecekte yapılacak olan çalışmalar son derece umut verici niteliktedir. Elektrostatik lif çekimi (electrospinning), çok yönlülük, maliyet etkililik gibi birçok açıdan, doğayı taklit etmek için kullanılabilecek bir nanofabrikasyon tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır¹. Bu bağlamda, doğada bulunan örümcek ağı ve sabun köpüğü gibi Steiner Minimal Tree modeline uyan yapılar da elektrostatik lif çekimi kullanılarak taklit edilebilmektedir. Bir düzlemdeki belirli noktalar için muhtemel en kısa toplam uzunluğa sahip çizgileri kullanarak bu noktaları içeriden bağlayan/ara bağlantısallık sağlayan bir ağaç Steiner Minimal Tree' probleminin temel araştırma konusudur. Bir Steiner minimal tree yapısı (Şekil 1) oluşturmak için basit geometrik düzenlemeler gereklidir; örneğin iki komşu dal arasındaki açı 120° ve üç dalın da yarıçapları eşit olmalıdır. Sabun köpüğü/örümcek ağı/bal peteği görünümündeki nano-ağlar Steiner tree modeline uyma eğilimindedir; jetler ya da damlacıklar Steiner geometrisi doğrultusunda faz ayırma

uğradıklarında bir optimizasyon faz ayırma moduna geçerler, en az malzeme ve en çok boşluk damlacıkları faz ayırma için kaçınılmaz biçimde cezbeder. En düşük enerji prensibi nano-ağların oluşumunu sağlar; nano-ağlar faz ayrımlarını en düşük enerji ile tamamlama eğilimindedirler ve bu en düşük enerjiye sahip ağı aynı zamanda en düşük uzunluğa sahip ağ olduğu anlamına gelir⁵.



Şekil 1. Simetrik Y-biçiminde dalları olan nano kanallar ile inşa edilmiş bir nano kanal şablonu ve nano ağ yapısına sahip liflerin Steiner minimal tree modeline göre konfigürasyonu⁸

DENEYSEL

Malzeme

Bu çalışmada eş eksenli düze (Şekil 2 A) ile nanolif üretimi için %9'luk jelatin çözeltisi ve saf zeytinyağı kullanılmıştır. Farklı konumdan polimer besleme için %14'lük PEO çözeltisi ve özel besleme aparatı (Şekil 2 B) kullanılmıştır.



A

B

Şekil 2. A: Eş eksenli düze B:Farklı konumdan polimer besleme/mesafe ayarlama aparatı

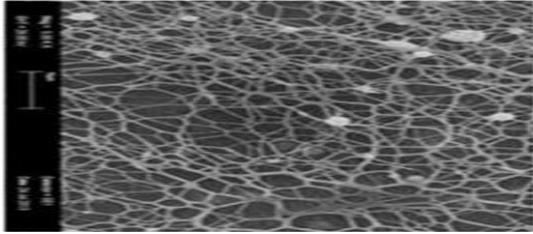
Yöntem

Çalışmanın ilk bölümünde jelatinin düzenin x ekseninden, zeytinyağı da y ekseninden geçirilmesiyle bikomponent nanolifler⁶ üretilmiştir. İkinci bölümde PEO çözeltisi mesafe ayarlama

aparatiyla farklı konumdan beslenerek nanolifler üretilmiştir.

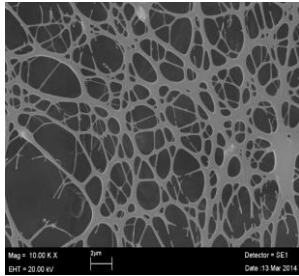
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

İlk bölümde %9luk jelatin çözeltisi ve zeytin yağı kullanarak 18 kV güç ile 1,9 mL/saat jelatin çözelti besleme hızı ve 0,2 mL/saat zeytinyağı besleme hızı ile 8 cm düze-toplayıcı mesafe ayarıyla bikomponent nanolifler üretilmiştir. Voltaj değişikliği eş eksenli düze ile üretilen bikomponent nanoliflerin morfolojisi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmazken, jelatin polimer çözeltisinin besleme hızının 1,6 mL/saatten 1,9 mL/saate çıkarılması ile meydana gelen hızlı faz ayrımı, yukarıda bahsedilen Steiner Minimal Tree modeline uyumlu örümcek ağı benzeri biyomimetik yapıların (Şekil 3) ve daha düşük çapta liflerin gelişimi ile sonuçlanmıştır.



Şekil 3. Eş eksenli düzeyle üretilmiş Steiner Minimal Tree uyumlu nanoliflere ait SEM görüntüsü

İkinci bölümde ise % 14'lük PEO polimerini geleneksel yöntemden farklı olarak elektrostatik lif çekim alanına belirli dikey mesafenin yanı sıra belirli yanal mesafeden beslemek suretiyle 16.9 kV güç ve 5 mL/saat besleme hızıyla daha çok sabun köpüğüne benzer (Şekil 4) Steiner Minimal Tree uyumlu biyomimetik nanolifler elde edilmiştir.



Şekil 4. Mesafe ayarlama aparatıyla üretilmiş Steiner Minimal Tree uyumlu nanoliflere ait SEM görüntüsü

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada eş eksenli düze ile elde edilen biyomimetik nanoliflere ait sonuçlar ve farklı konumdan polimer beslemek suretiyle elde edilen nanoliflere ait sonuçlar Steiner Minimal Modele uyumları açısından ayrı ayrı irdelenmiştir. Bu

bağlamda eş eksenli düze ile elde edilen nanolifler hem açısal olarak Steiner Minimal Tree modeline daha yakın özellikte hem de nispeten daha düşük çapa sahip lif gelişimi sergilemiştir. İlki daha çok örümcek ağına benzer yapıda iken ikincisi ise sabun köpüğünü andıran nanolif yapısına sahip olmuştur.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Gelecek çalışmalarda, elde edilen biyomimetik nanoliflerin Steiner Minimal Tree modeline uyumluluğundan ziyade, farklı fonksiyonel özellikler açısından optimizasyonu ve bunun için gerekli parametrelerin/değerlerin belirlenmesi üzerinde durulacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Değerli katkıları için Yrd. Doç. Dr. Sennur ALAY AKSOY ve Doç. Dr. Henrik ASPEBORG'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. Greiner, A. and Wendorff, J.H., 2007. "Electrospinning: A fascinating method for the preparation of ultrathin fibres", *Angew. Chem. Int. Edit.*, 46, 5670 – 5703.
2. Mackenzie, D., 1999. "Proving the perfection of the honeycomb", *Science*, 285, 1338-39.
3. Meyers MA., Chen PY, Lin AYM., and Seki Y., 2008. "Biological materials: Structure and mechanical properties", *Prog. Mater. Sci.*, 53,1-206.
4. Sivri, Ç., 2016. "Güneş Enerjisini Efektif Biçimde Toplayabilen Doğadan Esinli Çevre Dostu Nano-Mikro-Biyo Kompozit". 5. TET Arge Proje Pazarı. Üçüncülük ödülü. İstanbul. Sivri, Ç.2014.
5. Sivri, Ç., 2014. Elektrostatik Lif Çekimi Ve Elektrostatik Püskürtme Yöntemi İle Özgün Mimari Ve Morfolojilere Sahip Fonksiyonel Nanolif Geliştirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta.
6. Sivri Ç., Aksoy, K., Demirbağ, S., 2013. "Production Of Bicomponent Gelatin/Olive Oil Nanofibers For Biomedical Applications Using Coaxial Spinneret", *ACC JOURNAL*, 19, 103-110
7. "What is Biomimicry". Biomimicry Institute Website.https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/#.VwpgQ_mLTIU. Son erişim tarihi: 10 Nisan 2106.
8. Yin, Y., Chen, Y., Yin, J., Huang, K., 2006. Geometric Conservation Laws for Perfect Y-Branched Carbon Nanotubes. *Nanotechnology*, 17(19), 4941–4945.

Ticari Proteaz Enzim İmmobilizasyonunda Kendiliğinden Lifsi Yapıların Kullanımı

SEVGİ, Tuba¹, AYKUT, Yakup², DEMİRKAN¹, GÜLER, Baran Enes¹, ÖZALPAR, Büşra¹

¹Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bursa

²Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa

tubaavci@uludag.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada, önemli bir endüstriyel enzim olan proteazın yüksek yüzey alanına sahip kendiliğinden lifli biyomalzemeler üzerine immobilizasyonu sağlanarak sistemde daha uzun süre kalması ve kullanılması hedeflenmektedir.

GİRİŞ

Enzimlerin immobilizasyonu biyoteknolojinin önemli olanaklarından biridir. Bu yöntemle enzimler katı bir destek içinde veya üstünde immobilize (tutuklanma) edilmektedirler. İmmobilizasyon yöntemiyle yapılan bu işlem sonucunda enzimlerin uzun süre ve defalarca kullanılmaları ekonomik olarak yarar sağladığı gibi, pH, sıcaklık gibi çevre şartlarına daha dayanıklı ve kararlı olmaktadır. Bu yöntemle enzim ve ürününün ayrılması kolay ve ucuzdur dolayısıyla, üretim maliyeti düşmektedir ve sürekli işlemlerde kullanılmaları için idealdir. Enzim immobilizasyon enzimlerin aktivitesi ve stabilitesindeki artışı ve yeniden kullanılması nedeniyle oldukça avantajlıdır [1].

DENEYSEL

Malzeme

Kendiliğinden lifsi yapı gösteren portakal iç kabuğu ve yumurta zarı, ticari proteaz enzimi (Tarkim), gluteraldehit, aseton, ve su.

Yöntem

Enzim İmmobilizasyonu: Kendiliğinden lifsi yapı gösteren portakal iç kabuğu ve yumurta zarı 1 saat boyunca proteaz enzimine daldırılmış ve beklenmiş\ ardından 12 saat boyunca oda koşullarında bırakılmıştır ve ardından saf suyla yıkanarak immobilize olmayan kısmın giderilmesi sağlanmıştır.

Enzim Aktivite Ölçümü: Proteaz Aktivitesi Anson metoduna [2] göre yapılmıştır. 0-60 µg/mL tirozin kullanılarak standart eğri hazırlanmıştır. Bir unite proteaz aktivitesi deneysel koşullar altında 1 µg/mL tirozin ortaya çıkaran enzim miktarı olarak tanımlanmıştır.

İmmobilize Proteaz Enziminin Tekrar Kullanılabilirliği: Substrat olarak kazein kullanılan her bir hidroliz reaksiyonu 20 dk sürmüş ve reaksiyon sonunda kendiliğinden lifsi yapı gösteren materyaller bir kez yıkanmış ve bir sonraki ölçüme dek +4°C'de saklanmıştır. Bir sonraki ölçümde taze solüsyonlar kullanılarak enzim aktivitesi tayin edilmiştir.

İmmobilizasyon verimliliği aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

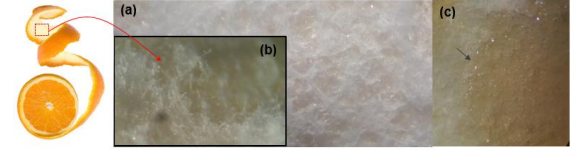
$$\text{Immobilization efficiency (\%)} = \left(\frac{a_{\text{imm}}}{a_{\text{free}}} \right) \times 100$$

a_{imm} : immobilize enzim aktivite değeri

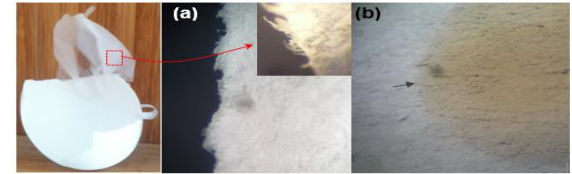
a_{free} : serbest enzimin aktivite değeri

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Kendiliğinden lifsi yapılar (Portakal iç kabuğu ve Yumurta zarı) ile immobilize edilen proteazın aktivite deneyleri yapılmış ve tekrar tekrar kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır (Şekil 1, 2).



Şekil 1. Portakal iç kabuğunun (a, b) lifsi yapısının optik mikroskop görüntüsü, (c) portakal iç kabuğuna enzim immobilize edilmiş hali.



Şekil 2. Yumurta zarının (a) lifsi yapısının optik mikroskop görüntüsü, (b) portakal iç kabuğuna enzim immobilize edilmiş hali.

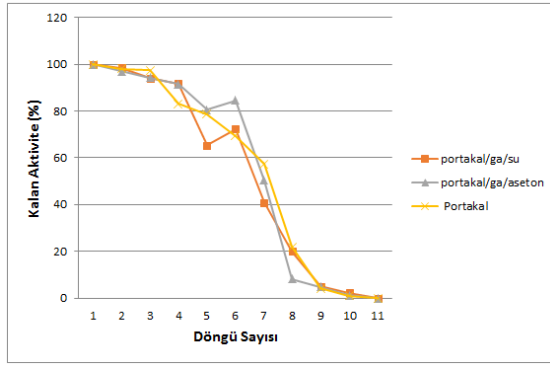
Yapılan çalışmada portakal lifi tek başına kullanıldığında proteaz enziminin immobilizasyon verimi yaklaşık olarak %73, portakal/ga/su ve portakal/ga/aseton için %66 olarak bulunmuştur. İmmobilize edilmiş enzimin işlevsel stabilitesi enzim verimini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Portakal iç kabuğu, portakal/ga/su ve portakal/ga/aseton varlığında immobilize edilen ticari proteaz enziminin 9 kez kullanımının olmasına rağmen, en iyi işlevsel stabilite 7 kez kullanımı ile elde edilmiştir (Tablo 1, Şekil 3). 7 kez kullanım sonunda enzim aktivitesi başlangıç aktivitesine göre sırasıyla, %57, 41 ve 50 oranında korunmuştur (Tablo 2).

Tablo 1. Portakal İç Kabuğuna İmmobilize Proteaz Enziminin Tekrar Kullanılabilirliği

Serbest enzim (U/ml)	1495										
Döngü sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
portakal/ga/su (U/ml)	994	978	934	912	650	718	406	198	50	22	0
portakal/ga/aseton (U/ml)	994	964	938	910	800	840	500	80	48	12	0
Portakal (U/ml)	1094	1074	1066	910	860	760	628	240	46	10	0

Tablo 2. Portakal İç Kabuğuna İmmobilize Proteaz Enziminin Tekrar Kullanımı Sonucu Döngü Başına Kalan Aktivite

Döngü sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
portakal/ga/su (kalan aktivite,%)	100	98	94	92	65	72	41	20	5	2	0
portakal/ga/aseton (kalan aktivite,%)	100	97	94	92	80	85	50	8	5	1	0
Portakal (kalan aktivite,%)	100	98	97	83	79	69	57	22	4	1	0



Şekil 3. Portakal iç kabuğunda immobilize edilen proteaz enziminin tekrar kullanılabilirliği

Yapılan diğer bir çalışmada ise Yumurta zarı tek başına kullanıldığında proteaz enziminin immobilizasyon verimi yaklaşık olarak %56, Yumurta zarı/ga/su ve Yumurta zarı /ga/aseton için %75 olarak bulunmuştur. Yumurta zarında immobilize edilen ticari proteaz enziminin 10 kez kullanımının olmasına rağmen, en iyi işlevsel stabilite 6 kez kullanımı ile elde edilmiştir (Tablo 3, Şekil 4).

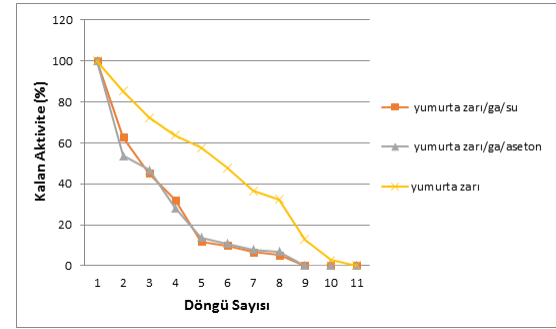
Tablo 3. Yumurta Zarına İmmobilize Proteaz Enziminin Tekrar Kullanılabilirliği

Serbest enzim (U/ml)	1495										
Döngü sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
yumurta zarı/ga/su (U/ml)	1120	702	506	360	132	110	76	60	0	0	0
yumurta zarı/ga/aseton (U/ml)	1102	592	516	310	152	120	88	76	0	0	0
yumurta zarı (U/ml)	836	714	604	534	482	400	306	270	108	24	0

Tablo 4. Yumurta Zarına İmmobilize Proteaz Enziminin Tekrar Kullanımı Sonucu Döngü Başına Kalan Aktivite

Serbest enzim (U/ml)	1495										
Döngü sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
yumurta zarı/ga/su (U/ml)	1120	702	506	360	132	110	76	60	0	0	0
yumurta zarı/ga/aseton (U/ml)	1102	592	516	310	152	120	88	76	0	0	0
yumurta zarı (U/ml)	836	714	604	534	482	400	306	270	108	24	0

Yumurta zarı/ga/su ve Yumurta zarı /ga/aseton için 8 kez kullanım olmasına rağmen en iyi sonuç 3 kez kullanım ile elde edilmiştir. 6 ve 3 kez kullanım sonunda enzim aktivitesi başlangıç aktivitesine göre sırasıyla, %48, 45 ve 47 oranında korunmuştur (Tablo 4).



Şekil 4. Yumurta zarında immobilize edilen proteaz enziminin tekrar kullanılabilirliği

GENEL SONUÇLAR

Yapılan literatür çalışmalarında enzim immobilizasyonunda çağraz bağlayıcı ajan olarak Gluteraldehit'in kullanıldığı rapor edilmiştir. *Fakat yapılan bu çalışmada Gluteraldehit kullanılmadığında daha iyi sonuçların elde edildiği saptanmıştır. Sonuç olarak, lifsi yapıda olan Portakal kabuğu ve Yumurta zarının biyomalzeme olarak ve zararlı bağlayıcı kimyasallar kullanılmadan enzim immobilizasyonunda kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu ortaya çıkmıştır.*

Kaynaklar

- [1] E. Demirkan, S. Dincbas, N. Sevinc, F. Ertan. "Immobilization of *B. amyloliquefaciens* α -amylase and comparison of some of its enzymatic properties with the free form." Romanian Biotechnological Letters, 16 (6), 6690-6701.
- [2] Keay L, and Wildi BS (1970). Proteinases of the genus *Bacillus*. I. Neutral proteinases. Biotechnol. Bioeng., 12:179-212

AMAÇLAR

Çalışmanın amacı, yara iyileşmesini hızlandıran ve yara üzerinde bakteri oluşumunu engelleyen yüksek hava geçirgenliğine sahip yara örtülerinin üretilmesidir. Bu amaçla doğal ekstrakt içeren kompozit nanolif yapıları elektroüretim (electrospinning) ve daldırma (dip coating) metodlarının kombinasyonu ile üretilmiştir.

GİRİŞ

Günümüzde kronik, iyileşmeyen yaralar bireylerin ve sağlık endüstrisinin aşması gereken çok önemli bir problemdir. Dünya genelinde 382 milyon kişi diyabet hastasıdır ve diyabet 20 yıl içerisinde yarım milyardan fazla insanı etkilemesi beklenmektedir. Türkiye'de ise diyabet hastalarının sayısı, 2008 ile 2012 arasında her yıl ortalama yüzde 17 oranında artarak 5 milyon 200 bin kişiye çıkmıştır. Bunun sonucunda da görülme sıklığı da yüzde 3,5'ten 6,9'a çıkmış ve Türkiye'de yara örtüsünün pazar payı 2015 yılı için 47 milyona ulaşmıştır [1-2]. Böylesi stratejik ve ekonomik öneme sahip alana yönelik olarak yapılan çalışmalardan biri de nanolif yapıları yara örtülerinin üretilmesidir. Nanolif yapıları, sahip oldukları birim hacim başına yüksek yüzey alanı ve çok küçük (nano-mikro) boyutlarda gözeneklilik sayesinde biyomedikal, filtrasyon, enerji, kompozit malzemeler gibi birçok alanda kullanılmaktadır [3]. Elektroüretim yöntemi, nanolif üretiminde en çok araştırılan metottur. Çok değişik polimerlerin çalışılabilmesi ve basit kurulumu bu yöntemin avantajlarıdır. Bu yöntemde, şırınga pompası yardımı ile beslenen polimer çözeltisine yüksek voltaj uygulanarak nanolif üretimi gerçekleştirilir [4]. Bu çalışmada da PAN nanolifleri elektroüretim ile üretilmiştir. Ardından dip coating (daldırma) yöntemi ile nanolifler antibakteriyel karanfil ekstraktları ile kaplanmıştır. Karanfil ekstraktı, sokslet ekstraksiyonu ile elde edilmiştir. Ekstraktların içerisindeki aktif madde miktarı GC-MS testiyle belirlenmiştir. Ekstraktın ve kompozit nanolif yapısının antibakteriyel etkinliği agar disk difüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. Hava geçirgenlik testiyle de kompozit nanolifler ile PAN Nanoliflerin hava geçirgenliği karşılaştırılmıştır.

DENEYSEL

Malzemeler:

Kurutulmuş karanfiller Zeytinburnu Tıbbi Bitkiler Bahçesi'nden alınmıştır ve blender yardımıyla ince

tozlar haline getirilmiştir. PAN (Poliakrilonitril) ve DMF (Dimetil formadid) Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir.

Sokslet Ekstraksiyonu:

Toz halindeki karanfilin sokslet ekstraksiyonu 1/10 (w/v) oranında 120 °C sıcaklıkta 24 saat boyunca etanol ile gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon sonunda elde edilen çözelti filtre kağıdı ile süzülmüştür ve karanfil tozlarından arındırılmıştır. Bu işlemin ardından döner vakum evaporatörü (rotary evaporator) yardımıyla çözeltideki etanol uzaklaştırılmıştır ve karanfil ekstraktı elde edilmiştir.

PAN Nanoliflerin Üretimi:

12 gr PAN manyetik karıştırıcı ile 80 °C sıcaklıkta 4 saat boyunca 88 gr DMF içerisinde karıştırılmıştır ve ağırlıkça %12 PAN içeren çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti elektroüretim cihazına beslenmiştir. Üretim parametreleri: 24 kV voltaj, 20 cm nozul-toplayıcı mesafesi, 0.60 ml/saat besleme hızı şeklinde ayarlanmıştır. Spunbond kumaş üzerinde PAN nanolifler üretilmiştir.

Daldırma kaplama işlemi:

Sokslet ekstraksiyonu ile elde edilen karanfil ekstraktı ultrasonik banyoya beslenmiştir. Üretilen nanoliflerin 30 dakika boyunca banyoda tutularak yüzeyleri karanfil ekstraktı ile kaplanmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR

GC-MS sonuçları:

Tablo 1' de gösterildiği üzere elde edilen ekstrakt içeriğinde GC-MS analizi ile %81.84 antibakteriyel etkinlik için aktif madde olan Eugenol olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. GC-MS Sonuçları		
Pik No	Yüzde Alan (%)	Madde Adı
1	81.84	Eugenol
2	0.14	Alpha- Copaene
3	6.94	Trans-

		Caryophyllene
4	0.74	Alpha-Humulene
5	9.88	Phenol
6	0.20	Caryophyllene oxide
7	0.09	Aromadendrene
8	0.17	Delta Cadinene

Antibakteriyel test sonuçları:

Antibakteriyel etkinliği saptamak amacıyla disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Bakteri süspansiyonları (S. Aerus-E. Coli) agar besiyerleri yüzeylerine yayındırılmış ve üzerlerine test numuneleri ile kontrol numuneleri yerleştirilmiştir. Besiyerleri 24 saat süreyle 38 °C' de inkubasyona bırakılarak inkubasyon süresi sonunda disklerin etrafında inhibisyon bölgesi saptanan bileşiklerin kantitatif antibakteriyel etkisi belirlenmiştir. Tablo 2' de görüldüğü üzere üretilen ekstrakt ve kompozit nanolif yapısı antibakteriyel etkinlik göstermiştir.

Tablo 2. Numunelerin inhibisyon alanları

Organizma türü	Karanfil ekstraktı	Etanol (kontrol)	PAN/karanfil nanolif	PAN (kontrol)
S.aureus	2 cm	-	1.5 cm	-
E.coli	3.5	-	2.8	-

Hava geçirgenlik testi:

Prowhite Air Tester II marka test cihazında 500 Pa basınç altında 5 cm² alana sahip numunelere hava geçirgenlik testi uygulanmıştır.

Tablo 3. Hava geçirgenlik sonucu

Numune Cinsi	Ölçüm Sonuçları (m ³ /m ² /h)		
	1	2	3
PAN nanolif	366	442	360
Kompozit nanolif	144	150	142

GENEL SONUÇLAR

GC-MS sonuçlarına göre ekstrakt içerisinde antibakteriyel etkinliği sağlayan Eugenol miktarı %80 çıkmıştır. Bunun neticesinde karanfil ekstraktı antibakteriyel etkinlik göstermiştir. Elektroüretim yöntemiyle üretilen nanoliflere antibakteriyel karanfil ekstraktı ile kaplama yapılarak antibakteriyel etkinlik kazandırılmıştır. Hava geçirgenlik testiyle kaplama sonucu nanoliflerin hava geçirgenlik performansında kabul edilebilir düzeyde düşüş gözlemlenmiştir. Sonuç olarak üretilen kompozit nanoliflerin yara örtüsü üretiminde kullanılabileceği öngörülmektedir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Üretilen liflerin toksisitesini belirlemek amacıyla sitotoksitesite yapılacaktır. Kaplama sonucu liflerdeki morfolojiyi gözlemlemek amacıyla SEM görüntüsü alınacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Antibakteriyel testleri yapmak amacıyla İTÜ BAP biriminden finansal destek alınmıştır. Antibakteriyel testlerin yapılması sırasında bilgisini ve desteğini esirgemeyen Dr. Eman Ghazy' ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.misonix.com/markets-sonicone/>
- [2] <http://www.turkdiab.org/haber.aspx?h=117>
- [3] S. Kim et. al, Polym. Rev. 51, 235–238 (2011).
- [4] F. Cengiz et. al, Fibres Text. East. Eur. 17, 72 (2009).

Kollajen Hidrolizatı Nanoliflerinin Üretimi

KOİZHAİGANOVA Meruyert^{1*}, ASLAN Ahmet², CAN Yahya¹, AKAYDIN Muhammet¹

¹Pamukkale Üniversitesi Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Denizli, Türkiye

²Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Deri Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*meruyertk@pau.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada, elektro çekim yöntemi kullanarak kollajen hidrolizatından nanoliflerin üretimi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Son yıllarda söz konusu yeni teknolojiler içinde en çok üzerinde durulan nanoteknolojidir. Nanometre çaplarındaki lifler, bilinen diğer formlardaki materyallere göre çok yüksek yüzey alanı/hacim oranı, çok iyi mekanik performans (sertlik ve mekanik dayanım gibi) ve yüzey özelliklerinde değişkenlikler gösterirler. Sergiledikleri bu olağanüstü özellikler, nanolifleri pek çok önemli uygulama alanı için en uygun aday haline getirmektedir (Huang et al. 2003).

Kollajen peptidlerinin ana kaynağı çeşitli hayvan derileridir. Deri yapısında yer alan lifli proteinler arasında kollajen oranı % 98'i bulmaktadır (Harmancıoğlu ve Dikmelik 1993). Kollajen iyi bilinen bir protein olarak en kullanışlı biyomateryallerden birisidir. Kollajen hidrolizatı kollajenin ileriki hidrolizi ile elde edilen ve moleküler ağırlıklarına göre dağılmış olan bir polipeptidler karışımıdır (Aslan ve Gülümser 2004). Kollajen hidrolizatı, iyi bir çözünürlük, ısı stabilitesi ve metal iyonu ya da pH ile çöktirmeye yüksek dirençlilik gibi teknolojik avantajlar göstermektedir (Clemente 2000). Çeşitli kullanım amaçlarına hizmet edebilen kollajen içerikli yeni ürün ve malzemelerin geliştirilmesi günümüzde önem kazanmaktadır.

Bu nedenle çalışmada kollajen hidrolizatı nanolifinin toksikolojik testleri ardından yanık veya yaralar için biyomedikal amaçlı kollajenik iyileştirici sargı yada yara örtücü olarak kullanım alanları bulabileceği düşünülmektedir.

DENEYSEL

Malzeme

Kimyasal malzemelerden kollajen hidrolizatı Sigma, solvent olarak TFE (2,2,2-trifluorethanol) Fluka firmasından temin edilmiştir.

Yöntem

Kollajen hidrolizatı (KH) %25 w/v konsantrasyonunda olacak şekilde 2,2,2-trifluorethanolde 6 saat oda sıcaklığında çözündürülmüştür. Elde edilen çözelti 10 mL hacmindeki ve ucunda 0.9 mm çapında küt uçlu, metal şırınga iğnesi bulunan plastik şırıngaya yüklenerek elektro çekim yöntemi ile nanolifler elde edilmiştir.

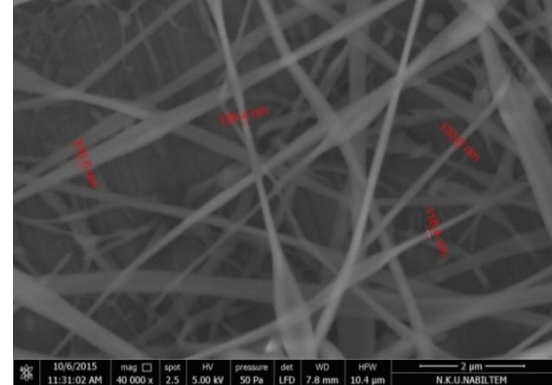
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Çizelge 1'de %25'lik kollajen hidrolizatı çözeltisinin pH, bulanıklık, viskozite ve iletkenlik değerleri verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında çözeltilerin zayıf asidik karakterde, oldukça saydam bir görünüme sahip olduğu tespit edilmiştir.

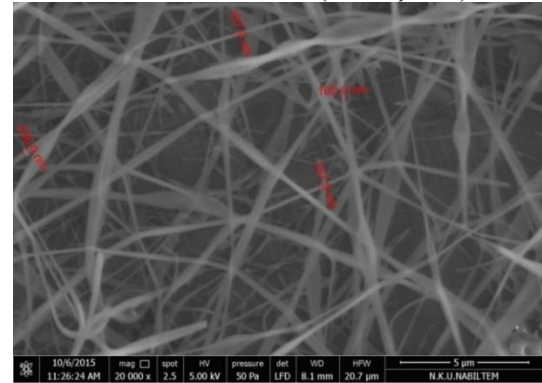
Çizelge 1. Kollajen hidrolizatı çözeltisinin özellikleri

Örnek	pH	Bulanıklık, ntu	Viskozite mPa/s	İletkenlik, mS/cm
%25	5.55	20.26±1.75	12.70±0.81	4.44±0.17

Şekil 1'de 1 ve 2 saat elektro çekim işlemi sonrası %25 kollajen hidrolizatı çözeltisinden elde edilen nanoliflerin SEM görüntüleri verilmiştir. %25'lik kollajen hidrolizatı nanoliflerinin 1 saat ve 2 saat elektro çekim sonrası çap boyutları aralıkları sırasıyla 116 nm - 133 nm ve 157 nm - 236 nm olarak bulunmuştur.



%25KH nanolifleri (1 saat çekim)

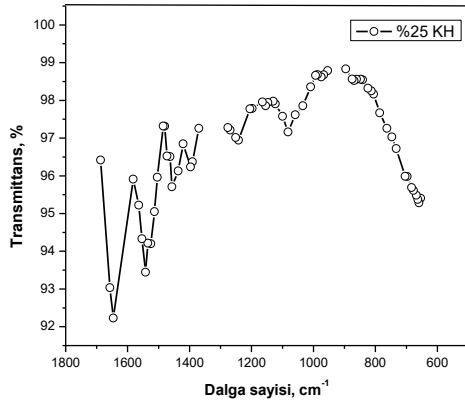


%25 KH nanolifleri (2 saat çekim)

Şekil 1. KH nanoliflerinin SEM görüntüsü

Şekil 2'de %25'lik kollajen hidrolizatından elde edilen nanoliflere ait FTIR spektrumu verilmiştir.

Spektral tarama sonrası elde edilen spektrumlar incelendiğinde genel olarak kollajen hidrolizati nanolif örneklerinin yapı zinciri üzerindeki (0) C-O, (1) C-O-C, (2) OR-C-C, (3) COO-CH₃ (asimetrik), (4) C=C, (5) C=O gruplarının gerilme titreşimlerine bağlı olarak ortaya çıkan bantlar sırasıyla; (0) 1082 cm⁻¹ (1) 1064 cm⁻¹, (2) 1174 cm⁻¹, (3) 1454 cm⁻¹, (4) 1633 cm⁻¹, (5) 1735 cm⁻¹ dalga uzunluklarında saptanmıştır (Şekil 2). Ayrıca, 1233 cm⁻¹ ve 1377 cm⁻¹ dalga boyunda uzanan piklerin amid I bandına, 1552 cm⁻¹ uzanan pikin ise amid II bandına ait olduğu saptanmıştır. 1238 cm⁻¹ ile 1452 cm⁻¹ arasındaki absorpsiyon bantları heliks yapının varlığına bağlı olarak ortaya çıkan bantlardır (Liu et al., 2007). Bu nedenle elde edilen kollajen hidrolizatındaki heliks yapıların bozulmadan mevcut olduğu FTIR incelemesi sonucunda ortaya konulmuştur.



Şekil 1. %25'lik KH nanoliflerine ait FTIR spektrumu

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada sonucunda, %25'lik kollajen hidrolizati çözeltisinin pH, bulanıklık, viskozite ve iletkenlik değerlerinin sırasıyla 5.55, 20.26±1.75, 12.70±0.81 ve 4.44±0.17 olduğu saptanmıştır. Sonuçlara bakıldığında çözeltilerin zayıf asidik karakterde, oldukça saydam bir görünüme sahip olduğu tespit edilmiştir. %25'lik kollajen hidrolizati çözeltisinden elektro çekim yöntemiyle nanolifler başarılı bir şekilde üretilmiştir. Elde edilen nanoliflerin ortalama en küçük çapının 116 nm ve en büyük çapının ise 236 nm olduğu tespit edilmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Bu araştırmada elde edilen tüm sonuç ve görüşler doğrultusunda, elde edilen kollajen hidrolizati nanoliflerin yeni bir kollajenik malzeme prototipi olarak ileriki çalışmalar ile özelliklerinin iyileştirilip, geliştirilmesi halinde biyomedikal amaçlı yara örtücü veya yara iyileştirici olarak kullanım potansiyeli bulabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2014 BSP 008 numaralı Başlangıç Seviyesi Araştırma Projesi kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aslan A. ve Gülümser G. 2004. Deri sanayi dışında kollajenden yararlanma olanakları, I. Ulusal Deri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İzmir.
- Clemente A. 2000. Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. Trends Food Sci Techn 11, 254.
- Harmancıoğlu M. ve Dikmelik Y. 1993. Ham deri Yapısı, Bileşimi, Özellikleri, Özen Ofset, İzmir.
- Huang Z.M., Zhang Y.Z., Kotaki M., Ramakrishna S. 2003. A Review on Polymer Nanofibers by Electrospinning and Their Applications in Nanocomposites. Composites Science and Technology, 63(15):2223-2253.
- Li D., Younan X. 2004. Electrospinning of Nanofibers: Reinventing The Wheel. Advanced Materials, 16(14):1151-1170.
- Liu, H. Y., Li, D., Guo, S. D. 2007. Studies on collagen from the skin of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Food Chemistry, 101(2), 621-625.
- Şenol F., Tayyar E., Doğan G. 2005. Nanolifler ve Uygulama Alanları. Maraton, 3:20-25.
- Viju S. 2009. Medical Applications of Electrospun Nanofibers. Technical Textiles, 1:16-17.

Determination Of The Minimum Sample Size For a Reliable Strength Measurement of Talc-Filled Polypropylene Fibers

TAŞCAN, Mevlüt¹, NOHUT, Serkan², YILKICI, Şeyma¹

¹Zirve University, Industrial Engineering Department, Kizilhisar Kampusu, 27260, Gaziantep, Turkey

²Zirve University, Marine Engineering Department, Kizilhisar Kampusu, 27260, Gaziantep, Turkey
mevlut.tascan@zirve.edu.tr

ABSTRACT

In this study, microsized talc particle-filled PP fibers were analyzed with different talc and tensile strength measurements were preformed with various gage lengths for determination of minimum number of samples for reliable results.

INTRODUCTION

Recently, both unfilled and particle-filled polypropylene polymers were used in increasing number of applications especially in the automotive, electrical and textile industries¹. Several articles have pointed out the scattering in strength and dependence of the strength on specimen size (e.g. diameter, length) of various fibers used in textile applications. It has been reported that the strength of natural fibers is dependent on the diameter and the length of the fiber and there is no specific value to represent their strength. This leads to the necessity of employing an efficient method for the evaluation of the fiber strength and the prediction of its size dependence^{2, 3}. In recent years, the addition of functionality to polymeric fibers, different types of filling particles and/or polymers are mixed with the polymer matrix during the fiber production. Therefore, reliable strength characterization of particle filled fibers becomes very important. In this study, the strength behavior of talc-filled PP fibers was investigated. The main motivation of adding talc particles to PP fibers is to increase the thermal shock resistance and thermal stability of the pure-PP fibers. In this article, firstly the most suitable fitting function to characterize the strength of talc-filled PP fibers is selected from the three most versatile distribution functions (i.e. normal, log-normal and Weibull distribution functions) by using Akaike Information Criterion. All the single fiber strength could be measured according to ASTM D3822⁴. In this standard, at least 20 random specimens from each laboratory sampling unit should be tested to measure the tensile properties of single textile fibers. As addition of talc particles may result in a different fiber structure, increase in brittleness and scatter of strength, it should also be questioned whether 20 specimens is enough to measure the tensile properties of talc-filled PP fibers in a reliable manner or not. In

the final part of this article, the minimum number of tests for reliable strength result will be determined.

EXPERIMENTAL

Materials

Polypropylene chips (density at 23°C is 0.9 g/cm³) that contain different percentages of microsized (1-3 microns) talc (i.e.10%, 18%, and 32%) particles were supplied from GEMA Polymer Company and fibers were produced at pilot melt spinning unit at Zirve University Fiber Production Center

Methodology

Akaike Information Criterion (AIC) was used to determine the best fitting function. AIC values can be compared, preferring the distribution which gives the smallest value and the difference in values corresponds to a reliable indication that one distribution is superior to another [29].

EXPERIMENTAL RESULTS/DISCUSSION

The strength results shown in Fig. 1 show that the addition of talc particles caused the fiber to become more brittle.

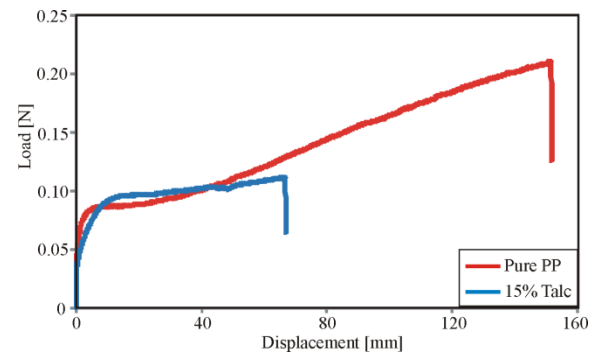


Figure 1. Typical load-displacement curves of pure PP and 15% talc filled PP samples with gage length of 50 mm

In Fig. 2, the recorded Weibull parameters are given as a function of sample size. The range of values that Weibull parameters take for each sample size from 10000 simulations is shown by error bars.

When 20 samples are used for the determination of strength as suggested by ASTM D3822, the range of the Weibull modulus values (2 to 14) is very large. Let us take a fiber which is loaded by a tensile stress

of 1g/dtex. Using Weibull modulus of 14 instead of 2 decreases the calculated failure probability by almost 1400 times and using Weibull modulus of 14 instead of 3.67 (true Weibull modulus) decreases the calculated failure probability by almost 600 times. This shows that using a Weibull modulus larger than the true Weibull modulus results in a calculation of lower failure probability. Therefore using 20 samples may cause an unreliable design.

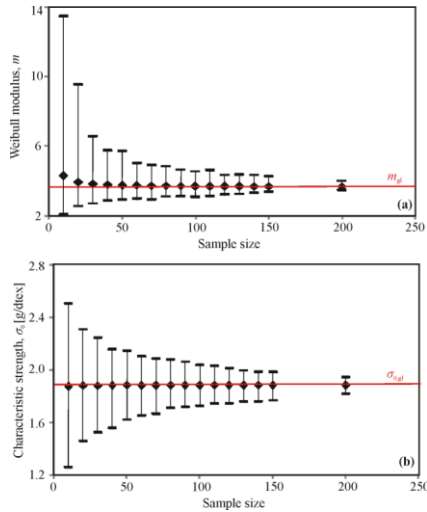


Figure 2. (a) Weibull modulus and (b) characteristic strength, σ_0 as a function of sample size

CONCLUSIONS

Akaike information criterion results showed that the Weibull distribution function is the best function for characterization of talc-filled PP fibers. Moreover, as the talc ratio increases, the strength distributions talc-filled PP fibers approach to Weibull distribution more.

According to ASTM D3822, 20 samples are suggested for the tensile strength determination. However, this is suggested for pure fibers. It was observed in this study that at least 50 samples should be used for a reliable Weibull parameter determination.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank to undergraduate students Ms. Filiz Bozer and Mr. Ibrahim Tarakcioglu for their help in production and testing of investigated fibers.

KAYNAKLAR

1. S. Y. Fu, B. Lauke, E. Mader, C. Y. Yue and X. Hu, *Composites: Part A*, **31**, 1117 (2000).

2. A. B. Bevitori, I. L. A. Da Silva, F. D. P. Lopes and S. N. Monteiro, *Revista Matéria*, **15(2)**, 117 (2010).
3. W. P. Inacio, F. P. D. Lopes and S. N. Monteiro, *Revista Matéria*, **15(2)**, 124 (2010).
4. M. Tascan and S. Nohut, *Text. Res. J.*, **84(20)**, 2214 (2014).

Yaya Güvenliği İçin Commingled Cam Lifi/PP Takviyeli Sandviç Kompozit Tampon Tasarımı

ÖNAL, L, ARSLAN, Ç

¹Erciyes Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,

lonal@erciyes.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmanın amacı çarpışma şartlarında otomobillerin yaya güvenliği için termoplastik sandviç kompozitlerin üretim prosesini optimize etmektir.

GİRİŞ

Araç güvenlik testlerindeki düzenleyici değişiklikleri baz alarak, yeni tampon tasarımı çarpışma gereksinimlerinin yanı sıra bazı yaya güvenlik gereksinimlerini de sağlamalıdır. Bu türden her iki performans özelliğini de sağlayan bir çözüm yolu, malzeme özellikleri ve tasarımının bir kombinasyonu şeklinde geliştirilebilir. Ön tampon düşük bacak darbesi ve daha spesifik olarak tampon sisteminin enerji yönetim kabiliyetine yönelik araştırmalar için anahtar bir parça rolündedir. Darbeye yönelik durumlarda hızlı biçimde enerji absorplayıcı yapılar, enerji yönetimi için oldukça verimli olacaktır.

Çok sayıda araştırmacı¹⁻⁷ farklı üretim teknikleri için kompozit üretiminin optimum proses parametreleri üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Barboza¹ kalıplama basıncının serbest sinterleme basınçlı kalıplama prosesinde hazırlanan PTFE, modifiye PTFE ve %15 cam dolgulu PTFE parçaları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Chang vd. çalışmasında ise², lif takviyeli polikarbonat kompozitlerdeki optimum enjeksiyon kalıplama proses parametreleri için efektif bir metodolojinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmacılar çalışmalarında, önemli proses parametreleri olarak doldurma zamanı, erime sıcaklıkları, kalıplama sıcaklığı ve enjeksiyon kalıplama prosesi için ram hızını önermişlerdir. Piechowski ve Kendal⁶ cam kompozitlerin sıkıştırılabilir ve relaksasyon özelliklerini etkileyen faktörler üzerine gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalarında, etkileşimleri tespit etmek için değişken olarak; makine hızını, sıcaklığını, zamanını ve kompozit katmanlarını göz önüne almışlardır. Verbeek⁷ her bir değişkenin kompozitlerin mekanik özellikleri üzerindeki bağıl katkısının yanı sıra üretim değişkenleri için optimum değerlerin tespitine yönelik çalışmıştır.

Bu çalışmanın amacı, proses parametrelerinin darbe şartları altında sandviç kompozit yapının performansı üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Çalışmada bükücü yükleme altındaki termoplastik sandviç yapıların performansları incelenmiştir. Ön ısıtma sıcaklığı, kalıplama sıcaklığı, kalıplama süresi ve kalıplama basıncı gibi proses parametrelerinin

performans ilişkilerinin tespitine yönelik yürütülmüştür. Basınçlı kalıplama için proses şartlarının optimum kurulumu ve sandviç kompozit yapı tasarımı gerçekleştirilmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

Sandviç yapılar, merkez elemanı olarak polipropilen köpük (Airex® C70), yüzey tabakaları olarak 0.5 mm nominal kalınlıktaki commingled cam/PP (Twintex®) malzemeleriyle basınçlı kalıplama tekniği kullanılarak üretilmiştir.

Yöntem

Termoplastik sandviç yapıların vakum kalıplama prosesinin optimizasyonu için deneysel tasarım çalışması yapılmıştır.

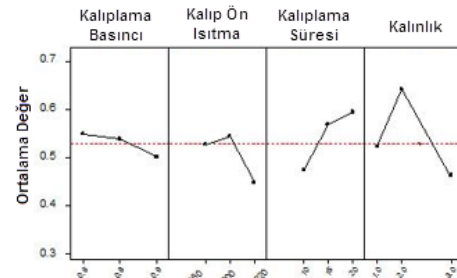
Tablo 1. Deneysel tasarım parametreleri

#	Faktörler	Optimum Değerler
1	Kalıplama basıncı	0.6, 0.8 ve 0.9 bar
2	Ön ısıtma sıcaklığı	180, 200 ve 220 °C
3	Kalıplama süresi	10, 15 ve 20 dakika
4	Yüzey tabaka kalınlıkları	1, 2 ve 3 mm

Sandviç yapının kalite ve özellikleri için statik pik yükü, nihai kalınlık ve ILSS değerleri çıktı değişkenleri olarak seçilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Çok katmanlı yapının ön ısıtma sıcaklığı yüzey tabaka kalınlığı tarafından takip edilen dominant faktör olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 1).



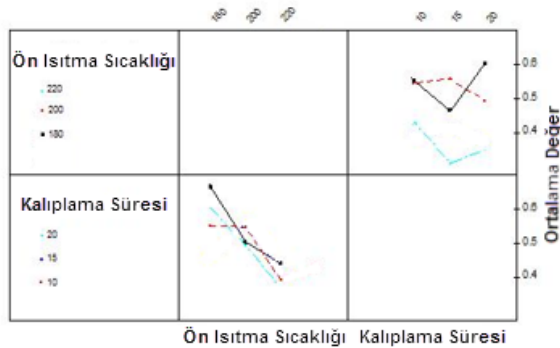
Şekil 1. Ortalama değerler için esas etkiler grafiği

Deneysel tasarım sonunda, iki set girdi şartı elde edilen sonuçlardan türetilmiş ve deneysel olarak doğrulanmıştır. Doğrulama çalışması koşul 1 (2 mm kalınlık, 0.6 bar kalıplama basıncı, 30 °C kalıplama sıcaklığı ve 20 dak kalıplama süresi)’ in maksimum pik yükü, ILSS ve nihai kalınlık için optimum set olduğunu göstermiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Hedeflenen değerler ve ortalama sonuçlar

#	Yüzey Tabaka Kalınlıkları	Tanımlama	Pik Yü kü	IL SS	Nihai Kalınlık	Eğilme Mukave meti
	mm		N	MP a	%	MPa
		Hedef değerler	746	18	98	15,4
1	2	En yüksek sonuç	752	21,1	96	13,8
2	3	Sonuçların ortalaması	712	13,7	83	11,9

Şekil 2’ de vakum kalıplama süresinin ve yüzey tabakasının ön ısıtma sıcaklığının sonuçlar üzerindeki etkisinin pek çok durumda lineer olduğu görülmektedir. Ancak aynı ön ısıtma sıcaklığı içerisinde kalıplama süresinin sonuçlar üzerinde görülür derecede etkisi mevcuttur.



Şekil 2. Ortalama değerler için etkileşim grafiği

GENEL SONUÇLAR

Araştırma sonucu dominant faktörler tanımlanmış ve optimum değerler hesaplanmıştır. Numunelerin eğilme özellikleri üzerine çalışılan parametreler için sonuçlar değerlendirildiğinde, kalıplama sıcaklığı ve

yüzey tabaka kalınlığı iki önemli parametre olarak tespit edilmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Çalışmanın devamında üretilen tamponların dinamik darbe analizleri yapılarak gerçek koşulların simülasyonuna geçilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Barboza, J.M. 1994. “Investigation of the Effects of Molding Pressure on Compression Molded PTFE Parts”, In: Proceedings of the 52nd Annual Technical Conference – ANTEC, 3, 3624 – 3627.
- [2] Chang,S-H., Hwang, J-R., Doong, J-L. 2000. “Optimization of Injection Molding Process in Fiber Reinforced Polycarbonate Composites”, Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, 21(6), 629 – 636.
- [3] Jr. Giles, H.F., Reinhard, D.L. 1992. “Compression Moulding of Polypropylene Glass Composites”, Composite Polymers, 5(2), 90 – 106.
- [4] Gorovaya, T.A., Korotkov, V.N. 1996. “Quick Cure of Thermosetting Composites”, Composites - Part A: Applied Science and Manufacturing, 27(10), 953 – 960.
- [5] Liu, S.-J., Chen, Y-S. 2004. “The Manufacturing of Thermoplastic Composite Parts by Water-assisted Injection-molding Technology”, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 35(2), 171 – 180.
- [6] Piechowski, L.J., Kendal, K.N. 1993. “Factors Effecting the Compressibility and Relaxation of Thermoformable Continuous Strand E-glass Mat”, Advanced Composites technology Conference Proceedings, ESD Engineering Society, Dearborn, Michigan, 215 – 222.
- [7] Compression-moulded Phlogopite/LLDPE Composites”, *Materials Letters*, 56(3), 226 – 231.
- [8] Verbeek, C.J.R. 2002. “Effect of Preparation Variables on the Mechanical Properties of

Ayırma Tipi Mikrofilamentlerde Sıcaklık ve Sürenin Ayırma İşlemine Etkilerinin Araştırılması

KAYNAK H. Kübra², BABAARSLAN, Osman¹, SARIOĞLU Esin², ÇELİK H. İbrahim²

¹Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana/TÜRKİYE

²Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep/TÜRKİYE

tuluca@gantep.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada ayırma tipi mikrofilament iplikte ayırma işlemi esnasında sıcaklık ve süre faktörlerinin ipliği oluşturan polimerlerin birbirlerinden ayrılma performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ile birlikte, tekstillerden beklenen performans özellikleri sürekli artmakta ve özellikle sentetik lif endüstrisini yenilikler yapmaya zorlamaktadır. Yapılan yeniliklerin en önemlilerinden birisi ise şüphesiz mikro ve nano çaplara sahip liflerin üretimidir¹. Genel olarak doğrusal yoğunluğu 1 dtex veya 1 denyenin altında olan lifler mikrolif olarak adlandırılmaktadır²⁻⁹. Ayırma tipi mikrolifler ise genellikle dairesel lif kesitine sahip olmakla birlikte iki farklı polimerin yan yana dilimler şeklinde yerleştirilmesiyle üretilen bikomponent liflerden elde edilmektedir. Bikomponent halde üretilmiş bu lifler kumaş üretimi sonrasında ısı, mekanik veya kimyasal etkilerle birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Ayırma tipi bikomponent üretim yöntemine uygun polimer kombinasyonları poliamid/polyester ve polyester/poliolenfendir. Ayırma işleminde önemli olan husus lifi oluşturan polimer komponentlerinin kaç diliminin ayrıldığıdır¹⁰⁻¹².

DENEYSEL

Malzeme

Bu çalışma kapsamında Teijin Firması tarafından üretilen 84 dtex doğrusal yoğunluğa ve 20 adet filament sayısına sahip ayırma tipi %50-%50 Polyester-Poliamid bicomponent liflerinden oluşan mikrofilament iplik (Şekil 1) kullanılmıştır.

Şekil 1. Ayırma tipi bikomponent iplik kesiti / M0 numunesi

Yöntem

Çalışma kapsamında sıcaklık ve süre parametrelerinin filamentleri oluşturan bikomponent liflerinin ayırma işlemine etkilerini saptamak amacıyla 35 g/lt sodyumhidroksit (NaOH) çözeltisinde, sıcaklık ve

NaOH'a çözeltisinde işlem görme süresinin değiştirilmesiyle uygulanan 6 farklı işlem ve numune kısaltmaları Tablo 1'de verilmiştir. Bu işlemlerin ardından iplikleri nötralize etmek amacıyla PH:4-5 olan asetik asit çözeltisinde 10 dakika işleme tabii tutulduktan sonra distile su ile yıkanmış ve son olarak oda koşullarında kurutulmuştur.

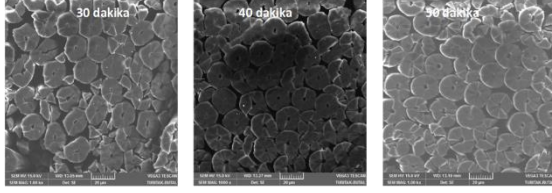
Tablo 1. Ayırma işlem uygulamaları

Numune	Sıcaklık, °C	Süre, dakika
M0	İşlem Görmemiş	
M5030	50	30
M5040	50	40
M5050	50	50
M6030	60	30
M7030	70	30
M8030	80	30

İpliklerde meydana gelen ayrılma miktarının tespit edilmesi için SEM kesit görüntüleri alınmıştır. Çalışmada, Termogravimetrik Analiz (TGA) yöntemi kullanılarak uygulanan işlem parametrelerinin ipliğin sıcaklık karşısındaki bozunma davranışına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. TGA yöntemi ile sıcaklığın veya zamanın fonksiyonu olarak teste tabii tutulan materyalin kütlelerinde meydana gelen değişiklik incelenmektedir. Bu kapsamda iplik numunelerinin TGA analizleri Perkin ELMER - Pyris1 cihazında gerçekleştirilerek kütle değişimleri tespit edilmiştir. 11 mg olarak tartılan iplik numunelerinin analizleri 20ml/dak nitrojen (N₂) gazı altında, 20 °C'den 600 °C'ye kadar 10°C/dak sıcaklık artışında gerçekleştirilmiştir.

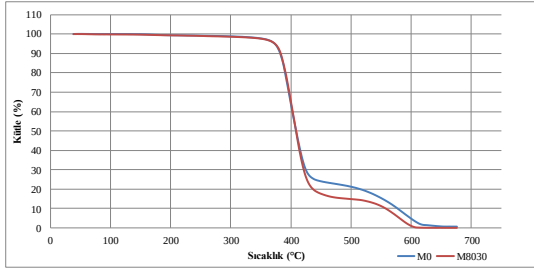
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Çalışma kapsamında uygulanan kimyasal işlemlerden sonra ipliklerin SEM kesit görüntüleri Şekil 2-7’de verilmiştir.



Şekil 2. 50°C’de farklı işlem sürelerinde işlem görmüş numuneler

Uygulanan işlemler sonrasında alınan kesit görüntüleri incelendiğinde, 50 °C’de uygulanan işlemlerde ayırma miktarının istenildiği düzeyde gerçekleşmediği ve bu sıcaklıkta sürenin artırılmasının da ayırma işlemine önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. Diğer yandan, sıcaklık artışı ile lif kesitindeki polimer dilimleri arasındaki ayrılmanın önemli derecede arttığı görülmektedir. Özellikle M8030 iplik numunesinin iplik kesitinin tamamına yakın bir kısmında ayrılmanın gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 8. M0 ve M8030 numunelerinin TGA Grafiği

Şekil 8’de verilen karşılaştırmalı TGA sonucu incelendiğinde, yaklaşık 420°C sonrasında en fazla ayrılmanın tespit edildiği M8030 numunesinde M0 numunesine göre daha fazla kütle kaybı olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu sıcaklıktan sonra iplikte daha hızlı bir bozunma gerçekleşmiştir. M8030 numunesinde 600°C’de numunenin tamamı bozunurken, M0 numunesinin tamamının bozunması yaklaşık olarak 620°C’de gerçekleşmiştir.

GENEL SONUÇLAR

İplik numunelerinin elde edilen SEM görüntüleri incelendiğinde, uygulanan aynı NaOH konsantrasyonunda, düşük sıcaklıklarda iyi derecede

bir ayırma elde edilemediği, ancak süreler kısa tutulsa dahi sıcaklık arttırıldığında bikomponent polimer dilimlerinin tamamına yakınının ayrıldığı saptanmıştır. Diğer yandan TGA sonucunda ayrılmanın yüksek olduğu M8030 numunesinin sıcaklık karşısında daha yüksek bozunma gösterdiği saptanmıştır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu çalışma Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın 0671.STZ2014 kodlu SAN-TEZ projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Kaynak & Babaarslan, 2012 Polyester Microfilament Woven Fabrics, (HAN-YONG JEON Editor). Woven Fabrics, InTech Publishing, Croatia, s. 155-178.
2. Leadbetter & Dervan, 1992; The Microfiber Step Change. Journal of the Society of Dyers and Colourists, 108(9): 369-371.
3. Bianchi & Maglione, 1993; Manufacturing of Fine Denier Filaments (D. BRUNNSCHWEILER and J. HEARLE Editors). Polyester: 50 Years of Achievement, Tomorrow's Ideas and Profits, Stanley Press, Dewsbury, England, s.196-198.
4. Purane & Panigrahi, 2007; Microfibers, Microfilaments and Their Applications. Autex Research Journal, 7(3): 148-158.
5. Basu, 2001; Microfibers: Properties, Processing and Use. Asian Textile Journal, 10(4): 43-52.
6. Mukhopadhyay, 2002; Microfibers – An Overview. Indian Journal of Fiber & Textile Research, 27(3): 307-314.
7. Mukhopadhyay & Ramakrishnan, 2008; Microfibers. Textile Progress, 40(1): 1-86.
8. Falkai, 1991; Production and Properties of Microfibers and Microfilaments. The Indian Textile Journal, 2: 62-70.
9. Rupp & Yonenaga, 2000; Microfibers - The New Man Made Fiber Image, International Textile Bulletin, 4:12-24.
10. Okamoto, 2000; Spinning of Ultra-fine Fibers (T. Nakajima Editor). Advanced Fiber Spinning Technology, Woodhead Publishing, Cambridge/ England s.187-207.
11. Matsui, 1996; MATSUI, M., 1996. Multicomponent and Microfibers in the Past, Present and in the Future. 35th International Man-Made Fibers Congress. Dornbirn / Austria. September.

Isı Koruyucu Giysilerde Kullanım Açısından Tavuk Tüyü Liflerinin Özelliklerinin Araştırılması

PAŞAYEV Nazim¹, KOCATEPE Süreyya¹, TEKOĞLU Onur¹, MARAŞ Nesli¹

¹Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

npasayev@erciyes.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada kışlık giysiler için ısı koruyucu yapılar üretilmesi amacıyla tavuk tüylerinden alınan liflerin bazı özellikleri incelenmiş, bu liflerden yüksek ısı koruma özelliklerine sahip yapılar üretilmesinin mümkün olup olmadığı araştırılmıştır.

GİRİŞ

Isı koruyucu giysilerin ısı koruma özelliği önemli derecede ısı koruyucu katmanın özelliklerine bağlıdır ki, bu da önemli derecede ısı koruyucu materyalle belirlenmektedir. Günümüzde ısı koruyucu materyal olarak daha çok sentetik malzemelerden yararlanılsa da, ısı koruma özellikleri ve sağlık açılarından doğal malzemeler, özellikle su kuşlarından elde edilen tüyler avantajlı durumlarını korumaktadırlar. Ancak su kuşlarının hav ve kontur tüylerinden üretilmiş ürünlerin yeterince pahalı olması da bir gerçekliktir. Bu durum aslında normaldir; bir kazdan bir yolum zamanı alınan kullanıma yararlı tüy miktarı 80...100 gr teşkil etmekte, bir mont için ise modeline bağlı olarak 200...600 gr tüy kullanılmaktadır.

Kaz veya ördek tüylerinden farklı olarak tavuk tüyleri mevcut haliyle dolgu malzemesi olarak kullanıma elverişli değildir. Bu tüyler içeriğine göre su kuşlarının tüyleri gibi keratin esaslı olsalar da, bazı özellikleri yüksek kaliteli dolgu malzemesi olarak yararlanmaya izin vermemektedir. Bu özelliklerden en önemlisi tavuk tüylerinin elastikiyetinin düşük olmasıdır. Buna göre de tavuk tüylerinin bazı işlemlere tabi tutulmasına ihtiyaç vardır ki, bu konuda bazı çalışmalar yapılmıştır. Örneğin; tavukların kontur tüyelerine ilave kıvrıcılık vermek suretiyle elastikiyetinin artırılmasına çalışılmış ve neticede tavuk tüylerinin Fill Power gösterisi ördek tüyelerine yaklaşmıştır¹.

Ancak bu durum tavuk tüylerinin sadece çok az kısmından (kontur tüylerinden) yararlanmaya imkân verebilir. Bunun için ise kontur tüylerinin diğer tüylerden ayrıştırılması talep edilmektedir. Diğer taraftan tavuk tüylerinin sap kısmı nispeten daha sert yapıya sahip olduğu için kontur tüylerinin de tamamı dolgu malzemesi olarak kullanılamamaktadır. Buna göre de tavuk tüylerinin tamamından yararlanmaya imkan veren farklı bir yol izlenmesi daha cazip görünmektedir. Bu yol tavuk tüylerinden liflerin ayrıştırılarak kullanılması olabilir. Özel olarak geliştirilmiş makine ile tavuk tüylerinin “sakal” kısmı “sap” kısmından mekanik kesme yolu ile ayrılarak neticede daha homojen bir kitle elde edilebilir. Bu lif

kitlesinden farklı yöntemlerle farklı yapılarda ısı koruma amaçlı yapılar oluşturulması mümkündür.

Tavuk tüylerinin ve bu tüylerden elde edilen liflerin bazı özellikleri daha önce de araştırılmıştır². Bu çalışmada tavuk tüylerinden alınan liflerden ısı koruyucu yapılar üretilmesi amacıyla bu liflerin bazı özellikleri incelenmiştir.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

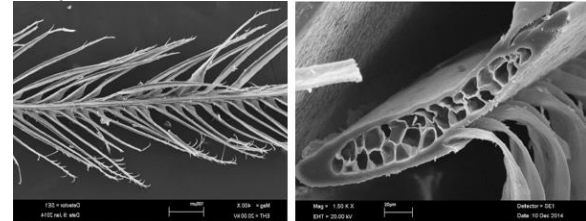
Malzeme. Deneysel çalışmalarda malzeme olarak Türkiye'nin Adana bölgesindeki farklı tavuk çiftliklerinden elde edilen tüylerden özel teknoloji ile üretilmiş tavuk tüyü lifleri kullanılmıştır.

Yöntem. Deneysel çalışmalarda tavuk tüyü liflerinin kışlık giysi üretimi açısından önemli görülen bazı özellikleri: tavuk tüyü liflerinin ısı koruyucu özelliklerini belirleyen gözenekli içyapısı, ısı parametreleri ve diğer bazı özellikleri incelenmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Tavuk tüyü liflerinin ısı koruyucu özelliklerini belirleyen en önemli özellik liflerin telek şekilli yapısı ve kapalı gözeneklerden oluşan içyapısıdır (şekil 1). Bu yapı sayesinde tavuk tüyü liflerinden oluşturulmuş 10mm kalınlığında düz kapitone yapıların ısı koruma parametrelerinin diğer liflerden üretilmiş yapıların uygun parametrelerinden hiç de düşük olmadığı görülmüştür (tablo 1).

Tavuğun vücudunun her bölgesinden alınmış tüylerden lifler kesilerek sap kısmı ile ağırlık oranları incelenmiştir. Ayrı ayrı vücut bölgelerine göre tüylerin sap ve lif kısımlarının ağırlık açısından oranları farklı olsa da, bir tavuk vücuduna göre bu oran ortalama olarak 1:1,34 teşkil etmektedir. Buradan kaz ve ördek tüylerinin çok az kısmından ısı koruyucu dolgu malzemesi olarak yararlanıla bilinmesine rağmen tavuk tüylerini life dönüştürdükten sonra bu tüylerin yarısından fazlasının ısı koruyucu malzeme üretiminde kullanılabileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Tavuk tüyü liflerinin telek şekilli yapısının (solda) ve gözenekli içyapısının (sağda) SEM görüntüleri

Tablo 1. Farklı liflerden üretilmiş düz kapitone yapıların ısı parametreleri

Lif	Isıl Direnç, m^2KW^{-1}	Giyim yalıtımı, clo
Tavuk tüyü	151,2	0,97
Boncuk yün	134,4	0,87
Kaz tüyü	157,7	1,02
Boncuk silikon elyaf	118,2	0,76
Mikro elyaf	143,4	0,93

Tavuk tüylerinin türüne göre uzunluklarının farklı olduğu görülmektedir. Örneğin, kontur tüylerinin uzunlukları 8...19cm, yalıtım tüylerinin uzunluğu 5...13cm, hav tüylerinin uzunluğu ise 3...7cm arasında değiştiğini görebiliriz. Ortalama olarak elde edilen liflerin %65'i 1...2cm aralığında, %29'u 2cm'in üzerinde, %6'ı ise 1cm'in altında uzunluğa sahiptir.

Araştırmalarımıza göre tavuk tüyünden elde edilen liflerin çapı da değişkenlik göstererek vücut bölgelerine göre 8...65µm teşkil etmektedir. Liflerin inceliği ve gözenekli içyapısı bu liflerden oluşturulan ısı koruyucu malzemenin bünyesinde daha fazla hava tutmasını temin etmektedir. Bu da geliştirilmiş yapıların daha yüksek yalıtım özelliği sergilemesine neden olmaktadır.

GENEL SONUÇLAR

Tavuk tüyü liflerinin en önemli özelliklerinden biri ekonomik olmalarıdır. Tavuk üretiminde atık olarak ayrıştırılan tüyler son derece düşük maliyetli ve yüksek kaliteli liflere dönüştürülebilmektedir. Görüldüğü gibi bu lifler ısı koruma özelliklerine göre yapay ve doğal liflerden eksik değildir. Bütün bunlar söz konusu liflerden ısı korumalı kışlık kıyafetlerde ısı koruyucu malzeme olarak yararlanılmasının mümkün olduğunu göstermektedir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Sonraki çalışmalarda tavuk tüyü liflerinden çeşitli yöntemlerle kışlık kıyafetler için ısı koruyucu yüzeyler geliştirilecek, bu yüzeylerin daha detaylı analizi yapılacak ve hazır giyimlerde denenecektir.

FON KAYNAĞI

Çalışma, Erciyes Üniversitesi BAP Birimi tarafından FDK-2016-6385 nolu proje ile destelenmektedir.

LİTERATÜR

1. Patent RU 2346885
2. Martínez-Hernández A.L., Velasco-Santos C. 2012. "Keratin Fibers From Chicken Feathers: Structure And Advances In Polymer Composites". Keratin: Structure, Properties and Applications Editors: Dullaart R. et al. Nova Science Publishers, Inc. N.Y. 149-211.

Olay İncelemesi: Pamuk Olgunluğunun Boya Alımına Etkisi

YILDIRIM, Kenan¹, KÖSTEM, Melek², ULCA Y Yusuf³

¹Bursa Teknik Üniversitesi DBMMF Lif ve Polimer Mühendislik Bölümü, ²TÜBİTAK-BUTAL, ³Uludağ Üniversitesi MMF Tekstil Mühendislik Bölümü

melek.kostem@tubitak.gov.tr

AMAÇLAR

Bu çalışma ile iki farklı amaç güdülmüştür. Birincisi pamuklu kumaşlarda görülen boy yönündeki renk değişiminin neden kaynaklandığına yönelik bir analiz metodolojisi oluşturmaktır. İkincisi ise pamuk lif olgunluğundaki değişimlerin kumaşta renk farkı oluşturma potansiyelini ortaya koymaktır.

GİRİŞ

Pamuk bitkisi insanlık açısından, yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla üretici ülkeler açısından büyük ekonomik öneme sahiptir. Artan nüfus, doğal elyafa olan ilginin giderek artması ve yaşam standardının yükselmesi, pamuk bitkisine olan talebi de artırmaktadır¹. Pamuk elyafına artan taleple birlikte kaliteli üretim talebi de artmıştır. Pamuk lifinden beklenen kalite, lif uzunluğuna, olgunluğuna, inceliğine rengine, mukavemetine ve içerdiği yabancı maddeye bağlıdır². Lif kalitesi ve tekstil üretim prosesleri için çok önemli olan parametrelerden biri pamuktaki olgunluk, lif çeperine bağlı olarak sekonder hücre kalınlığı olarak ifade edilebilir³. Benzer uzunluk ve çepere sahip pamuklar arasında olgun olanlar (kalın duvarlı olanlar), olgun olmayan (ince duvar) pamuklara göre daha az neps oluşturur, daha parlak ve daha derin tonda boyama etkisi gösterirler. Olgun olmayan pamuklar; proses sırasında kolaylıkla kırılır, neps eğilimlidir, etraflarındaki yaprak gibi atık parçacıklarıyla daha kolay karıştıklarından temizlikleri daha zordur, pamuk lifinin duvar kalınlığı ve çeperi değiştiğinden istenen tonda boyanamazlar. lif olgunluğu en iyi olarak, duvar kalınlığının derecesini gösteren oran veya ortalama yüzde terimleri ile karakterize edilir⁴. Bu yüzden, en iyi boyama prosesi için lif olgunluğunun bilinmesi gerekir ki, proses kontrolü sağlanabilsin⁵.

DENEYSEL

Malzeme

Bu çalışmada atkısı %100 pamuk, çözgüsü floş olan bezayağı doku yapısında üretilip reaktif boyarmadde ile halat halinde atmosfer şartlarında boyama işlemine tabi tutulan dokuma kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşlar son terbiye işlemini gördükten sonra konfeksiyonda kesim işlemine tabi tutulmuş ve akabinde nakış işlemi uygulanmıştır. Konfeksiyonda kumaş parçaları birleştirildiğinde parçalar arası renk

tonundaki farklılık gözle görüldükten sonra çalışma başlatılmıştır.

Yöntem

Çalışmada bu tip bir hatanın kök analizinde yapıldığından söz konusu hataya neden olabilecek tüm faktörler balık kılçığı metoduna göre belirlenmiştir. Hangi faktörün etkili olduğunun tespit edilmesine yönelik test ve analizlerde belirlendikten sonra çalışma başlatılmıştır. Her bir faktörün dedekte edilmesini sağlayan etki özelliğinin tespiti metodoloji kapsamında yürütülen analizler ile yapılmıştır.

Tablo 1. Uygulanan laboratuvar çalışmaları

Uygulanan test ve analizler	Metot adı ve numarası	Uygulanma amacı
Atkı İplik kopma mukavemeti	(A) TS 245 EN ISO 2062	Kumaş boy yönünde farklılığın olması nedeniyle atkı iplik farklılığının tespit edilmesi
Ekstraksiyon (pridin ve hidrosülfit)	In house	İpliği oluşturan lif renk farklılığının olup olmadığının belirlenmesi için reaktif boyanın sökülmesi
Renk ölçümü	In house	Renk koordinatlarında renk ton farkını oluşturan koordinat değişikliğin belirlenmesi
Olgunluk	Mikroskop ile	Olgunluk tespiti
Görüntü alma	Mikroskop+ fotoğraf makinesi	Renk ton farklılığının fotoğraflanması Lif kesit ve boyuna görünümü
İplik doğrusal yoğunluğu	(A) TS 244 EN ISO 2060	Kumaş boy yönünde farklılığın olması nedeniyle atkı iplik farklılığının tespit edilmesi
Kimyasal hasar tayini	In house	Kimyasal hasar olup olmadığının belirlenmesi, kimyasal hasar uğrayan pamuk lifinin renginin değişmesi nedeniyle
pH	ISO 3071	Renk değişimine neden olabilecek pH farklılığının tespiti için
Her bir iplik sisteminin yalnız bırakılması	in house	Renk farklılığının hangi iplik sisteminde olduğunun belirlenmesi

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Laboratuvar çalışmasında Tablo 1'de verilen test ve analizler uygulanmıştır. Tets ve analizler sonucunda kumaşın koyu ve açık her iki bölgesinde de kimyasal hasar olmadığı, atkı iplik özellikleri ile çözgü kumaş özelliklerinin aynı olduğu belirlenmiştir.

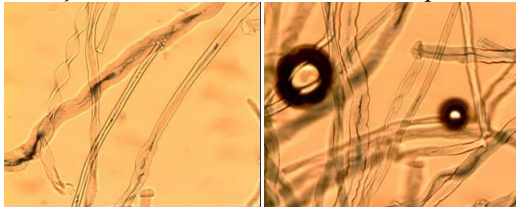
Tablo 2. Renk koordinatları

	L	a	b
Açık bölge	16	-2,1	-9
Koyu bölge	14,9	-1,4	-8,1
Renk tonu değişimi (açığa göre koyunun durumu)	Daha koyu	Daha kırmızı	Daha sarı
Açık bölge-renk giderimi sonrası	72,1	0,3	8,1
Koyu bölge- renk giderimi sonrası	71,7	0,1	7,2
Renk tonu değişimi (açığa göre koyunun durumu)	Daha koyu	Daha yeşil	Daha mavi
Pamuk-Açık bölge	16,9	-3,1	-8,2
Pamuk-Koyu bölge	16,4	-2,75	-7,2
Renk tonu değişimi (açığa göre koyunun durumu)	Daha koyu	Daha kırmızı	Daha sarı

hem boyalı kumaşa hem boya söküldükten sonraki beyaz renkli kumaşa hemde çözgüsü giderildikten sonra kalan atkı iplikleri arasında ton farkının oluşmuş olduğu Tablo 2'den ve Şekil 2,3'den görülmekte olup, söz konusu farklılığın daha kızıl bölgeye kayma şeklinde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Renk farkı derecesinin tespiti



Şekil 2. Pamuk lifinin boyuna görünümü

GENEL SONUÇLAR

Yapılan araştırma verileri doğrultusunda;

- Yaklaşık 2 metrelik kumaşın çözgü yönünde katlanarak kumaş uçlarının birbirine yaklaştırıldığında kumaş uçlarından birinin kırmızı tona kayacak şekilde daha koyu görüldüğü (Şekil 1),
- Her iki kumaş ucunun ΔE 'sinin 1,6 olduğu ve koyu görünen bölgenin açık görünen bölgeye göre daha kırmızı olduğu,
- Kumaş renginin bazik ortamda indirgen yıkama ile giderilmesinden sonra kızılımsı ton farklılığının hafiflemesine rağmen devam ettiği,
- Floş ipliklerde ton farklılığı oluşmaz iken, pamuk ipliklerinde ton farklılığının olduğu (Tablo 2),
- her iki bölgedeki pamuk lifi olgunluk oranlarının birbirine yakın değerlerde ve çok düşük olduğu, yakalşın %32 civarı
- Olgunluk oranının düşük olması nedeniyle iplik boya alım özelliklerinin değişkenlik gösterdiği ve düzensiz boyamaya sebep olduğu⁶,
- Olgun lif - olgun olmayan lif ayrımında kırmızı ve yeşil boya testi uygulandığı⁸, ölü pamukların kırmızı, olgunların ise yeşil renk alması nendiyle kumaşın ton farklılığı gösterdiği,
- Hem açık hem koyu bölgedeki pamuk elyaflarının lif boyu yönünde yapısal bozukluklar içerdiği (Şekil 2) verileri elde edilmiştir.

Bu veriler doğrultusunda söz konusu hatanın; selüloz tabakası iyi gelişmemiş, ince duvarlı pamuk elyafından üretilmiş ipliklerin yeşil ve kırmızı renklere farklı ilgi göstermesinin neden olduğu tespiti yapılmıştır.

KAYNAKLAR

1. " Türkiye'de pamuk üretimi ve sorunları", Genç O., Özudoğlu T., Kaynak M.A. Yılmaz A., Ören N., <http://www.zmo.org.tr>, 2005.
2. Adel G., Faten F.a, Radhia A., 2011, "Assessing Cotton Fiber Maturity and fineness by Image Analysis", Journal of Engineered Fibers and Fabrics, Vol.6,Issue2, 50-60
3. Paudel Dev R. , Hequet E.F., Abidi N., " Evaluation of cotton fiber maturity measurements", Industrial Crops and Products, Volume 45, February 2013, P 435-441
4. ISO 4912, "Textiles-Cotton fibres- Evaluation of maturity- Microscopic method
5. Boylston E.K., Thibodeaux D., Evans J.P., "Applying microscopy to the development of a reference method for cotton fiber maturity", Text. Res. J., 63 1993, 80-87
6. Sitra Norms for spinning mills, 2004, Coimbatore, Hindistan
7. Uster istatistikleri-2007
8. Yıldırım K., Standard test methods for identification of cotton fiber and statistical analyses of test, UNIDO workshop, TÜBİTAK-BUTAL, 22.10-02.11.2007

Poli(etilen glikol) metiletermetakrilat Komonomeri Kullanılarak Poliakrilonitril'in Islatılabilirliğinin Artırılması

DAMLIOĞLU, Yasemin, ALKAN, Cemil
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Kimya Bölümü, 60240 Tokat
jasmin9214@hotmail.com

AMAÇLAR

Islanabilirlik elyaf özelliği taşıyan materyallerin temel ve uygulamaya dönük olan en önemli özelliği olarak bilinmektedir. Islanabilirlik tekstil lifleri için konfor özelliği anlamına gelmektedir. Ancak konfor özelliğinin yanında asıl önemli olan elyaf olabilen materyallerin boyanabilirliği doğrudan ıslanabilirlikle alakalı olmasıdır. Bu çalışmada akrilik lifin ıslanabilirliğinin hidrofilik özelliği artıracağı düşünülen bazı monomerlerin polimerizasyona dahil edilmesi ile artırılmaya çalışılmıştır.

GİRİŞ

PAN liflerin uygulamalarına ait en önemli özellik olan ve üzerine en fazla araştırma yapılan konuların başında ıslanabilirlik başka bir deyişle nem çekme özelliğinin geliştirilmesi gelmektedir. Bu çalışmada lif ıslanabilirliğinin elyaf özelliklerine zarar vermeden geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple, bilinen alternatif yöntemlere göre daha iyi sonuçlar elde edebilmek için poliakrilonitril polimeri akrilonitrilin polietilen glikol metileter metakrilat monomeri ile 1,25 2,50 ve 3,75 kütlece oranında birlikte polimerleştirilmesi ile elde edilmiştir. Literatüre göre bu tip kopolimerler su geçişine izin veren membranların yapımı için değerlendirilmiştir¹.

DENEYSEL

Malzemeler

Bu çalışmada akrilonitril (AN), polietilen glikol metileter akrilat (PEGmea) monomerleri, amonyum persülfat (APS), sodyum metabisülfat (MBS), demir sülfat hepta hidrat redoks başlatıcıları kullanılmıştır.

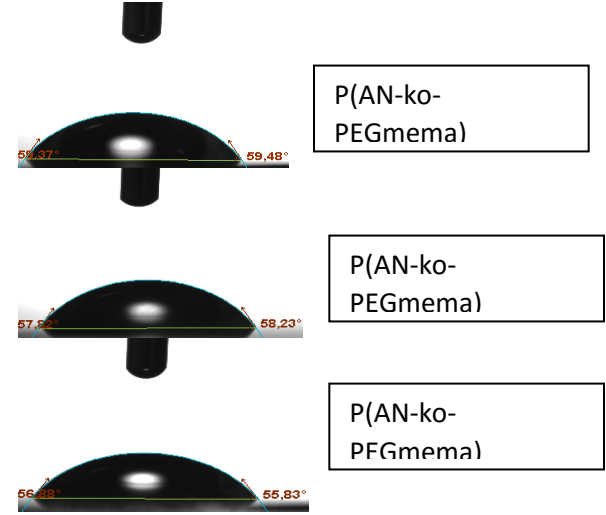
Yöntem

Bu çalışmada, polimerizasyon cam ceketli reaktörde sabit sıcaklıkta, belli bir hızda mekanik karıştırıcı ile karıştırılan reaktörde 3 saat boyunca sürdürülmüştür. Sentez sona erdikten sonra elde edilen polimer vakum altında deiyonize su ile yıkanarak süzüldü.

DENEYSEL SONUÇLAR ve TARTIŞMA

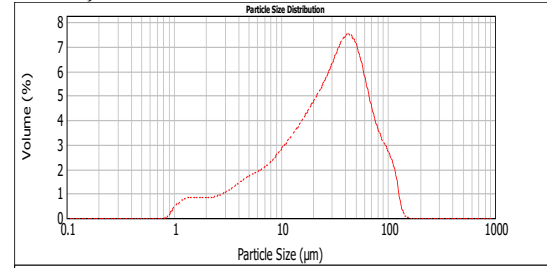
Farklı oranlarda PEGmema komonomeri içeren P(AN-ko-PEGmema) polimerlerinin su damlatılarak elde edilen temas açısı ölçüm cihazı ile alınan görüntüleri verilmiştir. Yapılan temas açısı ölçümlerinde PEGmea komonomeri oranı arttıkça temas açısının azaldığı Şekil 1.'de ıslanabilirliğinin

arttığı görülmüştür.



Şekil 1. Farklı oranlardaki P(AN-ko-PEGmema)'ın temas açısı değerleri

Sentezlenen tüm kopolimerlerin parçacık dağılımları ŞEKİL 2.'de hacimsel olarak mm boyutunda irdelenmiştir. Tablo 1.'de tablo olarak sonuçlar verilmiştir.



Şekil 2. P(AN-ko-PEGmema) parçacık dağılım grafiği

Polimerler	D(0.1) (µm)	D(0.5) (µm)	D(0.9) (µm)	D(0,01) %
P(AN-ko-PEGmema) (%98,75,1,25)	1.18	3.7	22.9	57.3
P(AN-ko-PEGmema) (%97,50-2,5)	1.23	4.8	29.0	74.2
P(AN-ko-PEGmema) (%96,25-3,75)	1.21	4.0	22.8	62.3

Tablo 1.Parçacık dağılım grafiği

Sentezlenen P(AN-ko-PEGmema) kopolimer serisine ait yüzey enerjisi değerleri Tablo 2.'de verilmiştir. PEGmema komonomer miktarı arttıkça polimerlerin ıslanabilirliği ve ıslanabilirliğe paralel olarak da yüzey enerjisinin arttığı görülmüştür.

Sentezlenen kopolimer	Metot	γ_{tot} [mN/m]	γ_d [mN/m]	γ_p [mN/m]	Sqrt (γ^+)	Sqrt (γ^-)
P(AN-ko-PEGmema) (%98.75-1.25)	Acid-Base	49,0	36,6	12,4	1,84	3,4
	Equation of State	46,2	46,2	-	-	-
	OWRK/Fowkes	50,5	37,0	13,5	-	-
	Zisman	53,4	35,9	17,5	-	-
P(AN-ko-PEGmema) (%97.50-2.50)	Acid-Base	50,6	38,5	12,1	1,6	3,9
	Equation of State	47,4	47,4	-	-	-
	OWRK/Fowkes	52,0	37,7	14,3	-	-
	Zisman	54,9	36,4	18,5	-	-
P(AN-ko-PEGmema) (%96.25-3.75)	Acid-Base	51,2	40,4	10,8	1,53	3,5
	Equation of State	47,5	47,5	-	-	-
	OWRK/Fowkes	52,3	39,9	12,4	-	-
	Zisman	55,2	38,3	16,9	-	-

Tablo 2. Farklı oranlardaki P(AN-ko-PEGmema) yüzey enerjisi

Bu çalışmamızda mekanik özellik incelememizin sebebi, üretilen polimerin sertliği, elastikiyeti ve elastikiyet sonunda tersinirliği (geri kazanımı) sonuçlarının ne şekilde olduğunu incelemek için yapılmaktadır. Tablo 3'de verilmiştir.

ER (GPa) :Elastik modülü, H (GPa):Sertliği değeri Pmax: Uygulanan yük değerlerini göstermektedir.

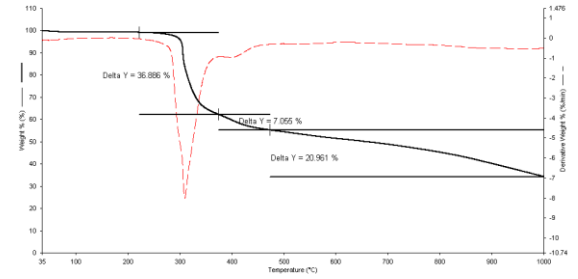
KAYNAKLAR

[1] T. K. Mandal, Eur. J. Pharm. Biopharm. **50**, 337 (2000).

	P(AN-ko-PEGmema) (%98.75-1.25)	P(AN-ko-PEGmema) (%97.50-2.50)	P(AN-ko-PEGmema) (%96.25-3.75)
hc(nm)	48,51	56,80	56,70
Pmax(μ N)	21,32	33,93	39,60
S (μ N/nm)	0,37	0,72	0,77
hmax(nm)	863,48	913,36	727,99
heff(nm)	961,27	960,31	916,34
Er (GPa)	0,86	1,38	1,43
H (GPa)	0,18	0,20	0,19

Tablo 3. Farklı oranlardaki P(AN-ko-PEGmema) yüzey enerjisi

Sentezlenen P(AN-ko-PEGmema) kopolimerlerinin termogravimetrik analiz sonuçları Şekil 3.'te ayrıntılı olarak verilmiştir. P(AN-ko-PEGmema) (%96.25-3.75) kopolimerinde 247-372°C'de başlayan ve polimerin % 36,886'sinin bozunduğu birinci bozunma basamağı, 372-477°C'de görülen ve polimerin %7,055'inin bozunduğu ikinci bozunma basamağı ve 477-1000°C'de görülen ve polimerin %20,961'inin bozunduğu üçüncü bozunma basamağı izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar sentezlenen polimerlerin yüksek sıcaklıklara kadar termal karalı olduğunu göstermiştir.



Şekil 3. P(AN-ko-PEGmema) (%96.25-3.75) yüzey enerjisi

GENEL SONUÇLAR

Çalışmamızda yaptığımız analiz sonuçlarından PEGmema komonomer oranı arttıkça sentezlenen P(AN-ko-PEGmema) polimerinin boyanabilirliği, buna paralel olarak da ıslanabilirliği arttığı görülmüştür. Islanabilirlik için diğer bir önemli parametre olan yüzey enerjisi film kaplı yüzeylere su, etilen glikol, formamid ve diiyoda metan gibi sıvıların temas açısı değerleri ölçülerek farklı ampirik eşitliklere göre irdelenmiştir. Serbest yüzey enerjisi ölçümleri temas açısı ölçümlerini desteklemiştir.

Poliakrilonitril Polimerlerde Hidrofilik Komonomerin İslanabilirliğe Etkisi

KAHRAMAN DÖĞÜŞCÜ, Derya, ALKAN, Cemil
Gaziosmapaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 60240 Tokat
cemil.alkan@gop.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada akrilik liflerin düşük nem çekme özelliğini geliştirmek ve polimerin ıslanabilirliğini arttırmak için akrilonitril monomeri hidrofilik özellikteki komonomerlerle polimerleştirilerek polimerlerin ıslanabilirliğini değişimi incelenmiştir.

GİRİŞ

Akrilik elyaf; yapay elyaflar arasında yüne en çok benzeyen elyaftır. ISO (Uluslararası Standartlar Organizasyonu) ve BISFA (Uluslararası Sentetik Elyaf Standardizasyon Bürosu) tanımlarına göre kimyasal yapısında en az % 85 oranında akrilonitril içeren elyaflar akrilik elyaf olarak adlandırılırlar. Akrilik elyaflar akrilonitril monomeri ile bir komonomerin oluşturduğu polimerden elde edilir. Önceleri % 100 akrilonitrilin polimerizasyonu ile üretilen akrilik elyaf, sert ve kırılgan ve boyanması zor olduğu için, ikinci bir monomer ilavesiyle kopolimere dönüştürülmüş ve özellikleri tekstilde kullanıma uygun hale getirilmiştir. 1944 yılında ilk olarak Dupont firması tarafından Orlon ticari ismi altında üretilen akrilik lifler o günden bu güne büyük gelişme göstererek dünyada en fazla kullanılan dördüncü sentetik lif haline gelmiştir. Ülkemizde polyesterden sonra en fazla kullanılan lif akrilik lifler

Fakat bir tekstil malzemesi olarak düşük nem çekme ve zayıf elektrostatik özellikleri akrilik lifin konfor özelliğini ciddi biçimde etkilemekte ve dolayısı ile uygulama alanlarını kısıtlamaktadır. Düşük nem çekme ve zayıf elektrostatik özellikleri akrilik lifin ıslanabilirliğini etkilemektedir. İslanabilirlik elyaf özelliği taşıyan materyallerin temel ve uygulamaya dönük olan en önemli özelliği olarak bilinmektedir. Çünkü ıslanabilirlik elyaf için su emici özelliğin yanında boyanabilirlik anlamına da gelmektedir^{1,2}.

Bu çalışmada akrilik lifin ıslanabilirliğin arttırmak için hidrofilik özelliğe sahip olan beş farklı komonomer (akrilik asit (AA), metakrilik asit (MA), vinil asetat (VA), 2-hidroksi etil akrilat (2-HEA) ve 2-hidroksi etil metakrilat (2-HEMA)) akrilonitril ile birlikte polimerizasyon sistemine belli oranlarda katılarak kopolimerleştirilmiştir. Sentezlenen kopolimerler film haline getirildikten sonra temas açıları ve yüzey serbest enerjileri poli(akrilonitril), P(AN), homopolimeri ile karşılaştırarak incelenmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

Çalışmada AN ile birlikte farklı oranlarda AA, MA, VA, 2-HEA, 2-HEMA monomerleri ve amonyum persülfat, sodyum metabisülfid, demir sülfat hepta hidrat redoks başlatıcıları kullanılmıştır.

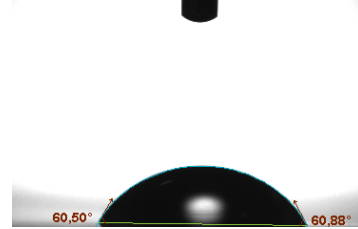
Yöntem

Amonyum persülfat, sodyum metabisülfid, demir sülfat hepta hidrat redoks başlatıcıları ile AN ve hidrofilik özellikteki komonomerden herbiri mekanik karıştırıcı cam ceket sisteminde 63°C'de AN ile birlikte polimerleştirilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Polimerlerin ıslanabilirlik değerlerinin belirlenebilmesi için sentezlenen kopolimerler Laurell Spin Coater marka dönel kaplama cihazı ile bir cam yüzey üzerinde kaplanarak ince film haline getirilmiştir.

Sentezlenen polimerlerin temas açıları yüzeye deiyonize su damlatılarak (0.75 µl) Attension Theta Lite marka temas açısı ölçüm cihazı ile cihazı gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de P(AN) homopolimerinin temas açısı görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1. P(AN) polimerinin temas açısı görüntüleri

Çizelge 1'de beş farklı komonomer oranında sentezlenen polimerlerinin temas açıları tablo halinde verilmiştir. Sentezlenen kopolimerlerin temas açıları P(AN) polimerinin temas açısından daha düşüktür. Kopolimerler içerisindeki hidrofilik komonomerinin miktarı arttıkça elde edilen temas açısı değerlerinin daha da düştüğü görülmüştür. Temas açısının düşmesi polimerlerin ıslanabilirliğinin arttığı göstermektedir.

Çizelge 1. Akrilonil polimerlerinin temas açıları

Polimerler	Temas açısı (sol)	Temas açısı (sağ)	Temas açısı (ort)
P(AN)	60.50	60.88	60.69
P(AN-ko-AA) (%97.5-%2.5)	55.67	55.40	55.53
P(AN-ko-AA) (%95-%5)	50.42	50.47	50.45
P(AN-ko-AA) (%92.5-%7.5)	47.94	48.50	48.22
P(AN-ko-AA) (%90-%10)	46.06	46.06	46.06
P(AN-ko-AA) (%87.5-%12.5)	39.26	40.28	39.77
P(AN-ko-MA) (%97.5-%2.5)	56.76	56.13	56.45
P(AN-ko-MA) (%95-%5)	53.58	53.72	53.65
P(AN-ko-MA) (%92.5-%7.5)	57.11	50.24	53.68
P(AN-ko-MA) (%90-%10)	43.71	46.30	45.01
P(AN-ko-MA) (%87.5-%12.5)	41.27	44.21	42.74
P(AN-ko-VA) (%97.5-%2.5)	59.85	60.55	60.19
P(AN-ko-VA) (%95-%5)	58.42	56.75	57.58
P(AN-ko-VA) (%92.5-%7.5)	55.73	57.81	56.77
P(AN-ko-VA) (%90-%10)	52.77	53.12	52.94
P(AN-ko-VA) (%87.5-%12.5)	46.63	47.73	47.18
P(AN-ko-2-HEA) (%97.5-%2.5)	59.28	59.14	59.21
P(AN-ko-2-HEA) (%95-%5)	56.89	57.06	56.98
P(AN-ko-2-HEA) (%92.5-%7.5)	54.92	55.25	55.09
P(AN-ko-2-HEA) (%90-%10)	51.25	51.67	51.46
P(AN-ko-2-HEA) (%87.5-%12.5)	47.99	46.65	47.32

P(AN-ko-2-HEMA) (%97.5-%2.5)	58.62	58.63	58.63
P(AN-ko-2-HEMA) (%95-%5)	56.69	56.46	56.58
P(AN-ko-2-HEMA) (%92.5-%7.5)	53.44	53.82	53.63
P(AN-ko-2-HEMA) (%90-%10)	49.30	49.43	49.37
P(AN-ko-2-HEMA) (%87.5-%12.5)	43.14	47.57	45.36

Yüzey enerjisinin belirlenmesi için su, etilen glikol, formamid ve diiyoda metatan sıvılarının temas açıları ölçülmüş ve farklı ampirik eşitliklere göre yüzey serbest enerjisi değerleri hesaplanmıştır. Sentezlenen polimerler içerisindeki hidrofilik komonomerinin miktarının artışına paralel olarak yüzey serbest enerjilerinin her birinin arttığı görülmektedir. Yüzey serbest enerjisinin artması polimerlerin ıslanabilirliğinin arttığı göstermektedir.

Çizelge 2. Akrilonil polimerlerinin yüzey enerjileri

Polimerler	Metot	γ_{tot} [mN/m]	γ_d [mN/m]	γ_p [mN/m]
P(AN)	Asit-Baz	46.72	33.90	12.81
	Hal Eşitliği	44.52	44.52	---
	OWRK/Fowkes	48.22	34.31	13.90
	Wu	51.17	33.70	17.47
	Zisman	31.56	---	---
P(AN-ko-AA) (%87.5-%12.5)	Asit-Baz	46.09	39.22	6.87
	Hal Eşitliği	48.73	48.73	---
	OWRK/Fowkes	54.31	34.06	20.25
	Wu	57.92	32.59	25.33
	Zisman	-121.90	---	---
P(AN-ko-MA) (%87.5-%12.5)	Asit-Baz	49.42	40.06	9.36
	Hal Eşitliği	49.42	49.42	---
	OWRK/Fowkes	54.90	35.93	18.97
	Wu	58.25	34.37	23.88
	Zisman	12.31	---	---

P(AN-ko-VA) (%87.5- %12.5)	Asit-Baz	49.72	42.73	6.99
	Hal Eşitliği	48.96	48.96	---
	OWRK/ Fowkes	54.90	35.93	18.97
	Wu	58.25	34.37	23.88
	Zisman	12.31	---	---
P(AN-ko-2-HEA) (%87.5- %12.5)	Asit-Baz	49.94	39.97	9.97
	Hal Eşitliği	48.52	48.52	---
	OWRK/ Fowkes	53.65	36.69	16.97
	Wu	56.82	35.14	21.67
	Zisman	23.27	---	---
P(AN-ko-2-HEMA) (%87.5- %12.5)	Asit-Baz	50.07	40.87	9.20
	Hal Eşitliği	49.27	49.27	---
	OWRK/ Fowkes	54.55	37.07	17.48
	Wu	57.76	35.35	22.41

	Zisman	26.89	---	---
--	---------------	-------	-----	-----

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada P(AN) polimerinin ıslanabilirliğinin artırılması için farklı oranlarda komonomer içeren kopolimerlerin sentezi ve karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kopolimerlerdeki hidrofilik komonomer miktarının artışına paralel olarak kopolimerlerin temas açısı değerleri düşerken, yüzey serbest enerjileri yükselmiştir yani sentezlenen kopolimerlerin ıslanabilirlikleri artmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleştirilmesine 0019. STZ.2013-1 numaralı SANTEZ projesi ile destek sağlayan Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığına ve Akso Akrilik Kimya A.Ş'ye teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKLAR

1. “Akrilik İplik Üretimi”. Gaziantep Üniversitesi <http://www1.gantep.edu.tr/~akrilik/pdf/AkrilikElyafi.pdf> Son erişim tarihi: 12 Nisan 2016.
2. Güleç, H.A. 2004. “Plazma polimerizasyonu ile modifiye yüzeylerde ıslanabilirlik ve yüzey enerjisinin ölçümü” Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dispers Boyamada Direkt Boya Takibinde Görülen Ölçüm Hataları ve Boya Çekim Eğrisi Üzerine Etkisi

GUNAY, Melih
Akdeniz Üniversitesi
mgunay@akdeniz.edu.tr

AMAÇLAR

Boya takip sistemleri iki temel prensibe göre çalışır. Bunlar boyaların doğrudan spektrofotometre ile ölçülmesine veya onların bir çözelti ile karıştırılarak birlikte ölçülmesi esasına dayanır. Bu çalışmada ölçüm sonuçlarının bu iki metoda göre nasıl değiştiği irdelenecektir.

GİRİŞ

Son yıllarda giderek artan rekabet koşullarının tekstil üreticileri üzerinde yarattığı baskı, işletmelerin kaliteden ödün vermeden satış fiyatlarını aşağıya çekmeye mecbur bırakmıştır. İlk prototip sistemleri¹ 1990'lı yıllarda geliştirilmeye başlayan ve 2000'li yılların ortalarına doğru spektrofotometre ve bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelerle^{2,3,5} boya takip sistemi kullanımı yaygınlaşmış ve bunlar boyamada pek çok optimizasyonun mümkün olduğunu göstermiştir. Mevcut boya takip sistemleri, FIA (Flow Injection Analysis) ve direkt olmak üzere 2 prensibe göre çalışmaktadır. Spektrofotometre kullanılarak boya konsantrasyonu belirlemede karşılaşılan sorunlar ve limitasyonlar hem teorik hemde pratik olarak daha önce yapılan çalışmada detaylarıyla açıklanmıştır⁴. Bahsedilen limitasyonlar sadece FIA için olmayıp direkt boyama takibi içinde geçerli olup, en genel haliyle sorunlar; Ölçümlerin tekrarlamamasından, Boyanın bileşenlerinin homojen olmamasından (spektral morphing denilebilir), spektral olarak toplanamamasından, ve boyaların karışımında birbirinden bağımsız olmayıp birbirini etkilemesinden kaynaklanabilir. Bunlardan özellikle spektral morphing boyanın homojen olmadığı durumlarda tek bir boyanın bileşenlerinin farklı oranlarda kumaşa ilerlemesi sonucu görülür. Fakat detayları açıklanan bu çalışmada kumaşın olmadığı bir durumda dahi spektrumun sıcaklığa bağlı olarak değişebildiği görülmüştür (Şekil 2). Bu yüzden dispers boyamada boya miktarlarının tespitinde, alınan numunenin standard koşullara getirilip ölçümün yapılması elzemdir. Aksi halde boyama takip sistemlerinden direkt boyama takibi esasına göre çalışan sistemin Şekil 3 de gösterildiği gibi çekim eğrisi elde edilecektir. Bu sorun daha öncede gözlenmiş olsa, kaynağıyla ilgili bir yorum yapılmamıştır⁵. Bu çalışmada direkt boyamada karşılaşılan bu sorunun nedeni tartışılıp, neden FIA boya takip sisteminde görülmediği açıklanmıştır.

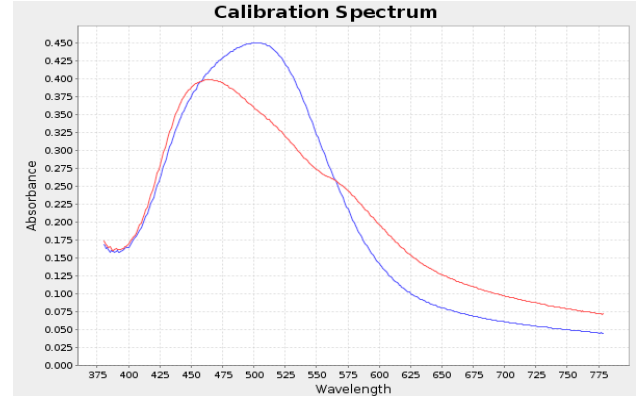
DENEYSEL

Malzeme

Bu çalışmada kullanılan Polyester reçete boyaları Dispers sınıfında olup Dianix Navy Blue, Yellow ve Red olarak Dyestardan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan FIA çözücüsünde kullanılan karışım esasen Aseton esaslı olup (%65) kalan miktar (%35) oranında sudur. Çözeltiye Ph 4 olmak üzere az miktarda asitik asit de ilave edilmiştir.

Yöntem

Bu çalışmada Dispers boyalarda spektrofotometrik ölçüm stabilitesi ve doğruluğu FIA ve Direkt boyama için boyama ve öncesi şartlarında birbiriyle karşılaştırılmıştır. Boyama öncesi şartlarda tek bir boya için ölçüm yapılırken, boyama sırasında boya kombinasyonunun hem absorbans spektrofotometresi hemde bağımsız boya konsantrasyonları ölçülmüştür.

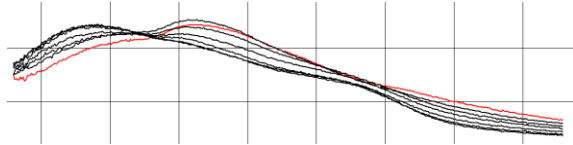


Şekil 1. Direkt ve FIA esaslı ölçüm spektrallerinin karşılaştırılması.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Şekil 1 Direkt ve FIA esaslı absorbans spektroskopisinin görünür dalga boylarındaki ölçümlerini göstermektedir. Bu grafikte Mavi Renk FIA metoduyla ölçümü gösterirken, Kırmızı renkli çizgi Direkt yöntemle elde edilen Absorbans ölçümlerini göstermektedir. Her ne kadar grafikler birbirine yakın olsada, FIA ile yapılan ölçüm daha belirgin bir zirve göstermiştir. Sinyaldeki bu netlik özellikle karışım halindeki boyamada yine bu çalışmada gösterileceği üzere daha doğru konsantrasyon tahminine sebep olacaktır.

Şekil 2 deki deneyde ise kumaşın olmadığı bir durumda karışım dispers boyaların normal prosedüre göre boyama simulasyonunu göstermektedir. Boyamada kumaş varlığında boyalar kumaşa bağlanırken, kumaşın olmadığı durumda boya miktarlarında herhangi bir değişim olmaması beklenmektedir. Dolayısıyla, ölçülen absorbins spektrofotometresi prosedürden veya sıcaklıktan bağımsız olarak her durumda aynı sonucu vermesi beklenmektedir. Bu beklenti FIA esaslı ölçümde gerçekleşirken, Şekil 2 deki direk absorbins ölçümlerinde, görünür dalga boylarında sıcaklığa bağlı değiştiği gözlenmiştir.



Şekil 2. Direk yönteme göre elde edilen absorbins spektrallerinin boya sırasındaki değişimleri.

Bu değişimin FIA ile yapılan absorbins ölçümlerinde görülmemesinin sebebi olarak ise, FIA metodunda kullanılan çözücünün bir tampon görevi yaparak ölçüm haznesindeki numunenin her zaman aynı normalleştirilmiş şartlarda ölçümlerinin yapılmasından kaynaklandığı kanaatine varılmıştır.

GENEL SONUÇLAR

Absorbans spektrumun Direk metotla yapılan ölçümde Şekil 2 deki gibi bir değişime uğramasının, daha sonraki aşamada gerçek zamanda Boya takip sistemin boyaların bağımsız konsantrasyonunun tahminin yanlış olmasına sebep olmaktadır. Şekil 3, boya konsantrasyonunun her bir boya için zamanla (dolayısıyla sıcaklıkla) değişimini göstermektedir. Gerçekte kazandaki boya miktarlarının zamanla azalması beklenir. Çünkü boyama sırasında boyanın eklenmediği durumda hiç bir boyanın kazandaki miktarı artamaz. Aynı boya koşullarında, FIA tabanlı direk boya takibi yapıldığında boyaların bağımsız konsantrasyonlarının düzenli olarak tüm boyalar için beklendiği üzere azaldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak FIA tabanlı spektrom ölçümü çok daha doğru ve tutarlı netice vermektedir.

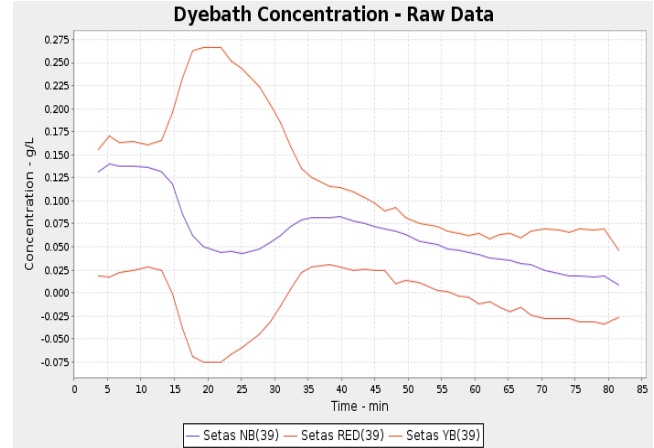
SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Bu çalışma 2 boya firmasından elde edilen 3 farklı tonda toplam 6 boya ile yapılmıştır ve sonuçların genel sonuçlarda açıklandığı gibi tekrar ettiği teyit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan FIA çözeltisinin formülasyonu büyük ölçüde deneyim ile belirlenmiştir. Esasen bu çalışmanın devamında bu çözelti için formülasyon daha sistematik bir yaklaşımla belirlenecektir. Bunların yanında direk

boyamada görülen bu absorbins değişiminde sıcaklığın etkisi daha detaylı çalışarak, boyaların boyama sıcaklıkları üzerine etkisi araştırılacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Yazar bu projenin gerçekleşmesi için verdiği maddi desteklerden dolayı Akdeniz Üniversitesi, BAP ve TUBITAK 2232 programına teşekkür eder. Ayrıca, çalışmaların gerçekleşmesinde ortam, malzeme ve zaman ayıran Durak Tekstil ve çalışanlarında yazar teşekkürlerini buradan iletir.



Şekil 3. Direk boya takip yöntemine göre boya konsantrasyonlarının zamanla boyama sırasındaki ölçümleri.

KAYNAKLAR

1. Maddera T., 1990, "Development of a real time data acquisition system for batch dyeing", Master's thesis, North Carolina State University.
2. Shamey R., Nobbs J. H., 2000, "The use of colorimetry in the control of dyeing machinery", *Textile Chemist and Colorist and American Dyestuff Reporter*, 32(2):47.
3. HueMetrix Inc., 2010, Raleigh, NC, USA, *HueMetrix Dye-It-Right User Instrument Manual*.
4. Günay M., Jasper W., 2010, "Limitations in predicting dyebath exhaustion using optical spectroscopy", *Coloration Technology*, 126(3).
5. Martin Fems-Comelo, Matthew Clarka and Steve Parker, 2005, Optimisation of the disperse dyeing process using dyebath analysis, *Coloration Technology*, 121-5 p. 255-257.

Polimetilmetakrilat Küreler İle Tekstil Yüzeylerinin Renklendirilmesi

YAVUZ, Gönül¹, SEVENTEKİN, Necdet²

¹Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği

²Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi

yavuz.gonul@gmail.com

AMAÇLAR

Doğada canlılar renklerini iki şekilde sağlamaktadırlar. Bu çalışmada, doğadaki örnekler incelenerek nanofotonik polimetilmetakrilat (PMMA) küreler kullanılarak tekstil materyallerinin yüzey ve renklendirme özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Doğada canlılar renklerini pigment maddeleriyle ya da yapısal renklendirmeye sağlamaktadırlar. Yapısal renklendirme, pigmente sahip olmadan yüzeylerin renkli görülmesidir. Doğada tavus kuşunun tüyleri, deniz faresinin dikenleri ve Morpho kelebeği gibi bazı kelebek türlerinin kanatları incelendiğinde, renklerin pigmentler aracılığıyla değil fotonik kristallerle ışığın kırılması, saçılması ve girişim yapması sonucu oluştuğu anlaşılmaktadır.

Tekstil boyacılığı ve baskıcılığında renklendirme boyarmaddeler aracılığıyla yapılmaktadır. Bu şekilde yapılan renklendirmelerde, enerji yönetimi ve çevre kirliliği konularında yaşanan olumsuzluklar nedeniyle alternatif yöntemler araştırılmaktadır. Bu aşamada, yapısal renklendirme önemli bir alternatif olarak ön plana çıkmaktadır. Yapısal renklendirmeye sahip maddeler, diğerlerinden daha parlak ve canlı renklere sahiptirler. Bu yöntem ile, herhangi bir boyama işlemi söz konusu olmadığı için su ve enerji tasarrufu sağlanması ve çevreye çok daha az zarar vermesi beklenmektedir. Bu nedenle tekstil yüzeylerinin modifikasyonunda ve renklendirilmesinde yeni bir yöntem olarak yapısal renklendirmenin kullanılması ile ilgili çalışmalara başlanılmıştır.

DENEYSEL

Malzeme

% 100 pamuk kumaşları PMMA küreleri ile kaplanmıştır. Bağlayıcı olarak, polisiloksan, çapraz bağlayıcı, sol-gel ve nanopolüüretan kullanılmıştır.

YÖNTEM

Çalışmada 500-400 nm büyüklüğünde, yüzey merkezli kübik yapıda PMMA küreler üretilmiştir.

Pamuklu kumaş yüzeyi, üretilen PMMA küreler ile deep coating yöntemine göre polisiloksan, çapraz bağlayıcı, sol-gel ve nanopolüüretan ile kaplanmıştır.

PEG ile kaplama: Kumaşlar %3 PEG ve % 10 PMMA çözeltileri 1:1 oranında karıştırılmış ve kumaşlara AF 80 olacak şekilde emdirilmiştir.

Kumaşa önce %3 PEG sonra % 10 PMMA çözeltileri AF 80 olacak şekilde emdirilmiştir.

%3 PEG emdirilen kumaş üzerinde % 10 PMMA deep coating tekniği ile kaplanmıştır.

Tüm bu çalışmalar plazma işlemi görmüş olan pamuk ve poliamid kumaşlar üzerinde tekrarlanmıştır.

PVA ile kaplama: Kumaşlar %3 PVA ve % 10 PMMA çözeltileri 1:1 oranında karıştırılmış ve kumaşlar AF 80 olacak şekilde emdirilmiştir.

Kumaşa önce %3 PVA sonra % 10 PMMA çözeltileri AF 80 olacak şekilde emdirilmiştir.

%3 PVA emdirilen kumaş üzerinde % 10 PMMA deep coating tekniği ile kaplanmıştır.

Tüm bu çalışmalar plazma işlemi görmüş olan pamuk ve poliamid kumaşlar üzerinde tekrarlanmıştır.

Kitosan ile kaplama: Kumaşlar

%3 Kitosan ve % 10 PMMA çözeltileri 1:1 oranında karıştırılmış ve kumaşlar AF 80 olacak şekilde emdirilmiştir.

Kumaşa önce %3 Kitosan sonra % 10 PMMA çözeltileri AF 80 olacak şekilde emdirilmiştir.

%3 Kitosan emdirilen kumaş üzerinde % 10 PMMA deep coating tekniği ile kaplanmıştır.

Tüm bu çalışmalar plazma işlemi görmüş olan pamuk ve poliamid kumaşlar üzerinde tekrarlanmıştır.

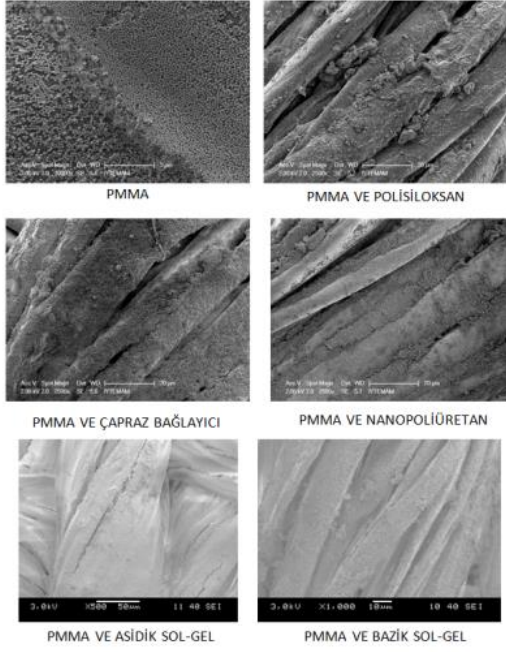
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Yapılan çalışmaların SEM görüntüleri incelenmiş ve en iyi etkinin asidik Sol-Gel metodu ile alındığı tespit edilmiştir.

GENEL SONUÇLAR

PMMA fotonik kristaller ile pamuk kumaş üzerinde yanar döner özellik gösteren yapısal renk elde edilmiştir.

Son yıllarda yapısal renklendirme ile renklendirmeye ilgi artmıştır. Yapısal renklendirme henüz yeteri kadar uygulanamamakla birlikte, araştırmarlardan umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Yapısal renklendirmenin gelecekte klasik renklendirme yöntemlerini aşacağı tahmin edilmektedir.



SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Çalışmanın ilerleyen aşamalarında yapısal renklendirmenin kalıcılığı üzerine çalışılmaya devam edilecektir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu çalışma, Ege Üniversitesi tarafından 052 nolu BAP projesi ile desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Liyong C., Youzhuan Z., Jingxia W., Yibing R., Yanlin S., Lei J., April 20, 2009, "Ultra-Fast Fabrication of Colloidal Photonic Crystals by Spray Coating", *Macromolecular Rapid Communications*, [Volume 30, Issue 8](#), pages 598–603,
- Norris, D.; Arlinghaus, E.; Meng, L.; Heiny, R.; Scriven, L.E., 2004, "Opaline Photonic crystals: How Does Self Assembly Work?", *Adv. Mat.*, 16, 1393-1399
- Ying-Ying, D., and Liu, X., 2011, "Mysterious coloring: structural origin of color mixing for two breeds of Papilio butterflies", *Optics Express*, Vol. 19, No. 10 9232-9242
- Biswas, A., Bayer, İ., Biris, A., Wang, T., Dervishi, E., Faupel, F., 2012, "Advances in top-down and bottom-up surface nanofabrication", *Advances in Colloidal and Interface Science*, 170, 2-27
- "Morphotex Structural Colored Fİbers"
BIOMIMICRY INSTITUTE
<http://www.asknature.org/product/4c0e62f66bccabf55a1f189da30acb3>

Kompozit Liflerde Takviye Malzemesi Dağılım ve Homojenliğinin Floresans Mikroskop ile Kontrolü

Umit Halis ERDOĞAN, Yasemin SEKİ, Gonca BALCI KILIÇ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35397, Buca-İZMİR

yasemin.seki@deu.edu.tr (Yasemin SEKİ)

AMAÇLAR

Kompozit filament üretiminde bileşenler arasındaki kimyasal uyumluluk ve katkı maddelerinin lif boyunca homojen dağılımı iki önemli parametredir. Bu çalışmada polipropilen kompozit filament içerisindeki doğal katkı partiküllerinin floresans mikroskop ve görüntü analiz teknikleri ile incelenmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Sağladıkları avantajlar ve uygulama alanlarındaki çeşitlilik dolayısı ile günümüzde önemi giderek artan kompozit malzemeler; polimer maddelerin görünüm, bağlanma ve fiziksel özellikleri ile tekstil liflerinin, yüksek mekanik ve fiziksel performanslarını birleştiren hibrid materyallerdir. Kimyasal liflerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için günümüzde çok çeşitli modifikasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Materyallerin nano, mikro ya da makro seviyede karışımıyla oluşan kompozit malzemeden lif üretimi, kimyasal liflerin özelliklerini geliştirmek amacıyla son yıllarda en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Özellikle polimerin niteliklerini değiştirmesi ve kullanım anındaki performansını belirlemesi nedeni ile sentetik liflerin üretimleri sırasında polimer madde içerisine çeşitli boyut ve oranlardaki inorganik ve organik dolgu malzemeleri karıştırılması ile kompozit lifler elde edilmektedir. Günümüzde kimyasal liflerin içerisine partikül eklenerek fonksiyon kazandırmaya yönelik bu tip çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Erdem ve ark. bu konuda yaptığı önceki çalışmalarda inorganik karakterdeki çeşitli nanopartiküller (SiO_2 , TiO_2 , vb.) kullanılarak nano-kompozit polipropilen lifleri üretilmiş ve bu liflerin yapısal ve mekanik özelliklerinin yanı sıra güç tutuşurluk, UV dayanımı, iletkenlik gibi fonksiyonel özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir^{1,2}. Farklı araştırmacılar karbon nanokil ve karbon nanotüp katkısının polipropilen liflerinin mekanik performansına olan etkilerini incelemişlerdir^{3,4}. Dural Erem ve ark.⁵ çinkooksit katkılı polipropilen liflerinin antimikrobiyal özelliğini incelemiştir. Bazı çalışmalarda ise maleik anhidrid aşılanmış polipropilen (MAPP) ve odun tozu katkılı polipropilen kompozit liflerin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir^{6,7}. Bu çalışma kapsamında selülozik lif atığı katkılı polipropilen kompozit liflerin üretimi ve katkı

malzemesinin lif içerisindeki dağılımının mikroskop altında incelenmesi amaçlanmaktadır.

DENEYSEL

Malzeme

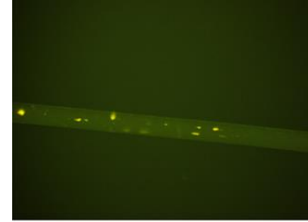
Çalışma kapsamında katkı malzemesi olarak halı atığı jüt lifleri tedarik edilmiş ve öğütülerek partikül haline getirilmiştir. Önceki çalışmalarda üretilen kompozit lifler optik analizlerde kullanılacaktır⁸.

Yöntem

Kompozit filamentlerin boyuna görünüşleri Olympus BX43 floresans mikroskop ile incelenmiş ve katkı partiküllerinin kompozit filament boyunca takibini sağlamak için filament sarma mekanizması kullanılmıştır. Lif örnekleri 10 büyütme oranında karanlık alanda gözlemlenmiştir. Katkı partiküllerinin kompozit lif boyunca nasıl bir dağılım gösterdiği görüntü analiz program ile incelenmiştir. Optik kontrol yöntemi Olympus stream image analysis, Adobe photoshop ve Matlab kullanılarak geliştirilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

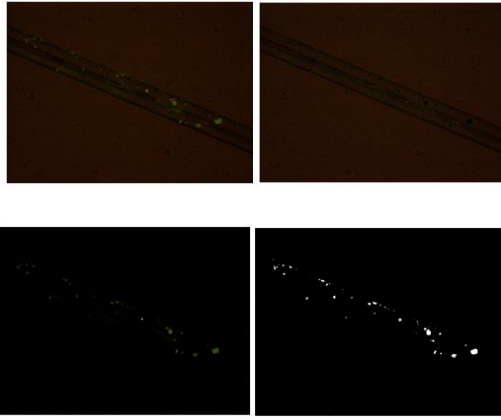
Çalışma kapsamında üretilen polipropilen kompozit liflerin yapısal, fiziksel, termal özellikleri önceki çalışmalarımızda incelenmiştir⁸. Bu çalışmada ise sadece kompozit filament içerisindeki partiküllerin dağılımı ve homojenliği incelenmektedir. Bu amaçla lif örneğinin floresans mikroskop altında mavi filtre (460-495nm) kullanılarak çekilen görüntüsü Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Kompozit lifin floresans mikroskop görüntüsü

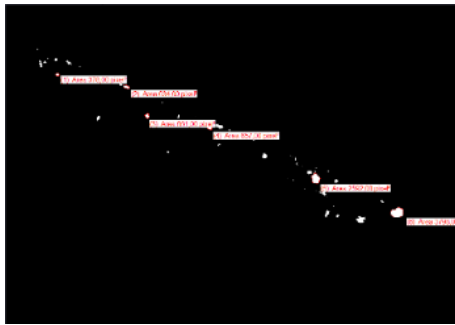
Şekil 1'de görüldüğü üzere katkı partikülleri floresans karakterleri nedeni ile farklı renkte görünmektedir. Görüntüler incelendiğinde, katı partiküllerinin kompozit filament içerisinde aglomere olduğunu belirlenmiştir. Jüt partikülleri hidrofillik karakterleri nedeni ile polipropilen lif içerisinde aglomerasyon

eğilimi göstermektedirler. Jütün hidrofilliğini azaltmak amacı ile farklı yüzey işlemleri uygulanmış ve bileşenler arasındaki uyumu arttırmak için MAPP gibi farklı katkı maddeleri kullanılmıştır^{8,9}. Bu çalışma kapsamında floresans mikroskop ve görüntü analiz teknikleri kullanılarak polipropilen filament boyunca partiküllerin dağılımı ve homojenliğini incelemek amacı ile optik kontrol yöntemi geliştirilmiştir. Katkı maddelerinin filament içerisindeki durumu ve dağılımı lifin fiziksel ve yapısal özelliklerinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Analizde öncelikle filamentin farklı yerlerinden floresans görüntüleri alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Filament ve partiküllerin görüntüleri

Bu aşamadan sonra, filamentin ve partiküllerin alanı hesaplanmış ve partiküllerin filament içerisindeki yüzdesi elde edilmiştir. Kompozit filament boyunca partiküllerin dağılımını ve varyasyonları inceleyebilmek için görüntü analizi ve hesaplamalar tekrarlı bir şekilde yapılmıştır. Ayrıca partikül boyut ölçümü de analiz edilen görüntülerden gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Partikül boyut ölçümü

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada, katkı partiküllerinin kompozit lif boyunca incelenebilmesi için floresans mikroskop ve görüntü analiz tekniğinin kullanıldığı optik kontrol metodu geliştirilmiştir. Jüt partikülleri oto floresans karakterleri nedeni ile lif içerisinde farklı renkte bulunmaktadırlar. Optik gözlemler partiküllerin kompozit filament içerisinde aglomere olduğunu göstermektedir. Partiküllerin lif boyunca boyut ölçümü ve dağılımı analiz edilen görüntülerden belirlenmiştir. Bu yöntem kompozit filament içerisinde katkı partiküllerinin izlenmesini kolaylaştırmakta ve dağılım homojenitesi ile ilgili bilgi vermektedir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma kurumu (TÜBİTAK) 111M498 nolu proje ve Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma projesi 2011KBFEN037 tarafından desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Erdem, N., Cireli A., A. ve Erdoğan, U.H. 2009. "Flame Retardancy Behaviors and Structural Properties of Polypropylene/Nano-SiO₂ Composite Textile Filaments", Journal of Applied Polymer Science, 111, 2085–91.
2. Erdem, N., Erdoğan, U.H., Akşit Cireli, A. ve Onar, N. 2010. "Structural and Ultraviolet-Protective Properties of Nano-TiO₂-Doped Polypropylene Filaments", Journal of Applied Polymer Science, 115, 152–7.
3. Guo Z, Hagstrom B. 2013. "Preparation of polypropylene/nanoclay composite fibers" Polymer Engineering and Science, 53, 2035–2044.
4. Tambe PB, Bhattacharyya AR, Kamath SS, Kulkarni AR, Sreekumar TV, Srivastav A, Rao KUB, Liu Y, Kumar S. 2012. "Structure-property relationship studies in amine functionalized multiwall carbon nanotubes filled polypropylene composite fiber". Polymer Engineering and Science, 52, 1183–1194.

Photocatalytic Coatings for Air Filtration Applications

WAZIR, Karam^{1,2}, CEBECİ, Hülya¹, KILIÇ, Ali².

¹Department of Aeronautical & Astronautical Engineering, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

²TEMAG Laboratory, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

karm.hoja@yahoo.com

Objectives:

TiO₂ coatings immobilized with an inorganic additive SITO on metal mesh support was developed and characterized by SEM. The mechanical strength and photocatalytic activity have been evaluated by varying amounts of SITO incorporated TiO₂ and optimize loading of SITO/ TiO₂ on metal mesh filter.

Introduction:

Volatile Organic compounds (VOCs) are one of the major components of indoor air pollutants and can cause sick building symptoms (SBS) (Kanjwal, et al., 2011). VOCs are carbon and hydrogen-containing chemicals that evaporate readily or are gases at ambient temperature and pressure. Common VOCs include acetone (C₃H₆O), benzene (C₆H₆), trichloroethylene (C₂HCl₃), Formaldehyde (CH₂O), toluene (C₆H₅CH₃), and 1, 3-Butadiene (C₄H₆), etc. Present and produced from various sources such as cleaning, air fresheners, cooking, pesticides, degreasing agents, furniture, cosmetics and building materials (Bayless, 2009). Therefore, the VOCs levels in indoor air are typically 5-10 times higher than those of outdoor air as estimated by the United States Environmental Protection Agency (Yu Huang, 2016). The conventional air purification technologies including biofiltration which is slow and thermal ion destruction that requires high temperatures of 200°C - 1200°C for efficient operation as well as is expensive (Lin, et al., 2013), adsorption by activated carbon, can use efficiently to remove these compounds from indoor environment. However, this technique is non-destructive due to it just transfers organic compounds from gaseous phase to solid phase, causing a secondary pollution (Sylwia, et al., 2005)

One of the most promising techniques in the field of indoor air cleaning is the use of the photocatalytic oxidation (PCO) process by TiO₂ as photocatalyst for the treatment of organic pollutants in water and gas phase by UV activated. TiO₂, an inexpensive, non-toxic and chemically inert ceramic is commonly used as photocatalyst for the treatment of organic pollutants in water and gas phase by UV activated (Haitham, et al., 2014)

Considerable studies have been conducted in the last few years for degradation of several organic compounds under UV light irradiation to solve the

pollution issues. For instance, Zhu et al (2012) have synthesized TiO₂/ Nickel (Ni) film by dip coating onto macroporous foam Ni for the photodegradation of an aqueous quinoline solution (Zhu, et al., 2012). Tanizaki et al (2007) have used TiO₂ immobilized on sheet of recycled paper as assisted photodegradation of VOCs (Tanizaki, et al., 2007). Fu et al (2013) has employed a (Sb, In) doped SnO₂ as a crosslinking agent and binder to prepare printable TiO₂ paste for solar cells (Nian-Qing, et al., 2013). In this study we developed and characterized the SITO/ TiO₂ composite on metal mesh support. We also evaluated the photocatalytic efficiency of the immobilized SITO/ TiO₂ composite by using ethanol (EtOH) as the model pollutant for this study.

Experimental / Material

TiO₂ powder (P25-21 nm) were purchased from Aldrich. The antimony chloride (SnCl₃) and Indium chloride (InCl₃) from Aldrich. The ethanol (C₂H₅OH) and butanol (CH₃ (CH₂)₃OH) from Merck (KgaA). The Tin chloride Dehydrate (SnCl₂) was obtained from (ZAG). All chemicals were used as received.

Immobilization of SITO/TiO₂ composite on metal mesh

The metal mesh filter was first cleaned and weight. The filter was coated by SITO/ TiO₂ using hand brush. Then the dried filters were exposed to UV irradiation and conditioned in 100 °C distilled water. Each filter has put inside zip plastic bag until use.

Experimental Result/ Discussion

Strength test

The remaining amount of immobilized SITO/TiO₂ composite on metal mesh filter after 30 s of sonication is shown in figure 1. It was found that SITO/TiO₂ composite adhered well to the surface of the metal mesh as the remaining amount was approximately 55% at the loading 1.2 mg cm⁻² of 3mL SITO/TiO₂ compare with 12% coating remaining at the loading 1.2 mg cm⁻² of 0.4 mL SITO/TiO₂ whereas the coating remaining was almost removed after 15 s of sonication test for 0 mL SITO/TiO₂.

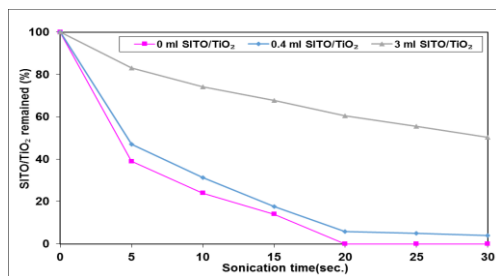


Figure1. Percentage remaining of 1.2 g cm⁻² SITO/TiO₂ composite metal mesh filter.,

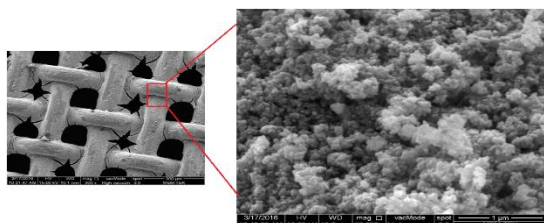


Figure 2. SEM micrographs of 1.2 mg cm⁻² on metal mesh surface.

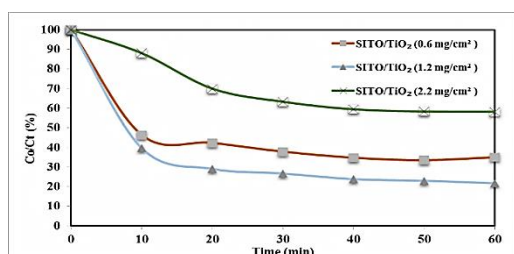


Figure 3 % removal of EtOH by SITO/TiO₂ for 60 min

Morphological characterization by Scanning Electron Microscopy

The SEM micrographs of SITO/TiO₂ composite on metal mesh is shown in figure 2. It can be seen that the surface morphology of SITO/TiO₂ at optimum loading of 1.2 mg cm⁻² was composed of irregular agglomerates of nanoparticles and merge tightly with each other.

Photocatalytic evaluation of SITO/TiO₂ composite

Figure 3 shows the % remaining of EtOH gas for 60 minute. It is clear that the % remained of EtOH is approximately 20% for 1.2 mg cm⁻² compared with 40% and 65% for 0.6 mg cm⁻² and 2.2 mg cm⁻² respectively.

Conclusion

The immobilized TiO₂ nanoparticles on the metal mesh filter was successfully fabricated by incorporating SITO as crosslinking and binder. The sonication method for adhesive strength test indicates the optimum amount of SITO added onto TiO₂ solution is 3 ml as the % remained is 55 after 30 s. 1.2 mg cm⁻² is considered the best loading of SITO/TiO₂ composite on metal mesh filter as the % remained for photocatalytic degradation of EtOH after 60 minutes is more than 45%.

Further Study

UV-vis diffuse reflectance spectroscopy (DRS) to investigate the optical properties of SITO/TiO₂. Brunauer, Emmet and Teller (BET) to measure surface area of TiO₂ at different loading.

Acknowledgments

We would like to thank TEMAG Laboratory, Istanbul Technical University, and Boeing Co. Global Technologies Division for providing generous financial support to conduct this project.

References

- Kanjwal, Muzafar A., Nasser A. M. Barakat, Faheem A. Sheikh, and Hak Yong Kim. 2011. "Electrospun Titania Oxide Nanofibers Coupled Zinc Oxide Nanobranches as a Novel Nanostructure for Lithium Ion Batteries Applications", *Bioceramics Development and Applications*, 1, 3.
- Bayless, Lynette Vera. 2009. "Photocatalytic oxidation of volatile organic compounds for indoor air applications", Manhattan, Kansas: Kansas State University.
- Yu Huang, Steven Sai Hang Ho, Yanfeng Lu, Ruiyuan Niu, Lifeng Xu, Junji Cao and Shuncheng Lee. 2016. "Removal of Indoor Volatile Organic Compounds via Photocatalytic Oxidation: A Short Review and Prospect", *Molecules*, 1-20.
- Lin Lin, Yuchao Chai, Bin Zhao, Wei Wei, Dannong He, Belin He, Qunwei Tang. 2013. "Photocatalytic oxidation for degradation of VOCs", *Journal of Inorganic Chemistry*, 14-25.
- Mozia Sylwia, Maria Tomaszewska, Antoni W. Morawski. 2005 . "Photocatalytic degradation of azo-dye Acid Red 18" *Desalination*. 185.

Uçucu Organik Bileşiklerin Giderimine Yönelik Fotokatalitik Filtrelerin Elektroforetik Depozisyon Yöntemi ile Üretimi

AĞMA, Onur¹, KÜÇÜKSARI, Arda¹, CEBECİ, Hülya², KILIÇ, Ali¹

¹TEMAG LAB., İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye

²Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye

onuragma@gmail.com

AMAÇLAR

Elektroforetik depozisyon yöntemi kullanılarak yüksek yüzey alanına sahip nanolif altlık kullanılarak üretilen fotokatalitik filtrelerle, uçak kabinindeki uçucu organik bileşiklerin (VOC) giderilmesi amaçlanmaktadır.

GİRİŞ

Uçak kabininde yapılan çalışmalardan birine göre, uçuş başına ortalama 59 VOC, toplamda ise 346 VOC tespit edilmiştir¹. VOC'lere kronik bir şekilde maruz kalınması durumunda kansere yol açma ve merkez sinir sistemine hasar verme gibi ciddi etkileri vardır². Bu yüzden VOC'leri gidermek veya minimize etmek çok önemli hale gelmiştir.

VOC'leri gidermek için biyo-filtrasyon, aktif karbon filtrasyonu, ıslak temizleme, termal oksidasyon ve fotokataliz gibi yöntemler bulunmaktadır. Bu çalışma da ekolojik, ısı işlem gerektirmeme, endüstriyel, ekonomik ve tekrar edilebilirliği gibi üstün özelliklerinden ötürü fotokataliz sistemini kullanmayı ve bu sistem içinde ticari olarak yaygın olan ve bilinen bir toksik özelliği olmayan TiO₂'yi tercih ettik³.

TiO₂'leri nanofiber yüzeye kaplamak için daldırma, kimyasal buhar biriktirme, elektrospreyleme, püskürtme, presleme gibi yöntemler arasından üniform, hızlı, ekonomik ve kompleks yüzeyleri kaplayabilen bir yöntem olan elektroforetik depozisyon yöntemi kullanıldı^{4,5}.

DENEYSEL

Malzeme

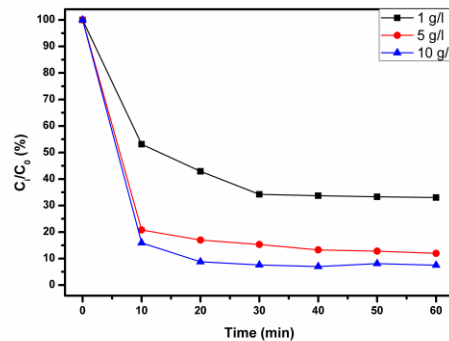
Malzemeler olarak, Termoplastik poliüretan[BASF C95], Dimetilformamid (DMF) [Sigma Aldrich], TiO₂ [AeroxideP25,Evonik], Etanol [Merck] kullanıldı. Cihaz olarak, güç kaynağı AE8155 [ATTO] ve kütle spektrometresi HPR20[Hidden Analytical] kullanıldı.

Yöntem

TPU solüsyonu ile elektrospinning'te nanofiber üretimi gerçekleştirildi. Sonrasında değişik konsantrasyonlarda hazırlanmış TiO₂'ları elektroforetik depozisyon yöntemiyle nanofibere kaplandı. 220 ppm'lik etanol içeren havayla etkinlik ölçümü yapıldı.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Hazırlanan 3 değişik TiO₂ konsantrasyonunda ki süspansiyonlarla yapılan kaplamalarla, etanolün bozunma verimliliği şekil 1'deki gibi verilmiştir.

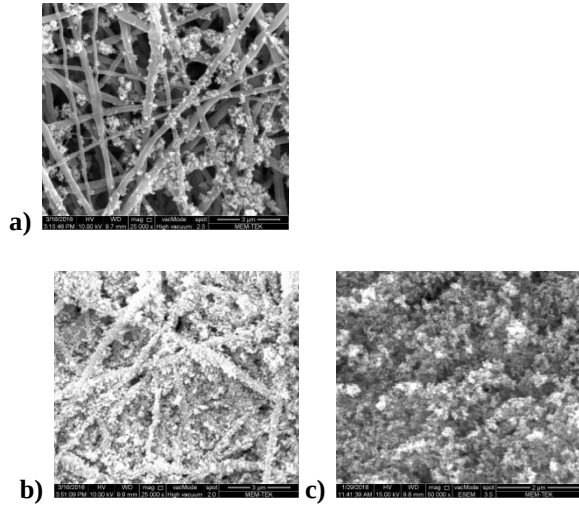


Şekil 1. 1, 5 ve 10 g/l'lik TiO₂ solüsyonuyla hazırlanan filtrelerin etanol karışındaki etkinliği

Şekil 1'de görüldüğü üzere 1g/l'lik filtrelerin verimlilikleri %60 civarındadır. 5 g/l'lik filtrelerin %80 civarındayken, 10 g/l'lik filtrelerin verimliliklerinde %90'ı geçen bir verimlilik elde edilmiştir.

Şekil 2'de görülen SEM görüntüleride bize verimlilikleri hakkında bilgi vermektedir. Konsantrasyondaki artış doğrudan depolanan TiO₂ miktarını arttırdığını görebiliyoruz ve bu artış verimliliğe doğrudan etkidiğini söyleyebiliriz. Bunun yanı sıra şekilde görülen numunelerin yüzey alanlarının depolanan TiO₂ miktarıyla doğrudan değiştiğini düşünmekteyiz.

Literatürden de⁶ bilinen üzere yüksek yüzey alanına sahip numunelerin daha iyi verimliliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra TiO₂ miktarı doğrudan aktif olan OH hidroksillerini arttıracığından yapı üzerinde daha fazla elektron-boşluk çifti oluşturduğunu ve bu yüzden de yüksek verimlilikte çıktığını söyleyebiliriz.



Şekil 2. a) 1g/l b) 5 g/l c) 10 g/l TiO₂ süspansiyonuyla kaplanmış numunelerin SEM görüntüleri

GENEL SONUÇLAR

Bu yöntemle elde edilen filtrelerde yüksek TiO₂ depolama oranı elde edilmiştir. %90'a yakın verimliliği olan bu filtrelerin uçak kabininde kullanım için uygulanabilir olduğunu söyleyebiliriz.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Önümüzdeki dönemde değişik kirleticileri kullanarak deneyler yaparak ve bunun yanısıra TiO₂'nin yapısını değiştirerek kaplama yaparak etkinlik testleri yapmayı planlamaktayız.

KAYNAKLAR

1. Guan, J. *et al.* Measurements of volatile organic compounds in aircraft cabins. Part I: Methodology and detected VOC species in 107 commercial flights. *Building and Environment* **72**, 154–161 (2014).
2. Volatile Organic Compounds (VOCs) in Your Home - EH: Minnesota Department of Health. Available at: <http://www.health.state.mn.us/divs/eh/indoorair/voc/>. (Accessed: 12th April 2016)
3. Diebold, U. The surface science of titanium dioxide. *Surface Science Reports* **48**, 53–229 (2003).
4. Boccaccini, A. R. Electrophoretic deposition: fundamentals and applications in materials science. *Journal of Materials Science* **41**, 8029–8030 (2006).
5. Boccaccini, A. R. *et al.* The Electrophoretic Deposition of Inorganic Nanoscaled Materials—A Review—. *Journal of the Ceramic Society of Japan* **114**, 1–14 (2006).
6. Mo, J., Zhang, Y., Xu, Q., Lamson, J. J. & Zhao, R. Photocatalytic purification of volatile organic compounds in indoor air: A literature review. *Atmospheric Environment* **43**, 2229–2246 (2009).

Etilendiamin Modifiye Edilmiş PE/PP Dokumasız Kumaş Fiberlerle Sulu Çözeltilerden Kadmiyum İyonlarının Uzaklaştırılması

TİLKİ Serhad¹, KAVAKLI Cengiz¹, AKKAŞ KAVAKLI Pınar¹,

¹Hacettepe üniversitesi.

serhadtilki@hacettepe.edu.tr

AMAÇ

Yeni adsorbent malzeme geliştirme amacıyla radyasyonla başlatılan aş polimerizasyonu ile Etilendiamin (EDA) içeren dokumasız kumaş fiberler hazırlanması ve hazırlanan EDA modifiye edilmiş PE/PP dokumasız kumaş fiberler kullanılarak sulu çözeltilerden Cd(II) iyonunun uzaklaştırılmasıdır.

GİRİŞ

Kirlenmiş sulardan kirletici maddeleri uzaklaştırmak için birçok arıtma tekniği ve işlemi kullanılmaktadır. Tüm bu teknikler ve işlemler arasında, adsorpsiyon etkili, verimli ve ekonomik açıdan uygun olduğundan dolayı en popüler su saflaştırma yöntemlerinden biridir (Nasef M.M. ve diğerleri. 2012). Adsorbentlerin adsorpsiyon özellikleri yüzeylerindeki fonksiyonel grupların kimyasal özelliklerine dayanmaktadır. Özellikle azot temelli fonksiyonel gruplar içeren (amino, amidoksim, imidazol, triazol) adsorbentlerin metal iyonlarıyla şelat oluşturma açısından etkin olduğu bulunmuştur. Ticari olarak temin edilebilen fiberlerin kimyasal yapısına yeni fonksiyonel grupların bağlanmasıyla şelatlaştırıcı fiber malzemelerin hazırlanması için radyasyon prosesinin kullanılması yeni adsorbentlerin geliştirilmesi açısından çok yönlü bir yaklaşımdır (Akkaş Kavaklı, P. ve diğerleri. 2004). Polietilen/polipropilen (PE/PP) dokumasız kumaş fiberler ticari olarak temin edilebilen ve fonksiyonlaştırıldıktan sonra birçok uygulamada gövde materyal olarak kullanılan önemli sentetik fiberlerdir. PE/PP dokumasız kumaş fiberlerin fonksiyonlaştırılması metal iyonlarıyla etkileşimler için şelatlaştırma yeteneği sağlamaktadır (Akkaş Kavaklı, P. ve diğerleri. 2007).

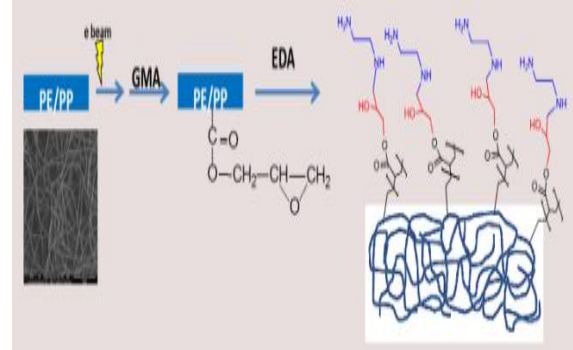
DENEYSEL

Malzeme

PE/PP dokumasız kumaş, glisidilmetakrilat (GMA), etilendiamin(EDA),çözücü, (su,metanol,etanol,dioksan)

YÖNTEM

Bu çalışmada radyasyonla başlatılan aş polimerizasyonu ile etilendiamin (EDA) içeren dokumasız kumaş fiberler hazırlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle glisidilmetakrilat (GMA) polietilen kaplı polipropilen dokumasız kumaş fiberlere emülsiyon ortamında radyasyonla başlatılan aş polimerizasyonu ile aşılanmıştır. Daha sonra aşılanan GMA'deki epoksi grupları EDA ile modifiye edilmiştir. Modifiye edilmiş dokumasız kumaş fiberler Cd(II) iyonlarının adsorpsiyonunda kullanılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında Adsorpsiyon kinetiği, pH etkisi, başlangıç konsantrasyonu etkisi gibi parametreler çalışmıştır. Ayrıca dokumasız kumaş fiberlerden Cd(II) iyonunun desorpsiyonu çalışmaları da mineral asitlerin seyreltik çözeltileri kullanılarak yapılmıştır.

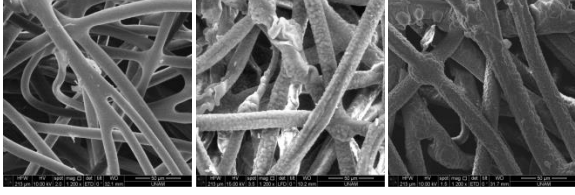


DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

PE/PP dokumasız kumaş fiberleri ile öncelikle uygun ışınlama dozunun belirleme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda 20kGy ışınlama dozu uygun bulunmuştur. Daha sonra 20 kGy ışınlama dozunda farklı GMA konsantrasyonlarında aşılama çalışmaları yapılmıştır. % 3 GMA konsantrasyonu aşılama için seçilmiştir.

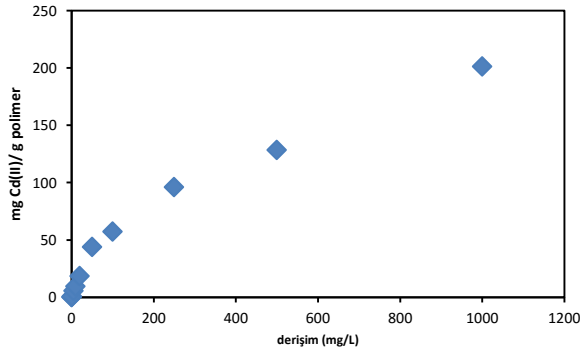
Daha sonra EDA modifikasyonu için optimum şartlar incelenerek 70°C'de izopropilalkol çözücüsünde ağırlıkça %70 EDA ihtiva eden EDA çözeltisi modifikasyon için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan karakterizasyon çalışmaları GMA aşılmasının ve EDA modifikasyonun başarıyla gerçekleştirildiğini göstermektedir.



Şekil 1. a) PE/PP dokumasız kumaş fiber, b) GMA aşılantı PE/PP, c) EDA modifiye edilmiş GMA aşılantı PE/PP

Elde edilen EDA modifiye edilmiş GMA aşılantı PE/PP dokumasız kumaşlar ile Cd(II) adsorpsiyon çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda geliştirilen yeni adsorbent malzemenin Cd(II) adsorpsiyonu için uygun olduğu bulunmuştur.



Şekil 2. EDA-m-GMA-a-PE/PP dokumasız kumaş üzerine Cd(II) adsorpsiyonu.

GENEL SONUÇLAR

PE/PP dokumasız kumaşlar üzerine GMA aşılantı başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Optimum aşılantı derecesi 20 kGy ışıma dozunda, %3 GMA konsantrasyonunda 40°C de %150 olarak bulunmuştur. EDA modifikasyonu için optimum şartlar 70 °C'de %70 (w/w) EDA –izopropil alkol olarak bulunmuştur. Karakterizasyon çalışmaları da GMA aşılantı ve EDA modifikasyonunun başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini teyit etmiştir. Cd(II) adsorpsiyonu pH 4 ile 7 arasında çalışılmış ve maksimum adsorpsiyon miktarı 1000ppm başlangıç konsantrasyonu ve pH 6'da 201 mg Cd(II)/g polimer olarak bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Akkaş Kavaklı, P., Kavaklı, C., Seko, N., Tamada M., ve Güven, O., Sep. Sci. Technol. 39 1631 (2004).
Akkaş Kavaklı, P., Kavaklı, C., Seko, N., Tamada M., ve Güven, O. Nucl. Instrum. Meth. B 265, 204 (2007).
Nasef M.M., ve Güven, O. Prog. Polym. Sci. 37, 1597 (2012).

Optimization of Centrifugally Spun Thermoplastic Polyurethane Nanofibers

GÜNDOĞDU, Nafiz Ali Serhat¹, AKGÜL, Yasin², KILIÇ, Ali¹

¹Istanbul Technical University, ² Karabük University

nasergun@gmail.com

ABSTRACT

The observation of effects of main parameters and levels were aimed in this study for optimization of nanofibers produced via centrifugal spinning. The effects of each parameters was discussed. In addition to this, the air permeability tests was performed for investigation of usability as an air filter.

INTRODUCTION

Electrospinning is the most common method for nanofiber production, but this method has some difficulties such as low production rate (~1 ml/h/nozzle) and high voltage necessity (up to 60 kV) [1]. In this study, the centrifugal spinning method was used to overcome these difficulties as an alternative technique. In centrifugal spinning, nanofibers are produced by centrifugal forces like cotton candy production principle. In this mechanism, the polymer solution or melt is fed from a syringe system or an extruder to a rotating spinneret. The spinnerets may have multiple orifices. By the rotating, the centrifugal force pushes the polymer to inner surfaces of spinneret and the solution or melt heads towards orifices. When the centrifugal force exceeds the surface tension of solution or melt, the polymer jet exits from the orifices. Then, the jet elongates and the solution evaporates until reaching to the collector.

In this research, the three main parameters of centrifugal spinning with thermoplastic polyurethane (TPU) will be optimized. The three main parameters (needle orifice diameter, rotational speed, concentration of polymer solution) and three main levels for each of them were selected. Then, the appropriate design of experiments was applied according to the Taguchi method. The design of experiments was shown in Table1. Thus, the orthogonal array of L₉ was used. Moreover, the average fiber diameters were observed with standard deviations by given scanning electron microscope (SEM) images. The effects of each parameters on fiber diameter was discussed.

Furthermore, the air permeability tests were performed for each samples. This was important for investigation of usability as an air filter. Because, the

high performance air filters must be low fiber diameter with low standard deviation for high filtration efficiency, and must be high air permeability for low air resistance. [2]

The using of thermoplastic polyurethane was also important for utilizing its mechanical and chemical properties as well as relatively lower cost.

Table 1. Desing of Experiments by Taguchi Method

Samples	Orifice (Needles)	Rpm	Concentration %
1	18G	6000	10
2	18G	9000	15
3	18G	12000	20
4	21G	6000	15
5	21G	9000	20
6	21G	12000	10
7	22G	6000	20
8	22G	9000	10
9	22G	12000	15

EXPERIMENTAL

Material

Polyester based TPU was used (Elastollan C95A purchased from BASF Corporation, Germany). Then TPU was dissolved in the N,Ndimethylformamide (DMF 98% purchased from ZAG Kimya) at 90°C for six hours. After that, the ethyl acetate was added and stirred in the ratio of 13 wt% at 50C for four hours. Thus, the polymer solutions were prepared at 10, 15, and 20 wt % according to this recipe.

Method

In this study, the centrifugal spinning method was used. The mechanism was designed and manufactured. The rotating collector was used, and there was a vacuum system inside it for providing the orientation of nanofibers to the collector surface. There was two orifices on the spinneret as needles. The needles which have different gauges were used

for parametric study. The schematic of designed mechanism is shown in Figure 1. Three different parameters and three different levels were tried. 20mL polymer solution was fed in each experiment with 50mL/h feed rate.

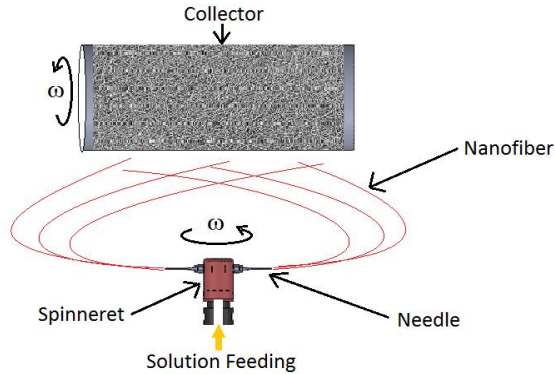


Fig 1 : The schematic of designed mechanism.

RESULTS AND DISCUSSION

Fiber Diameter

The morphology of the centrifugal spun nanofibers was examined using a scanning electron microscope (SEM). Then, 100 measurements were taken from 9 images, and the average values, standard deviations and distributions were calculated. Moreover, the average fiber diameters were shown in Table 2.

Table 2. The Average Fiber Diameters with Standard Deviations

Sample	Average	St. Dev.
1	153	64
2	287	136
3	535	271
4	328	213
5	462	216
6	231	187
7	413	246
8	397	212
9	464	300

Air Permeability

Tests were performed using the Prowhite Air Tester II according to ASTM D737 standards with surface

area of 38 cm² and pressure of 125 Pa. Tests are performed from center and both sides of samples. There are 6 measurements of each samples. The results was shown in Table 3. Uniformity of 2nd, 4th, 6th, 8th ve 9th samples is good based on air permeability tests.

Table 3. Air Permeability Test Results

Samples	Cubic Feet Per Minute (cfm)		
1	154	131	157
	150	131	169
2	50	57	59
	56	61	63
3	188	195	280
	175	220	246
4	73	76	86
	78	80	83
5	57	61	77
	58	61	77
6	40	41	40
	39	39	40
7	80	80	95
	78	81	102
8	48	51	50
	50	51	53
9	50	50	43
	55	51	46

GENERAL RESULTS

The orthogonal array of L₉ was applied according to the considered parameters as a design of experiments. When the desing of experiments was analized, it was appeared that the concentration was most significant parameter. If concentration increased, the average fiber diameters increased. However, the film structures were occurred at the low concentration with the low rotational speed. According to air permeability results, when the coating thickness is

high enough, the air permeabilities are closed to each other. In other words, there is uniformity.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the incentive fund of “Ministry of Science, Industry and Technology” and the ITU Scientific Research Fund (ITU-AYP) for the financial support of this work.

REFERENCES

- [1] Y. Polat, E. S. Pampal, E. Stojanovska, R. Simsek, A. Hassanin, A. Kilic, A. Demir, and S. Yilmaz, “Solution blowing of thermoplastic polyurethane nanofibers: A facile method to produce flexible porous materials,” *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 133, no. 9, 2016.
- [2] V. Pillay, C. Dott, Y. E. Choonara, C. Tyagi, L. Tomar, P. Kumar, L. C. du Toit, and V. M. Ndesendo, “A review of the effect of processing variables on the fabrication of electrospun nanofibers for drug delivery applications,” *Journal of Nanomaterials*, vol. 2013, 2013.

Endüstriyel Uygulamalar için Çözeltiden Üfleme Yöntemi ile Üretilen Nanoliflerin Çap ve Morfoloji Optimizasyonu

POLAT, Yusuf^{1,2}, DEMİR, Ali^{2,3}, KILIÇ, Ali^{2,3}

¹ Erzurum Tek. Üni., Mühendislik Fakültesi, Makine Müh. Bölümü, Erzurum, Türkiye

² İstanbul Tek. Üni., TEMAG Lab., 34437 Gümüşsuyu, İstanbul, Türkiye

³ İstanbul Tek. Üni., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Müh. Bölümü, İstanbul, Turkey

polatyu@itu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada, yenilikçi yöntemle nanolif üretim metodu geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemin endüstriyel üretime uygulanması için birim düze başına düşen malzeme besleme oranı maksimize edilerek parametrelerin optimizasyonu amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Nanolif üretim teknolojisi son yıllarda büyük ilgi görmüştür. Bu ilginin sebebi aynı malzeme ile üretilen liflerin mikron ölçekte üretilen liflere göre nanoliflerin çeşitli üstün özellikler göstermesidir. Bunlardan bazıları, ses ve ısı yalıtımını geliştirmesi ve sıvı tutma kapasitesini değiştirmesidir. Dokusuz kumaş üretiminde mikro- nano liflerin kullanımının artması sektörün büyüklüğünü 14 milyar dolara yükseltmiştir (Medeiros vd. 2009).

Günümüzde, elektroüretim nanolif üretiminde en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Elektroüretim 100 nm – 5 µm aralığında polimerik lif üretebilen bir yöntemdir. Optik ve kemo sensör malzemelerde, nanokompozit malzemelerde, yara örtülerinde, ilaç dağılım sistemlerinde, filtrasyonda ve koruyucu kıyafetlerde kullanılabilir (Gupta ve Wilkes 2003). Elektroüretim yöntemi nanolif üretimi için yaygın kullanılan bir yöntem olsada bazı dezavantajları vardır. Endüstriyel ürünler için düşük üretim oranına sahip olmaları (0.1-1 ml/sa/düze) örnek verilebilir. Ayrıca, bu yöntemde yüksek gerilim güç kaynağı kullanıldığından operatör ve sistem için ekstra güvenlik önlemleri alınması gerekmektedir (Lyons, Li, ve Ko 2004; Dalton vd. 2007).

Çözeltiden üfleme yöntemi elektrostatik kuvvetler yerine basınçlı hava kullanarak polimer çözeltisini toplayıcı yüzeye ileten ve bu yüzeyde lif oluşmasını sağlayan bir yöntemdir (Polat vd. 2015). Elektroüretim yönteminin aksine, çözeltiden üfleme yöntemi endüstriyel uygulamalar için nanolif üretmek için uygun bir yöntemdir ve bu yöntemde tahrik kuvveti olarak yüksek basınçlı gaz kullanılmaktadır. Ayrıca çözeltiden üfleme yönteminde çözelti besleme debisi (10-15 ml/sa/düze) yüksek olduğu için, elektroüretim göre 20 - 30 kat daha fazla üretim hızına sahiptir. Bu yenilikçi yöntemin diğer bir

avantajı ise elektrik alan gereksinimi olmamasıdır (Zhuang vd. 2013).

Membranlar pahalı malzemeler oldukları için endüstriyel kullanımda çok maliyetli olmaktadır. Bunun yanısıra nanolif yapıyı endüstriyel boyutta seri üretebilecek bir sistemin geliştirilmesi hem üretim hızını artıracak hem de maliyeti azaltacaktır. Ucuz membran üretimi bu harcamanın azaltılmasında ciddi bir etken olacaktır.

Bu çalışmada, geliştirilen çözeltiden üfleme yöntemi parametreleri en düşük lif çapını en iyi lif morfolojisi ile elde edilecek şekilde optimize edilmiştir. Polimer besleme debisi maksimize edilerek düze başına düşen üretim miktarı artırılmıştır. Böylece sistemin endüstriyel uygulamalara uygulanabileceği gösterilmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

Termoplastik poliüretan (TPU, C959) BASF firmasından alınmıştır. Dimetil formamid (DMF, %98) içerisinde ekstra işlem uygulamadan çözölmüştür. Çözelti 2 saat boyunca 90°C sıcaklıkta polimer ağırlık oranı %10 ve %20 olacak şekilde karıştırılmıştır.

Yöntem

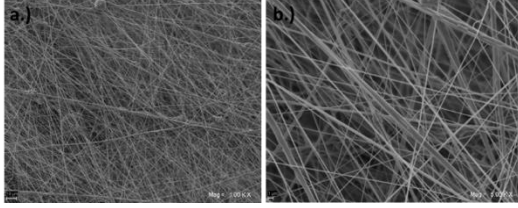
Bu çalışmada nanolif üretimi için çözeltiden üfleme metodu kullanılmıştır. Bu sistemde 2-3 bar mertebelerinde basınçlı hava tahrik kuvveti olarak kullanılmaktadır. TPU çözeltisi 10 – 15 ml/sa gibi yüksek debide beslenmektedir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Yapılan bu parametrik çalışmadan sonra TPU için belirlenen optimum değerler: %10 polimer konsantrasyonu için 30 cm düze – toplayıcı yüzey mesafesi, 3 bar hava basıncı, 10 ml/sa çözelti besleme debisi değerleridir. Aynı malzemede elektroüretim yöntemi ile üretim yapıldığı zaman düze başına 0.65 ml/sa debide besleme yapılırken, bu çalışmada 10 ml/sa debide besleme gerçekleştirilmiştir. Bu değer de göstermektedir ki çözeltiden üfleme yöntemi elektroüretim yöntemine göre, özellikle termoplastik

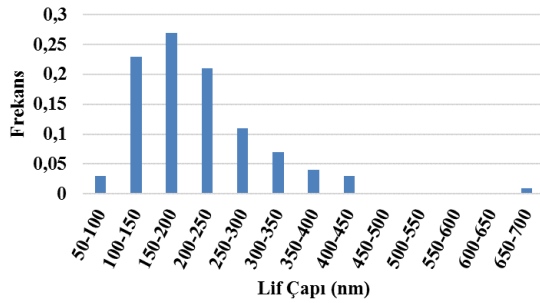
üretan için, yaklaşık 15 kat fazla üretim kapasitesine sahiptir.

Bu sayede endüstriyel ölçekte nanolif yapıli dokusuz kumaşların üretimi mevcut yöntemlere göre daha ekonomik olarak üretilebilecektir.



Şekil 1. Optimum değerler ile üretilen membranın SEM görüntüleri; a.) 1000 büyütme, b.) 5000 büyütme

Şekil 1’de farklı büyütme değerlerinde görüldüğü üzere ortalama lif çapı 200 nm olan nanolif yapıli dokusuz kumaş üretilmiştir. Lif çapı dağılımı Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Lif çapı dağılımı

GENEL SONUÇLAR

Çözeltiden üfleme yöntemi kullanılarak elektroüretim yöntemiyle üretilen kumaşlarla aynı mertebelerde lif çapına sahip dokusuz kumaş üretilmiştir. Yenilikçi bir yöntem olan çözeltiden üfleme ile endüstriyel anlamda nanolif yapıli kumaş üretimi yapılabileceği gösterilmiştir.

Parametrik çalışma ile en iyi morfolojiye sahip TPU membran üretimi 200 nm ortalama lif çapında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen 10 ml/sa/düze üretim hızı, genelde 0.1-1 ml/sa/düze olan elektroüretim ciddi bir alternatiftir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Geliştirilen çözeltiden üfleme yöntemi ile endüstriyel ölçekte nanolif yapıli dokusuz kumaşlar üretilebilmektedir. Bu kumaşlar için ilerleyen

dönemlerde su ve hava filtrasyonu üzerine çalışmalar yapılacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Çözeltiden üfleme yönteminde kullanılmak üzere gerekli düze imalatını gerçekleştiren Varsan Makine yetkilisi Hasan Var Beye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Dalton, Paul D., Dirk Grafahrend, Kristina Klinkhammer, Doris Klee, ve Martin Möller. 2007.

“Electrospinning of polymer melts: Phenomenological observations”. *Polymer* 48 (23): 6823–33.

Gupta, Pankaj, ve Garth L. Wilkes. 2003. “Some investigations on the fiber formation by utilizing a side-by-side bicomponent electrospinning approach”. *Polymer* 44 (20): 6353–59.

Lyons, Jason, Christopher Li, ve Frank Ko. 2004. “Melt-electrospinning part I: processing parameters and geometric properties”. *Polymer* 45 (22): 7597–7603.

Medeiros, Eliton S., Gregory M. Glenn, Artur P. Klamczynski, William J. Orts, ve Luiz HC Mattoso. 2009. “Solution blow spinning: A new method to produce micro-and nanofibers from polymer solutions”. *Journal of applied polymer science* 113 (4): 2322–30.

Polat, Yusuf, Esra Serife Pampal, Elena Stojanovska, Ramazan Simsek, Ahmed Hassanin, Ali Kilic, Ali Demir, ve Safak Yilmaz. 2015. “Solution Blowing of Thermoplastic Polyurethane Nanofibers: A Facile Method to Produce Flexible Porous Materials”. *Journal of Applied Polymer Science*, Ekim, n/a – n/a. doi:10.1002/app.43025.

Zhuang, Xupin, Lei Shi, Bo Zhang, Bowen Cheng, ve Weimin Kang. 2013. “Coaxial solution blown core-shell structure nanofibers for drug delivery”. *Macromolecular Research* 21 (4): 346–48.

Grafen ve İletken Polimer Katkılı Uzayabilen Kompozit Nanoliflerin Üretilmesi ve Özelliklerinin İncelenmesi

ALTIN, Yasin¹, GÜNGÖR, Süleyman, BEDELOĞLU, Ayşe¹

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Lif ve Polimer Mühendisliği Bölümü

ayse.bedeloglu@btu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmanın amacı, yalıtkan olan termoplastik poliüretan içerisine iletken bir nanomalzeme olan grafen katılarak elektro üretim yöntemi ile nanolif üretilmesi ve elde edilen nanolif yüzeylerin iletken bir polimer olan polianilin ile kaplanarak iletken kompozit nanolif yapılarının üretilmesi, elektriksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesidir.

GİRİŞ

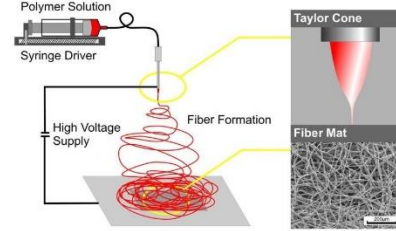
Polimerlerin birçoğu elektriksel açıdan yalıtkan olmakla birlikte ucuzluk, hafiflik, kolay işlenebilirlik gibi birçok olumlu özelliklere sahiptir. Polimerik malzemeler içerisine grafen, karbon nanotüp, karbon siyahı, grafit, gümüş nanotel gibi iletken dolgu malzemeleri katılarak polimerik malzemelerin elektriksel, dielektriksel ve mekanik özellikleri geliştirilebilmektedir¹⁻³. Diğer taraftan son yıllarda oldukça popüler olan elektro çekim yöntemi ile polimer solüsyonlarından kontrol edilebilir poroziteye ve geniş yüzey alanına:hacim oranına sahip nanolifler üretilmektedir. Üretilen bu nanolifli yapılar nanokataliz, doku mühendisliği iskeleti, koruyucu elbise, filtrasyon, biyomedikal, optoelektronik, sağlık, biyoteknoloji, süperkapasitör, sensör gibi bir çok alanda kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca yaygın polimerlerin aksine iletken polimerler elektriği iletebilmekte buda polimerler için yeni uygulama alanları açılmasına neden olmaktadır. İletken polimerler içerisnde polianilin (PANI), polipirol (PPY), poli(3,4 etilen dioksitiyofen) (PEDOT) sıkça kullanılan iletken polimerlerdendir⁴. PANI kolay ve ucuz üretilirliği ve doplanma ile iletkenliği değiştirilebilmesi nedeniyle son yıllarda en çok ilgi duyulan iletken polimerlerden biridir⁴. PANI tek başına işlenebilirliğinin güç olması nedeniyle farklı polimerler ile karıştırılarak çeşitli uygulama alanları bulmuştur. Bu çalışmada, iletken nanodolgu malzemesi olan grafen ile termoplastik poliüretandan hazırlanan nanolifler ve iletken bir polimer olan PANI kullanılarak hazırlanan iletken kompozitler nanolif üretilmesi başarılmıştır.

DENEYSEL

Malzeme

Bu projede grafit, fosforik asit, nitric asit, hidrojen peroksit, hidrazin hidrat, termoplastik poliüretan,

anilin, amonyum persülfat, dimetilformamit yüksek saflıkta temin edilerek kullanılmıştır.



Şekil 1. Elektro üretim yönteminin şematik gösterimi⁵.

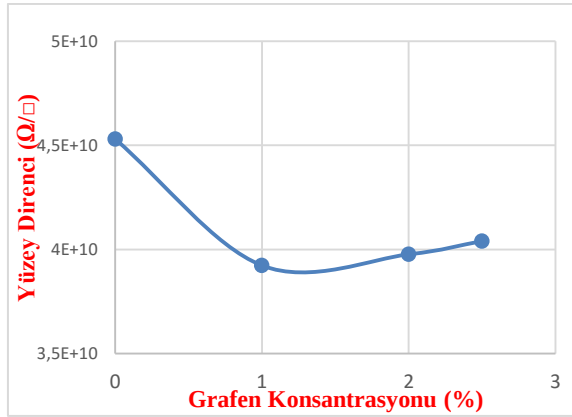
Yöntem

Bu çalışmada grafitten yola çıkılarak öncelikle geliştirilmiş Hummer's metodu ile grafen oksit üretilmiş daha sonra üretilen bu nanomalzeme hidrazin hidrat ile indirgenerek grafen elde edilmiştir. Elde edilen grafen DMF içerisinde dispers edilmiş daha sonra içerisine TPU ile edilerek solüsyon hazırlanmıştır. Hazırlanan bu solüsyon ile elektro üretim yöntemi kullanılarak nanolif üretimi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra üretilen nanolif doku üzerinde anilin polimerize edilerek iletken özellik gösteren kompozit nanolif polimerik film elde edilmiştir.

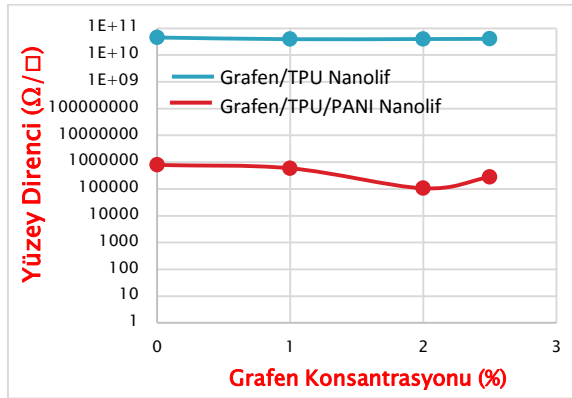
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Üretilen kompozit nanoliflerin elektriksel, termal ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Elektriksel özelliklerin ölçümü Keithley 6517 A cihazında 8009 test aparatı kullanılarak yapılmıştır. TGA analizleri için Perkin Elmer STA 600 cihazı, DSC analizleri için Perkin Elmer DSC 8000 cihazı, mekanik testler için ise Shimadzu AGS-X kullanılmıştır.

Şekil 2'de görüldüğü üzere TPU içerisine grafen ilavesi ile yüzey direncinde azalma meydana gelmiştir. Şekil 3'teki grafikte ise PANI'li ve PANI'siz olan kompozitlerin dirençleri arasındaki farklar ve grafen konsantrasyonunun etkisi görülmektedir. %2 grafen içeren PANI kaplanmamış kompozitin yüzey direnç değeri $4 \times 10^{10} \Omega/\square$ iken üzerine aynı grafen konsantrasyonuna sahip PANI kaplanan nanolif yapının yüzey direnci $2 \times 10^5 \Omega/\square$ seviyelerine düşmüştür.



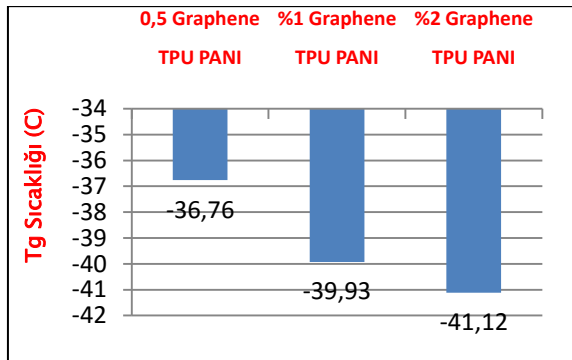
Şekil 2. Grafen konsantrasyonunun iletkenlik üzerine etkisi



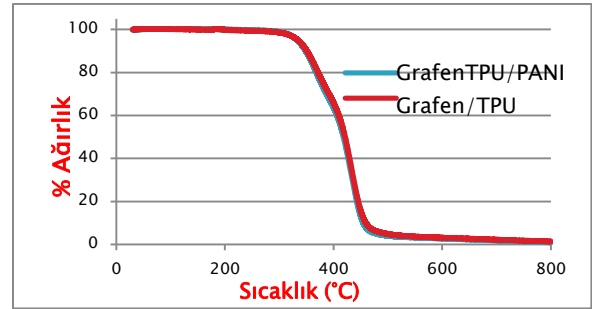
Şekil 3. Grafen/TPU ve Grafen/TPU/PANI kompozitlerinin elektriksel özelliklerinin kıyaslanması

Elde edilen kompozit iletken nanolifler esnek ve uzatılabilir olmasına rağmen iletkenlik göstermektedir.

Şekil 4'te grafen ilavesinin malzemenin camısı geçiş sıcaklığına olan etkisi görülmektedir. Artan grafen konsantrasyonu ile birlikte camısı geçiş sıcaklığı azaldığı gözlenmektedir.



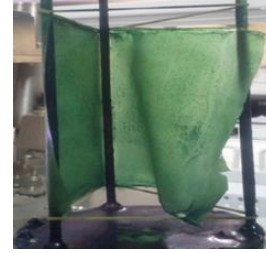
Şekil 4. Grafen konsantrasyonunun Tg üzerine etkisi.



Şekil 5. PANI'li ve PANI'sız numunelerin TGA sonuçlarının kıyaslanması.

Şekil 5 'te görüldüğü üzere PANI ile kaplama malzemenin dekompozit olduğu sıcaklık üzerinde kayda değer bir etkisi gözlenmemiştir. Bunun nedeni toplam kompozit içerisindeki PANI oranının az olması gösterilebilir.

GENEL SONUÇLAR



Şekil 6. Elde edilen PANI kaplanmış nanolif film. Anilin in situ polimerizasyon yöntemi ile kolaylıkla Grafen/TPU yüzeyinde polimerize edilmiş ve bu sayede nanolif yüzeyin iletkenliği 2×10^5 kat artırılarak esnek ve uzayabilen nanolif yüzey iletken forma geçirilmiştir. Bu polimerik malzeme esneklik, uzayabilme ve iletkenliğin bir arada gerekli olduğu uygulamalarda kullanılabilir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu proje Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK, tarafından desteklenmiştir, Proje No: 113M950.

KAYNAKLAR

- Yadav, S.K. and J.W. Cho, *Functionalized graphene nanoplatelets for enhanced mechanical and thermal properties of polyurethane nanocomposites*. Applied Surface Science, 2013. **266**: p. 360-367.
- Shang, S.M., W. Zeng, and X.M. Tao, *High stretchable MWNTs/polyurethane conductive nanocomposites*. Journal of Materials Chemistry, 2011. **21**(20): p. 7274-7280.
- Wu, Q., et al., *Supercapacitors Based on Flexible Graphene/Polyaniline Nanofiber Composite Films*. ACS Nano, 2010. **4**(4): p. 1963-1970.
- Razak, S.I.A., et al., *A Review of Electrospun Conductive Polyaniline Based Nanofiber Composites and Blends: Processing Features, Applications, and Future Directions*. Advances in Materials Science and Engineering, 2015.
- <http://www.oxolutia.com/technology/electrospinning/>
Son erişim tarihi. 13/04/2016

Elektrostatik Filtreler: Yüksek Performans Hava Filtreleri Üretimi ve Karakterizasyonu

KILIÇ, Ali

TEMAG Lab., İ.T.Ü., 34437 Gümüşsuyu, İstanbul, Türkiye

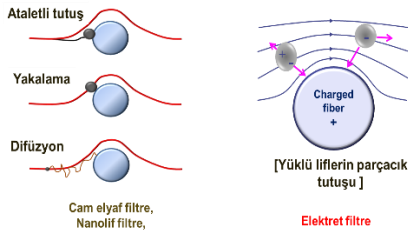
alikilic@itu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada nonwoven kumaşlara elektrostatik yükleme yapılarak hava filtrasyonu verimliliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Polipropilen yapıli eriyikten üfleme yöntemiyle üretilen kumaşlar yüksek dielektrik sabitli BaTiO₃ malzemeyle modifiye edilmiştir. Yapılan modifikasyonun filtre yapısı, elektrostatik özellikler ve filtrasyona etkisi analiz edilmiştir.

GİRİŞ

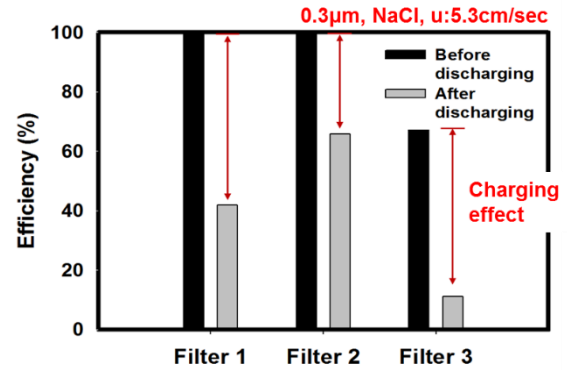
Giderek ciddileşen çevre problemleri, hastane, gıda, hassas işleme teknolojilerinde gereksinim ve salgın hastalık tekrarları sebebiyle hava filtrelerine ihtiyaç giderek artmaktadır. Özellikle mikron altı boyutta parçacıkların tutulması için yüksek performans gösteren HEPA filtreler kullanılmaktadır. HEPA filtrelerde yaş serimle üretilen cam elyaf yapıları ve elektroüretim gibi sistemlerle üretilen nanolif filtreler dışında orijinal bir çözüm yaklaşımı da elektrostatik ya da elektret filtrelerdir. Mekanik filtrelerde filtrasyon verimliliği ataletli tutuş, yakalama, difüzyon gibi mekanizmalara bağlıdır. Elektrostatik filtrelerde ise bu mekanik filtrasyon mekanizmalarının yanısıra gerek nötr, gerek yüklü parçacıklara yönelik uygulanan elektrostatik çekim kuvvetleridir (Şekil 1).



Şekil 1. Mekanik ve elektret filtre parçacık tutuş mekanizmaları

Elektrostatik kuvvetler sayesinde en çok geçen parçacık çapı (maximum penetrating particle size) bölgesinde, yani 0.3-0.4µm aralığında iyileştirme sağlanmış olur(Kilic vd. 2014). Diğer yandan bir diğer önemli avantaj ise parçacık tutuşu için çok sıkı paketlenmiş, ince liflerden oluşan bir yapıya ihtiyaç olmayışıdır. Yüksek paketlenme gözlenen cam elyaf filtrelerde ve ince liflerden oluşan nanolif filtrelerde

bu çok yüksek basınç farkına sebep olmaktadır. Dolayısıyla enerji verimliliği düşmekte, yüz maskesiyle nefes almak güçleşmektedir. Bir diğer problem bu filtrelerin tıkanmaya meyilli olmalarıdır. Hali hazırda EN779 gibi standartlarda özellikle hava filtrelerin fark basıncı bazlı verimlilikleri referans alınmaktadır. Bununla birlikte elektrostatik filtrelerde ileri elektrostatik yükleme sistemleri kullanılmakta, daha yüksek ve stabil potansiyeli sağlamak için çeşitli polimer katkı kimyasalları gerekmektedir. Eğer iyi bir elektrostatik yükleme sağlanmazsa ilk filtrasyon verimliliği düşük çıkacaktır (Şekil 2). Çünkü iyi yüklenmemiş liflerin arasından parçacıklar diğer tarafa geçecektir. Diğer yandan filtrasyon verimliliğini uzun süre aynı stabilitede tutmak gerekecektir. Özellikle hassas üretim yapılan fabrikalarda, hastanelerde, salgın durumlarında böyle bir anlık düşüş hesaplanamayacak sonuçlar getirecektir.



Şekil 2. Değişik ticari elektrostatik filtrelerin yüklü ve yüksüz verimleri (0.3µm parçacık)

Bu çalışmada gerek filtre verimliliğini gerek verimlilik stabilitesini artırmak üzere eriyikten üflenen (meltblown) PP nonwovenlar değişik oranlarda BaTiO₃ ile modifiye edilmiştir. Yapılan modifikasyonun nonwoven ve filtrasyon özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

DENEYSEL

Malzeme

Achieve 6936G1 PP polimer reçine kullanılmıştır (MFI 1550 dg/min). Baryum titanat (219-6A) tozu Ferro Electronics (OH)'ten alınmıştır. Parçacık çapı %90 oranında 2µm'den düşüktür. Konstantre PP

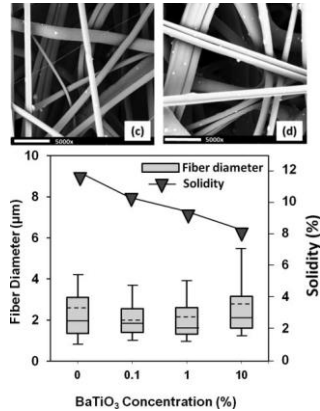
masterbatch (%20) Techmer tarafından hazırlanmıştır. Daha sonra nonwoven üretiminde son konsantrasyon 0.1, 1 ve 10% olacak şekilde karıştırılmıştır.

Yöntem

Meltblown (MB) filtreler 12.5 cm kalıplı 125 delikli mini bir sistemde üretilmiştir. 4 ısıtma bölgesi ekstrüderde sıcaklık kademeli olarak 190'dan 250°C'ye çıkarılmıştır. Hava vurma açısı 60°, hava boşluğu 0.3 mm ve eriyik çıkışı kalıbın 1mm ilerisinde tasarlanmıştır. Hava ve polimer sıcaklığı, hava basıncı, kalıp-konveyör mesafesi sabit tutulmuş; besleme hızı, konveyör hızı üzerinde oynamalarla kumaş gramajı 25 ± 2 gsm'e sabitlenmiştir. En kusursuz kumaş yapısı 0.2–0.25 g/h/m besleme hızı ve 20–30 psi hava basıncında sağlanmıştır. Numuneleri elektrostatik yükleme için mini bir korona cihazı kullanılmıştır. Filtrasyon verimliliğinin analizi için TSI 3160 otomatik filtre test santralinde 0.1-1.0µm parçacıklar üretilip, 5.3cm/s hızla filtrelerden geçirilmiştir. Sadece filtre verimliliği değil, filtre kalite faktörleri de ($KF=\ln P/\Delta p$) hesaplanmıştır. Yükleme yapılan kumaşların yükü elektrostatik voltmetre ile analiz edilmiştir (Kilic, Shim, ve Pourdeyhimi 2015b). Filtrasyon stabilitesinin analizi içinse hızlandırılmış yük bozunması testi uygulanmıştır. Bunun yanı sıra BaTiO₃ modifikasyonun Kristal özelliklerine etkisini gözlemlemek için XRD çalışması yapılmıştır.

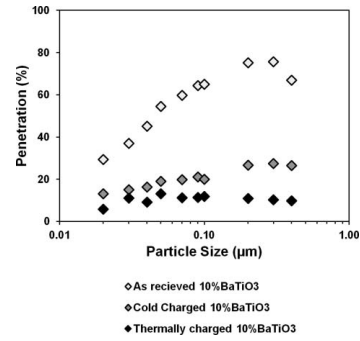
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Şekil 3'te de görüldüğü üzere lif çaplarında ciddi bir değişiklik olmasada özellikle kumaş paketlenme yoğunluğu ciddi şekilde azalmıştır.



Şekil 3. Değişik konsantrasyonlarda üretilen MB PP kumaşların SEM görüntüsü (%1 ve %10 BT) ve lif çapı, paketlenme yoğunluğu dağılımları (Kilic, Shim, ve Pourdeyhimi 2015a)

Aynı gramajlardaki kumaşların filtrasyon verimlilikleri de analiz edilmiştir. Şekil 4'te gösterildiği üzere %10 BaTiO₃ içerikli kumaşlarda soğuk ve sıcak yüklemeler filtrasyon verimliliğini en çok geçen bölgede %70'lerden %95'e taşımıştır. Bunun sebebinin kumaş üzerindeki daha iyi potansiyel dağılımı olduğu gözlenmiştir. Özellikle %1'in üzerinde BaTiO₃ yüklemelerinde ve sıcak yüklemelerde elektrostatik potansiyelin oldukça yükseldiği bunun filtre verimliliğini oldukça artırdığı gösterilmiştir.



Şekil 4. %10 BaTiO₃ içerikli PP MB kumaşın yüklenmemiş, soğuk yüklenmiş, sıcak yüklenmiş verimlilikleri

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

BaTiO₃ dışındaki polimer katkılarının elektrostatik filtre özellikleri üzerine etkileri araştırılması planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME

Çalışmamın finansal fonlandırması için Nonwovens Cooperative Research Center (NCRC)'ye teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

Kilic, Ali, Eunyoung Shim, ve Behnam Pourdeyhimi. 2015a. "Electrostatic Capture Efficiency Enhancement of Polypropylene Electret Filters with Barium Titanate". *Aerosol Science and Technology* 49 (8): 666–673.

Kilic, Ali. 2015b. "Measuring electrostatic properties of fibrous materials: A review and a modified surface potential decay technique". *Journal of Electrostatics* 74: 21–26.

Kilic, Ali, Eunyoung Shim, Behnam Pourdeyhimi, ve Bong-Yeol Yeom. 2014. "Aerosol Filtration Properties of Nucleating Agent Containing Electret Filters". *Polymer Engineering & Science* 54 (7): 1533–39. doi:10.1002/pen.23693.

Yeni Nesil Karbon Tabanlı Çok Fonksiyonlu Lifler

ÖZÇAKIR, Ece¹, BALLI, Büşra^{1,2}, ESKİZEYBEK, Volkan¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü,

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

veskizeybek@comu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmanın amacı ıslak eğirme yöntemi ile grafen oksit (GO) tabakalardan makro boyutta grafen fiberler elde edilmesi ve GO tabakaların boyut kontrolü ile fiberlerin makroskobik özelliklerinin kontrol edilmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Grafen; karbon atomlarının sp^2 hibrit bağlarıyla 2 boyutlu bal peteği örgüsünde düzenlenmiş düzlemsel tek tabakalı yapısıdır¹. Grafenin eşsiz yapısı son yıllarda enerji depolama², elektronik cihazlar³ ve nanokompozitler gibi çeşitli alanlarda birçok teorik ve deneysel çalışmada ilgi çeken olağanüstü mekanik, termal ve elektronik özellikler sağlar⁴. Ancak bu tek boyutlu grafen yapıların ürün olarak kullanılabilmesi için makro seviyede yapılara dönüştürülmesi gerekmektedir. Sonuç olarak 2 boyutlu grafen kâğıtlar⁵ ve 1 boyutlu grafen fiberler gibi nano ve mikro seviyede çeşitli grafen tabanlı yapılar üretilmiş ve karakterize edilmiştir⁶. Makro seviyedeki grafen tabanlı yapıların fiziksel performansında yapıtaşlarının boyutu da önemlidir. Büyük boyutlu/geniş yapıtaşları 3 boyutlu yapılarda daha iyi mekanik ve elektriksel özellikler sağlar⁷. Dolayısıyla grafen tabanlı yapıların makro seviyede mekanik ve elektriksel özelliklerinin kontrol edilebilmesi için grafen tabanlı yapıtaşlarının boyutlarının belirlenmesi çok önemlidir. Santrifüj ile ayırma yöntemi sıvı ortamda dağıtılmış nano boyutta malzemelerin boyutlarına göre sınıflandırılması için basit ve etkili bir yöntemdir ve grafen oksit tabakaları için de kullanılabilir⁸.

Grafen oksit tabakalardan grafen fiber üretiminde; polimer fiberlerin üretiminde kullanılan yöntemlerden biri olan ıslak eğirme yönteminin prensipleri kullanılarak GF üretimi en çok tercih edilen yöntemdir⁹. Bu yöntemde homojen grafen oksit/su çözeltisi bir şırınga yardımıyla sabit hızla dönen viskoz bir banyo içerisine iğne ile enjekte edilir. Islak eğirme yönteminde kontrol edilmesi gereken en önemli parametreler banyonun dönme hızı, iğnenin ucundan çıkan çözeltinin debisi ve banyonun viskozitesidir. Bu üretim sonucunda grafenoksit fiber elde edilir. Grafen oksit fiberler

kimyasal ve ısı indirgeme ile grafen fiberlere dönüştürülür.

DENEYSEL

Malzeme

Fiber üretiminde kabuk boyutları 0-40 μm arasında değişen tek tabakalı GO/su süspansiyonu kullanılmıştır. Islak eğirme prosesinde 210 μm iç çapa sahip iğne, banyoda ise ağırlıkça %1 oranında kitosan-saf su çözeltisi kullanılmıştır.

Yöntem

GO partikülleri santrifüj prosesi ile 3 farklı boyut aralığında gruplandırılmış, bu gruplardan hazırlanan süspansiyonlardan ıslak eğirme yöntemi ile GO fiberler üretilmiştir. GO fiberler indirgenmiş, fiberlerin mekanik, morfolojik ve elementel karakterizasyonu yapılmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

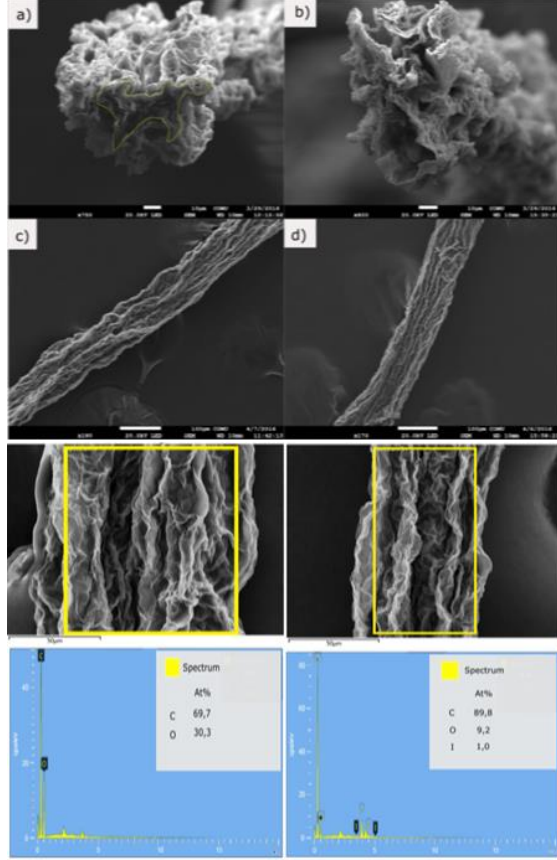
Boyutları 0-40 μm arasında değişen GO kabuklar santrifüj yardımıyla 3 gruba ayrılmıştır. (Tablo 1). 3 farklı boyut aralığında GO kabuklar içeren süspansiyonlardan ıslak eğirme yöntemi ile sürekli fiberler üretilmiştir. Elde edilen GO fiberlerden kimyasal ve termal indirgeme ile indirgenmiş grafen oksit (iGO) fiberler elde edilmiştir. Elementel analiz sonuçlarına göre indirgeme sonrası fiberlerin oksijen içeriği %30'dan yaklaşık %9'a düşmüştür.

Tablo 1: Grafen oksit partikül gruplarının boyut aralıkları

Grup	KBGO	OBGO	BBGO
Boyut	0.5-5 μm	1-15 μm	>15 μm

Şekil 2'de GO ve iGO fiberlerin çekme testi sonrası kesit ve eksenel morfolojilerine ait Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri verilmiştir. Kesit görüntüleri, ıslak eğirme sırasında GO tabakaların eksene paralel yönde düzenli bir şekilde dizilim oluşturdıklarını ve indirgemenin bu düzenli dizilimi olumlu etkilediğini doğrulamaktadır.

Çekme deneyleri sonuçlarına göre (Tablo 2) fiberi oluşturan kabuk boyutu büyüdükçe elastisite modülü artmakta, fiberin mekanik özellikleri iyileşmekte, indirgeme de çekme dayanımı ve kopma uzamasını artırmaktadır.



Şekil 2. Grafen oksit ve indirgenmiş grafen oksit fiberlerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri; a) KBGO fiberin çekme testi sonrası kesiti b) iKBGO fiberin çekme testi sonrası kesiti c) KBGO fiberin morfolojisi d) iKBGO fiberin morfolojisi; fiberlerin EDS analizleri

Tablo 2: Üretilen fiberlerin mekanik özellikleri

Fiber/Özellik	Elastisite Modülü (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Kopma Uzaması (%)
KBGO	27.7	110	5.1
OBGO	11.64	101	1.14
BBGO	15.8	170	1.71
iKBGO	20.83	195	1.85

iOBGO	10.3	202	4.42
iBBGO	11.62	215	3.57

GENEL SONUÇLAR

Farklı ortalama boyutlara sahip GO tabakaları kullanılarak; ıslak eğirme yöntemi ile fiziksel özellikleri kontrol edilebilen makroskobik fiberler üretilmiştir. Mekanik ve morfolojik karakterizasyon ile partikül boyutunun fiberin fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiş, en iyi mekanik özelliklere sahip fiberin 200 MPa'dan fazla çekme dayanımı ve 11.6 GPa elastisite modülüne sahip iBBGO fiberler olduğu belirlenmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Fiberi oluşturan yapıtaşları olan GO tabakaların boyutlarının ve ıslak eğirme yöntemi ile üretim sırasında üretim parametrelerinin kontrolü ile istenen mekanik ve elektriksel özelliklerde; çok fonksiyonlu tekstiller, esnek ve giyilebilir sensör ve enerji depolama gibi giyilebilir elektronik uygulamalarında kullanılabilecek fiberler üretilmesi planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu çalışma MAG-214M650 numaralı proje kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Proje kapsamında analiz hizmetlerindeki katkılarından dolayı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Esmaili A. and Entezari M. H. 2014. "Facile and fast synthesis of graphene oxide nanosheets via bath ultrasonic irradiation", Journal of Colloid and Interface Science, 432, 19-25
- [2] Tong X. *et al.* 2011 "Controllable synthesis of graphene sheets with different numbers of layers and effect of the number of graphene layers on the specific capacity of anode material in lithium-ion batteries", Journal of Solid State Chemistry, 184, 982-989
- [3] Li X. M. *et al.* 2013. "Flexible all solid-state supercapacitors based on chemical vapor deposition derived graphene fibers", Physical Chemistry Chemical Physics, 15, 17752-17757

- [4] Zhuo Q. Q. *et al.* 2013. "Facile Synthesis of Graphene/Metal Nanoparticle Composites via Self-Catalysis Reduction at Room Temperature", *Inorganic Chemistry*, 52, 3141-3147
- [5] H. Chen *et al.* 2008. "Mechanically strong, electrically conductive, and biocompatible graphene paper," *Advanced Materials*, 20, 3557
- [6] Xu Z. and Gao C. 2011. "Graphene chiral liquid crystals and macroscopic assembled fibres", *Nature Communications*, 2
- [7] Chae H. G. and Kumar S. 2008. "Materials science - Making strong fibers", *Science*, 319, 908-909
- [8] Bonaccorso F. *et al.* 2013. "Sorting Nanoparticles by Centrifugal Fields in Clean Media" *Journal of Physical Chemistry C*, 117, 13217-13229
- [9] Cheng H.H. *et al.* 2014. "Graphene fiber: a new material platform for unique applications," *Npg Asia Materials*. 6, 1

Seramik Nanopartikül Takviyeli Polimer Kompozitleri

ENGİN SAGIRLI, F. Zehra¹, KAYALI, E.Sabri^{2,3}, SARAC, A. Seza^{4,5}

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, ²İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, ³Haliç Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, ⁴İstanbul Teknik Üniversitesi, Polimer Bilimi ve Teknolojileri, ⁵İstanbul Teknik Üniversitesi, Nano Bilimi ve Mühendisliği

fzengin@itu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada seramik partikül takviyeli polimer kompozitleri oluşturulmuş bu kompozitlerin karakterizasyonu sonucunda termal, elektriksel, kapasitif ve elektro kimyasal özellikleri geliştirilmiş yapılar geliştirmek hedeflenmiştir.

GİRİŞ

Son yıllarda nanoteknoloji, yüzey kimyası, koruyucu tepki verebilme, biyomalzeme ve kontrollü ilaç salınımı teknolojilerindeki değişime bağlı olarak nanopartikül takviyeli kompozitlerin özellikle stabilite, elektriksel iletkenlikleri, termal iletkenlikleri ve ısı transfer mekanizmaları üzerine pek çok çalışma yapılmaktadır.^{1,2}

BaTiO₃ elektroseramik olarak yüksek geçirgenlik, ferroelektrik özellikler ve dielektrik özelliklere sahiptir. Optikler, optoelektronikler, sensörler, çok katmanlı kapasitörler, dalga modulatorleri, IR dedektörleri, holografik hafıza elemanları kullanım alanlarıdır.^{1,3,4}

Normalde tek başına elektriksel olarak yalıtkan özellik gösteren baryum titanat az miktarda metalik malzeme ile doplandığında bile yarı iletken haline gelebilmektedir.

İnorganik nano partiküller dolgu malzemesi olarak karışım yada kompozit halinde eklendikleri polimer yapılar elektriksel iletkenlik, termal dayanım, elektrokimyasal, magnetik optik ve dielektrik özellikler kazandırırken mekanik özelliklerinde iyileştirmektedir.^{1,2,5}

Akrilonitrile polimeri kimya ve tekstil endüstrisinde özellikle karbon liflerinin temelini oluşturmaları, mekanik özellikleri ve pekçok monomerle kopolimer oluşturabilmesi nedeniyle oldukça popülerdir.⁵

DENEYSEL

Malzeme

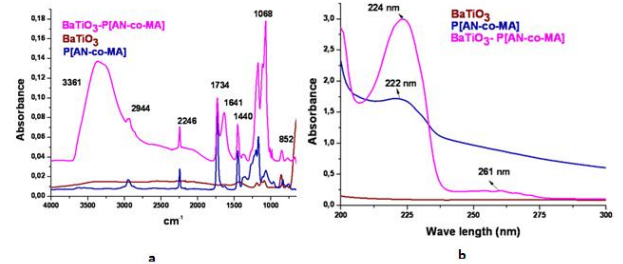
Akrilonitril (99.5>%), metil akrilat (99.5>%), amonyum persulfat (APS) ve Dodesilbenzene sulfonik asid (DBSA) Sigma Aldrich'den temin edilmiştir. BaTiO₃ Nanostructured & Amorphous Materials, Inc. den temin edilmiştir.

Yöntem

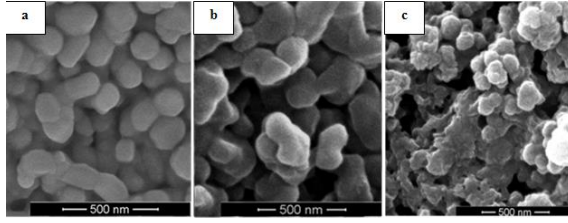
Akrilonitrile metil akrilat kopolimeri baryum titanat nano partikülü üzerine yüzey aktif madde olarak (DBSA) varlığında emülsiyon polimerizasyonu yöntemiyle in-situ olarak kaplanmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Şekil 1 a da verilen FTIR spektroskopisinde seramik etrafına latex kaplı nano kompozitin hem seramik hemde latex partikülünün karakteristik piklerini içerdiği bunun yanında her iki yapıdan farklı yeni pikler gözlemlenmiştir. Özellikle 3361 cm⁻¹ de yeni oluşan O-H piki ve lokalizasyon etkisinden kaynaklanan 1176 cm⁻¹ ve 1068 cm⁻¹ deki piklerin kayması ve şiddetlerinin artması [P(AN-co-MA)] ve BaTiO₃, arasındaki güçlü ilişkiyi göstermektedir. Şekil 1 b de verilen UV-Visible spektrumunda 224 nm deki kayma ve 261 nm de görülen yeni pik BaTiO₃ ve P[AN-co-MA] arasındaki iyonik ilişkiden kaynaklanmaktadır. Şekil 2 de verilen SEM sonuçlarındaki kaplama açıkça görülmektedir. Elde edilen nanokompozitlerin partikül büyüklüğü ve iletkenlik değerleri Tablo 1 de verilmiştir. İki yalıtkan malzemeden oluşan yeni nanokompozitin iletkenliğinin arttığı açıkça görülmektedir. Ayrıca partikül boyutundaki değişimde kaplamanın oluştuğunu bize göstermektedir.



Şekil 1 Nanokompozitlerin FTIR spektrumu (a) UV-Visible spektrumu (b)



Şekil 2 BaTiO₃(a) P[AN-co-MA](b) BaTiO₃P[AN-co-MA](c)

Tablo I

	BaTiO ₃	P[AN-co-MA]	BaTiO ₃ -P[AN-co-MA]
Conductivity (µS)	4.87	38.6	190.04
Particle Size (nm)	100	82.1	844

GENEL SONUÇLAR

Polimerizasyon işlemi sonucunda barium titanat partiküllerinin etrafının poliakrilonitril metal akrilat kopolimeri ile kaplandığı yapılan FTIR,UV Visible, parkilül boyutu ve SEM analizler sonucunda görülmüştür. Ayrıca elde edilen yeni yapının iletkenliğinin arttığıda yapılan iletkenlik analizi sonucunda gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre ileri teknoloji uygulamaları için kullanılabilecek iletkenliği geliştirilmiş yeni bir yapı elde edilmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Elde edilen bu yapıların elektriksel ve elektrokimyasal özelliklerine göre tekstil ve biyomalzeme uygulamalarına yönelik çalışmalar yapılması hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu çalışma İTÜ Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenen 38242 numaralı proje kapsamında yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Engin, Sagırlı,FZ, Kayali, E. S. ve Sarac,A S.,2016 ,”Electrochemical Impedance Spectroscopic Study on Polypyrrole/Barium Titanate/Poly (acrylonitrile-co-methylacrylate) Nanoparticles”, Journal of The Electrochemical Society 163, (3), H205-H212.
- Golshaei, R, Guler, Z, Ünsal, C ve Sarac A S., 2015, “In situ spectroscopic and electrochemical impedance study of gold/poly (anthranilic acid)

core/shell nanoparticles”, European PolymerJournal 66,502-512.

- Hanemann, T, Gesswein,H, Schumacher, B.2011.“Development of new polymer–BaTiO₃-composites with improved permittivity for embedded capacitors”, Microsystem Technologies,17,195–201.
- Javadi,S, Sadroddini, M, Razzaghi-Kashani,M, Reis, P. N. B. , Balado, A. A. 2015 “Interfacial effects on dielectric properties of ethylene propylene rubber–titania nano- and micro-composites.”, Journal of Polymer Research, 22,162.
- Satici, M. T, ve Sarac,AS., 2015, “Synthesis and Characterization of Poly (Acrylonitrile-co-Vinylacetate)/Fe₂O₃@ PEDOT Core-Shell Nanocapsules and Nanofibers”.International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials 64, (11),597-609.

PCL NANOLİFLERİN MORFOLOJİSİNE FARKLI TÜRDEKİ TOPLAYICILARIN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

İPEK, Mülazım, CANBOLAT, Mehmet Fatih

Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

fatihcanbolat@sdu.edu.tr

AMAÇLAR

Elektrostatik lif çekimi işleminde, 11 adet farklı geometride ve 3 adet farklı malzeme türünde toplayıcılar kullanılarak nanolif morfolojisi üzerine etkileri incelenmek istenmiştir.

GİRİŞ

Toplayıcı plakalar, elektrostatik nanolif çekim sisteminin temel bileşenlerinden birisidir. Toplayıcı plaka malzeme türü, üzerinde toplanan nanolif yoğunluğunu belirlemekte olup, geometrisi ise nanolif dizilim ve oryantasyonunu etkilemektedir. Neves ve ark.¹, elde ettikleri nanolif yapıların düzgün ve sıralı toplanmasında, kullandıkları farklı toplayıcıların yüzey yapısının etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bağlamda, lif oryantasyonu, lifin morfolojik özellikleri ve mekanik özelliklerinin de doğrudan etkelediğini rapor etmişlerdir. Rosic ve ark.², metalik tel örgü toplayıcı kullanarak, nanolifleri tel örgü üzerindeki boşluklar arasında gergin şekilde toplamışlardır. Chung ve ark.³, yaptıkları çalışmada, mandrel toplayıcının hızının artırılarak liflerin istenilen yönde hizalanabileceğini belirtmişlerdir. Yee ve ark.⁴, yaptıkları bir çalışmada modifiye edilmiş döner diskli toplayıcıyı kullanarak, düz tabaka boyunca yoğun sıklıkta ve üniformite de iyi hizalanmış PVDF nanoliflerinin elde edildiğini rapor etmişlerdir. Ku ve ark.⁵, döner silindirin hızı arttıkça nanolif çapının azaldığını rapor etmişlerdir. Blakeney ve ark.⁶, yaptıkları çalışmada düz yüzeyli toplayıcı plaka kullanmış ve toplayıcı plaka üzerinde liflerin geniş alanda üniform bir şekilde yayıldığını belirtmişlerdir. Shin ve ark.⁷, iki paralel plaka arasında elektrostatik lif çekim işlemini gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmalar sonucunda elektrik alanın iki paralel plaka arasında daha düzenli bir şekilde lif oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Wang ve ark.⁸, paslanmaz çelik bir tel örgüyü toplayıcı olarak kullanmışlar ve üretilen nanoliflerin, paslanmaz çelik örgü toplayıcının topolojik yapısına benzer olduğunu belirtmişlerdir. Kumar⁹, çalışmaları neticesinde düz plaka toplayıcıda liflerin rastgele yönelimli olarak, silindirik dönen toplayıcıda ise rastgele yerleşimle beraber daha kalın çapta elde edildiğini belirtmiştir. Izgara toplayıcıda ise lifler

yüksek morfolojik yapıda hizalanmış olarak çekilmiştir. Kullanılan tüm toplayıcılar içinde en iyi sonucu ızgara tipi toplayıcının verdiğini rapor etmiştir. Jiri ve ark.¹⁰, iletken olmayan toplayıcı plakalar kullanıldığında paketleme yoğunluğunun azaldığını, iletken toplayıcı plakaların kullanılması durumunda ise paketleme yoğunluğu yüksek nanolif yapıların elde edildiğini rapor etmişlerdir.

DENEYSEL

Malzeme

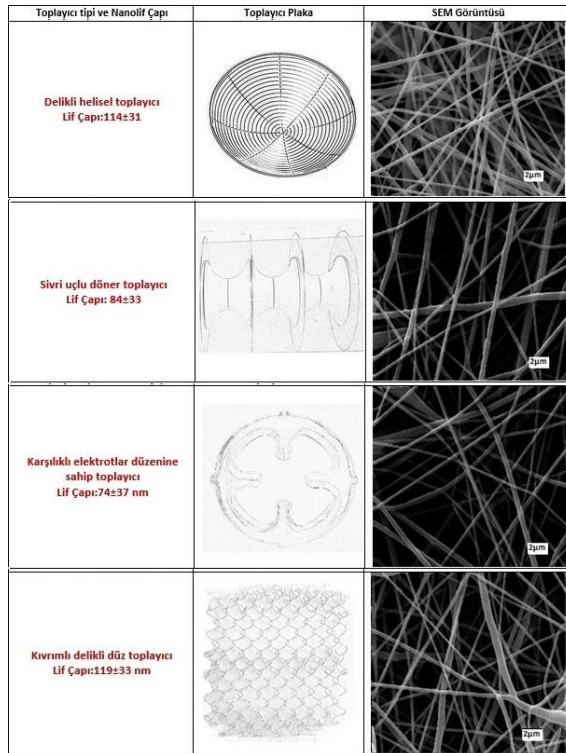
Bu çalışmada, poli (ε - kaprolakton) (PCL) polimeri (Mn 70.000-90.000), DMF ve Kloroform çözücülerini ile farklı iletkenliğe (alüminyum, pirinç, bakır) ve geometriye (dairesel, boşluklu-boşluksuz, farklı boyutlarda, yüzeyi pürüzlü-pürüzsüz) sahip toplayıcı plakalar kullanılmıştır.

Yöntem

%14'lük (w/v) PCL polimeri, %70 - %30 (w/w) oranlarında DMF ve Kloroform içinde 1 saat süre ve 50°C ısı uygulanarak çözünmüştür. Elde edilen homojen çözelti, elektrostatik lif çekim işlemine tabi tutulmuştur.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Elde edilen nanoliflerin SEM görüntüleri alınarak lif morfolojileri incelenmiş ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Image J programı kullanılarak (50'şer adet çap ölçümü ile) liflerin ortalama çap ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Farklı geometrideki toplayıcılar ile yapılan tüm denemeler içinde en üniform lif formu delikli helisel toplayıcı ile elde edilirken, en ince lif formuna karşılıklı elektrotlar düzenine sahip toplayıcıda ulaşılmıştır. Sivri uçlu döner toplayıcı ile elde edilen lifler boşluklu ve düzgün sıralı bir yapı oluşturmuştur. Deneme numuneleri içinde en beklenmedik ve kötü denilebilecek nanolif eldesi kıvrımlı delikli düz toplayıcı ile gerçekleştirilmiştir. Bu durum yüzey üzerindeki girinti çıkıntıların elektrik alanı olumsuz etkilemesi nedeniyle oluşmuş bir durumdur şeklinde düşünülmüştür (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Farklı geometriye sahip toplayıcı plakalar ve SEM görüntüleri

Farklı malzeme türleri içinde en iyi sonucu bakır toplayıcı plakanın verdiği anlaşılmıştır. Pirinç toplayıcı plaka ile elde edilen nanoliflerin daha boşluklu bir yapı sergiledikleri ve malzeme türü değiştirilmek sureti ile farklı dizilimlerin eldesinin mümkün olabileceği araştırma ekibince değerlendirilmiştir.

GENEL SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlara göre, farklı geometrideki toplayıcıların geometrisinin lif çapı ve dizilimi üzerinde etkisi olduğunu göstermiştir. Planlı bir optimizasyon çalışması ile geometri ile lif morfolojisi arasında rasyonel bir bağlantı kurulabilmesinin mümkün olacağı anlaşılmıştır. Farklı malzemelerden mamul toplayıcı plakalar ile yapılan denemeler ile lif dizilimi ve çapı üzerindeki etki anlaşılmaya çalışılmış, elektrik iletkenlik değeri iyi olan metal toplayıcılar ile daha düzgün nanolif yapıların elde edilebileceği sonucu çıkmıştır.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Bu çalışma başlangıç düzeyinde bir çalışma olup, daha derinlemesine farklı türdeki toplayıcılar ile yapılacak çalışmalar ile dar ve geniş alanda nanolif toplanması, değişik lif dizilimlerinin eldesi, liflerin

belirli alanlarda toplanmaları gibi konularda uzmanlaşmaya çalışılacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Çalışmayı 213M263 No'lu proje ile destekleyen TÜBİTAK ve 4232-YL2-14 No'lu SDÜ BAP projesi ile destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Blakeney, B. A., Tambralli, A., Anderson, J. M., Andukuri, A., Lim, D. J., Dean, D. R., & Jun, H. W. (2011). Cell infiltration and growth in a low density, uncompressed three-dimensional electrospun nanofibrous scaffold. *Biomaterials*, 32 (6), 1583-1590

Chung, S., Moghe, A. K., Montero, G. A., Kim, S. H., & King, M. W. (2009). Nanofibrous scaffolds electrospun from elastomeric biodegradable poly (L-lactide-co-ε-caprolactone) copolymer. *Biomedical Materials*, 4 (1), 015019.

Ku, S. ., Lee, S. H., & Park, C. B. (2012). Synergic effects of nanofiber alignment and electroactivity on myoblast differentiation. *Biomaterials*, 33 (26), 6098-6104.

Kumar, P. (2012). Effect of collector on electrospinning to fabricate aligned nano fiber (Doctoral dissertation).

Neves, N. M., Campos, R., Pedro, A. J., Cunha, J., Macedo, F., & Reis, R. L. (2007). Patterning of polymer nanofiber meshes by electrospinning for biomedical applications

R. Jiri, p. Marek, v. Vladimir, aligned nano fiber deposition onto a apatterned rotating drum collector by electrospinning, brno, czech republic, eu, (2011)

Rošic, R., Kocbek, P., Baumgartner, S., & Kristl, J. (2011). Electro-spun hydroxyethyl cellulose nanofibers: the relationship between structure and process. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 21 (3), 229-236.

Shin, Y.M., Hohman, M.M., Brenner, M.P. And rutledge, g.c., 2001. Experimental characterization of electrospinning: the electrically forced jet and instabilities, *polymer*, 42, 9955-9967.

Wang, Y., Wang, G., Chen, L., Li, H., Yin, T., Wang, B., ... & Yu, Q. (2009). Electrospun nanofiber meshes with tailored architectures and patterns as potential tissue-engineering scaffolds. *Biofabrication*, 1 (1), 015001.

Yee, W. A., Nguyen, A. C., Lee, P. S., Kotaki, M., Liu, Y., Tan, B. T., ... & Lu, X. (2008). Stress-induced structural changes in electrospun polyvinylidene difluoride nanofibers collected using a modified rotating disk. *Polymer*, 49 (19), 4196-4203.

Endüstriyel Elektro-üretim Makinasında Nanolif Esaslı Ürün Geliştirme

DEMİR Ali, ACIKABAK Bekir, AŞLAMACI Abdullah, MIDİK Faik, ÖZDEMİR Ömer Faruk, UZUNER Talha
İstanbul Teknik Üniversitesi, İnovento Ltd. Şti.
acikabak@gmail.com

AMAÇLAR

Ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar ışığında yapılan değerlendirmeler sonucunda endüstriyel bir nanolif membran üretim makinesinin projelendirilmesi ve nanolif tabanlı ürün çalışmaları yapmak üzere endüstriye kazandırılması hedeflenmiştir. Bu şekilde ar-ge anlamında olgunlaşmış ve günümüz ihtiyaçlarına ekonomik ve fonksiyonel faydalar sağlayabileceği düşünülen nanolif tabanlı çalışmalar için endüstriyel üretime geçiş amacı güden pilot üretim hattının geliştirilmesi hedeflenmektedir. Pilot üretim hattı geniş enlerde (0.5 m) ürün eldesini sağlayabilecek tam manasıyla endüstriye yönelik yüksek kapasiteli makinelerin üretimi için önemli bir adım teşkil edecektir. Laboratuvar ölçekli cihazlarda üretim kapasitesi çok düşüktür. En fazla 12 iğneli beslemeli makinalarda 300X200 mm boyutlarında ürün üretilebilmektedir. Tasarlanacak endüstriyel endüstriyel ölçekli makinayla makina aynı anda 3 farklı polimer çözeltisinden sürekli bir besleme ile günlük 1000 metre/tül üretim amaçlanmaktadır.

GİRİŞ

Konunun önemi

Elektro-üretim yöntemi ile üretilen nanoliflerin laboratuvar ölçekli cihazlarda üretim kapasiteleri düşüktür ve üretim süreleri uzundur. 300X200 mm boyutunda nanolif bir numune üretmek için 1 saat harcanmaktadır. Laboratuvar ölçekli cihazlar küçük numuneler üretmek için tasarlandığı ve üretildiği için endüstriyel ihtiyaçlara cevap verememektir. Prensip elektro-üretim yönteminin yüksek voltajdan yararlanarak çözelti nanolif üretim yöntemine sadık kalınarak, endüstriyel ölçekte üretim yapılabilecek bir teknolojinin üretilmesi gerekmektedir. Üretimin endüstriyel boyutlara çıkartılmasında sürekli üretim sistemi ve çoklu çözelti besleme yöntemleri önemli konular olarak ön plana çıkacaktır.

DENEYSEL

Malzeme

%10 PAN çözeltisi

%13 TPU

50cm eninde Polyester Spunbond top kumaş

İnovento Pilotline Elektro-üretim makinası

Yöntem

Temel olarak bir tasarım, imalat, montaj, devreye alma ve deneme sürecinde ilerlenerek elde edilmiş olan makina ile aşağıdaki deneme çalışmaları.

- Elektro-üretim yöntemi ile nanolif üretiminde kritik parametreler olan beslenen çözeltinin debisi, çözeltiye uygulanan yüksek voltajın miktarı (kilovolt), besleme bölümündeki nozullar/iğneler ile toplama bölümü arasındaki mesafe öncelikle optimize edilerek, her tür elektro-üretilebilir polimer çözeltisinin tasarlanacak cihazda çalışılabilir olması denenmesi.

Farklı debi (ml/saat), voltaj (kV) ve üretim mesafelerinde (mm), çeşitli polimer çözeltileri denenerek ve her elde edilen numunenin üzerinde taramalı elektron mikroskopunda (SEM) lif çapı (nanometre) ve membran yapısı tespiti yapılarak bu 3 kritik parametrenin ürün geliştirmedeki etkileri incelenmesi.

- Kumaş akış hızının (metre/dakika) ve iğne/nozul sayısının kaplama gramajına etkisi değerlendirilmesi.

- Gramaj ölçüm ile membran homojenliği en üst düzeyde sağlayacak nozul kombinasyonu ve toplayıcı yanal hareketi hızı (mm/s) ve uzunluğu denemesi.

- Makina ve parçalarının imalatı sürecinde birçok farklı solvent ve kimyasala dayanım ve elektriksel yalıtım açısından doğru malzemelerin belirlenmesinde araştırma ve denemeler yapılacaktır.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Çözelti	Blok Sayısı	İğne sayısı	Kumaş akış hızı	Parametreler	İğne başına debi
10% PAN	1-3-5	8-24-40	-	Farklı parametreler	-
13% TPU	1	8	100 mm/dk	150 mm-10ml/h-35kV	1,25 ml/h
13% TPU	3 blok	24	100 mm/dk	150 mm-35ml/h-35kV	1,46 ml/h

13% TPU	5 blok	40	100 mm/dk	150 mm-55ml/h-40kV	1,37 ml/h
---------	--------	----	-----------	--------------------	-----------

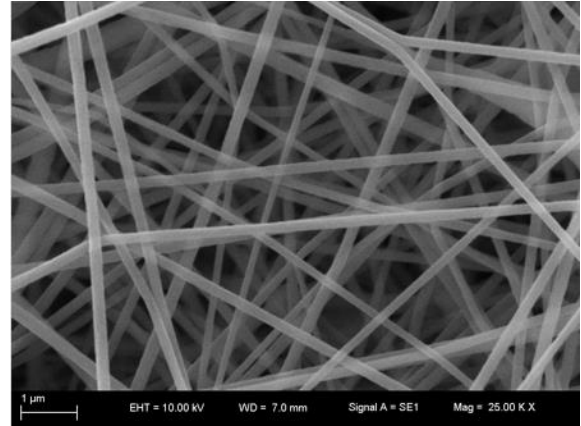
Tablo 1. Değişik çözeltiler için çalışma parametreleri



Şekil 1. Blok üzerindeki nozulların elektro-üretim sırasında çalışması



Şekil 2. Üretim hızları artırılması için üretilmiş nozul



Şekil 3. PAN çözeltisi nanoliflerin SEM görüntüsü

GENEL SONUÇLAR

Yeni nozullar jeti düzenliyorlar

Yeni nozullar ile homojenizasyon düzenlemesi daha etkin yapılabilir

Yeni nozullar yüksek debiye müsaade ediyor

Yeni nozullar daha yüksek voltaja ihtiyaç duyuyor.

Yeni nozulların temizlenmesi daha zahmetli.

%10'luk PAN çözeltisi, yeni nozullar ile daha fazla saçak yapıyor.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Pilot makina kumaş sarma salmanın geliştirilmesi gerekiyor. Statik nedeniyle kumaş zorlanıyor.

Pilot makina için daha yüksek voltaj ihtiyacı var.

Kumas akış hızı ve tekrarı konusunda yazılımda iyileştirme yapılması gerekiyor.

Yakın mesafe çalışmalarda, çözelti ve proses iyileştirmesi sağlanması gerekiyor.

FON KAYNAĞI

TÜBİTAK-Teydeb

EL İLE TABAKALAMA VE VAKUM İNFÜZYON YÖNTEMLERİYLE ÜRETİLMİŞ 3D BOŞLUKLU KOMPOZİTLERİN YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YILDIRIM Ferhat^{1*}, AYDIN Mustafa², AVCI Ahmet³

¹Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, 43500, Simav, Kütahya

²Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 43100, Kütahya

³Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 42100, Konya

*ferhat.yildirim@dpu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada üç boyutlu (3 Dimensional-3D) boşluklu cam elyaf dokuma kumaş malzeme el ile tabakalama ve vakum infüzyon yöntemleri kullanılarak üretilmiş, elde edilen kompozitin yapısal özellikleri her iki üretim yöntemi açısından incelenmiştir. Karşılaştırma emilen reçine miktarı, üretilen kompozitin kalınlığı ve üç nokta eğilme dayanımı özellikleri bakımından yapılmıştır.

GİRİŞ

Polimer matrisli kompozit malzemeler el ile tabakalama, püskürtme, vakum infüzyon, pülrüzyon ve otoklav gibi birçok farklı yöntemle üretilmektedirler. En ideal üretim yöntemi üretilen elyaf türü, ürün şekli, kullanım şartları, kalıp özellikleri gibi parametrelere göre belirlenmektedir. Bazı kompozitler birden fazla üretim yöntemi kullanılarak üretilmekte fakat elde edilen nihai ürünün taşıyacağı özellikler farklılaşmaktadır. Badawi yaptığı çalışmalarında 3 boyutlu (3 Dimensional-3D) kumaşları ince katmanı üçüncü bir yön olarak tanımlanmış ürün olarak ifade etmiştir. 3D cam elyaf kumaşlar, çeşitli dokuma teknolojileri ile üretilmiş ve içyapılarında değişik geometrilerde boşluklara sahip olan kompozit takviye malzemesi olarak bilinmektedir. 3D dokuma kumaşlar kompozit formda üretilirken en çok kullanılan üretim yöntemi el ile tabakalamadır. Malzemenin fiziksel özelliği olan boşluklar bu sayede daha kolay elde edilebilmektedir. Literatürde bazı araştırmacılar çalışmalarında 3D boşluklu dokuma cam elyaf malzemeleri vakum infüzyon yöntemi ile üretmişler ve oldukça verim aldıklarını ifade etmişlerdir [Fan ve ark., Li ve ark., Zhao ve ark.]. El ile tabakalama yöntemiyle üretilen kompozitlerin içerisindeki hava kabarcığı oluşumu diğer yöntemlerden daha yüksektir. Elyaflarda dengeli ıslanma ise üretimi yapan operatörün becerileri ile orantılıdır [Cam Elyaf A.Ş.]. Vakumlu üretim yöntemlerinde ise hava kabarcığı oluşumu çok daha azdır, elyaflar dengeli ıslanır ve karmaşık şekilli iş parçaları bile homojen

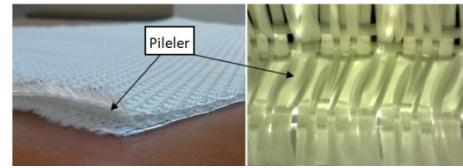
biçimde elde edilebilmektedir. Vakum infüzyon ile yapılan boşluklu kompozit üretimlerinde vakum ortamı elyafların ıslanmasından sonra kaldırılmaktadır. Böylece pilelerin geri yaylanması ve kompozitin 3D boşluklu yapısını elde etmesi sağlanmaktadır [Fan ve ark., Li ve ark., Zhao ve ark.].

3D kompozit malzemelerin yük altındaki davranışları ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi bu malzemelerin kullanım alanlarının geliştirilmesi açısından önemlidir. İstenen güçlü özelliklerin elde edilmeindeki önemli kriterlerden biri ise kompozit malzemenin üretim yöntemidir. Çalışmada el ile tabakalama ve vakum infüzyon yöntemleriyle üretilen 3D kompozitlerin yapısal farklılıkları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Malzeme

Çalışmada Parabeam Ind. firmasından temin edilmiş E-Cam'dan üretilmiş 3,3 mm kalınlık ve 780 gr/m² yoğunlukta 3D boşluklu cam elyaf dokuma kumaş kullanılmıştır (Şekil 1). Sistemde matris malzemesi olarak HEXION MGS L-160 ticari kodlu epoksi reçine kullanılmıştır.



Şekil 2. 3D boşluklu cam elyaf dokuma malzeme.

Yöntem

Çalışmada incelenen 3D kompozitler el ile tabakalama ve vakum infüzyon yöntemleriyle üretilmiştir. Üretilen levhalar 2 saat boyunca 100 °C'de kürlenmiştir. Üretilen parçaların ağırlıkları, emilen reçine miktarı ve kalınlıkları ölçülmüştür. Mekanik özelliklerin belirlenebilmesi için üç nokta eğilme deneyleri yapılmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR Ve TARTIŞMA

3D kompozitlerin ağırlıkları hassas terazi ile ölçülerek emilen reçine miktarı bulunmuştur.

Tablo 1. Üretilen 3D kompozitlerin ağırlık ve reçine emilim sonuçları.

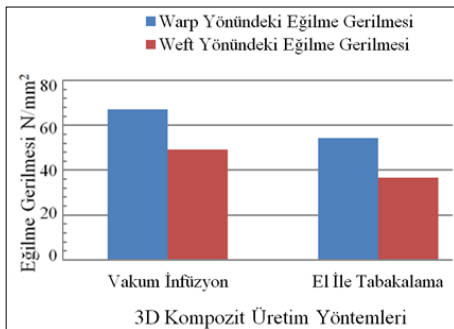
Üretim Yöntemi	Kuru Ağırlık (gr)	Reçineli Ağırlık (gr)	Emilen Reçine (gr)	Emilim Oranı (%)
Vakum İnfüzyon	49,98	99,86	49,88	99,8
El İle Tabakalama	48,82	94,58	45,76	93,7

Ağırlık ölçümlerine göre vakum infüzyon yöntemiyle üretilen numuneler üreticinin tavsiye ettiği 1/1 olan elyaf/reçine oranına % 99,8 değeriyle daha çok yaklaşmıştır [Parabeam Ind.]. Kullanılan 3D kompozitin 3 mm kalınlığında olması beklenmektedir [Parabeam Ind.]. Tablo 2’de üretilen 3D kompozitlerin kalınlık ölçümlerinin ortalama sonuçları verilmektedir. Sonuçlarına göre vakum infüzyon yöntemi ile üretilen 3D kompozitin hedeflenen kalınlığa daha yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Üretilen 3D kompozitlerin ortalama kalınlık sonuçları.

Üretim Yöntemi	Beklenen Kalınlık (mm)	Üretim Sonrası Kalınlık (mm)	Sapma
Vakum İnfüzyon	3	3.1	+ % 3,33
El İle Tabakalama		3.3	+ % 10

3D boşluklu kompozitlere hem çözgü (warp) hem de atkı (weft) yönünde uygulanan üç nokta eğilme deneylerinin sonuçları Şekil 2 ve Tablo 3’te verilmektedir.



Şekil 2. Farklı yöntemlerle üretilmiş 3D kompozitlerin üç nokta eğilme deneyi sonuçları.

Tablo 3. 3D boşluklu kompozitlere uygulanan üç nokta eğilme deneyi sonuçları.

Üretim Yöntemi	Warp Yönlü Eğilme Gerilmesi (N/mm²)	Weft Yönlü Eğilme Gerilmesi (N/mm²)
Vakum İnfüzyon	66,959	49,31
El İle Tabakalama	54,388	36,711

GENEL SONUÇLAR

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre vakum infüzyon yönteminin reçine emilimi üretici firma tavsiyesi olan 1/1 elyaf/reçine ağırlık oranına daha yakındır. Elde edilen kompozitin boyutsal kararlılığı el ile tabakalama yönteminden daha yüksektir. Vakum infüzyon yöntemiyle üretilen numunelerin eğilme dayanımları hem warp hem de weft yönlerinde daha yüksek çıkmıştır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu çalışma Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca 2015/69 kabul nolu proje ile desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

Badawi S.S. 2007. Development of the Weaving Machine and 3D Woven Spacer Fabric Structures for Lightweight Composites Materials, PhD Thesis, Technical University of Dresden, Dresden, Germany.

Cam Elyaf A.Ş. CTP Teknolojisi, Kocaeli, Gebze.

Fan, H., Sun, F., Yang, L., Jin, F., Zhao, D., 2013. "Interlocked hierarchical lattice materials reinforced by woven textile sandwich composites", Composites Science and Technology, 87, 142–148.

Li, D.S., Zhao, C.Q., Jiang, L., Jiang, N. 2014, "Experimental study on the bending properties and failure mechanism of 3D integrated woven spacer composites at room and cryogenic temperature", Composite Structures, 111, 56–65.

Parabeam Industrie-2014. "Parabeam 3-d Glass Fabrics Technical Data Sheet", Netherlands.

Zhao, C.Q., Li, D.S., Ge, T.Q., Jiang, L., Jiang, N. 2014. "Experimental study on the compression properties and failure mechanism of 3D integrated woven spacer composites", Materials and Design, 56, 50–59.

Lif Karışım Oranlarının Kumaş Mukavemetine Etkisi

YILDIRIM, Kenan¹, KANBER, Asuman²

¹Bursa Teknik Üniversitesi DBMMF Lif ve Polimer Mühendislik Bölümü, ²Gaziantep Üniversitesi GTBMYO
kenan.yildirim@btu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışma ile diğer tüm parametreler sabit tutulduğunda iplik karışım oranlarındaki değişimlerin kumaş kopma mukavemetine ve uzama oranlarına etki derecelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bilindiği gibi kumaş mukavemeti, onu oluşturan iplik özellikleri ile doğru orantılı olarak değişmektedir.

GİRİŞ

Literatürde bilim insanları genelde dokumada kullanılan iplikler ile üretilen kumaşın ilişkilerini değişik durumlarda incelemişlerdir. Dimitrovski ve arkadaşları¹ yaptıkları çalışmada, atkı ipliklerinde vortex ve ring ipliklerin kullanıldığı dokuma kumaşların gerilme özelliklerini karşılaştırmıştır. Gabrijelčić ve diğerleri² ise, dokuma ve örgü tiplerinin kumaşların kopma mukavemetlerine etkisini incelemişlerdir (2008). Ichetaonye ve arkadaşları³ birbirine geçirilmiş kumaşlarda, iplik kompozisyonunun ve dikiş uzunluğunun etkisini araştırmışlardır. Kurtça⁴ yürütmüş olduğu yüksek lisans tezinde, atkı ipliği özellikleri, sıklık ve örgü tipinin kumaş mekanik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Teli⁵ ve çalışma arkadaşları, iplik ve kumaşın yapısal özelliklere bağımlılığını araştırmışlardır.

DENEYSEL

Malzeme

Bu çalışmada atkı ipliklerinin iplik karışım oranları hariç diğer özellikleri sabit tutulmuştur. İplik doğrusal yoğunluğu; Ne 30/1, U değeri; 10, Eğirme metodu; ring eğirmedir. karışım oranları A kodlu;%25 PET+%75pamuk, B kodlu;%20 PET+%80 Pamuk ve C kodlu;%50PET+%50 Pamuk olmak üzere 3 farklı karışımda üretilmiştir. İplik büküm miktarları ise yaklaşık benzer yapılmaya çalışılmış olup, iplikler arasındaki büküm miktarı değişimi çok az farklı olacak şekilde ayarlanabilmiştir.

Çözümlü ipliği parametreleri sabit tutulmuş olup, çözgü sıklığı 44 tel/cm olarak belirlenmiştir. Çözgü ipliği olarak, 150 Denye IMG Teksture poliester (polietilen tereftalat-PET) filament kullanılmıştır.

Picanol Optimac dokuma makinesinde 1x1 bezayağı doku yapısında kumaş üretilmiştir.

Yöntem

İplik karışım oranlarının kumaş mukavemetine etkisinin incelenmesi amacıyla dokuma kumaş üretilmiştir. Dokuma kumaş, 20, 26, 32 tel/cm olmak üzere 3 farklı atkı sıklıklarında üretilerek karışım oranlarının kumaş mukavemetine etkisi kumaş sıklık değeri bazında irdelenmiştir. Çözgü iplik özellikleri ve sıklığı sabit tutulmuştur. Sadece atkı iplik karışım oranları ve atkı iplik sıklık değerleri değiştirildiğinden, kumaş mukavemet ve uzama oranındaki değişim sadece atkı yönünde incelenmiştir.

Kumaş üretiminde kullanılan atkı ipliklerinin tüylülük ve iplik kopma mukavemeti testleri Uster 5 iplik düzgünsüzlük test cihazında ve tensojet test cihazında yapılmıştır.

Üretilen dokuma kumaşlar Shimadzu marka çok amaçlı çekme-basma test cihazında ISO 13934-1 şerit metodu standardına göre kopma mukavemeti testine tabi tutulmuştur.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Tablo 1'den görüleceği üzere iplik karışımındaki PET lif oranı arttıkça iplik mukavemeti artmıştır. B kodlu ipliğin büküm miktarı A kodlu iplikten fazla olmasına rağmen karışımındaki PET oranının düşük olmasından dolayı kopma mukavemeti daha düşük ölçülmüştür

Tablo 1. Atkı ipliklerinin tüylülük ve mukavemet özellikleri

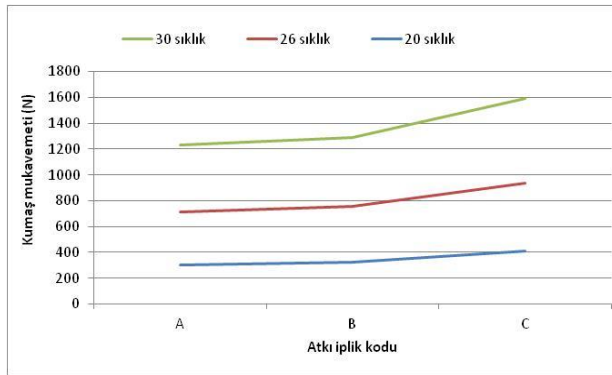
Atkı iplik kodu	H (Tüylülük)	Force(gf)	Elongation %	Rkm	Force/dtex
A	5,13	317,6	5,91	16,1	1,61
B	5,36	307,2	5,54	15,6	1,56
C	4,79	404,4	7,98	20,5	2,05

Tablo 2. Kumaş atkı yönü kopma mukavemet ve uzama oranı

Atkı iplik kodu-sıklık	Mukave met (N)	Stan. sapma	Uzama Oranı (%)	Stan. sapma
A-20	301	5,1	8,0	0,31

A-26	411	18,5	8,8	0,22
A-30	517	17,2	9,7	0,38
B-20	321	9,1	8,0	0,20
B-26	438	6,5	8,9	0,34
B-30	532	7,3	11,9	0,18
C-20	409	13,5	11,3	0,43
C-26	527	36,7	11,9	0,53
C-30	659	25,9	13,0	0,26

B kodlu iplikle dokunmuş kumaşta B kodlu iplik daha düşük PET içermesine karşın A kodlu iplikten daha fazla büküm içerdiğinden A kodlu iplikle dokunmuş kumaş mukavemetinden daha yüksek bir mukavemet değeri ölçülmüştür. %5'lik büküm artışının %5'lik PET lif oranı azalmasını mukavemet ve uzama oranı bazında tolera edip, daha avantajlı duruma getirmiştir. Bu olay ise büküm miktarındaki artışın aynı orandaki PET lif oranındaki artıştan daha etkili olduğunu göstermiştir.



Şekil 1. Atkı yönü kumaş mukavemet değeri

GENEL SONUÇLAR

Yapılan inceleme sonucunda; iplik karışımındaki PET lif oranı arttıkça hem iplik mukavemetinin hemde kumaş mukavemeti ve uzama oranlarının arttığı görülmüştür. %5 lik bir artış olması durumunda kumaş ve iplik mukavemet değerlerindeki değişim hissedilir bir şekilde olmamasına karşın %25 oranındaki bir değişimde mukavemet değerlerinin büyük ölçüde değiştiği tespit edilmiştir. A kodlu örnekteki PET oranı ve buna bağlı olarak iplik mukavemeti B kodlu örnekten daha fazla olmasına karşın, kumaş mukavemetinin daha düşük olması B örnekteki büküm miktarının daha yüksek olmasından

kaynaklandığı görüşüne varılmıştır. Karışımındaki %5'lik PET oranı düşüşü %5'lik büküm artışına rağmen iplik mukavemetinin düşmesine sebep olur iken, kumaş mukavemetinde büküm miktarındaki artışın etkili olduğu görülmüştür. Bu tezatın test işleminin doğasından kaynaklandığı görüşüne varılmıştır. İplik mukavemet testinde; iplik bobinden sağılıp cihazın koparma çenelerine takılırken ve test esnasında ipliğe ekeseysel yönde kuvvet uygulanır iken iplik üzerindeki bükümün açılmasının, buna karşın kumaş mukavemet testinde iplik üzerindeki bükümün test işlemi esnasında açılmasının diğer iplikler tarafından kısıtlandığı düşünülmektedir. Yüksek büküm miktarlarında açılma daha fazla olacağından iplik mukavemeti testinde karşın oranı farklılığı etkili, kumaş mukavemeti testinde de iplik üzerindeki büküm miktarı değişimi etkili olmuştur. Kumaş sıklık değerinin artması ile her karşın oranında kumaş uzama oranı ve mukavemetinde arttığı görülmüştür. Karşın oranlarındaki değişimlerin etki derecesinin sık kumaşlarda daha fazla olduğu görülmüştür.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Bu çalışmanın devamı olarak karşın oranları, eğirime sistemi ve iplik doğrusal yoğunluk değişimlerinin kumaş yırtılma mukavemetine, kopma mukavemetine, boncuklanma ve yüzey değişim özellikleri ile ışık ile etkileşim özelliklerine etkilerinde incelenmesi planlanmıştır. Ayrıca matematiksel modelleme yapılarak kumaş üretilmeden iplik özelliklerinin değişimi halinde nasıl bir sonuç oluşacağını tahminlenmesine yönelik denklemler oluşturulacaktır

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Dokuma kumaş üretiminin yapılması için dokuma makinelerini çalışmamıza tahsis eden Dominant Tekstil firmasına ve iplik bobinlerin üretimini yapan Selçuk İplik firmasına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Dimitrovski K., Nikolić M., Kostajnshek K., Čizman M., 2014, "Atkı ipliklerinde vortex ve ring ipliklerin kullanıldığı dokuma kumaşların gerilme özelliklerinin karşılaştırılması", XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, İzmir, Türkiye.
2. Gabrijelčić H., Černoša E., Dimitrovski K., 2008, "Influence of Weave and Weft Characteristics on Tensile Properties of Fabrics", FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 16, 45-51.
3. Ichetaonye S., Ichetaonye D., Tenebe O., Dim J., Yibowei M., 2013, "The effect of yarn composition and

stitch lenght on interlock fabrics”, Journal of Textile and Apparel Technology and Management., 8, 1-10.

4. Kurtça E., 2001, “Atkı ipliği özellikleri, sıklık ve örgü tipinin kumaş mekanik özellikleri üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye.

5. Teli M.D., Khare A.R., Chakrabarti R., 2008, “Dependence of yarn and fabric strength on the structural parameters”, AUTEX Research Journal, 8, 63-67.

Santrifüj Üretim Yöntemiyle Doğal Özütli Antibakteriyel Yara Örtülerinin Üretimi

CANBAY, Emine¹, AKGÜL, Yasin¹, USMANOVA, Zumrat¹, KILIÇ, Ali¹

¹İ.T.Ü. TEMAG Laboratuvarı, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, İstanbul

canbayemine@gmail.com.tr

AMAÇLAR

Dünya üzerinde diyabet ve enfeksiyon sahibi gibi yara iyileşme süreci uzayan hastalarda klasik yara örtüsü yerine antibakteriyel ajan yükleyerek yara örtüleri kullanıp yarayı mikroorganizmalardan ve mekanik bir darbeden korumakla kalmayıp, yara iyileşme sürecini azaltmaktır.

GİRİŞ

Bitkiler içermiş oldukları fotokimyasal bileşikler sayesinde yıllardır geleneksel olarak yara iyileştirmede, mide ve diş ağrılarında kullanılmaktadır. Modern tıp gelişimiyle antimikrobiyal olarak farmakoloji alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Duman ağacı bitkisi Sakız ağacıgiller ailesinin bir alt sınıfı olup *Cotinus obovatus* Raf. Ve *Cotinus coggyria Scop.* Olmak üzere iki çeşittir. Bu bitki türü genellikle Çin, Türkiye, merkez avrupa, güney ve kafkasyada yetiştirilmektedir. Yaprakları geleneksel olarak antiseptik, antiinflammatuar, antimikrobiyal ve yara iyileştirici olarak kullanılır.¹ GC-MS sonuçlarına göre Limonen (48.5 %), (Z)- β -osimen (27.9 %) and (E)- β -osimen (9.7 %) olmak üzere 3 temel bileşenden meydana gelmektedir.² Duman ağacı bitkisi içermiş olduğu limonen, gallik asit, terpen ve flavonoid bileşikler sayesinde antimikrobiyal, antifungal, antiviral ve antiinflammatuar özelliklerine sahiptir.³ *Cotinus coggyria Scop.* antioksidant özellik de göstermiştir.²

TPU insan hareketine ve kanına uyum sağlaması, rutubete karşı karalı olması, suda çözünmemesi ve üstün derece mekanik özelliklere sahip olması açısından biyosensör, koruyucu elbise, yara örtüsü gibi biyomalzeme alanlarında yıllardır kullanılmaktadır.⁴

Nanolifler yüksek yüzey alanı ve mikroskobik gözenek boyutları nedeniyle filtrasyon, elektronik, kompozit ve biyomedikal alanlarında kullanılmıştır. Nanolif üretim yöntemleri eriyikten üfleme, faz ayrımı, çözeltiden üfleme, kalıp sentezi ve elektro üretim şeklinde sayılabilir. Bunlardan en çok popüler olan yöntem olan elektro üretim düşük üretim hızı, yüksek voltaj kullanımı gibi kısıtlamalara sahiptir. Bu problemleri santrifüj eğirme yönteminin yüksek üretim hızı elektrik kullanılmaması ve santrifüj etkisiyle nano lif üretmesi şeklinde yenmiştir.⁵ Bu

yöntemde santrifüj kuvveti kapiler çekme kuvvetini yendiği zaman polimer solüsyonu düzenin ucundan sıvı bir jet olarak çıkar ve döner toplayıcı yüzeyde toplanır.⁶

Yara örtüsü nanoliflerin yaygın olarak araştırdıkları alanlardan biridir. İdeal bir yara örtüsünden beklenen özellikler bakteriyostatik, hemostatik, antiviral, antifungal, absorplayıcı, toksik olmayan ve biyoyumlu olması şeklindedir.⁶

Bu çalışmada duman ağacı bitkisinden elde edilen özüt TPU (Termoplastik Poliüretan) ile karıştırılıp santrifüj eğirme sitesinde yara örtüsü olarak kullanılmak üzere nanolif üretimi yapılmıştır.

DENEYSEL

Malzeme

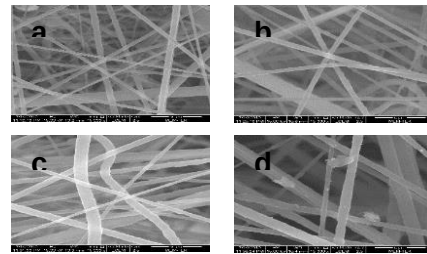
Kurutulmuş duman ağacı yaprakları yerel bir marketten alınmıştır. Etanol (Merck) ve Dimetilformamit (Merck) Bereket kimya firmasından alınmıştır. TPU ise BASF firmasından satın alınmıştır.

Yöntem

Kuru duman ağacı yaprakları 1/10(w/v) oranında etanol içinde ekstrakt edildi. Solüsyon gazlı bez ile filtre edildi. Çözücü 40°C'de 6 saat uzaklaştırıldı. TPU %15 oranında DMF içinde çözüldü. Sonra %1,3,5,10 oranlarında duman ağacı özütü katıldı. Çözeltiler 9000 RPM düze hızıyla santrifüj yapıldı.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Morfoloji:

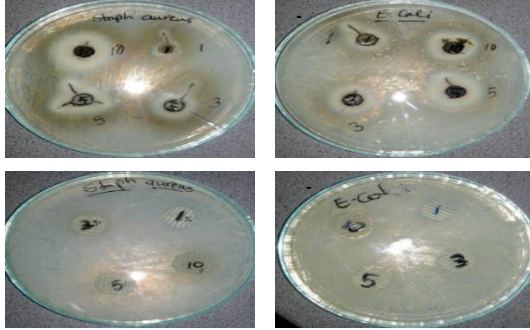


Şekil 1. Santrifüj eğirme ile üretilmiş ağırlıkça 1) %1 2) %3 3) % 5 4) %10 TPU/Duman ağacı nanolif yapısının SEM görüntüleri

Şekil 1'deki SEM sonuçlarına göre duman ağacı özütünün miktarının artırılması lif yapısına olumsuz yönde bir etki göstermemiştir. %10 oranında özütte bile hala düz bir fiber yapısı gözlemlenmektedir. Ancak özüt miktarının artmasıyla fiber çaplarının arttığı gözlemlenmiştir.

Antibakteriyel test;

AATCC 147 standardına göre difüzyon agar testi yapıldı.



Şekil 2. TPU/Duman ağacı (%1, 3%, %5, %10)antibakteriyel test sonuçları a) S.aureus'a karşı duman ağacı özütü, b) E.coli'ye karşı duman ağacı özütü c) S.aureus'a karşı TPU/Duman ağacı d) E.coli'ye karşı TPU/Duman ağacı

Şekil 2'de de görüldüğü gibi duman ağacı özütü ve özüt ile karıştırılmış TPU nanoliflerinin difüzyon agar testleri yapılmıştır.

Tablo 1'e göre duman ağacının özütü S.aureus'a göre daha fazla antibakteriyel etkinlik göstermiş ve %5'ten sonra engelleme zonu neredeyse sabit kalmıştır.

Tablo 1. %1, 3%, %5, %10 oranlarında TPU/Duman ağacı özüt (1) ve nanolif sonuçları (2)

Organizmalar	Farklı Konsantrasyonlarda zon çapı (mm/100µl)			
	10%	5%	3%	1%
S.aureus	1) 2.8	2.8	2.5	2
	2) 1.8	1.8	No	No
E.coli	1) 3.6	3.5	3	2.8
	2) 2.1	1.9	No	No

GENEL SONUÇLAR

Arttırılan konsantrasyon sonuçlarında nanolif yapısında negative bir değişim olmamış fakat fiber çaplarında artış meydana gelmiştir. Nanolif yüzeyini yara örtüsü olarak değerlendirmesinin yapılabilmesi için antibakteriyel test yapılmış ve özellikle gram pozitif bakteriye (S.aureus) karşı olumlu sonuç elde edilmiştir. Artan özüt konsantrasyonuna doğru orantılı olarak antibakteriyel etkinlik de artmıştır.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Yara örtüsü olarak değerlendirilmek üzere FTIR, EDX, Toksisite testleri yapılacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu araştırma ve testleri yapmak için finansal desteği İTÜ BAP biriminden aldık. Antibakteriyel testleri yaparken bilgisini ve desteğini esirgemeyen Dr. Eman Ghazy'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Nićiforović, N. *et al.* Antioxidant activity of selected plant species; potential new sources of natural antioxidants. *Food and Chemical Toxicology* **48**, 3125–3130 (2010).
2. Westenburg, H. E. *et al.* Activity-Guided Isolation of Antioxidative Constituents of *Cotinus coggygia*. *Journal of Natural Products* **63**, 1696–1698 (2000).
3. Demirci, B., Demirci, F. & Ba?er, K. H. C. Composition of the essential oil of *Cotinus coggygia* Scop. from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal* **18**, 43–44 (2003).
4. Sheikh, F. A., Kanjwal, M. A., Saran, S., Chung, W.-J. & Kim, H. Polyurethane nanofibers containing copper nanoparticles as future materials. *Applied Surface Science* **257**, 3020–3026 (2011).
5. Lu, Y. *et al.* Parameter study and characterization for polyacrylonitrile nanofibers fabricated via centrifugal spinning process. *European Polymer Journal* **49**, 3834–3845 (2013).
6. O'Haire, T., Rigout, M., Russell, S. & Carr, C. Influence of nanotube dispersion and spinning conditions on nanofibre nanocomposites of polypropylene and multi-walled carbon nanotubes produced through ForcespinningTM. *Journal of Thermoplastic Composite Materials* **27**, 205–214 (2014).
7. Petrulyte, S. Advanced textile materials and biopolymers in wound management. *Danish medical bulletin* **55**, 72–77 (2008).

Polimerik Kumaş Adsorbentler ve Uygulamaları

AKKAŞ KAVAKLI Pınar, KAVAKLI Cengiz, TİLKİ Serhad
Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, 06800, Beytepe/Ankara
pinar@hacettepe.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmanın amacı, aşılansız dokumasız kumaş adsorbentler kullanılarak çevre sularında bulunan zehirli metal iyonlarının (As, Cr, Cu, Pb vb.) kirlilik yarattıkları ortamlardan uzaklaştırılması ve ayrıca eser miktardaki değerli metal iyonlarının (U ve V vb.) zenginleştirilip geri kazanılmasıdır.

GİRİŞ

Hızlı sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, insanlara daha rahat yaşanacak bir dünya sunarken, diğer yandan giderek artan çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Birçok fabrikanın arıtma tesisinin bulunmaması, üretim aşamasında kullanılan endüstriyel metaller, hızlı nüfus artışı ve su kaynaklarının giderek kirlenmesi, su arıtma işlemlerinin ne kadar önemli olacağının birer göstergesidir. Çoğunluğu zararlı ve toksik olan ve 'endüstriyel metal' adı verilen yaklaşık 50 metal ve alaşımı, endüstrideki avantajlarından dolayı çok fazla kullanılmaktadır. Endüstride çok fazla kullanımlarından dolayı bu zehirli kirlleticilere çevre sularında ve toprakta rastlanmaktadır. Bu metaller suda çok düşük derişimleri halinde bulunmalarında dahi insan sağlığına zarar verebilir. Genelde çok düşük derişimlerde bulunan arsenik, selenyum, kurşun, krom gibi metal iyonları toksik etkileri nedeniyle su kalitesi bakımından önem taşırlar. Çeşitli sebeplerle sulara karışan zehirli iyonları sulardan uzaklaştırmak için, birçok yöntem kullanılmıştır. Bunlar; çöktürme, filtrasyon, aktif karbon adsorpsiyonu, iyon değıştirici reçinelerdir. Ancak bu yöntemler yeni çevresel sorunlar yarattığı ve ekonomik olmadıklarından dolayı yeni yöntemler geliştirilmektedir (Egawa ve diğerleri, 1985, Chanda ve diğerleri, 1988, Twidwell ve diğerleri, 1994). Alternatif çözüm olarak spesifik adsorbentlerin geliştirilmesi son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu amaçla radyasyonla başlatılan aş polimerizasyonu (RIGP) hem ekonomik hem de çevresel olarak temiz bir teknik olmasından dolayı kullanılmaya başlanmış ve birçok avantaja sahip olduğu bildirilmiştir (Seko ve diğerleri, 2005, Akkaş Kavaklı ve diğerleri, 2007).

Değişik yoğunlukta iyon değıştirici gruplara sahip, istenilen şekildeki polimerik adsorbentler genellikle adsorbentlerin adsorpsiyon verimini arttırmaktadır. Bu özellikler hedef anyona ve katyona uygun adsorbent hazırlama işleminde çok önemli avantaj sağlamaktadır. Radyasyonla aşılansız adsorbent malzemeler genellikle ayırma ve atık su temizleme işlemlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Nasef ve Saidi, 2004; Kavaklı ve diğerleri, 2014a,b). Matriks malzeme olarak dokumasız kumaş fiber adsorbentlerin kullanılacak olması sahip olduğu yüksek ozmotik kararlılık nedeniyle, bu malzemelere defalarca kullanım imkânı sağlar. Bu da adsorbent olarak kullanılan malzemeler için çok önemli bir avantajdır. Ayrıca destek olarak kullanılacak olan dokumasız kumaşların (PE/PP ve pamuk esaslı) her türlü ortama rahatça uygulama kolaylığının olması ve yüzey alanlarının büyük olması nedeni ile adsorpsiyon veriminin daha da arttırılabileceği düşüncesi bu çalışmayı literatürdeki çalışmalardan ayıran en önemli özelliklerdendir.

DENEYSEL

Malzeme

Bu çalışmada Polietilen (PE) / Polipropilen (PP) dokumasız kumaş fiberler gövde polimer olarak kullanılmıştır. Aşı polimerini oluşturmak üzere değışik fonksiyonel gruplara sahip monomerler kullanılmıştır.

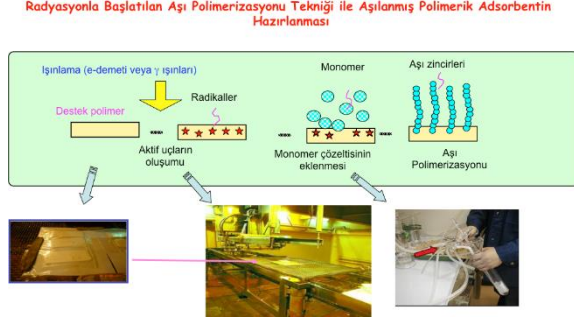
Yöntem

Bu çalışmada radyasyonla başlatılan aş polimerizasyonu kullanılarak fonksiyonel aşılansız dokumasız kumaş adsorbentler elde edilmiş ve bunların toksik metal iyonlarını uzaklaştırma çalışmaları ve değerli metal iyonu geri kazanma davranışları incelenmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Fonksiyonel monomerler kullanılarak dokumasız kumaş fiber üzerine aşılama çalışmaları gerçekleştirilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Tüm bu çalışmalar sonucunda %150 aşılama

derecesine sahip olan dokumasız kumaş fiberler kullanılarak toksik ve değerli metal iyonlarının uzaklaştırma çalışmaları gerçekleştirmiştir. Aşılama çalışmalarına ait şema Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Aşıl原因 dokumasız kumaş fiberlerin hazırlanma şeması.

GENEL SONUÇLAR

Elde edilen dokumasız kumaş fiber adsorbentlerin hedef iyonları uzaklaştırma ve geri kazanma çalışmalarında başarılı bir şekilde sonuç verdiği görülmüştür.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Grubumuzda halen bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Sonraki dönemde aşıl原因 malzemeler kullanılarak biyolojik uygulamalar gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Aşıl原因 çalışmalarında yardımlarından dolayı Japon Atom Enerjisi Kurumu’ndan Noriaki SEKO ve Masao TAMADA’ya teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca bu çalışmalarda bizden katkılarını esirgemeyen TÜBİTAK’a ve Hacettepe Üniversitesi BAB’e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Akkaş Kavaklı, P., Seko, N., Tamada, M., Güven, O., 2004. “A highly efficient chelating polymer for the adsorption of uranyl and vanadyl ions at low concentrations”, *Adsorption*, 10, 309-315.

Akkaş Kavaklı, P., Seko, N., Tamada, M., Güven, O., 2007. “Radiation-induced graft polymerization of glycidyl methacrylate onto PE/PP nonwoven fabric and its modification toward enhanced

amidoximation”, *Journal of Applied Polymer Science*, 105, 1551-1558.

Chanda, M., O’Driscoll, K.F., Rempel, G.L., 1988. “Ligand exchange sorption of arsenate and arsenite anions by chelating resins in ferric ion form: II. Iminodiacetic chelating resin Chelex 100”, *React. Polym.*, 8, 85–95.

Egawa H, Nonaka T, Maeda H, 1985. “Studies of Selective Adsorption Resins .22. Removal and Recovery of Arsenic Ion in Geothermal Power Waste Solution with Chelating Resin containing Mercapto Groups”, *Sep. Sci. Technol.*, 20 , 653-664.

Kavaklı, C., Akkaş Kavaklı, P., Turan, B. D., Hamurcu, A., Güven, O., 2014b. “Quaternized dimethylaminoethylmethacrylate strong base anion exchange fibers for As(V) adsorption”, *Radiation Physics and Chemistry*, 102, 84-95.

Kavaklı C., Akkaş Kavaklı, P., Güven, O., 2014. “Preparation and characterization of glycidyl methacrylate grafted 4-amino-1,2,4-triazole modified nonwoven fiber adsorbent for environmental application”, *Radiation Physics and Chemistry*, 94, 111- 114.

Nasef, M.M., Saidi, H., 2004. “Structure of polyethylene-graft-polystyrene sulfonic acid membranes prepared by radiation-induced grafting”, *Int. J. Polym. Mater.*, 53, 1027-1043.

Seko, N., Tamada, M., Yoshii, F., 2005. “Current status of adsorbent for metal ions with radiation grafting and crosslinking technique”, *Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B* 236, 21-29.

Termoplastik Kompozit Malzemeler için Karbon/Poliamid 6,6 Hibrit İplik Geliştirilmesi

KAPLAN, Müslüm¹, YEŞİL, Yalçın¹

¹Bartın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

Sorumlu yazar: mkaplan@bartin.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada, özellikle havacılık ve otomotiv gibi endüstrilerde kullanım alanına sahip olan Elyaf Takviyeli Termoplastik Kompozit (ETTK) malzemelerin elde edilmesi için güçlendirici elyaf ve matrisin katı halde karıştırılması amaçlanmaktadır.

GİRİŞ

Küresel ısınma ve hava kirliliği, son yıllarda araştırmacıların üzerinde durduğu önemli konular arasındadır. Bu kapsamda özellikle Avrupa Birliği (AB) ülkeleri çeşitli politikalar geliştirmişler ve 2050 yılına kadar CO₂ salınımını %80 oranında düşürmeyi hedeflemişlerdir. Bunun için Ar-Ge çalışmalarının yapılması ve yeni iş alanlarının açılması için önemli bütçeler ayırmışlardır (Avrupa Birliği Komisyonu, 2015a). CO₂ salınımının önemli bir kısmı ulaşım araçları tarafından gerçekleşmesi sebebiyle AB, 2015 yılında binek araçlarda CO₂ salınımını 130 g/km'ye düşürmeyi hedeflemiştir (Avrupa Birliği Komisyonu, 2015b).

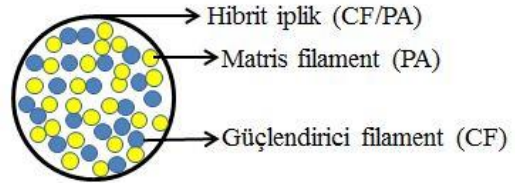
Hedeflenen değerlere ulaşmak için bir yandan alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi çalışmaları sürdürülürken diğer yandan taşıtların daha hafif hale getirilmesine çalışılmaktadır. İstenilen bu özelliklerin klasik malzemelerle elde edilemeyeceği açıktır. Yapılan teknolojik çalışmalarda, bir yandan metalik fonksiyonel yapılar geliştirilirken, diğer yandan Elyaf Takviyeli Kompozit (ETK) malzemelerin kullanım alanlarının artırılmasına çalışılmaktadır (Mountasir, 2009).

Tüm bu gelişmeler dünyada ETK malzemeler için muazzam bir pazar potansiyeli oluşturmuştur. ETK sayesinde malzemelerin dayanım ve güvenliklerinden ödün vermeden ağırlık tasarrufu ve enerji verimliliği mümkün hale gelmiştir. Özellikle de alternatif enerji kaynakları kullanan yeni nesil kara taşıtlarında büyük ölçüde ETK malzeme kullanımı söz konusudur.

Duroplastik matrisli yapılarda kimyasal reaksiyon için uzun süreler gereklidir. Uzun işlem süreleri seri üretimin önündeki en büyük engel olmuştur. Termoplastik matrisli yapılarda ise kimyasal reaksiyona gerek yoktur. Bu bir yandan proses sürelerini kısaltırken diğer yandan proseslerin otomasyonunu sağlamıştır. Bu da seri üretimin gerçekleşmesinde ve üretim maliyetlerinin

düşmesinde önemli bir etken olmuştur. Birçok yönden üstün özelliklerinin yanında, termoplastik matrisler gibi yüksek erime viskozitesi ve emdirmeye problemi dezavantajlara sahiptir (Schemme, 2003). Termoplastiklerin yüksek erime viskozitesi (500-500 Pa.s) duroplastiklere göre (15-100 Pa.s) daha yüksektir ve bu özellikleri termoplastiklerin emdirmeye işleminde homojen emdirilmelerini zorlaştırmaktadır (Choi, 2005).

Bu durum kompozit üretiminde çalışma şartlarını zorlaştırmakta, maliyetleri artırmakta ve seri üretim yapılacak makinelerde ve aksamalarda teknolojik sorunlara yol açmaktadır. Elyaf oranı, kompozitin fiziksel özellikleri ve mekanik tasarımı açısından son derece önemli bir parametredir. Ancak, yüksek erime viskozitesi uygulamada kompozitin yapısındaki elyaf oranının %30'un üstüne çıkmasını engellemektedir (Mountasir, 2009).



Şekil 1: Hibrit iplik enine kesitinin şematik gösterimi

Termoplastik matrisli kompozitlerin üretiminde karşılaşılan bu problemlerin çözümü için termoplastik matris ve güçlendirici elyafın katı halde bir araya getirilmesi ile hibrit yapıların geliştirmesi, böylece matrisin güçlendirici elyafa mümkün olduğu en yakın pozisyonda tutulması fikri geliştirilmiştir (Şekil 1). Farklı yöntemler kullanılarak birçok hibrit iplik çeşidi geliştirilmiştir (Kaplan, 2016).

DENEYSEL

Malzeme

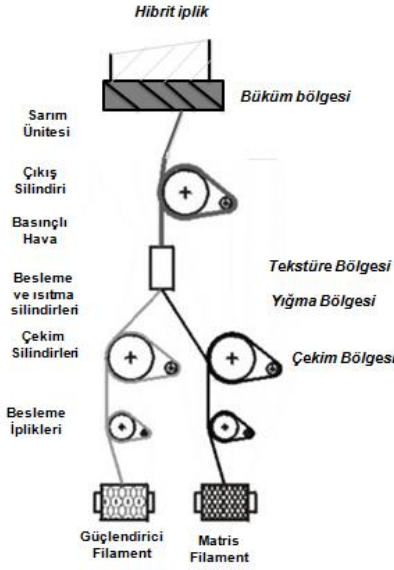
Hibrit ipliklerin üretilmesinde Karbon (CF) ve Poliamid 6,6 filament iplikler kullanılmıştır. Karbon (CF), DowAksa İleri Kompozit Malzemeler San. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir.

Yöntem

CF ve PA filamentler hava jetli tekstüre makinesinde bir araya getirilerek hibrit iplik elde edilmektedir. Hibrit iplikler dokunarak preform haline getirildikten sonra konsolidasyon işlemi ile istenen geometride termoplastik kompozit geliştirilmektedir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Termoplastik kompozit üretimi için hibrit iplik geliştirilmesi çalışmaları Şekil 2’de gösterildiği gibi TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülmektedir.



Şekil 2: Hava jetli tekstüre ve büküm işlemleri kullanarak hibrit iplik üretimi

Elde edilen hibrit iplikler numune dokuma makinesinde dokunarak örtme faktörü yüksek tekstil yüzeyi oluşturulmaktadır. Kumaşlar sıcaklık ve basınç uygulanarak kompozit plakalar haline getirilecektir. Bunun için sıcaklık Polyamid 6,6’nın erime sıcaklığının üzerine çıkarılarak işlem gerçekleştirilecektir. Böylece termoplastik bileşen, ETTK malzeme içerisinde düzgün bir şekilde dağılmış olacaktır. Bu durum termoplastik kompozitlerin çalışma şartlarını kolaylaştıracak, maliyetleri azaltacak ve seri üretim yapılacak makinelerde ve aksamalarda teknolojik sorunlara yol açılmasını engelleyecektir.

Kompozit plakalara aşağıdaki testler uygulanacaktır.

- Çekme Dayanımı
- Tabaka içi Kayma dayanımı testi
- Charpy Darbe Deneyi
- Elyaf oranının tespiti
- Mikroskop analizi

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada hava jetli tekstüre makinesi karbon ve cam multifilamentleri termoplastik multifilament ipliklerle birlikte tekstüre edebilecek şekilde modifiye edilmektedir. Dokuma tezgahında kolaylıkla çalışabilecek kalınlıkta ve paket yapısında hibrit iplik üretimi gerçekleştirilecektir.

Hibrit ipliklerden üretilecek kompozit plakaların yapısında %50’nin üzerinde karbon elyaf oranı kullanılması ile kompozitin çatlama, kırılma, çekme, eğme dayanımlarında iyileşme sağlanması beklenmektedir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Hibrit iplik ETTK üretiminde kullanılan bir ara mamuldür. Elde edilecek hibrit iplikler kullanarak birçok tekstil yüzeyi geliştirebilecektir. Ayrıca elde edilen tekstil yüzeylerinin farklı geometrilerde kompozit haline getirilmesi ile ilgili çalışmalar da yapılacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 115M813 no.lu TÜBİTAK araştırma projesi desteği ile gerçekleştirilmektedir.

KAYNAKLAR

Avrupa Birliği Komisyonu. “İklim Koruma, Avrupa Birliği 2050 yılı için düşük karbonlu ekonomi yol haritası”

http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm

Son erişim tarihi:03.03.2016 (a).

Avrupa Birliği Komisyonu,Klima ve Taşımacılık, http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.html

Son erişim tarihi: 03.03.2016 (b).

Choi, B.D. 2005. “Entwicklung von Commingling-Hybridgarnen für faserverstärkte thermoplastische Verbundwerkstoffe“, Technische Universität Dresden, Dissertation.

Kaplan, M. 2016. “Termoplastik Kompozitler için Hibrit İplik Üretimi“, Tekstil ve Mühendis, 23: 101, 61-79.

Mountasir, A. 2009. “Erweiterung und geometrische Modellierung der spacer fabric Strukturen in Kombination von Faltenweb- und Jacquardeinrichtung im Hinblick auf die Funktionsintegration” , Technische Universität Dresden, ITM, Master-Arbeit Nr:1357.

Schemme, M. 2003. “Werkstoffliche Grundlagen langfaserverstärkter Thermoplaste Werkstoffliche Grundlagen“, EATC Automotive Seminar, Wolsburg/Germany, 01.07.2003.

Progress in Natural Fiber Reinforced Composites

NEGAWO, Tolera Aderie, KILIC, Ali

¹TEMAG Lab, Istanbul Technical University

negawo@itu.edu.tr

ABSTRACT

Studies on development of materials obtained from renewable sources and biodegradable are given priority. In this review, progress in natural fibre reinforced composites; fibres surface modifications, composite development methods and the products application areas are discussed.

INTRODUCTION

The use of natural fibers as reinforcing elements in composite materials has been increased through time because of its low cost, low density, hardness and good thermal resistivity and environmental friendly¹. Natural fibres have lower cost (US\$ 200–1000/ton) and energy to produce (4 GJ/ton) than glass (cost: US\$ 1200–1800/ton and energy to produce: 30 GJ) and carbon (cost: US\$ 12500/ton and energy to produce: 130 GJ)².

Natural fibres applications have been growing in many sectors such as automobiles, furniture, packing and construction industries parts where a high load carrying capacity is not required³. The lower weight (20–30 wt.%) and higher volume of natural fibres compared to synthetic fibres improve the fuel efficiency and reduced emission in auto applications⁴. Natural fibres, such as flax, hemp, kenaf and jute, are gaining increasing importance in automotive, aerospace, packaging, fibre-reinforced composites and other technical and industrial applications⁵. As indicated by evaluations, over 5 years (2011–2016), the natural fibre polymer composite industry is estimated to grow 10% worldwide⁶. Much effort has gone into increasing their mechanical performance to extend the capabilities and applications of these natural fibre composite materials⁷.

SURFACE TREATMENTS OF NATURAL FIBRES

The main drawbacks in use of natural fibers as reinforcement of polymeric matrices are the poor compatibility between fibers and matrix, and high moisture absorption of fibers. These features result in a low ability to transfer stress from matrix to fiber in addition to dimensional changes of fibers that may lead to micro cracking of composites, thus reducing their mechanical properties⁸. Surface treatments are often used to improve performances of natural fiber

reinforced composites by bridging the gap in compatibility between hydrophilic fibers and hydrophobic matrices.

Physical means of surface treatments include corona treatment, plasma treatments and electron beam irradiation which alter the surface properties of the natural fibres enhancing the mechanical bonding between fibre and matrix, with no alteration of the chemical composition of the fibres. The treatment of fibres by corona discharge figure 2, leads to an improvement of the interfacial compatibility between matrix and filler. Hence the homogeneity of materials (checked by X-ray tomography and fractographic evaluation) is better, the mechanical properties measured by classical tensile tests are improved (Young moduli increase around 10–20%)⁹.

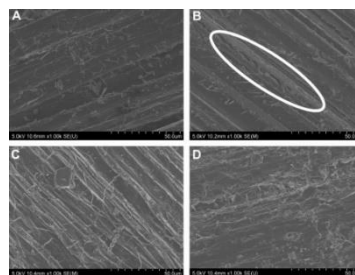


Figure 1 Effect of corona treatment on the surface of miscanthus fibres: raw (A), after 15 min (B) 30 min (C) and 45 min (D)⁹

Argon and air plasma treatments of flax fibers at 300 W lead to 17% and 13% increases in the roughness value of flax fiber, respectively¹⁰. The surface friction coefficient values tend to increase with increasing of plasma power because of the etching effect of the atmospheric plasma as shown in figure 3.

Chemical treatments on reinforcing natural fibre can reduce their hydrophilic tendency and thus improve compatibility with the matrix. Recent works on chemical treatments such as alkali treatment of (kenaf-epoxy matrix⁸, abaca fibers¹¹); combinations of alkali and silane treatment of sisal-poly(lactic acid)¹²; acetylation treatments of flax-polypropylene¹³, silane treatment of cornhusk-soy protein based¹⁴, maleated coupling agents treatments of wood - polyethylene¹⁵, diisocyanate treatments of jute yarn-

polypropylene¹⁶ showed that the mechanical properties of treated fibres composites have improved when compared to untreated one.

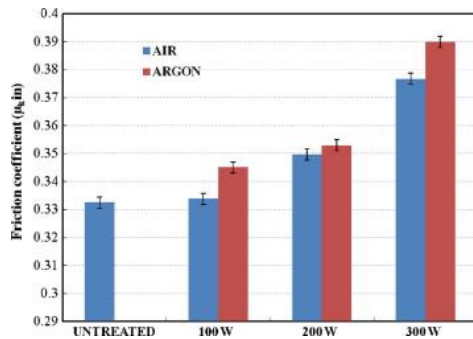


Figure 2 Friction coefficients of plasma treated flax fibers at different powers¹⁰

NATURAL FIBRE REINFORCED COMPOSITE MANUFACTURING METHODS

Development of products or components from natural fibre composites have been studied in many scientific researches and conventional composite manufacturing processes are injection molding, compression molding, resin transfer molding (RTM), vacuum infusion molding, and hot press processes¹⁷. The success in the production of natural fibre composites by utilizing these techniques requires proper understating of the structure—properties of natural fibres¹⁷.

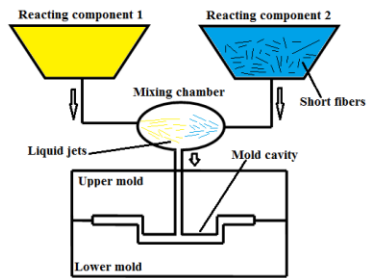


Figure 3 Reaction injection molding process¹⁸

In injection molding polymer pellets containing chopped fibres are fed through the hopper into feed block with rotating screws as shown in figure 3¹⁸. Fabrication of natural fibre composites by compression molding can be done in two different ways: hot press or autoclave process. During the hot-pressing stage, two plates are required for compressing and heating the fibre–polymer matrix subsequently¹⁹

NATURAL FIBRE COMPOSITES APPLICATIONS

Natural fibre-reinforced polymer (thermoplastic or thermoset) composites have been used in many engineering applications that require high strength-to-weight ratio especially in the automotive and aerospace industries²⁰. In construction applicable flax reinforced composite, specimens fabricated by hand lay-up process were exposed in an accelerated weathering chamber for 1500 hr. Comparisons with other composites imply that flax fabric/epoxy composite has potential to be used for civil engineering applications when taking its structural and durability performance into account²¹. Cellulose micro-/nanofibril as a reinforcing material for composites is becoming more and more attractive to researchers in composite science because of its potential lightweight and high strength²².

REFERENCES

1. Faruk, O., Bledzki, Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. 2012.
 2. Thomas, S. & Pothen, L. A. *Natural Fibre Reinforced Polymer Composites: From Macro to Nanoscale*. 2009.
 3. Alsaeed, T., Yousif, B. F. The potential of using date palm fibres as reinforcement for polymeric composites. 2013.
 4. Shalwan, A. & Yousif, Mechanical and tribological polymeric composites based on natural fibres 2013.
 5. Anandjiwala Rajesh. The Role of Natural Fibres in Technical Applications. (2015).
 6. Mohammed, L., Ansari, Jawaid, M. & Islam, Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite 2015.
 7. Pickering, Efendy. A review of recent developments in natural fibre composites, mechanical performance 2016.
 8. Fiore, et al. Effect of alkaline treatment, mechanical properties of kenaf fiber epoxy composites 2015.
 9. Ragoubi, M. *et al*. Effect of corona discharge treatment on on propts miscanthus fibres and PLA/PP matrix 2012.
 10. Bozaci, E. *et al*. Effects of the atmospheric plasma treatment flax fiber (2013).
 11. Cai, M. *et al*. Influence of alkali treatment on internal microstructure and tensile properties of abaca fibers 2015.
 12. Orue, A. *et al*. The effect of alkaline and silane treatments poly(lactic acid)/sisal fiber composites 2016.
 13. The effects of acetylation on properties of flax fibre and its polypropylene composites.
 14. Saenghirunwattana, P. Mechanical properties of soy protein based comhusk fiber 2014.
 15. Keener, T. J., Stuart, R. K. & Brown, T. K. Maleated coupling agents for natural fibre composites 2004.
 16. George, G. Dielectric behaviour of PP/jute yarn commingled composites 2013.
- ano composites. Processing, Performance and Application* 2015).

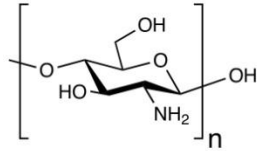
Kitosan Nanoparçacıkların Üretimi ve Tekstil Sektöründeki Uygulamaları

TAŞ, Mahmut, SABİR, Emel Ceyhan

Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 01330, ADANA

GİRİŞ

Kitin, dünyada selülozun ardından en fazla bulunan biyopolimer olarak bilinmektedir^[1]. Kabuklu deniz canlılarından, mantarlardan ve böcek iskeletlerinden elde edilebilen kitinin deasetillenme işlemi sonrası elde edilen formu ise kitosan olarak tanımlanmaktadır^[2]. Biyobozunur olması ve bolca elde edilebilir olmasının dışında antimikrobiyellik, antifungalılık, biyouyumluluk gibi üstün özellikleri nedeniyle de öne çıkan kitosan, film, elyaf, nanolif ve nanopartikül formlarında kullanılabilir. Kitosanın nano boyuta indirgenmesi amacıyla farklı birçok metod geliştirilmiştir. Kitosanın nano boyuta indirgenmesi ve kullanılmasıyla ilgili ilk çalışmalar 90'lı yılların sonlarında ilaç taşınımı amacı ile polietilen oksit ile kompozitlenerek gerçekleştirilmiştir^[3]. Daha sonra yeni uygulama alanları kazanarak günümüzde tekstili de kapsayacak şekilde geniş kullanım alanlarına sahip olmuştur. Özellikle antibakteriyel etkinin boyut küçüldükçe artması tekstilde antibakteriyel bitim işlemlerinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun dışında antistatik, leke tutmazlık, hidrofilite gibi değişik amaçlarla da kitosan nanopartiküller tekstil yapılarına uygulanabilmektedir.



Şekil 1: Kitosan kimyasal formülü

KITOSAN NANOPARÇACIKLARIN TEKSTİL UYGULAMALARI

Antimikrobiyel bitim işlemleri için Kitosan nanopartiküller

Kitosan Nanopartiküller çok fonksiyonlu yün kumaşlar üretimi amacıyla 2006 yılında Fengzhi ve arkadaşları tarafından TiO₂ nanoparçacıkları ile birlikte bitim işlemi maddesi olarak kullanılmıştır^[4].

2009 yılında Gouda ve arkadaşları kitosan nanopartikülleri Bakır oksit nanopartiküller ile birlikte kullanarak pamuk kumaşa antimikrobiyel bitim işlemi uygulamak için kullanmışlardır^[5]. İşlem sonrası pamuklu kumaşın çeşitli bakterilere karşı %90'ın üzerinde antibakteriyel aktivite gösterdiği görülmüştür. Ayrıca bu etkinin 30 yıkama sonrasında %70 in üzerinde devam ettiği de testip edilmiştir. Bir başka çalışma, 2010 yılında yünlü kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırmak için Yang ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir^[6]. Çalışmada kitosan nanopartikül ile bitim işlemi görmüş yün kumaşın antibakteriyel ve yıkama sonrası boyut değişimi özelliklerinde iyileşme gözlemlenmiştir. 2011 yılında gerçekleştirilen başka bir çalışmada kitosan nanopartiküller ve gümüş iyonu ile katkılanmış kitosan nanopartiküller polyester kumaşlara antibakteriyel etki kazandırmak amacı ile kullanılmıştır. Üretilen gümüş katkılı kitosan nanopartiküllerin daha etkin antimikrobiyel etkiye sahip olduğu görülmüştür. İşlem görmüş polyester kumaşların bazı bakterilere karşı %100 etkin olduğu belirlenmiştir^[7]. 2013 yılında Hebeish ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada kitosan nanopartiküller çevreci bitim işlemleri için pamuk kumaşa uygulanmıştır^[8]. Ayrıca nanopartikül formunda olmayan, polimer çözeltisi halindeki kitosan ile yapılan bitim işlemleri ile de kıyaslanarak nanopartikül formunun verimliliğinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Uygulama için Pad-Dry metodu kullanılmış ve seri üretim için uygun olduğu belirlenmiştir. 2013 yılında gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Chandrasekar ve arkadaşları kitosan nanoparçacıklar ile birlikte bitki özlerinden elde ettikleri nanopartikülleri kullanarak pamuklu kumaşlara antibakteriyel bitim işlemi uygulamışlardır. Elde edilen kumaş 10. Yıkamadan sonra antibakteriyel etkinliğini %90'ın üzerinde koruduğu görülmüştür. Bitim işlemi uygulanmış kumaş ile ham kumaş arasında mekanik özellikler açısından anlamlı bir fark saptanamamıştır^[9].

Diğer Uygulamalar

2013 yılında Chattopadhyay ve arkadaşları yaptıkları çalışmada nano-kitosanları pamuklu kumaşa uygulamış ve boya alma kabiliyeti, hidrofilite, mukavemet ve uzama, antibakteriyellik gibi özellikleri

ölçülmüştür^[10]. Alınan sonuçlara göre nano-kitosan uygulanmış kumaş boya alımında uygulanan partiküllerin boyutunun düşmesiyle birlikte hızlanma gözlenmiştir. Ayrıca uygulanan nanokitosan malzemesinin kumaşın mekanik özelliklerine olumlu katkı yaptığı da görülmüştür. Damlatma metodu ile ölçümlenen hidrofilite, kumaş yüzeyinin partikül büyüklüğü düştükçe hidrofoblaştığı belirlenmiştir. 2015 yılında yapılan diğer bir çalışmada ise kitosan nanopartiküller boyama ajanı olarak kullanılmıştır^[11]. Bu amaçla ilk olarak kitosan nanopartiküller renklendirilmiş ardından pamuk liflerine elde edilen renklendirilmiş kitosan partikülleri uygulanarak pamuk liflerinin renklendirilmesi sağlanmıştır. Fiksaj amacıyla elde edilen lifler ilk olarak asetik asit buharına maruz bırakılmış, böylece kitosan nanopartiküller eriyerek lifi kaplamışlardır. Ardından çapraz bağlama ile fiksaj işlemi tamamlanmıştır.

GENEL SONUÇLAR

Kitosan nanopartiküllerin fonksiyonel bitim işlemi sağlamak amacıyla kullanımı bir çok çalışmaya konu olmakta ve olumlu neticeler alınmaktadır. Antifungal, antioksidan, biyoyoumluluk gibi özellikleri de düşünüldüğünde tekstil yapıları için kitosan nanopartiküllerin ciddi bir potansiyel barındırdığı da öngörülebilmektedir. Kitosanın bolca elde edilebilir olması, nanoboyuta indirgenmesi için birçok yöntemin geliştirilmesi ve elde edilen olumlu uygulama sonuçları kitosan nanopartiküllerin tekstil yapılarına adapte edilmesini hızlandırması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kumar MNVR. A review of chitin and chitosan applications. *React Funct Polym* 2000; 46(1):1-27.
2. Wang WP, Du YM, Qiu YL, Wang XY, Hu Y, Yang JH, et al. A new green technology for direct production of low molecular weight chitosan. *Carbohydr Polym* 2008; 74(1):127-132.
3. Calvo P, RemunanLopez C, VilaJato JL, Alonso MJ. Novel hydrophilic chitosan-polyethylene oxide nanoparticles as protein carriers. *J Appl Polym Sci* 1997; 63(1):125-132.
4. Fengzhi G, Yuli H, Lin C. Functional finish of wool knitting fabric using Chitosan and TiO2 nanoparticles. *Proceedings of 2006 China*

International Wool Textile Conference & IWTO Wool Forum 2006:476-482.

5. Gouda M, Hebeish A. Preparation and Evaluation of CuO/Chitosan Nanocomposite for Antibacterial Finishing Cotton Fabric. *J Ind Text* 2010; 39(3):203-214.

6. Yang HC, Wang WH, Huang KS, Hon MH. Preparation and application of nanochitosan to finishing treatment with anti-microbial and anti-shrinking properties. *Carbohydr Polym* 2010; 79(1):176-179.

7. Ali SW, Rajendran S, Joshi M. Synthesis and characterization of chitosan and silver loaded chitosan nanoparticles for bioactive polyester. *Carbohydr Polym* 2011; 83(2):438-446.

8. Hebeish A, Sharaf S, Farouk A. Utilization of chitosan nanoparticles as a green finish in multifunctionalization of cotton textile. *Int J Biol Macromol* 2013; 60:10-17.

9. S. Chandrasekar SV, R. Rajendran. Application of chitosan and herbal nanocomposites to develop antibacterial medical textile. *Biomedicine and Aging Pathology* 2013; DOI: 10.1016(biomag.2013.10.007):59-64.

10. Chattopadhyay D, Inamdar MS. Improvement in properties of cotton fabric through synthesized nano-chitosan application. *Indian J Fibre Text* 2013; 38(1):14-21.

11. Wijesena RN, Tissera ND, de Silva KMN. Coloration of cotton fibers using nano chitosan. *Carbohydr Polym* 2015; 134:182-189.

Eriyik Üfleme Yöntemiyle Üretilen Termoplastik Polietilen Tülbentın Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi

YEŞİL, Yalçın¹, KAPLAN, Müslüm¹

¹Bartın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

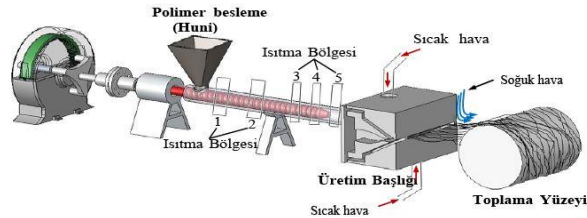
Sorumlu yazar: yyesil@bartin.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada, eriyik üfleme (Melt-blown) yöntemi ile üretilen polietilen(PE) tülbentın mukavemetinin artırılması için sıcak pres uygulanmış ve uygulanan farklı sıcaklık ve tülbent katı değerlerinin PE dokusuz yüzeylerinin kalınlık ve mukavemet özelliklerine etkisi incelenmiştir.

GİRİŞ

Dokusuz yüzey, genel olarak herhangi bir dokuma ya da örme işlemine gerek duyulmadan gelişi güzel veya düzenli bir şekilde yerleşen liflerden elde edilmiş yüzey veya kumaş olarak tanımlanır (Albrecht ve diğ., 2003). Dokusuz yüzey ürünler birçok sektörde ve endüstride geniş kullanım alanına sahiptir. Bu teknolojinin en önemli gelişmelerinden birisi eriyik üfleme yöntemidir. Eriyik üfleme yönteminde sonsuz elyaflı serme işlemine benzer olarak doğrudan termoplastik polimer eriyiğinden yüzey elde edilmesi mümkündür. Bu yöntem yüksek hız, sıcak hava, uçlara yakın enjekte edebilme ve daha ince lifler üretilebilmesi gibi özellikleriyle sonsuz elyaflı serme yönteminden ayrılır. Eriyik üfleme yönteminde 1-5 µm çap aralığında ince lif çekimi sayesinde düşük gramajlı ve çok düzgün dokusuz yüzeyler üretilmesi söz konusudur (Cheng ve Permentier, 1999). Bu özelliklerinden dolayı filtre, tıbbi uygulamalar, kağıt mendil ve yara bezleri gibi çok geniş uygulama alanına sahiptir (Dutton, 2008). Eriyik üfleme yönteminde Polipropilen, Poliester, Nylon, Polietilen gibi birçok polimer kullanılmaktadır. Özellikle ucuz maliyetinden ve düşük erime viskozitesinden dolayı Polipropilen çok sık tercih edilmektedir (Khatua ve Hsieh, 1997). Bu çalışmada proses şartları ile ilgili sınırlı araştırmanın yürütüldüğü PE dokusuz yüzeyler incelenmiştir.



Şekil 1: Eriyik üfleme işleminin şematik gösterimi (Yeşil, 2015)

Eriyik üfleme işlemi temelde ekstrüder, ölçme pompası, üretim başlığı, toplama yüzeyi ve sarım elemanı olmak üzere 5 bileşenden oluşur. Eriyik üfleme prosesinin şematik görünüşü Şekil 1’de verilmiştir.

Polimer besleme ünitesinden beslenen termoplastik polimer ekstrüder kısmında ısıtılıp eritilerek uygun sıcaklık ve viskozite derecesine getirilir. Eritilen polimer üretim başlığına düzgün bir besleme sağlamak için ölçme pompasına beslenir. Eriyik polimerler üretim başlığında yüksek yoğunluklu sıcak hava maruz kaldıklarında mikro fiber olarak hareketli toplanma yüzeyinde bir araya gelirler. Bundan sonra dokusuz yüzey sarılır ve isteniyorsa terbiye işlemi uygulanır.

Eriyik üfleme tülbenti kullanım amacına göre mekanik veya kimyasal terbiye işlemi uygulanabilir. Sonsuz elyaflı serme işlemine göre daha yumuşak ve mukavemetsiz yapıda olan bu tülbent sıklıkla kompozit yada katmanlı olarak kullanılmaktadır. (Butler, 2000).

Bu çalışmada, eriyik üfleme PE tülbentın mukavemetinin artırılması için sarım işleminden sonra tülbente sıcak pres uygulanmış ve uygulanan farklı sıcaklık ve tülbent kat değerlerinin PE tülbentının mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

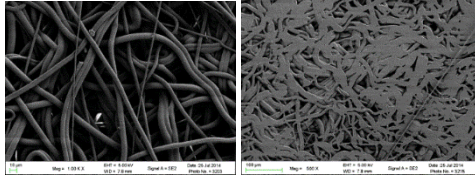
Çalışmada PE tülbent için eriyik akış indeksi 155g/10dk olan granül, Dow Chemical Company Freeport, TX’dan temin edilmiştir. Tülbent üretimi Tennessee Üniversitesi Nonwoven Araştırma Laboratuvarında eriyik üfleme pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir.

Yöntem

PE granül eriyik üfleme pilot tesisinde tülbent haline getirildikten sonra sarılmaktadır. Elde edilen tülbente tek ve çift kat halinde sıcak pres uygulanmıştır. Uygulama süreleri 1-2 dakika olarak ayarlanmıştır. Preslenen tülbentler test edilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Sıcak pres uygulanan PE tlbentlerin sıcak pres uygulamadan önce ve uygulandıktan sonra SEM görüntüleri alınmıştır (şekil 2).

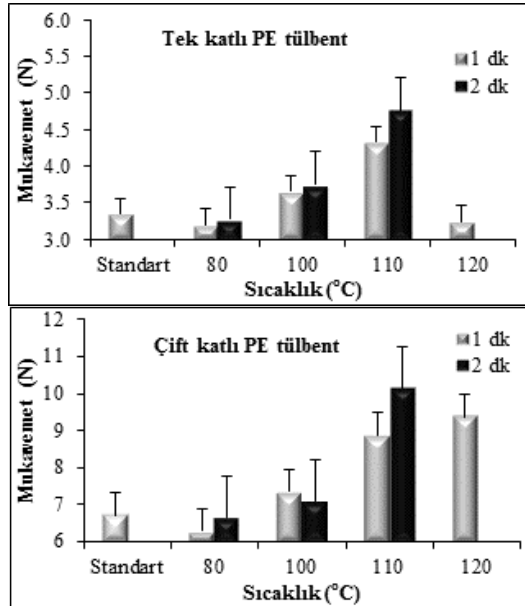


şekil 2: PE tülbent SEM görüntüleri

Kalınlık ve Kopma mukavemeti testlerinde tek ve çift katlı PE tlbentlerin her birine 5 ayrı sıcaklık değeri (standart, 80-100-110-120 °C) için 5'er adet test uygulanmıştır.

Tek ve çift katlı PE tlbentlere 120 °C sıcaklıkta 1 dk işlem uygulandığı zaman kopma mukavemetinin hızla düştüğü, 2 dk sıcak pres uygulandığında ise malzemenin yapısının bozulduğu tespit edilmiştir.

Kopma mukavemeti testleri United testing systems (Inc. Huntington Beach, California)'ın geliştirdiği kopma mukavemeti tayini test cihazında ASTM D 1117-97 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. şekil 3'de kopma mukavemeti test sonuçları verilmiştir.



şekil 3: Kopma mukavemeti test sonuçları

Kalınlık tayini testi Thickness tester (TMI, Amityville, USA retimi) cihazında ASTM D 5729-9 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

GENEL SONUÇLAR

Tek ve çift katlı PE tülbentin 110 °C'de sıcak pres uygulandığında kopma mukavemetinin en yüksek değerini aldığı grlmştir. İşlem süresinin 2 dk'ya çıkarılmasının kopma dayanımı arttırdığı da görülmektedir. SEM görüntülerine bakıldığında sıcak pres uygulanmasının liflerin bir araya toplanmasını arttırdığı söylenebilir. Sıcak pres sıcaklığının artırılmasıyla tülbentin incel-diği gözlemlenmiştir. Ayrıca 120 °C sıcaklığında sıcak pres uygulandığında malzemenin özelliklerini kaybetmeye başladığı grlmştir.

SONRAKİ DÖNEM ALIşMALAR

Bu çalışmada sıcak pres uygulanmasının PE tülbentin mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu uygulamanın PE tülbentin hava geçirgenliği ve gözenekliliği üzerine etkileri bundan sonraki çalışmalarda incelenebilecektir.

TEşEKKüR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAğI

Bu alışma, TÜBİTAK 2219 yurt dışı araştırma bursu ile gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, çalışmadaki destek ve yardımları için Prof. Gajanan S. Bhat'a ve Tennessee Üniversitesi Nonwoven Araştırma Laboratuvarlarına (USA) teşekkr ederler.

KAYNAKLAR

- Albrecht, W., Fuchs, H., Kittelmann W. 2003. Nonwoven Fabrics: Raw Materials, Manufacture, Applications, Characteristics, Testing Processes. Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,
- Butler, I. 2000. Filtration Technology Handbook, USA: INDIA Publications.
- Cheng CY, Permentier D. 1999 "Effects of resin properties on processing and properties of PP nonwovens", Chem Fibers Intern 10: 384–387
- Dutton, K.C. 2008. "Overview of analysis of the meltblown process and parameters" Journal of textile and apparel technology and management V. 6-1
- Khatua, S. ve Hsieh, Y. L. 1997, "Chlorine degradation of polyether-based polyurethane", Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry, 35(15), p. 3263-3273.

Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretebilen (Fotovoltaik) Lif Geliştirilmesi

BORAZAN, İsmail¹, BEDELOĞLU, Ayşe², DEMİR, Ali¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, ²Bursa Teknik Üniversitesi, Lif ve Polimer Mühendisliği Bölümü
iborazan@itu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmanın amacı, geleneksel tekstil lifleri üzerinde polimer malzemeleri kullanarak fotovoltaik etkinin sağlanmasıdır.

GİRİŞ

Azalan fosil kaynaklı enerji kaynakları, artan çevre kirliliği gibi sebeplerden dolayı araştırmacılar yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmişlerdir^{1,2}. Fotovoltaik teknolojisi, güneş enerjisini kullanarak temiz enerji elde etme yöntemlerinden birisidir³. Elektrik kaynagından uzak, açık havada faaliyet yapan insanlar için bu projedeki tasarlanan lifler cep telefonu, müzik çalar vb. portatif cihazlar için enerji üretebileceklerdir. Fotovoltaik lifler ile ilgili değişik literatur çalışmaları bulunmaktadır⁴⁻¹¹. Bu çalışmalarda araştırmacılar, vakum altında buhar biriktirme, çözeltiden nano kaplamalar, gibi yöntemleri kullanarak fotovoltaik lif üretmeyi başarmışlardır.



Sekil 1. Organik güneş pilinin sematik gösterimi

DENEYSEL

Malzeme

Bu projede elektrot olarak alüminyum, gümüş gibi metallerin yanısıra, çözeltiden kaplama yöntemlerine olanak sağlayan iletken polimerler, nanoteller ve nanotüp gibi malzemeler kullanılarak tekstil terbiye işlemlerine benzer şekilde kaplama teknikleriyle fotovoltaik lif tasarımı geliştirilmiştir.

Yöntem

Bu çalışmada vakumda buhar biriktirme, spray kaplama, daldırarak kaplama ve dönele kaplama

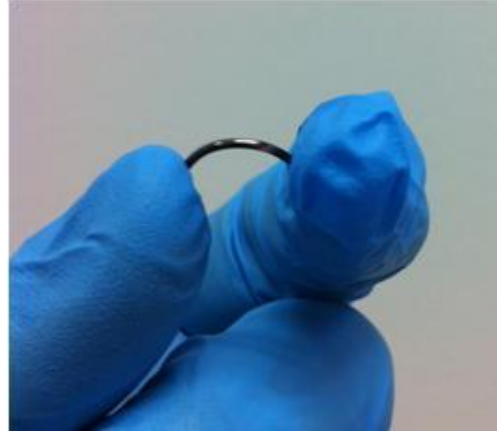
yöntemleri kullanılarak ince film kaplamaları gerçekleştirilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Fotovoltaik liflerin AM 1.5G standardına göre 100 W/m² ışık altında Keithley 2400 cihazı ile performans ölçümleri alınmıştır. En iyi sonuç aşağıdaki tablodaki gibidir.

Pil yapısı	V _{oc} mV	J _{sc} mA/cm ²	FF %	Verim %
Fiber/PH1000 /P3HT:PCBM/Al	329	4,36	83	0,3

GENEL SONUÇLAR



Sekil 2. Projede üretilmiş fotovoltaik lifin gösterimi

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Sonraki çalışmalarda elektrotların vakumlu buhar biriktirme ile kaplamak yerine çözeltiden kaplama yöntemleriyle yapılarak daha hızlı ve az maliyetli üretim gerçekleştirilmesi çalışılacaktır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu proje Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK, tarafından desteklenmiştir, Proje No: 113M950 ve İTÜ BAP Lisansüstü Tezlerini

Destekleme Programı Projeleri tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

6. Yüksel, İ., Renewable Energy, 4, 802, (2008).
7. Lund, P. D., Renewable Energy, 2009, 34, 53.
8. Gadisa, A.; Tvingstedt, K.; Admassie, S.; Lindell, L.; Crispin, X.; Andersson, M.R.;Salaneck, W.R.; Inganas, O.: Synth. Met., 156, 1102, (2006).
9. Bedeloglu (Celik) A, Development of Fibres with Photovoltaic Effects, PhD Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir, 2009.
10. O'Connor, B, Pipe, KP, and Shtein, M, Fiber Based Organic Photovoltaic Devices. Appl. Phys. Lett., 92, 193306 (2008).
11. Shtein, M, and Forrest, SR, Organic Devices having a Fiber Structure. US Patent 7194173, 2007.
12. Liu, J, Namboothiry, MAG, and Carroll, DL, Fiber-based Architectures for Organic Photovoltaics. Appl. Phys. Lett., 90, 063501 (2007).
13. Bedeloglu (Celik) A, Demir A, Bozkurt Y, Sariciftci N. S., Photovoltaic properties of polymer based organic solar cells adapted for non-transparent substrates, 2010.
14. Bedeloglu (Celik) A, Demir A, Bozkurt Y, Sariciftci N. S., A Photovoltaic Fibre Design for Smart Textiles, 2010.
15. Bedeloglu (Celik) A, Koeppe R, Demir A, Bozkurt Y, Sariciftci N. S., Development of energy generating photovoltaic textile structures for smart applications, 2010.
16. ., Borazan, I., Bedeloglu, A., Demir, A., The effect of MWCNT-PEDOT:PSS layer in organic photovoltaic fiber device, Optoelectronics and Advanced Materials, 2015.

AMAÇLAR

Bu çalışmada yüksek yüzey alanına sahip nanoliflerin perovskite güneş pillerinde mesogözenekli katman olarak kullanımıyla elektron iletim özelliklerinin geliştirilmesi ve pil performansının iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Düşük maliyetli ve kolay üretime ve yüksek verime sahip perovskite güneş pilleri (PGP), Kim ve arkadaşlarının 2009 yılında yayınladığı çalışmanın ardından bilim ve sanayi dünyalarının ilgisini çekmiş, üzerine birçok çalışma yapılmış ve verim değerleri sadece 3 yıl içinde 9,7%¹den 19,5%² çıkmıştır.

Genel olarak düzlemsel ve gözenekli olarak iki mimaride yapılan pillerde n-tip yarı-iletken olarak TiO₂ kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda amaç, bu malzemenin ve katmanın elektron iletkenliğini iyileştirip, yüklerin rekombinasyonunu azaltarak verimi arttırmaktır. Literatürde aynı amaçla 1 boyutlu (1D) nanoyapıların boya duyarlı güneş pilleri için kullanımı üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. 1D yapılar viskoz malzemelerin katman içine sızmasını kolaylaştırmakta ve daha yüksek yük iletimi ile daha düşük yük rekombinasyonu sağlamaktadır⁷.

Elektroüretim yöntemi 1 boyutlu nanoliflerin üretiminde yaygın olarak kullanılan ucuz ve basit bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. TiO₂ nanoliflerin elektroüretim metodu ile üretimi üzerine birçok çalışma bulunmakta ve bunlarda genel olarak uygun bir titanyum prekürsör maddesinin bir matris polimer çözümü içinde homojen dağıtılması, elde edilen çözünün yüksek gerilim altında belirli bir mesafeden fiber atımı ve kalsinasyon işlemleri şeklinde yapılmaktadır.

Literatürde 1 boyutlu nanoliflerin güneş piline uygulanmasına ait çalışmalar direkt cam üzerine üretim^{3,4} ve NF pasta ile cam üzerine kaplama⁵ şeklinde iki konseptte gerçekleştirilmektedir. Dharani ve arkadaşları ince elektron geçirgen TiO₂ katmanı üzerine 0,3 mL/saat hızla TiBu-PVP çözümüyle NF üretmiş ve 450 C de 5 saat kalsine ederek organik birleşeni yapıdan uzaklaştırmış, TiO₂'ye kristalin yapı kazandırmıştır. Yaptıkları pilleri planar yapıdaki üretimleri ile karşılaştırmış ve %215 verim artışı elde etmişlerdir. Diğer yaklaşım olan pasta ile kaplama

üzerine yapılan çalışmalar boya duyarlı güneş pillerine uygulanmış, perovskite güneş pilleri üzerine yayın bulunamamıştır.

DENEYSEL

Malzeme

Elektroüretim çözümü için titanyum prekürsörü olarak Ti(OiPr)₄ (TTIP, Sigma), stabilizatör olarak asetik asit (Merck), viskozite artırıcı ve lif oluşturu organik yapı olarak PVP (Mw: 1,300,000, Sigma) ve çözücü olarak etanol (Merck) kullanılmıştır.

Yöntem

Elektroüretim için besleme hızı 8 ml/saat, toplama mesafesi 20 cm ve uygulanan voltaj 25 kV olacak şekilde sabit parametrelerde çalışılmış, tablo 1'de verilen birleşimdeki çözümler kullanılmıştır. İlk önce literatürdeki standart reçete modifiye edilerek maksimum nanolif eldesi için ağırlıkça % 10 PVP, %15 TTIP içeren elektroüretim çözümü hazırlanmıştır (M6.2). Üretimdeki sıkıntıların giderilmesi için etanolün ağırlıkça %36 oranı yerine yüksek Tb'li farklı ikincil çözücüler (DMF, 1-butanol) kullanılarak sorunlar giderilmeye çalışılmıştır.

Tablo 4: Numune kodlaması ve üretim parametreleri

Numune Kodu	Oranlar		
	TTIP	PVP	Çözücü
M6.1	%15 TTIP	%10 PVP	%37 1-butanol, %63 EtOH
M6.2	%15 TTIP	%10 PVP	% 100 EtOH
M6.3	%15 TTIP	%10 PVP	%37 DMF, %63 EtOH
M6.4	%20 TTIP	%10 PVP	%37 DMF, %63 EtOH

Elde edilen nanolifler 450 C de 5 saat normal atmosfer altında kalsine edilmiştir. Bu sıcaklık değeri ve süresi yapılan 250 – 450 C arasındaki ısı işlemlere ve literatüre bakılarak tespit edilmiştir. 450 C de iki saat süren ısı işlem sonucunda yapıda hala organik kalıntıların varlığı bu sıcaklıkta sürenin daha uzun olması gerekliliğine göstermiştir. Kalsine edilen lifler XRD ve reflektans ölçümleri almak ve pasta

hazırlamak için agat yardımıyla öğütülmüş, toz haline getirilmiştir. Pasta üretim ve güneş pili hazırlama adımları şekil 6'da verilmiştir.

FTO kaplı cam üzerine c-TiO₂ ve HTM⁶ kaplamaları literatürde belirtildiği gibi yapılmıştır. Perovskite iki basamaklı kaplama metodu ile oluşturulmuştur. Karşı elektrot olarak hazırlanan iletken karbon pasta, pasta reçetesinde TiO₂ yerine 4+2 g karbon siyahı ve grafit kullanılarak ve aynı işlemlerle hazırlanmıştır. Üretilen pillerin I-V eğrileri alınarak performans analizi gerçekleştirilmiştir.

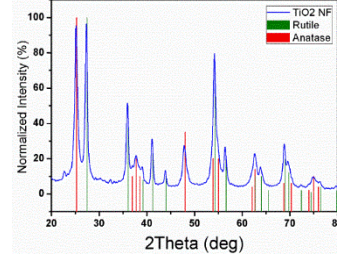
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Bu çalışmada üretim parametreleri maksimum besleme hızı ve maksimum konsantrasyon olacak şekilde ayarlanmaya çalışılmıştır. İlk önce ağırlıkça % 10 PVP, %15 TTIP içeren elektroüretim solüsyonu sadece etanol ile hazırlanmıştır (asetik asit / TTIP 4/1 molar oran hep sabit). Bu reçetede düşük besleme hızındaki denemelerde dahi iğne ucunun donması ile üretimde sıkıntılar görülmüştür. Üretimin iyileştirilmesi için kullanılan yüksek Tb li farklı ikincil çözücülerden (1-butanol, DMF) 1-butanol içeren solüsyonda sorunun kısmen devam ettiği, DMF içeren solüsyonda ise tamamen giderildiği görülmüştür.

Belirlenen optimum reçetede (M6.3), PVP sabit bırakılıp, TTIP oranı ağırlıkça % 20 olacak şekilde artırılmış ve denemeler yapılmıştır. Ancak iğnenin donarak tıkanması üzerine, çalışmalar % 15 TTIP oranından devam ettirilmiştir. Elektroüretim yöntemi ile üretilen nanoliflerde ısı işlem sonrasında % 80 oranında ağırlık kaybı tespit edilmiştir.

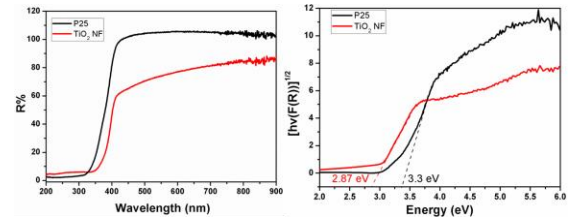
Hazırlanan M6.1 – M6.4 numunelerinin SEM görüntülerine göre tüm numunelerde ısı işlem sonrası fiber çaplarında $\approx$ yarı yarıya bir azalma görülmüştür. Ortalama lif çapları M6.1 için 300-400 nm, M6.2 için 100-200 nm, M6.3 için 300-400 nm ve M6.4 için 500-600 nm olarak ölçülmüştür.

XRD analizlerine göre TiO₂ nanoliflerin yüksek oranda rutile (21-1276) ve düşük oranda anatase (21-1272) kristal yapısını içermektedir.

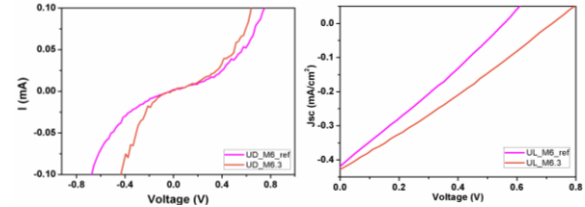


Şekil 1: TiO₂ NF tozlarının XRD grafiği

Reflektans ölçümlerinde TiO₂ NF'lerin reflektans değeri P25 tozlarına göre düşük çıkmıştır. Bunun nedeni gelen ışığın, nispeten kalın kaplama oluşturan TiO₂ NF yapısı içinde daha fazla kırılarak yapı içinde tutulması ve içinde daha yüksek oranda ışığın daha çok absorplandığı rutile fazını barındırması gösterilebilir. Kubelka-Munk dönüşümü ile hesaplanan band aralığı değerleri nanolifler için 2.87 eV değeri ile ticari nanoparçacıklara göre daha düşük (3.3 eV) bulunmuştur.



Şekil 2: Reflektans ve Kubelka-Munk grafikleri



Şekil 3: Üretilen pillerin karanlık ve aydınlık altında I-V ve J-V ölçümleri

GENEL SONUÇLAR

“Solvent engineering” yaklaşımı ile elektroüretim yönteminde yüksek hızda ve ort. 300 – 400 nm çaplarında nanolifler üretilmiştir. Isıl işlem ile kristalin TiO₂ elde edilmiştir. NF kullanımı ile verimde %33 iyileşme görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Kim, H.-S. *et al.* Lead Iodide Perovskite Sensitized All-Solid-State Submicron Thin Film Mesoscopic Solar Cell with Efficiency Exceeding 9%. *Sci. Rep.* **2**, (2012).
- Zhou, H. *et al.* Interface engineering of highly efficient perovskite solar cells. *Science* **345**, 542–546 (2014).

3. Xiao, Y., Han, G., Li, Y., Li, M. & Wu, J. Electrospun lead-doped titanium dioxide nanofibers and the in situ preparation of perovskite-sensitized photoanodes for use in high performance perovskite solar cells. *Journal of Materials Chemistry A* **2**, 16856–16862 (2014).
4. Dharani, S. *et al.* High efficiency electrospun TiO₂ nanofiber based hybrid organic–inorganic perovskite solar cell. *Nanoscale* **6**, 1675–1679 (2014).
5. Jose, R., Kumar, A., Thavasi, V. & Ramakrishna, S. Conversion efficiency versus sensitizer for electrospun TiO₂ nanorod electrodes in dye-sensitized solar cells. *Nanotechnology* **19**, 424004 (2008).
6. Aldibaja, F. K. *et al.* Effect of different lead precursors on perovskite solar cell performance and stability. *J. Mater. Chem. A* **3**, 9194–9200 (2015).

POLİMERİK DİSPERGATÖR İLE İNKJET BASKI TEKNİĞİ İÇİN MÜREKKEP GELİŞTİRİLMESİ

ŞİMŞEK, Ramazan¹, Çalışır, Mehmet², KILIÇ, Ali²,

¹Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği ,

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, TEMAG Laboratuvarı
ramazan.simsek@marmara.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışma kapsamında Türk Tekstil baskı sanayisi için dijital baskıda kullanılmak üzere yerli inkjet mürekkep üretilmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Dijital baskı tekniği artan üretim hızı, üretim hazırlık sürecinin kısaltılması ve sınırsız desen imkânının sağlanması gibi ön plana çıkan özelliklerinden dolayı önem kazanmıştır. Tekstil baskı sanayinde de giderek artan yatırımlar bu alanda gerçekleşmiştir. Buna yönelik olarak ülkemizin inkjet mürekkep üretimini gerçekleştirememesi bu alandaki en önemli problemlerdendir.

Genel anlamda inkjet baskı teknolojisi iki farklı grupta incelenebilir. Bunlar

- Sürekli inkjet teknolojisi
- Drop-on-Demand (DoD) inkjet teknolojisi

Olarak ifade edilebilir. Sürekli inkjet teknolojisi genellikle ürün kodlama işleminde kullanılır ve elde edilen ortalama damlacık çapı 100 µm civarında iken, DoD için bu değer 20-50 µm civarında değişmektedir. Bu nedenle DoD tekniği grafik ya da hassas desenlerin oluşturulmasında daha çok tercih edilmektedir.

Bu teknik, fonksiyonel malzemeleri oldukça düşük miktarlarda, çok farklı yüzeyler üzerine yüksek hassasiyetle depolama imkanı sunmaktadır. Ayrıca tekniğin yüksek miktarda üretime olanak sağlaması üretim imkanlarını lab ölçekli olmaktansa endüstriyel boyutlara taşıyabilmektedir. Inkjet baskı tekniğinin söz konusu avantajlarını dikkate aldığımız zaman, inkjet baskı tekniği nanomalzem, iletken polimer ya da izolasyon malzemelerinin baskı ile bir yüzeye depolanmasını mümkün kılmaktadır. Böylelikle de basit bir baskı tekniği ile fonksiyonel, katma değeri yüksek ürünlerin üretimini endüstriyel boyutta üretmek mümkün olabilmektedir ¹⁻⁴.

Diğer taraftan her ne kadar teknik basit gibi görülsede malzemeleri bir yüzeyde biriktirebilmek için, inkjet baskı tekniğine uygun mürekkeplerin hazırlanması ve yüzeye püskürtülen mürekkeplerin yüzey üzerinde ince film özelliklerini taşıyacak şekilde dizayn edilebilmesi çok önemli bir aşamadır. Özellikle jet oluşumu için uygun özellikleri taşımayan mürekkepler, düzelerin tıkanması, istenmeyen nitelikte uydu olarak isimlendirilen

damlacıkların oluşması ya da düzelerden damlacık yerine filament benzeri yapıların oluşması gibi nedenlerden dolayı malzemelerin bir yüzey üzerine biriktirilebilmesi için kullanılamazlar.

Bunun yanısıra kullanılan hazırlanan mürekkepler için kullanılan solventler özellikleri büyük önem taşımaktadır. Örneğin yüksek buharlaşma hızına sahip bir solvent kullanıldığı takdirde düzelerden çıkan ilk damlacık için, damlacık düzelerden çıkmadan önce solventin buharlaşması gerçekleşirse, kuruma sonrasında kalan kuru tanecikler düzü uçlarını tıkayacaktır ki bu problem ilk damlacık problemi olarak ifade edilebilmektedir ⁵.

Inkjet baskı tekniğinde bir başka önemli husus ise uygun viskozitenin seçilmesidir. Viskozite değeri oldukça yüksek bir mürekkep düzelerden püskürtülürken, damlacık oluşum süresi damlacık oluşumunun tamamlanması için ayrılan süreyi aşmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu takdirde ise bir damlacık oluşumu tamamlanmadan bir diğer damlacık oluşumu başlayacaktır ki bu durum sürekli filament olarak isimlendirilen inkjet baskı hatasının ortaya çıkmasına sebebiyet verecektir.

Çalışma kapsamında yukarıda bahsedilen olası problemler ya da istenen özellikler dikkate alınarak inkjet mürekkep üretimi amaçlanmıştır.

DENEYSEL

Malzeme

Karbon siyahı, TiO₂, dispersleme maddesi ve destile su kullanılarak karbon siyahı esaslı siyah mürekkep üretimi amaçlanmıştır.

Yöntem

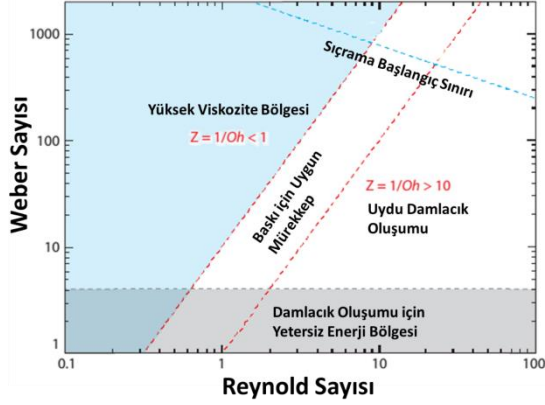
Inkjet mürekkep üretim aşamasında, mekanik öğütme ve filtrasyon işlemleri uygulanmıştır. Filtrasyon işleminin akabinde viskozite, yüzey gerilim ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Öncelikle olarak karbon siyahı ya da TiO₂ gibi pigment niteliğindeki katı malzemelerin taşıyıcı olarak kullanılan destile su içerisinde stabil çökelmeden kalabilmeleri için uygun disperseleme maddesi belirlendi.

Şekil 4 : Uygun Dispersleme Maddesi Seçimi

Daha sonra ise viskozite ve yüzey gerilim değerleri ölçülerek elde edilen mürekkeplerin basılabilirliği şekil 2'deki gösterilen pencere yardımı ile belirlendi.



Şekil 5 : Elde edilen İnkjet Mürekkebin Dijital Baskıya Uygunluğu

GENEL SONUÇLAR

Yapılan optimizasyon çalışmaları neticesinde, mürekkep özellikleri baskı için uygun aralığa getirilerek, ofis tipi inkjet baskı teknolojisine sahip yazıcılarda kullanılarak testleri gerçekleştirildi. Yapılan testler neticesinde, üretilen siyah inkjet baskı mürekkebi ile yazdırılan test sayfası Şekil 3'te gösterilmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Sonraki dönem çalışmaları içerisinde, siyah inkjet mürekkep ile elde edilen başarıyı CMYK olarak bilinen diğer renklere taşımak amaçlanmıştır.



Şekil 6 : Üretilen Karbon Siyahı Esaslı Mürekkebin Ofis Tipi İnkjet Yazıcıda Denenmesi

KAYNAKLAR

1. Arin, M. *et al.* Inkjet printing of photocatalytically active TiO₂ thin films from water based precursor solutions. *Journal of the European Ceramic Society* **31**, 1067–1074 (2011).
2. Bernacka-Wojcik, I. *et al.* Inkjet printed and 'doctor blade' TiO₂ photodetectors for DNA biosensors. *Biosensors and Bioelectronics* **25**, 1229–1234 (2010).
3. Fang, M., Belova, L. & Rao, K. V. The art of tailoring inks for inkjet printing metal oxides. (2012).
4. Hiraoka, T., Hasegawa, T. & Maekawa, T. *Photopolymerizable inkjet black ink, and ink cartridge, inkjet printer and printed material using the ink, and method of preparing the ink.* (Google Patents, 2014).
5. Robin, M. *et al.* Epoxy Based Ink as Versatile Material for Inkjet-Printed Devices. *ACS Applied Materials & Interfaces* **7**, 21975–21984 (2015).

OBJECTIVES

The objective of this paper is to review the application of carbon nanofibers in Li-ion batteries in the recent years.

INTRODUCTION

The demand for nano-materials increases rapidly. Nanofibers, as 1D material with unique morphology and properties attract huge attention in many application areas, such as filtration, energy storage, textile and biomedicine. Nanofibers can be produced by several techniques, including electrospinning, solution blowing and centrifugal spinning¹⁻³. Among them, electrospinning is the mostly commonly used method due to its scalability, which allows production of fibers with different diameters and structures using wide range of organic and inorganic materials.

Secondary batteries are electrochemical devices that store energy as a result of reversible electrochemical reactions. When the circle is closed, the ions stored into the electrode structure travel from anode to cathode and vice versa, passing through a membrane which separates them (Fig. 1). Lithium ion batteries (LiBs) are energy storage devices with high energy density, slow self-discharge rate and without memory effect⁴. Nowadays, they are widely used in electronic devices (mobile phones, laptops, etc.) and electrical vehicles. However, their cycle life and capacity can be further improved. In this context, nanofibrous materials are among the candidates to replace conventional slurries used as electrodes⁵. Nanofibers for energy applications may be carbon based, carbon containing composites or metal-nanofibers when used as electrodes^{6,7}. Despite their role as anodes or cathodes, nanofibers for battery application can also find application as separators⁵. Nonetheless, this paper will give brief review of recent studies on nanofibrous materials used as electrodes and separators for Li-ion batteries.

NANOFIBROUS ELECTRODES FOR LI-ION BATTERIES

Anodes

Anode is the part of the battery which receives the ions during charging and influences battery capacity. The challenges beyond the anode are to synthesize materials and/or structures with lower potentials or

materials with higher capacities. Nowadays, LiBs use graphite and hard carbons as anode which give high stability, but low capacity. As an alternative to graphite slurries, carbon nanofibers have been proposed due to their high surface area, high conductivity and the possibility to be used as binder free electrodes without additional current collector⁸.

Carbon nanofibers (CNFs) can be obtained from electrospun nanofibers after stabilization and carbonization⁹. They may have smooth, porous, hollow, multilayer or core-shell structure. Usually, when freestanding CNFs have to be produced, poly acrylonitrile (PAN) is the first choice due to its simple oxidative stabilization and carbonization. However, other cheaper and more environmentally friendly polymers can be transformed into nanofibrous structure and be used as carbon precursors. Lignin, cellulose, or poly(vinyl alcohol), are few of them and allow formation of porous structures^{10,11}.

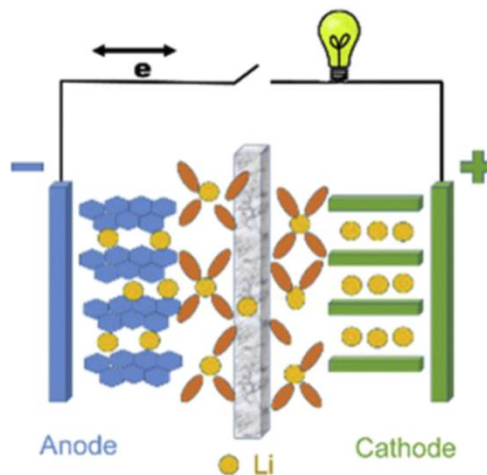


Figure 1. Li-ion battery⁸

For high capacity anodes, CNFs are used as active material/carbon composites, where the active material is a compound that makes an alloy with Li directly or through conversion reactions¹². In such composites, carbon is used as buffer, and as a component that increases the conductivity of the anode. Silicon is an alloy active material for LiB, with the highest theoretical capacity of 4200mAh/g. However, its volume expansion during Li⁺ intercalation provokes degradation and low cycle life of the anode. Besides

silicon, tin, manganese or tin oxide, have been widely used as materials that improve anode capacity, but they all suffer high volume expansion during cycling. Reduction of the size of the particles and/or coating them with a buffer-like material has been used as a strategies to suppress the volume expansion, and thus to improve battery performances. Fibrous metal/carbon nano-composites with well dispersed, core-shell, hollow or porous fibrous structures have been reported as anodes with high capacities and long cycling life⁸.

Cathodes

Cathode is the positive electrode of a battery, responsible for battery's energy density. A good cathode material has good conductivity, proper electronegativity and structure that allow stable and reversible reactivity with the Li-ion during its insertion/deinsertion¹³. Cathode materials for LiB may have layered, spinel or olivine structure¹⁴. Or, from the point of view of their chemical composition, their main composition may be oxide or phosphate, being cobalt oxide and iron phosphate mostly used. They may also be multi component metal oxides or phosphates, such as $\text{Li}_2\text{Mn}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{SiO}_4$, $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3-x}\text{Al}_x\text{O}_2$ and $\text{Li}[\text{Fe}_{1-x}\text{Mn}_x]\text{PO}_4$ which belong to the group of olivine structures. These metallic particles with specific structure are combined with a polymer and transformed into nanofibrous composites. The polymer matrix into such composites usually serves as carbon precursor improving the conductivity and amortizing the volume expansion of the active material during cycling. Similarly to anodes, nanofibrous composites with well dispersed particles of active material or core-shell structures have also been proven as cathodes, which allow fast and reversible li-ion intercalation and high cyclic stability⁸.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Recently, have been reported several hundreds of papers on nanofibrous structured electrodes for Li-ion batteries. All of them emphasize that, along the chemical composition, the morphology and structure of the electrodes influence battery performances. The high surface area of these 1D nanostructures, as a key for improved electrolyte-electrode interface and shorter path for Li ions through the electrode, results in faster and more efficient electrochemical reactions. Besides that, nanofiber production techniques allow formation of a variety of structures that buffer volume expansion of active materials and improve the

conductivity of electrodes. Additionally, a variety of starting materials can be used for production of active material/carbon nanofiber composites. These carbon composites can be used as binder free electrodes without the need to add a current collector, which would reduce total battery weight and cost. Despite these factors that favor the application of carbon nanocomposites into LiB, the nanofiber production rates are yet to be scaled-up. High production techniques, such as centrifugal and solution blowing spinning are promising ways to achieve this aim.

REFERENCES

1. Ramakrishna, S. 2005. *An Introduction to Electrospinning and Nanofibers*. (World Scientific).
2. Polat, Y. *et al.* 2016. Solution blowing of thermoplastic polyurethane nanofibers: A facile method to produce flexible porous materials. *J. Appl. Polym. Sci.* 133, n/a–n/a.
3. Lu, Y. *et al.* Centrifugal spinning: A novel approach to fabricate porous carbon fibers as binder-free electrodes for electric double-layer capacitors. *Journal of Power Sources* 273, 502–510.
4. Linden, D. & Reddy, T. B. 2015. *Handbook of batteries*. (McGraw-Hill, 2002).
5. Zhang, X., Ji, L., Toprakci, O., Liang, Y. & Alcoutlabi, M. 2011. Electrospun Nanofiber-Based Anodes, Cathodes, and Separators for Advanced Lithium-Ion Batteries. *Polymer Reviews* 51, 239–264.
6. Wang, H.-G., Yuan, S., Ma, D.-L., Zhang, X.-B. & Yan, J.-M. 2015. Electrospun materials for lithium and sodium rechargeable batteries: from structure evolution to electrochemical performance. *Energy Environ. Sci.* 8, 1660–1681.
7. Cavaliere, S., Subianto, S., Savych, I., Jones, D. J. & Rozière, J. 2011. Electrospinning: designed architectures for energy conversion and storage devices. *Energy Environ. Sci.* 4, 4761–4785.
8. Pampal, E. S., Stojanovska, E., Simon, B. & Kilic, A. 2015. A review of nanofibrous structures in lithium ion batteries. *Journal of Power Sources* 300, 199–215.
9. Poveda, R. L. & Gupta, N. 2016. *Carbon Nanofiber Reinforced Polymer Composites* 11–26 (Springer International Publishing).
10. Fatema, U. K., Uddin, A. J., Uemura, K. & Gotoh, Y. 2011. Fabrication of carbon fibers from electrospun poly(vinyl alcohol) nanofibers. *Textile Research Journal* 81, 659–672.
11. Kadla, J. F. *et al.* 2002. Lignin-based carbon fibers for composite fiber applications. *Carbon* 40, 2913–2920.
12. Nitta, N. & Yushin, G. 2014. High-Capacity Anode Materials for Lithium-Ion Batteries: Choice of Elements and Structures for Active Particles. *Particle & Particle Systems Characterization* 31, 317–336.
13. Whittingham, M. S. 2004. Lithium Batteries and Cathode Materials. *Chem. Rev.* 104, 4271–4302.
14. Fergus, J. W. 2010. Recent developments in cathode materials for lithium ion batteries. *Journal of Power Sources* 195, 939–954.

AMAÇLAR

Geleneksel PID denetimli çözgü salma mekanizmaları günümüzde en çok kullanılan otomatik çözgü salma sistemleridir. Ancak PID denetimli çözgü salma sistemlerinde bazı dezavantajlar görülmektedir. Bunlardan biri değişik dokuma şartları için (farklı atkı sıklığı ve farklı elastik özelliklere sahip çözgülerle çalışmak) kontrol organında en uygun çözgü gerginlik kontrolü için katsayıların ayarlanmasına ihtiyaç duyulmasıdır. Yapılan bu çalışmada PID denetiminde kullanılan hata sinyali Bulanık mantık denetleyicisi ile işlenerek daha hızlı bir cevap eğrisi elde edilmesi ve çözgü gerginlik değişimine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Dokuma makinelerinin üretim hızlarında son 40 yılda büyük bir artış görülmektedir. Üretim hızlarındaki bu artış kontrol sistemleri sayesinde mamül kalitesinde de bir artış sağlamıştır. Makinelerdeki bu performans artışı ve üretim artışı kontrol sistemleri sayesinde gerçekleşmiştir. Dokuma makinelerinde önemli olan husus, dinamik şartlardaki değişimler (örneğin hız değişimi) ve kumaş yapısındaki değişimleri göz önünde bulundurarak çözgü gerginliğini belirli limitler altında kalacak şekilde çalışmasını sağlamaktır [3].

Çözgü gerginliği dağılımındaki değişimlerin kumaş üzerindeki etkilerini incelendiğinde maksimum çözgü gerginliğindeki varyasyonlar kumaşta ince-kalın yerlerin oluşumu için önemli bir nedendir. Sık-seyrekle hatalarının önlenmesi, gerginlik-atla sayısı eğrilerinin yatay olarak elde edilmesine bir başka deyişle çözgü gerginliği değerinin dokuma işlemi boyunca sabit kalmasına bağlıdır [4].

Geleneksel PID denetiminin lineer olmayan sistemlerde yetersiz kalmasından dolayı bulanık mantık temelli algoritmalarla yararlanılarak gerilim kontrolü sağlanabilmektedir. Yapılan çalışmalar bu türlü yaklaşımların gerilim kontrolü açısından daha tatminkar sonuçlar verdiğini göstermektedir [2].

Bulanık mantık üretimde tepkiselliğin artırılması ve daha hızlı cevap vermesi bakımından servo kontrol sistemlerinde daha yaygın olarak kullanım alanı bulmaktadır [6].

Bulanık mantık denetleyicisinin çözgü salma mekanizmalarında kullanılması durumunda ise belli bir gerginlik değerine PID denetime nazaran daha kısa sürede ulaştığı gözlemlenmiştir. Gerginlik değişimi incelendiğinde ise karakteristik bakımından PID denetime göre salınım yapmadığı görülmektedir [1].

PID denetimli bir çözgü salma sisteminin servomotoruna bulanık mantık denetleyicisinin bir ön kompensatör olarak kullanılması durumunda dokuma makinesinin bir devrinde meydana gelen gerginlik değişiminin konvansiyonel PID tipi denetimle yapılabildiği göre daha uygun sonuçlar verdiğini görülmüştür [2].

Litetatürde bu konuda yapılan çalışmalarda çözgü gerginliğini düzenleyen kontrol sistemleri incelendiğinde elde edilen sonuçlara göre PID denetime göre bulanık mantık+ PID daha hızlı cevap verdiği görülmektedir [5].

DENEYSEL

Malzeme

Deneysel çalışmada Rus yapımı ATPR kancalı hava jetli dokuma makinesi kullanılmıştır. Dokuma makinesinde orijinal olarak mekanik çözgü salma mekanizması bulunmaktadır. Dokuma makinesinde 3000 tel 150 den PES çözgü ipliği her bir tarak dışından iki adet geçirilmiş olup yaklaşık 30 tel/cm sıklığında, atkı ipliği ise Ne22 pamuk ipliği olup 22 atkı/cm sıklığında bezayağı kumaş dokumaktadır.

Kullanılan 150den PES çözgü ipliğinin Instron 4301 test cihazında 50cm uzunluğundaki çözgü iplikleri test edilerek ortalama elastisite modülü 2.15 N/tex olarak belirlenmiştir.

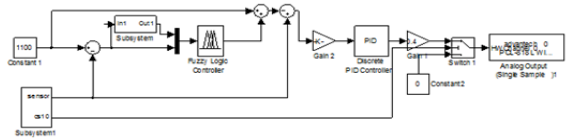
Yöntem

Elektronik çözgü salma mekanizmasında gerginlik ölçümünde arka köprüye bağlı bir hareketli parça ile bu parça karşısında arka köprünün hareketini algılayan bir indüktif tipte yer değiştirme sensörü kullanılmıştır (Şekil 1.).



Şekil 1. Arka köprüye takılan yer değiştirme sensörü

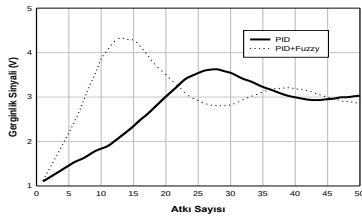
Klasik kontrol organı (PID) ve Bulanık Mantık algoritmalarını içeren kontrol yazılımı Matlab SIMULINK kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2). Yapılan çalışmada bulanık mantık kuralları ve sistemin oluşturulmasında Guo ve ark.² (2004) yaptığı çalışma referans olarak alınmıştır ve farklı olarak dokuma makinesinin bir tam devrindeki gerginlik değişimi yerine tüm dokuma işlemi boyunca oluşan gerginlik değişimi incelenmiştir.



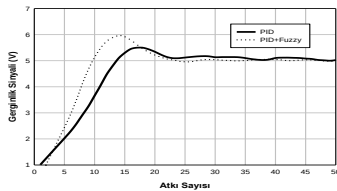
Şekil 2. Gerginlik kontrolü için hazırlanan Simulink modeli

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

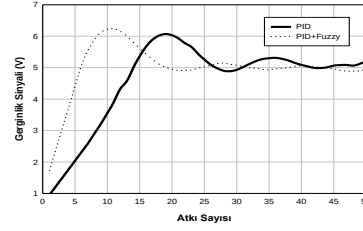
Yapılan çalışmada dokuma makinesinin istenilen çözgü gerginlik değerine ulaşmasında farklı PID katsayıları kullanılmış ve aynı şartlar altındaki PID+Bulanık mantık kontrol denetçisi kullanılması durumundaki farklılıklar gözlemlenmiştir. Elde edilen cevap eğrileri Şekil 3, Şekil 4., ve Şekil 5. 'de görülmektedir.



Şekil 3. P=10 I=2 D=1 olması durumunda PID ve PID+Bulanık mantık cevap eğrisi



Şekil 4. P=10 I=5 D=1 olması durumunda PID ve PID+Bulanık mantık cevap eğrisi



Şekil 4. P=15 I=2 D=1 olması durumunda PID ve PID+Bulanık mantık cevap eğrisi

GENEL SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada bulanık mantık ve PID denetimin birlikte kullanıldığı sistemlerde, PID ve bulanık mantık denetleyicisinin ayrı ayrı kullanıldığı çözgü salma mekanizmalarına göre bazı avantajlar sağladığı gözlemlenmiştir. Özellikle dokuma makinesinin çalışma parametreleri değiştirildiğinde çözgü salma mekanizmasının tek bir karakteristik çalışma gösterdiği görülmüştür. Ayrıca farklı dokuma şartları için bulanık kontrol denetçisinin tek olarak kullanıldığı kontrol sistemlerinde kalıcı durum hataları görülmekte ve farklı dokuma şartları altında farklı denetçi kuralları oluşturulması veya kalıcı durum hatasını önlemek için farklı kazanç katsayılarının kontrol sistemine girilmesi gerekmektedir. PID ve bulanık mantık denetleyicisinin birlikte kullanılması durumunda PID ve bulanık mantık denetleyicisinin ayrı ayrı kullanıldığı duruma göre daha esnek bir çalışma sağlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Dağkürs L., Eren R., HaşcelikB., Bulanık Mantık Kontrol Denetçisi İle Çözgü Gerginliği Simülasyonu, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey s.111-115
- [2] GUO, S., HE, Y., FANG M., LU, L., Design of a Fuzzy Pre-compensator PID Tension Controller for Fabric Based on DSP ,2004 8th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision Kunming, China, 6-9th December 2004,p 1895-1900
- [3] HAN D.C., Tension Control of the Let-off and Take-up System in the Weaving Process Based on Support Vector Regression, Korea Textile Machinery Research Institute, ICCAS2005, Gyeongsan, Korea
- [4] Inui N. and M. Kurata, Studies on Let Off Motion Journal of the Textile Machinery Society of Japan Vol. 11 (1965) No. 3 P 108-118
- [5] LEI W., JIANCHENG Y., The Research on Controlling Method of Loom Warp Tension,2009 Second International Symposium on Computational Intelligence and Design, IEEE,p 115-118
- [6] Shieh, M., Y., S. Li, T., H., (1998), Design and Implementation of Integrated Fuzzy Logic Controller For a Servo Motor System, Mechatronics 8, 218-240 p.

Low Frequency Sound Absorption by Spunbonded Nonwovens of Submicron Filaments

SUVARI Fatih¹, ULCAY Yusuf¹, POURDEYHIMI Behnam²

¹Uludag University, Faculty of Engineering, Textile Engineering Dept., Bursa, Turkey,

²The Nonwovens Institute, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA
suvari@uludag.edu.tr

OBJECTIVE

The first objective of this work is to develop fibrous material that has high noise absorption capability especially in lower frequencies of audible frequency range.

Using thin material leads more space inside of a vehicle (cars, buses, trains, planes, etc.). In addition to this, lightweight sound absorber fibrous material contributes to reduce energy consumption of the vehicle. Because of these reasons, the second objective of this work is to combine the properties of “lightweight” and “slimness” within the sound absorber fibrous material.

INTRODUCTION

Noise pollution is a growing problem that we face with due to the increasing desire for consumption. Noise can be the reason of some human health problems. Noise physiologically can cause sudden reflexes, muscle stress, increase in blood pressure, change in heart rhythm and blood circulation, enlargement of the pupil, speed-up in breathing, devastation in digestive system^{2,3}.

Driver and passengers inside of a vehicle are influenced by various noise sources such as engine, exhaust system, gears, tires, and wind³. Noise level has to be reduced in passenger vehicles for comfort concerns. There are several methods exist to reduce noise level. One of them is using sound absorber materials to dissipate sound.

The use of acoustic elements and the design of new materials having better performance become important due to the increasing regulations about noise pollution, besides increasing desire in comfort, and the need of sound control because of human health concerns¹.

Fibrous and porous structure, irregular position of fibers in fiber network, adjustable density and thickness parameters, direct use of thin fibers in a structure, and low cost put nonwovens forward as sound absorber material. Nonwovens are suitable

materials for noise reduction due to their high total fiber surface area.

Using sound absorber nonwoven materials in vehicles is one of the most important application areas. Sound absorber materials are effective in a variety of locations inside the vehicle. They can be placed above the headliner, behind the door panel and pillar trim, and under the carpet⁴.

EXPERIMENTAL

Materials

Bicomponent spunbonded web was produced by using Nylon-6 (PA6) as the ‘Island’ polymer and Polyethylene (PE) as the ‘Sea’ polymer. The filaments in a nonwoven had a polymer ratio of 75% for the ‘Island’ polymer and 25% for the ‘Sea’ polymer. Spunbonded web with islands count of 108 was produced at the Nonwovens Institute’s Partners’ Pilot facilities located at North Carolina State University. Nonwoven fabric was produced by the spunbond process and bonded (and fibrillated) by hydroentangling as specified in US patent 7,981,226 by Pourdeyhimi, et.al.

The basis weight of the spunbonded bicomponent nonwoven web prior to the hydroentangling was kept at $\sim 100 \text{ g/m}^2$. In hydroentangling, the fibers/filaments are split/fibrillated and bonded mechanically by subjecting the web to high-pressure hydroentangling water jets. A single pass through the machine is not normally sufficient to cause fibrillation and also entangling and consolidation. Therefore, the web was passed through the machine for three passes. Hydroentangling of 108 islands nonwoven resulted in a smooth porous surface. Since this property is an advantage in terms of aesthetic aspect, islands-in-the-sea spunbonded nonwovens have a potential to be used as a facing material.

Testing Methods

The impedance tube method was used according to ASTM E 1050-08 in order to determine sound absorption coefficients of the nonwovens in this work. The most important advantage of this method and instrument is use of small samples. The sound

absorption coefficient measurement instrument that was used in experiments is impedance Tube Kit Type 4206.

RESULTS AND DISCUSSION

Spunbonded nonwovens that contain filaments with islands-in-the-sea cross section can be good structures for sound absorption because they can be custom-designed with specific fiber size and solid volume fraction (solidity).

Cross section of the islands-in-the-sea nonwoven having bicomponent filaments with 108 islands was examined by using Scanning Electron Microscopy (SEM). Scanning electron micrographs were obtained on a Tescan VEGA3 SBU microscope. Prior to scanning, the specimens were coated with a layer of AuPd using a Denton Vacuum Sputter Coater.

The diameter of the island filaments in 108 I/S nonwoven was calculated by measuring diameters of the 20 different islands as shown in Figure 1 and averaging them. Average diameter is 908 ± 146 nanometer.

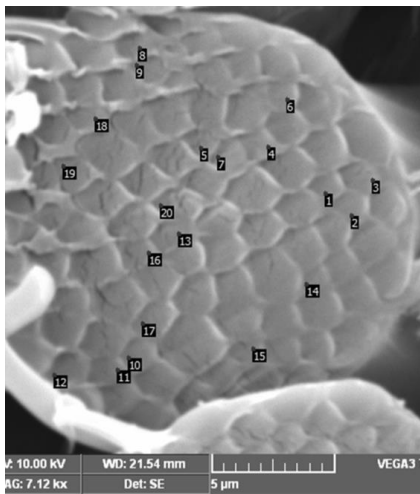


Figure 1. Cross-section of 108 I/S nonwoven

In Figure 2, sound absorption coefficient results of the spunbonded nonwoven having submicron filaments are given. Sound absorption coefficients were measured for frequency range from 500 Hz to 6400 Hz with 8 Hz intervals. The tests were carried out with different air spaces behind the nonwoven material. The results in Figure 2 are the averages of the seven replicates cut from different locations of the nonwoven.

As may be noted from Figure 2, initially, sound absorption coefficients increase with increasing frequency. After reaching their highest value, sound absorption coefficients start to decrease. In addition to that, the sound absorption curves shift to lower frequency range with increasing thickness of the air gap behind the samples.

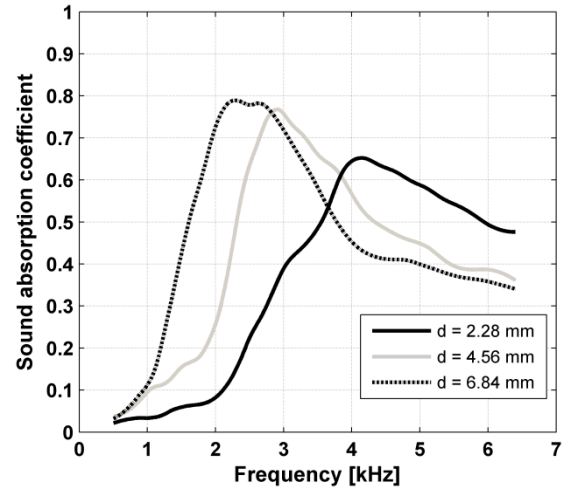


Figure 2. Sound absorption results of the spunbonded nonwoven

CONCLUSION

Fibrous material developed in this work has potential to be a competitor with its low-frequency sound absorption tendency, “lightweight”, and “slimness” properties to existing products being used in the market.

ACKNOWLEDGMENT

This work was granted by the Nonwovens Institute at North Carolina State University.

REFERENCES

- [1] Cox, T. J., D'Antonio, P., 2004. Acoustic Absorbers and Diffusers. ISBN 0-415-29649-8 London: Spon Pres.
- [2] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012. “Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri”. <http://gurultu.cevreorman.gov.tr/gurultu/5> Mart 2012
- [3] Na, Y., Lancaster, J., Casali, J., Cho, G., 2007. Sound Absorption Coefficients of Micro-fiber Fabrics by Reverberation Room Method. Textile Research Journal, 77(5), pp. 330-335.
- [4] Zent, A., Long, J. T., 2007. Automotive Sound Absorbing Material Survey Results. SAE International.

Ses Yalıtımında Nanoliflerin Kullanımı Üzerine Gelişmeler

GÖKÇE, Ahmet Yakup¹, KILIÇ, Ali¹

¹TEMAG Laboratuvarı, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi
gokceah@itu.edu.tr

AMAÇLAR

Ses yalıtım malzemesi olarak nanolif yapıları kumaşlar üzerine akademik literatürde yapılan çalışmalar derlenmiştir.

GİRİŞ

İnsan kulağında işitme duyusunu uyaran, titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında oluşturduğu dalgalanmalarla meydana gelen fiziksel olaya “ses” denir. İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz. arasındaki sesleri işitebilir. Sesin işitilebilmesi için, şiddetinin belirli bir düzeye erişmesi gerekmektedir. Eğer bu ses dalgası gelişigüzel bir spektrumda yer alıyorsa, ya da diğer bir deyişle istenmeyen bir ses ise buna “gürültü” adı verilir. İnsan sağlığı ve konforu üzerinde çok olumsuz etkileri olan gürültü, işitme hasarlarının yanı sıra, vücut aktivitesinde; kan basıncının artması, kasların istem dışı kasılması gibi fizyolojik tesirler, huzursuzluk, sinirlilik gibi psikolojik tesirler ve iş veriminin düşmesi gibi performans tesirleri olan çok önemli bir olgudur. Bu nedenle sesin istenmeyen ortamlarda azaltılması gerekmektedir. İşitsel olarak konforlu bir ortam oluşturmak için gürültü kontrol altına alınmalıdır. Cam yünü taş yünü poliüretan köpük, melamin köpük, ahşap yünü ve elyaf bazlı hasır örgüler ses yalıtımında kullanılan geleneksel ürünlerdir[1]. Son yıllarda ayarlanabilir gözenekliliği, yüksek yüzey alanı ve çok yönlü kullanılabilirlikleri nanolif malzemeler üzerine gerek akademi gerek endüstri dünyasında artan bir ilgi görülmektedir[2]. Yüksek gözeneklilik ve yüksek yüzey alanı ses yutumu mekanizmasında asıl rolü oynamaktadır. Yalıtım malzemelerinde kullanılan ses enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi[3] mantığı, ince bir kumaşa kaplanmış nanoliflerin yüzey alanı ve gözenekleri sayesinde bu mekanizma çalışmaktadır. Ses yalıtımı birincil ve ikincil etkiler olmak üzere bir çok parametreye bağlıdır. Birincil etkilerde lif özellikleri, üretim parametreleri, fiziksel ve diğer parametreler olarak dört ana grupta incelenmektedir. İkincil etkiler ise çevre, mimari vb. gibi etkilerdir. lif parametreleri lif çapı, lif tipi, enine kesit yapısı ve karışımı olarak değişmektedir. Fiziksel parametreler ise kalınlık, yoğunluk, hava geçirgenliği, gözeneklilik, basma

özellikleri ve dolaşıklık özellikleri etkilemektedir. Üretim parametrelerinde kumaşın üretim yöntemi ve ek özellikleri ses yutumu özelliklerini önemli bir şekilde etkilemektedir. Özellikle dokusuz kumaş üretiminde kullanılan yatırma yöntemleri ses yutumu verimliliğini etkilemektedir. Diğer parametreler ise kumaşlara eklenebilen film kaplama, güç tutuşurluk vb gibi özelliklerin ses yutumuna etkileri olarak sayılabilir[4].

DENEYSEL

Malzeme

Nanolif üretiminde bir çok polimer malzeme kullanılmaktadır. İncelenen makalelerde elektro üretim yöntemi ile polietilen oksit, polilaktik asit, polivinil alkol, poliamid, polipropilen, akrilonitril bütadiyen sitren, polivinil pirroliden, polistiren polimerleri ile nanolif üretilmektedir.[5].

Yöntem

Nanolif üretim yöntemleri: Çeşitli yöntemler ile nanolif üretimleri yapmak mümkündür. Elektro üretim[6], eriyikten üretim[7], çözeltiden üfleme ile üretim[8] gibi yöntemler en çok kullanılan yöntemlerdir.

Akustik test metodları: Akustik araştırmaları için henüz elektro üretim yöntemi kullanılmaktadır. Ses yutumu katsayısı ölçümü iki yöntemle yapılmaktadır, empedans tüp metodu[9] ve çınlama odası metodudur[10].

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Ses yutumu katsayısı ölçümleri gösterdi ki yalıtım malzemesinde ki nanolif çapları düşürüldüğünde ve malzeme ile duvar arasında hava boşluğu bırakıldığında ses yutumu artar[11]. Polivinil alkol nano lifler ile yapılan çalışmada düşük çaplı nanolif numunelerinde ses yutumu 1000 Hz ile 6000 Hz arasında ses yutumu katsayısı 0.1 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Buna ek olarak numunelerin arkasında bırakılan hava boşlukları ile aynı frekanslarda ses yutumu katsayısı 1'e yaklaşmıştır[11]. Hai-fan Xiang ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada poliakrilonitril nanoliflerin kumaşa toplama miktarları değiştirilmiştir ve bütün numuneler 0.1 seviyelerinde çıkmıştır. Sonra arka duvar boşluğu eklenmiş ve bu değer 0-6000 Hz arasında ses yutumunda kalın olan kumaştan ince olana doğru 0.6,

0.4 ve 0.2 verimlilikte sonuçlar vermiştir. Özellikle en fazla boşlukta en kalın PAN kumaş 2000 Hz’lerde 0.6 verimlilik ile en güzel sonuçları vermiştir. Buna ek olarak geleneksel yalıtım malzemelerine PAN nanolifler kaplanmış ve yalıtım özelliği incelenmiştir. Nanolif kaplı kumaşlar verimliliği 0.2 seviyelerinden 0.8 seviyelerine kadar çıkartmıştır. [2]. H. Liu ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada poliakrilonitril, termoplastik poliüretan ve termoplastik elastomer nanolif polimerlerinin ses yutucu özellikleri karşılaştırılmıştır. Ses yutum katsayısında 0.2 seviyesi önemli bir seviyedir. 50 mm kalınlığında PAN nanolifler buna 500-2500 Hz arasında, TPU nanolifler 540-2500 Hz arasında ve TPEE nanolifler 375-2500 arasında ulaşmıştır[12]. Yine poliakrilonitril ile yapılmış bir çalışmada 3D boşluklu yapıya sahip örme kumaşlara PaN nanolifler kaplanmış ve ölçümler yapılmıştır. 10 gr/m² ve 17gr/m² kaplamalar kıyaslanmıştır. Sadece tek tarafa yapılan kaplamalarda 10 gr/m² kaplı kuaş 0-6000 Hz arasında en yüksek 0.5 ses yutum katsayısına ulaşırken, 17 gr/m² olan kumaş aynı aralıkta 1000 Hz den sonra ses yutum katsayısı 0.2 den yükselerek devam etmiştir. Çift tarafı kaplı kumaşlarda ise 10 gr/m² kumaş lineer olarak artmış ve en yüksek 0.4 katsayıyı görmüştür. 17 gr/m² kaplı kumaş ise 500 Hz’de 0.2’lik ses yutum katsayısına ulaşmış ve 0.6 gibi katsayılara kadar ulaşmıştır. Özellikle 2500 Hz de 0.7’lik bir katsayı elde etmiştir. Boşluklu kumaş ise bu aralıklarda en yüksek 0.2’lik katsayıyı görebilmektedir[13]. Başka bir çalışmada eriyeikten elde edilmiş poliamid’den elektro üretim ile elde edilmiş nanolifler bir kaç kat halinde geleneksel kumaşlarla karşılaştırılmıştır. 6,7,10,11 ve 18 katlı nanolifli kumaşlar ile geleneksel tekstil malzemelerinin ses yutum özellikleri karşılaştırıldığında, katlı nanolif kaplı kumaşlar 1000-4000 Hz arasında geleneksel kumaşlardan en az 0.2’lik katsayılarla daha iyi ses yutumu sağladığı görülmüştür[14].

GENEL SONUÇLAR

Nanolif teknolojisinin kullanıldığı birçok alanla beraber, ısı ve özellikle de ses yalıtımı için araştırılmaya başlanmıştır. Yukarıdaki sonuçlarda da görüldüğü belirli ses frekanslarında olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Kompozit yapılar oluşturup, üstüne nanolif kaplamak suretiyle elde edilen numunelerde beklenen performanstan daha iyi ses yutumu elde edilmiştir. Nanolifler özellikle düşük frekanslarda ses yutumu için olumlu sonuçlar vermiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Ses yalıtımında kullanılmak üzere kullanılan polimer daha esnek yapılı olan poliüretan seçilebilir. Nano yapıda ki poliüretan yine geleneksel poliüretan

malzemelere uygulanarak frekans aralığı genişletilebilir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Bu çalışmaları yürütmemizde AREKA FİLTASYON TEKNOLOJİLERİ LTD. ŞTİ’ye ve TEMAG Laboratuvarı’na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] N. Sözer, “Türkiye’de İlgili Yönetmeliklere Uygun Isı, Su, Ses Ve Yangın Yalıtımı Çözümleri, Yalıtım Malzemeleri Ve Bir Bina Projesi Üzerinde Uygulama Örneği,” Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
- [2] H. Xiang, S. Tan, X. Yu, Y. Long, X. Zhang, N. Zhao, and others, “Sound absorption behavior of electrospun polyacrylonitrile nanofibrous membranes,” *Chinese Journal of Polymer Science*, vol. 29, no. 6, pp. 650–657, 2011.
- [3] K. Kalinová, “Nanofibrous resonant membrane for acoustic applications,” *Journal of Nanomaterials*, vol. 2011, p. 1, 2011.
- [4] Parthraj R. Puranik, “NONWOVEN ACOUSTIC TEXTILES – A REVIEW,” *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 2014.
- [5] K. Sarkar, C. Gomez, S. Zambrano, M. Ramirez, E. de Hoyos, H. Vasquez, and K. Lozano, “Electrospinning to forcespinning™,” *Materials Today*, vol. 13, no. 11, pp. 12–14, 2010.
- [6] J. Doshi and D. H. Reneker, “Electrospinning process and applications of electrospun fibers,” in *Industry Applications Society Annual Meeting, 1993., Conference Record of the 1993 IEEE*, 1993, pp. 1698–1703.
- [7] R. R. Buntin, J. P. Keller, and J. W. Harding, *Melt blowing process*. Google Patents, 1976.
- [8] X. Zhuang, X. Yang, L. Shi, B. Cheng, K. Guan, and W. Kang, “Solution blowing of submicron-scale cellulose fibers,” *Carbohydrate polymers*, vol. 90, no. 2, pp. 982–987, 2012.
- [9] “ISO 10534-2:1998 - Acoustics -- Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes -- Part 2: Transfer-function method.” [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=22851. [Accessed: 13-Apr-2016].
- [10] “ISO/R 354:1963 - Measurement of absorption coefficients in a reverberation room.” [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=4307. [Accessed: 13-Apr-2016].
- [11] M. K. Öztürk, B. Nergis, C. Candan, and K. Kalinova, “Effect of Fiber Diameter and Air Gap on Acoustic Performance of Nanofibrous Membrane,” *J. Chem*, vol. 9, pp. 45–50, 2015.
- [12] H. Liu, D. Wang, N. Zhao, J. Ma, J. Gong, S. Yang, and J. Xu, “Application of electrospinning fibres on sound absorption in low and medium frequency range,” *Materials Research Innovations*, vol. 18, no. S4, pp. S4–888, 2014.
- [13] M. Kucukali-Ozturk, E. Ozden-Yenigun, B. Nergis, and C. Candan, “Nanofiber-enhanced lightweight composite textiles for acoustic applications,” *Journal of Industrial Textiles*, p. 1528083715622427, 2015.
- [14] Y. Na, T. Agnhage, and G. Cho, “Sound absorption of multiple layers of nanofiber webs and the comparison of measuring methods for sound absorption coefficients,” *Fibers and Polymers*, vol. 13, no. 10, pp. 1348–1352, 2012.

Elektro-Eğirme Yöntemi Kullanılarak Polistiren Nanoliflerin Hazırlanması ve Pb(II) İyonu Tayininde Kullanımı

TUNCER Ece, TILKI Serhad, KAVAKLI Cengiz, AKKAŞ KAVAKLI Pınar

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, 06800, Beytepe/Ankara

ecetuncer.chmstry@gmail.com

AMAC

Bu çalışmanın amacı, sulu ortamlarda kirliliğe yol açan ağır metal iyonlarının seçimli olarak tayini ve uzaklaştırılmasında kullanılacak polistiren nanoliflerin elektro-eğirme yöntemi kullanılarak hazırlanması ve insan sağlığı açısından büyük tehlike oluşturan Pb(II) iyonlarının tayini için uygun modifikasyonların gerçekleştirilmesidir.

GİRİŞ

Göller, nehirler, okyanuslar, yer altı suları gibi sulu ortamların kirliliği birçok ülkede ciddi bir problemdir. Günümüzde özellikle suların ağır metal iyonlarının birikmesi sonucunda kirlenmesi ise ciddiye alınması gereken çevre sorunlarından biridir. Krom, bakır, demir, kurşun, gümüş ve çinko gibi yüksek toksik özellikte ve biyobozunur olmayan metaller hem çevre üzerinde hem de yaşayan organizmalar üzerinde problemlere yol açabilir (Kampalanonwat ve Supaphol, 2010). Kirlenmiş sular sıvı kaybı, mide ağrısı, mide bulantısı, baş dönmesi, sinir sisteminin zarar görmesi, akciğer ve gözlerde tahriş, deri döküntüleri, kusma, karın ağrısı, solunum yetmezliği gibi hastalıklarında içinde yer aldığı birçok sağlık sorununa neden olabilir. Kaplamacılık, seramik, cam, madencilik, pil üretimi gibi sanayi kolları, yer altı sularının ağır metallerle kirliliğine yol açan temel kaynaklar olduğu dikkat çekmektedir. (Sang ve diğerleri, 2008).

Çeşitli su kaynaklarından ağır metal iyonlarının uzaklaştırılması ise bilimsel ve pratik olarak büyük merak uyandıran konulardandır. Son zamanlarda endüstriyel atık sulardaki ağır metal iyonlarının uzaklaştırılması, tayini ve geri kazanılması ekonomik ve çevresel faktörlerden dolayı büyük sanayi kollarında önemli bir mevzu haline gelmiştir. Pek çok araştırma grubu atık sulardan metal iyonlarının uzaklaştırılması konusunda çalışmaktadır (Akkaş Kavaklı ve diğerleri, 2007; Kavaklı ve diğerleri, 2014). Adsorpsiyon, ya elektrostatik etkileşimlerle ya da şelat oluşturarak sulu bir ortamdaki ağır metal iyonlarını uzaklaştırmak için en yaygın kullanılan yöntemlerden birisidir (Zhang ve diğerleri, 2012). Düşük maliyetli olması, metallerin kolayca yeniden kazanılması ve adsorbent olarak kullanılan materyallerin yeniden kullanımına imkân vermesi bu yöntemin en önemli avantajları arasındadır. Son zamanlarda metal iyonları için etkili adsorbent olarak, yüksek yüzey alanı/hacim oranları

nedeniyle nanomateryaller büyük ilgi uyandırmaktadır. Bu malzemeler arasında yüksek porozite, yüksek gaz geçirgenliği ve yüksek adsorpsiyon kapasitesi sağlayan yüksek spesifik yüzey alanı/hacim oranı gibi pek çok avantajdan dolayı nanofibermatiksler büyük dikkat çekmektedir. Elektro-eğirme bu amaçla, homojen fiber çap dağılımına sahip, homojen kalınlıkta ve dayanıklı nanofiber üretiminde kullanılan en etkili yöntemdir. Elektro-eğirme, polimerler de dahil olmak üzere çeşitli malzemelerden çapı mikrometreden birkaç nanometreye kadar değişebilen fiberlerin üretiminde kullanılan basit ve çok yönlü bir yöntemdir. Bu yöntemle mükemmel adsorpsiyon kapasitesine sahip yüksek spesifik yüzey alanlı fiberler elde edilebilir.

DENEYSEL

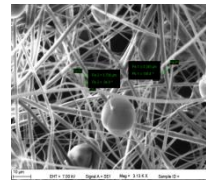
Malzeme

Polistiren polimeri değişik çözücü ve çözücü karışımlarında (THF, DMF, THF+DMF) çözülerek farklı derişimlerde hazırlanmıştır.

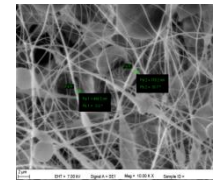
Yöntem

Elektro-eğirme yöntemi ile optimum özelliklere sahip polistiren (PS) nanoliflerin hazırlanması için farklı parametrelerde (voltaj, derişim, çözücü) deneyler yapılmıştır. Nanoliflere Pb(II) tayini için uygun kompleksleştirici emdirilmiş ve Pb(II) iyonlarını tanıma çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

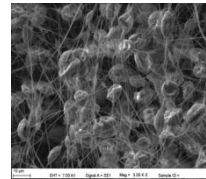
DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA



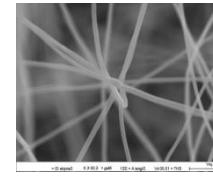
Şekil 1: %30 PS, 1:1 THF/Toluen, 25Kw



Şekil 2: %30 PS, 1:1 THF/Toluen, 20 Kw



Şekil 3: %20 PS, 4:1 DMF/THF, 25 Kw



Şekil 4: %20 PS, 1:1 DMF/THF, 25 Kw
Farklı PS konsantrasyonu, çözücü ya da çözücü karışımları ve farklı voltajlarda yapılan çalışmalarda

optimum koşulların ağırlıkça %20 PS (1:1 DMF/THF) konsantrasyonuna sahip polistiren çözeltisinin 25 kW 'lık voltaj altında hazırlanan liflerden elde edildiği görülmüştür. PS nanoliflerin hidrofobik yapısı plazma ile muamele edilerek hidrofilik hale getirilmiştir. PS nanoliflere kompleksleştiricisi emdirilmiş ve elde edilen nanoliflerin kurşun iyonları ile kuvvetli kompleks oluşturarak renk değiştirdiği gözlenmiştir (Şekil5).



Şekil 5. a) Elektroeğirme yöntemi ile elde edilen PS nanolifi, b) kompleksleştirici emdirilmiş PS nanolifi, c) Pb(II) iyonu ile kompleksleşmiş PS nanolif.

GENEL SONUÇLAR

Optimum koşullara sahip polistiren nanolifleri elektro-eğirme yöntemi ile hazırlanmıştır. Hazırlanan nanoliflerin morfolojik özellikleri SEM karakterizasyonu ile incelenmiştir. Nanoliflerin Pb(II) iyonlarını seçici olarak şekilde adsorpladığı renk değişiminden gözlenmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Çalışmanın ilerleyen kısımlarında Pb(II) iyonunun farklı derişimlerde adsorpsiyon çalışmaları yapılarak adsorpsiyon kinetiği incelenecektir.

KAYNAKLAR

Akkaş Kavaklı, P., Seko, N., Tamada, M., Güven, O., 2007. "Radiation-induced graft polymerization of glycidyl methacrylate onto PE/PP nonwoven fabric and its modification toward enhanced amidoximation", Journal of Applied Polymer Science, 105, 1551-1558.

Huang, Z. M., Zhang, Y. Z., Kotaki, M., Ramakrishna, S., 2003. "A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites", Composites Science and Technology, 63, 2223-2253.

Kampalanonwat, P., Supaphol, P., 2010. "Preparation and Adsorption Behavior of Aminated Electrospun Polyacrylonitrile Nanofiber Mats for Heavy Metal

Ion Removal", Applied Materials and Interfaces, 12, 3619-3627.

Kavaklı, C., Akkaş Kavaklı, P., Turan, B. D., Hamurcu, A., Güven, O., 2014. "Quaternized dimethylaminoethylmethacrylate strong base anion exchange fibers for As(V) adsorption", Radiation Physics and Chemistry, 102, 84-95.

Sang, Y., Li, F., Gu, Q., Liang, C., Chen, J., 2008. "Heavy metal-contaminated ground water treatment by a novel nanofiber membrane", Desalination, 223, 349-360.

Yaranın İyileştiğini Haber Veren Akıllı Sargılarda Kullanılmak Üzere Doğal Boyaların Halokromik Özelliklerinin İncelenmesi

CAN, Tolga¹, ERGÜNAY, Uğur¹, ATAV, Rıza¹

¹Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

ratav@nku.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışma kapmasında yaranın iyileştiğini haber veren akıllı sargılarda kullanılmak üzere doğal boya olarak hibisküs ile zerdeçalın çözeltideki ve pamuklu sargı bezi üzerine aktarıldıktan sonraki halokromik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Akıllı tekstiller, normal tekstil ürünlerinin doğal atmosfer şartlarından koruma ve süsleme özelliklerine ilave olarak herhangi bir etkiyi (ışık, ısı, basınç, elektromanyetik dalgalar, ses ve ses ötesi dalgalar, hareket vs.) veya etki değişikliğini algılama ve buna bir tepki verme özelliğine sahip olan tekstil ürünleridir.¹ Akıllı tekstillerin bir sınıfı da kromik materyallerden elde edilen tekstillerdir.² Son yıllarda renk değiştiren materyallere ya da diğer adıyla bukalemun tekstillerine karşı artan bir ilgi vardır.³ Halokromik tekstiller ortamın pH değişimine karşı kolaylıkla görsel olarak gözlenebilen renk değişimi vererek sensör olarak geniş bir alanda kullanılabilmektedirler. Tekstil yara sargıları, plasterleri ve bandajlarının tıbbi uygulamalarda yaygın bir kullanımı vardır. Genelde tekstil yara sargıları iyileşen yaraya yapışmakta tekstil sargısının kaldırılması sırasında yara tekrar açılmakta ve bu durum iyileşme sürecini kesintiye uğratmaktadır.⁴ Oysa halokromik boyalarla boyanmış yara bandajı kullanarak yaraya zarar vermeden, gazlı bezi kaldırmak zorunda olmadan, bandajın renk değişimini takip ederek iyileşme sürecini izlemek mümkün olmaktadır.⁵

Ticari öneme sahip olan pH duyarlı temel boya sınıfları fitalidler, triarilmetanlar ve fluoranlardır.³ Bunların dışında temel pH-indikatör boya da halokromik boya olarak kullanılabilmektedir. Literatürde hibisküs, kırmızı lahana, zerdeçal gibi bitkilerden elde edilen doğal boyaların da halokromik özellik gösterdiği belirtilmektedir.

Bu proje kapmasında yaranın iyileştiğini haber veren akıllı sargılarda kullanılmak üzere doğal boya olarak hibisküs ile zerdeçalın çözeltideki ve pamuklu sargı bezi üzerine aktarıldıktan sonraki halokromik özellikleri incelenmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

Denemelerde sargı bezi olarak eczanelerde satılan pamuklu gazlı bez kullanılmıştır. Halokromik doğal boya olarak ise hibisküs ve zerdeçal ile çalışılmıştır. Denemelerde kullanılan bitkilerin genel ve latince adları ile denemelerde kullanılan kısımları Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1: Denemelerde kullanılan bitkilerin genel ve latince adları ile kullanılan kısımları

Bitki Adı	Latince İsim	Denemelerde Kullanılan Kısım
Hibisküs	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Çiçek
Zerdeçal	<i>Curcuma longa L.</i>	Kök

Yöntem

Boyarmadde ekstraksiyonunun hazırlanması: 50 g. bitki 1 L saf su içerisinde yarım saat süreyle kaynatıldıktan sonra, ekstrakt gaze bezi ile filtre edilmiştir.

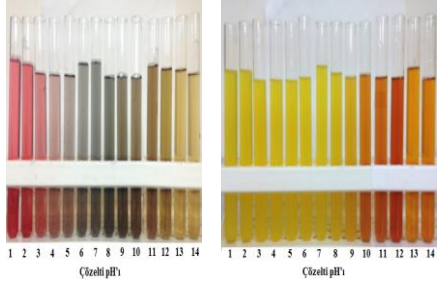
Daha sonra zerdeçal ve hibisküs çözeltileri için absorbans ölçümleri yapılarak seyreltmeye gerek olmayacak bitki ekstraksiyon konsantrasyonu her iki bitki için de tespit edilmiştir. Yapılan denemelerde bu değer zerdeçal için 2 g/L, hibisküs için 5 g/L olarak tespit edilmiştir. Daha sonra bitkilerden elde edilen boya ekstraktlarından 100’er ml’lik 14 ayrı çözelti ayrılarak her birinin pH’ı 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14 olmak üzere farklı bir değere ayarlanmıştır. Ardından çözeltilerin fotoğrafları çekilerek görsel değerlendirme yapılmıştır.

Zerdeçal ve hibisküs bitkilerinin çözelti halindeyken halokromik özellikleri belirlendikten sonra, projenin ikinci aşamasında bu bitkilerin 15-30-50 g/L’lik ekstraktlarıyla pamuklu sargı bezleri boyanmıştır.

Projenin üçüncü ve son aşamasında zerdeçal ve hibisküs bitkileriyle boyanmış kumaş numuneleri pH’ları 4-5-6-7-8-9-10-11-12 olan çözeltiler içerisinde bekletilmiş ve ardından kumaş numunelerinin fotoğrafları çekilerek gözle görsel değerlendirme yapılmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

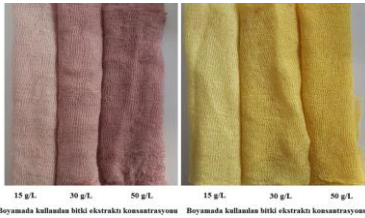
5 g/L'lik hibisküs ve 2 g/L'lik zerdeçal ekstraktlarının pH'ları 1 ile 14 arasında değişen çözeltileri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1: Hibisküs (solda) ve zerdeçal (sağda)

ekstraktlarının pH'a bağlı renk değişimi özellikleri Şekil 1 incelendiğinde hibisküs ekstraktının çok iyi halokromik özellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar, pH 1-14 arasında hemen hemen tüm pH'larda farklı bir renk vermiş olan hibisküsün pH değişimlerinin izlenmesinde doğal bir indikatör olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Zerdeçal ekstraktlarının pH ile renk değişimi özelliğine bakılacak olursa kritik renk dönüşüm pH'ının 9-10 bölgesi olduğu anlaşılmaktadır. pH 1-9 arası zerdeçal ekstraktlarının rengi sarı iken pH 9-10'dan itibaren turuncuya dönmektedir.

Zerdeçal ve hibisküs bitkilerinin çözelti halindeyken halokromik özellikleri belirlendikten sonra, çalışmanın ikinci aşamasında bu bitkilerin 15-30-50 g/L'lik ekstraktları hazırlanmış ve bunlarla pamuklu sargı bezleri boyanmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2: Çeşitli konsantrasyonlarda hibisküs (solda) ve zerdeçal (sağda) ekstraktları ile boyanmış pamuklu sargı bezleri

Şekil 2 incelendiğinde pamuklu sargı bezlerinin gerek hibisküs gerekse zerdeçal ekstraktları ile düzgün ve verimli bir şekilde boyandığı görülmektedir. Şekilden görülen bir diğer sonuç ekstrakt konsantrasyonu arttıkça elde edilen rengin koyulaştığıdır. Yapılan haslık testlerinde hibisküs ile tüm konsantrasyonlarda boyanmış kumaşların, zerdeçal ile ise 15 ve 30 g/L'lik konsantrasyonlarda boyanmış kumaşların

gerek yıkama, gerek sürtme, gerekse de ter haslıklarının oldukça iyi seviyelerde olduğu görülmüştür. Çalışmanın üçüncü ve son aşamasında zerdeçal ve hibisküs bitkileriyle boyanmış kumaş numuneleri pH'ları 4-5-6-7-8-9-10-11-12 olan çözeltiler içerisinde bekletilmiş ve ardından kumaş numunelerinin fotoğrafları çekilerek gözle görsel değerlendirme yapılmıştır.

Gerek hibisküs gerekse de zerdeçal ekstraktı ile boyanmış kumaşların pH 5 bölgesinde bir renk değişimi özelliği sergilemediği görülmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi bu durum literatürde önceki çalışmalarda gözlenmiş bir durumdur. Bu nedenle hibisküs ve zerdeçalın yanık tedavisinde kullanılmak üzere yaranın iyileştiğini haber veren akıllı sargı bezi üretiminde kullanım için elverişli olmadığı söylenebilir. Bu çalışma kapsamında pamuklu sargı bezlerinin bitkilerden elde edilen ve insan sağlığı açısından zararlı olmayan doğal boyalarla boyanması gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan hibisküs ve zerdeçal ile herhangi bir mordan kullanımına veya ön işleme gerek olmadan pamuğun boyanabildiği tespit edilmiştir. Kullanılan bitkiye bağlı olarak çeşitli renkler elde edilmiştir. Ancak çözelti halindeyken halokromik özellik elde edilebilmiş olmasına karşın kumaş boyandıktan sonra bitkilerin halokromik özellik göstermediği anlaşılmıştır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

TÜBİTAK'a 2209 Üniversite Öğrencileri

KAYNAKLAR

- 1) <http://www.tekstilisveren.org.tr/dergi/2002/aralik/34.html>, Son erişim tarihi: Aralık 2002
- 2) Çoşkun, E., Oğulata, R.T. 2012 "Akıllı Tekstiller ve Genel Özellikleri", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Cilt:18-3, 101-109.
- 3) Bamfield, P. 2001. "Chromic Phenomena, Technological Applications of Color Chemistry" Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- 4) Mahltig, B., Haufe, H., Bo'ttcher H. 2005. "Functionalisation of Textiles by Inorganic Sol-Gel Coatings", Journal of Materials Chemistry Chem., 15, 4385-4398.

Serigrafi Baskı Metodu ile Membran Filtre Üretimi

ŞİMŞEK, Ramazan¹, İZGİ, Ayben Adalet¹

¹Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ramazan.simsek@marmara.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışmada hızla artan dünya nüfusuyla ters orantılı olarak sürekli bir azalma gösteren su kaynaklarına ilişkin veriler toplanmış ve atık suyun geri kazanımı adına serigraf baskı tekniği ile membran filtre üretimi gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

GİRİŞ

Su, bütün dünya üzerinde yaşayan canlılar için en önemli maddedir. Su bu kadar önemliken yaklaşık 2,7 milyar kişinin halihazırda içilebilir su kaynaklarına ulaşamaz durumda. Örneğin yeryüzünde 3,6 milyar insanın temiz su kaynaklarına yeterince ulaşma imkanı olmadığından dolayı yakalandığı hastalıklardan dolayı hayatını kaybettiği bilinmektedir. Bunun yanı sıra Avrupa ya da Amerika gibi dünyanın belirli kesimlerinde su sıkıntısı yaşanıyor olsa da, temiz su kaynaklarının gün geçtikçe tükendiği yapılan çalışmalarda tespit edilmektedir.[1]

Bugün dünya nüfusunun üçte biri tatlı suya erişimde sıkıntı çektiği bilinmektedir.. Acil olarak tedbir alınmazsa 2030 yılında bu oranın toplam nüfusun üçte ikisine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Gelecek yarım yüzyılda değer yüzdesi olarak petrolün yerini alacak olan su, devletlerin su kaynaklarını özelleştirmeye başlamasıyla daha da çıkmaz bir durum halini alacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca özelleştirmeler sonucunda suyun kullanımının belirli ülkelerin tekeline geçmesi durumunda, zaten orantısız dağılan yeryüzündeki tatlı su kaynakları, gerek gelişmekte olan gerekse geri kalmış ülkelerin suya erişim konusunda büyük sıkıntılar yaşamasına sebep olacaktır. Bu sonuç su sıkıntısı çekilen ülkelerde çeşitli bulaşıcı ve salgın hastalıkların yaygınlaşması insanlık için oldukça sıkıntılı süreçler doğuracaktır.[2]

En ciddi felaket senaryolarından biri de çok yakın bir gelecekte patlak vermesi beklenen su savaşlarıdır. Avrupa'nın ortasından geçen ve 19 Avrupa ülkesi tarafından paylaşılan Tuna Nehri ve 11 Afrika ülkesi tarafından paylaşılan Nil Nehri örnekleri üzerinden düşünülecek olduğunda, çıkabilecek savaşın boyutlarını tahmin etmek çok da zor olmayacaktır. Yeryüzünde çok sayıda ülke tarafından paylaşılan

nehirlerdeki suyun artan tüketimi karşılayamaması, gelecekte su sorunu üzerine çıkması beklenen savaşları daha da olası hale getirmektedir. Aynı tehlike, Fırat ve Dicle gibi nehirlerini güneydoğu komşuları ile paylaşan Türkiye için de geçerlidir. Çok yakın bir gelecek için öngörülen bu büyük tehlike bütün insanlığı tehdit etmektedir. [2]

Bu sonuçlar durum daha da kötüye gitmeden bizleri çare olabilecek yeni yöntemler bulmaya itmiştir. Bunun için en ideal çözümlerden biri de yenilikçi su filtresi üretimi olduğu düşünülmektedir.

Son yıllarda membran teknolojileri, su, atıksu ve proses suyunu arıtmada önemli bir yer almıştır. Membranlarda sıkça karşılaşılan sorunlar kirlenme ve konsantrasyon polarizasyonudur. En iyi özelliklere sahip bir membranda olması gerekenler yüksek bir geçirgenlik değeriyle birlikte yüksek bir giderim veriminin de olması, ayrıca düşük kirliliğe ve ilk yatırım maliyetiyle işletim maliyetinin de düşük olmasıdır. [2]

Membran ayırma işlemlerinde en ilgi çekici hareketlenme, 1960'ların sonlarına doğru şu iki gelişmeyle birlikte oldu: Birincisi, yüksek akı üretme yeteneği, büyük ölçeklerde hatasız membran üretilmesi; ikinci olarak ise, üretilen bu membranların ekonomik olarak yüksek yüzey alanlarına sahip olmalarından dolayı ekonomik olarak kullanılabilmesidir [3].

Membran üretim yöntemleri oldukça fazla çeşitlilik gösterirken, temelde simetrik ve asimetrik membran üretimi olmak üzere ikiye ayrılır.

Tüm bu bilgiler ışığında hem maliyet hem de geçirgenlik parametrelerinin istenilen ölçülerde olması için serigraf baskı metodu ile membran filtre üretimi bu çalışmanın amacı olarak belirlenmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

Serigrafik baskı metodu ile membran filtre üretimi için kullanılacak polimer çözeltisi 50 g olarak hazırlanmıştır. Ağırlıkça %18'lik hazırlanan çözelti, PVDF (polivinildenflorür) polimeri NMP (n-metil

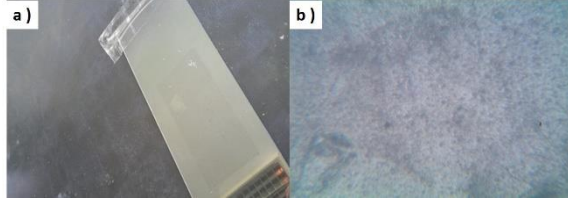
prolidon) içerisinde magnetik karıştırıcı yardımıyla çözündürülmüştür.

Yöntem

Kullanılan serigrafi baskı yöntemi ;düz bir şablon ve uygulanan polimerin rakle (sıyırma aracı) ile şablon altındaki altlık malzeme üzerinde yüzey oluşturmaktır. Sıklıkları farklı şablonlar seçilerek bu parametrenin filtre performansına etkisinin gözlemlenmesi hedeflendi. 11 mesh , 37 mesh ve 77 mesh'lik şablonlar tercih edildi.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Yapılan ilk çalışmalarda polimer çözeltisi hazırlanmasının ardından serigraf baskı yöntemi ile çözelti cam üzerine basıldı ve bir yüzey oluşturuldu. 77 mesh'lik şablonla yapılan denemede polimerik membran yüzeyinin elde edildiği tespit edildi ve membran üretimi için başarılı olduğu gözlemlendi.Elde ettiğimiz yüzey su içerisine bırakıldığında PVDF polimerik membran kısmın katılaştığı gözlemlendi.



Şekil 7 : a) cam yüzey üzerine serigraf baskı ile elde edilen polimer yüzeyi b) elde edilen membrane yüzeyin optik mikroskop görüntüsü

Elde edilen membran yüzeyi Şekil 7’de gösterilmiştir. Cam yüzey üzerinde gerçekleştirilen ilk denemenin ardından aynı işlem 37 mesh’lik şablon kullanılarak nonwoven yüzey üzerine tekrar oluşturuldu. Dokusuz yüzey üzerine biriktirilen polimerik yapının katılaşp bir yüzey haline gelmesi için elde edilen yapı sıvı içerisine bırakıldı ve 2 gün bekletildi.

GENEL SONUÇLAR

Nonwoven yüzey üzerine elde edilen polimerik membran yüzey suda bekletilmesinin ardından 60 °C’de 20 dakika etüvde kurutuldu ve sonrasında 50 mm çapında kesilerek filtre tutucu yardımıyla atık suların filtre işlemi gerçekleştirildi.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Çalışmanın devamında, membran yapısını optimize etmek amacıyla 11, 37 ve 77 mesh’lik şablonlar kullanılarak baskı yöntemi ile nonwoven altlık üzerine polimer çözelti baskı patı gibi kullanılarak polimerik membran yüzeyi elde edilecektir.

Elde edilecek membranların karakterizasyonu için viskozite, membran geçirgenliği, temas açısı, su geri kazanımı, yüzey fonksiyonelliği, yüzey yükü, su buharı geçirgenliği, mekanik dayanım gibi özellikler test edilecektir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Katkılarından dolayı prof. Dr. Mehmet AKALIN’a , Öğr. Gör. Dr. Cenkkut GÜLTEKİN’e ve Arş. Gör. Onur ATAĞ’a teşekkürlerimizi iletmeyi borç biliriz.

KAYNAKLAR

- [1] Daels, N., De Vrieze, S., Sampers, I., Decostere , B., Westbroek , P., Dumoulin, A., Dejans, P., De Clerck, K., Van Hulle, S.W.H. (2011) Potential of a functionalised nanofibre microfiltration membrane as an antibacterial water filter. Desalination 275 (2011) 285–290
- [2] S. Kaur, S. Sundarajan, D. Rana, T. Matsuura, S. Ramakrishna, (2010) Influence of electrospun fiber size on the separation efficiency of thin film nanofiltration composite membrane, Journal of Membrane Science doi:10.1016/j.memsci.2011.12.005
- [3] Baker, R. W., (2004): Membrane Technology and Applications, 2nd edition, John Wiley&Sons Ltd, Membrane Technology and Research, Inc., Menlo Park, California.
- [4] Güçlü,S. 2012, ‘İki Farklı Polimerden Simultane Olarak Elektrospinning Yöntemiyle Nanolif ve Membran Üretimi’ Yüksek Lisans Tezi , İstanbul Teknik Üniversitesi

Karbon ve Aramid Liflerinin Örmeye Kumaş Yüzeyi Haline Getirilmesinde Üretim Parametrelerinin Optimizasyonu

ŞİMŞEK, Ramazan¹, DÜZGÜN, Melike¹, İŞGÖREN Erkan¹

¹Marmara Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

eisgoren@marmara.edu.tr

AMAÇLAR

Çalışmanın amacı karbon ve aramid örmeye kumaş takviyeli, epoksi tabanlı kompozit malzemelerin oluşturulması için örmeye kumaş üretim parametrelerinin optimize edilmesi ve üretilen kompozit malzemelerin fiziksel özelliklerinin incelenmesidir.

GİRİŞ

Kompozit malzemeler, istenilen amaç için farklı özelliklerdeki iki yada daha fazla malzemenin, belirli şartlar altında ve belirli oranlarda makro yapıda bir araya getirilerek elde edilen malzemelerdir. Karma bir malzemenin oluşumuyla sertlik, dayanıklılık, ağırlık azaltma, aşınmaya karşı mukavemet, ısı özellikleri, yıpranmaya ve paslanmaya karşı dayanıklılık özellikleri geliştirilebilmektedir¹.

Günümüzde cam, karbon, aramid lif vb. takviyeli kompozit malzemelerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Kompozit malzeme üretiminde aramid, karbon ve cam elyaf kullanımı her geçen gün artmaktadır. Özellikle aramid ve karbon lif düşük yoğunluğa, yüksek darbe dayanımı, yüksek aşınma dayanımı, yüksek yorulma dayanımına, titreşim sönmüleme özelliğine sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı, özellikle aramid lifler balistik koruma uygulamalarında, uzay ve uçak sanayinde, otomotiv sanayinde birçok uygulama alanına sahiptir.

Örmeye kumaş, delikli esnek bir yapıya sahip olması sayesinde reçinenin kumaş üzerine eşit dağılması, delikli yapısıyla reçinenin yapı üzerinde hızla hareket ederek hava boşluklarının oluşumunu ortadan kaldırması, hacimli bir yapıya sahip olması sayesinde daha kalın yüzeylerin daha kolay bir şekilde elde edilmesi avantajlarını sağlamaktadır.

Epoksi, termoset grubu içerisinde bulunan yapıştırıcı bir kimyasal reçinedir. Suya, aside ve alkaliye karşı yüksek direnç gösterir, zamanla direnç özelliğini yitirmez. Cam, aramid veya karbon elyafı ile epoksi kombinasyonu mükemmel mekanik dayanıklılığa sahiptir. Bu yüzden savunma sanayi, uzay ve havacılık teknolojilerinde ve denizcilik alanında oldukça geniş kullanım alanına sahiptir.

Bir çok çalışmada aramid ve karbon lif takviyeli malzemelerin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Yüzey oluşumlarında kumaş oluşumuna yönelik çalışmalar dokuma ve tülbent esaslı yüzeylere nazaran daha az olmakla beraber, çalışmaya ve geliştirilmeye açık bir alandır.

Baltacı vd.[1] aramid ve karbon liften oluşan dokusuz yüzey takviyeli termoplastik malzemelerin fiziksel özelliklerini incelemiştir. Gündoğan vd. çalışmalarında ise² havlu dokuma tekniğiyle elde edilen üç boyutlu kumaş takviyeli kompozit yapıların çekme mukavemetlerini analiz ettikleri görülmektedir.

Ünal³, örmeye teknolojisinin teknik alandaki yerine yönelik bir çalışma yapmış ve çalışmada düz örmeye makinesi kullanılarak üç boyutlu olarak üretilen kumaşları incelemiştir. Düz örmeye makinalarının giyim tekstillerinin üretiminde çok önemli bir yere sahip olmasına rağmen teknik tekstillerin üretiminde olması gereken seviyeye henüz gelemediğini söylemektedir. Çalışmada, düz örmeye makinelerinde pamuk, yün gibi ipliklerden istenen herhangi bir forma göre 3 boyutlu kumaş üretmek çok başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilirken, örneğin karbon elyafından üretilmesi gereken 3 boyutlu şekillendirilmiş bir teknik kumaş yapısının henüz yeterince araştırılmadığını belirtmiştir. Daha çok klasik ipliklerin örülmesi için tasarlanan düz örmeye makinalarının cam, karbon ve aramid elyaflarının işlenmesine imkan verecek şekilde tasarlanmasının ve örgü yapılarının buna göre geliştirilmesinin önümüzdeki yıllarda araştırmalarda önemli bir yer teşkil edeceğini belirterek bir araştırma önerisinde bulunmuştur. Bu araştırmalar sonucunda hem düz örmeye makinaları için yeni bir üretim alanı açılacak hem de özellikle kompozit malzeme üretimi için son derece önemli olan, kumaş üretimi esnasında şekil verilmiş 2 ve 3 boyutlu teknik kumaş üretimi mümkün hale gelecektir. Çalışma kapsamında karbon ve aramid kumaşların üretim parametreleri incelenmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

Bu çalışmada ise Ünal'ın çalışmasından yola çıkılarak düz örme makinesinde 1x1 rib karbon ve aramid örme kumaş eldesi, örme prosesindeki parametlerin belirlenmesi, gerekli iyileştirmeler yapılarak örme yapısının optimize edilmesi sağlanmıştır. Karbon, aramid ve karbon+aramid karışım kumaşlar örülmüş fiziksel özellikleri incelenmiştir.

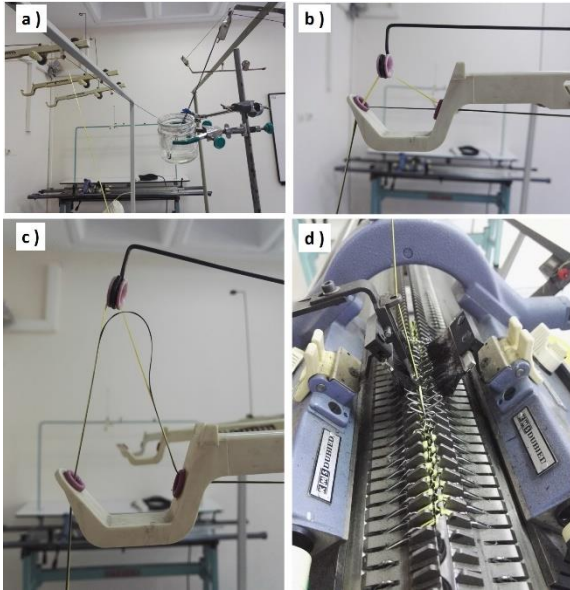
Yöntem

Manuel düz örme makinesiyle, 1x1 ribana örgüsü çalışılmıştır.

Şekil 8 : Düz Örme Makinesinde Aramid Örme Yüzey Eldesi

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Örme prosesi sırasında sürtünmelerden dolayı karbon lifinde meydana gelen kırılmaları minimum seviyeye indirmek adına 5%'lik PVA çözeltisi kullanılmıştır. Çözeltide kullanılan PVA kimyasalı Merck firmasından temin edilmiştir. İplik sevk sistemine yapılan küçük eklemeler ile karbon lifinin çözelti içerisine daldırılarak sevk edilmesi sağlanmıştır. Karbon ve aramid lifinin birlikte örüldüğü çalışmada düzenek fotoğraflarda görüldüğü şekilde kurulmuş, yapılan tansiyon ayarlamalarıyla gerginlik optimizasyonu sağlanmıştır.

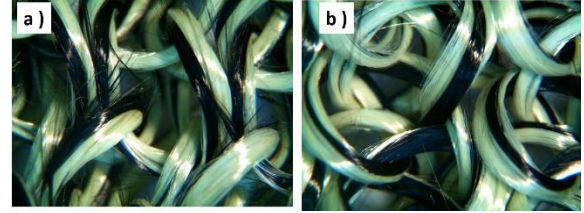


Şekil 9 : Örme Kumaş sistemine a) PVA kaplama sisteminin ilave edilmesi b) , c) karbon kumaş

geriliminin optimizasyonu d) örme kumaş oluşum aşaması

GENEL SONUÇLAR

Çalışma sonunda Karbon ve Aramid iplik yapıları kullanılarak elde edilen yüzeylerin optik mikroskop görüntüleri alınarak karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çalışmada özellikle karbon filament üzerinde oluşan sıyrılma ve kopma problemlerinin elimine edilmesi başarılmıştır.



Şekil 10 : Örme Kumaş Yapısına Üretim Parametresinin etkisi

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Sonraki dönem çalışmalarında elde edilen örme kumaş yüzeyleri kullanılarak elde edilen kompozit yapıların mekanik özellikleri incelenecektir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Katkılarından dolayı Doç. Dr. Metin Yüksek hocamıza teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Baltacı, A., Sarıkanat, M. & Turan, M. Aramid Ve Karbon Lif Takviyeli Termoplastik Kompozit Kirişlerin İmpuls Girdi Altındaki Titreşim Davranışları Aysun Baltacı, Mehmet Sarıkanat, Mesut Turan. 2011 (Cilt: 18) **84**, (2011).
2. Gündoğan, S., Recep, E. & Karahan, M. Tensile Strength Analysis Of Three Dimensional Woven Fabric Reinforced Composites. *Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering* **14**, (2009).
3. Ünal, A. Örme Teknolojisi Ve Teknik Tekstiller.

Sıcaklığa Duyarlı Yeni Polimer ile Kaplanmış Antibakteriyel Pamuklu Kumaşların Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi

TAŞDELEN, Betül¹, KORUYUCU, Aslıhan^{2,*}

¹ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Müh. Fakültesi, Biyomedikal Müh. Bölümü, Çorlu/Tekirdağ

²Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Müh. Fakültesi, Tekstill Müh. Bölümü, Çorlu/Tekirdağ

*adelituna@nku.edu.tr

Özet

Çalışmada kaplama tekniği ile çinko oksit aplike edilen kumaş numuneleri üzerine jel matrisleri sentezlenmiştir. Sıcaklığa duyarlı çapraz bağlı polimerik jeller serbest radikal polimerizasyonu yöntemiyle elde edilmiştir. Üretilen malzemenin sıcaklığa duyarlı olduğu şişme deneyleri ile gravimetrik ve volumetrik incelenmiştir. Elde edilen

GİRİŞ

Polimerler; çok sayıda aynı veya farklı atomik grupların kimyasal bağlarla, az veya çok düzenli bir biçimde bağlanarak oluşturduğu uzun zincirli-yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Tek bir polimer zincirinde binlerce ya da milyonlarca monomer bulunmaktadır. Hidrojeller ya da su içeren jeller, hidrofillik ve suda çözünmezlikle karakterize edilen polimerlerdir. Suda çözünmeyip şişebilen yani suyun büyük kısmını yapıları içerisine de alabilen, üç boyutlu polimerik şebekeler olup jelatin, agar ve alginatlar gibi hem doğal hem de sentetik polimerleri kapsamaktadır. Suda bir denge hacmine kadar şişerler fakat şekillerini korumaktadırlar.

Hidrojellerin absorpladığı su miktarı oldukça büyüktür ve hatta kendi ağırlığının 1000 katına kadar şişebilmektedir. Bu nedenle çok çeşitli alanlarda kullanılabilmektedir. Hidrojellerin hacimlerinin küçük dış uyarımlar karşısında yüzlerce kat artıp azalabilmesi onların teknolojide kullanılabilir akıllı biyomalzemeler olmalarını sağlamaktadır. Yüksek su emme kapasitelerinden dolayı süper-adsorban jellerin yanı sıra, vücudun herhangi bir bölgesine ani veya derece derece ilaç salınımını sağlayan, sıcaklığa veya pH'a duyarlı polimerik jeller geliştirilmiştir. Sıcaklığa duyarlı olarak şişip büzülebilen poli(N-izopropilakrilamid) (PNIPAAm) jelleri, vücut sıcaklığına yakın bir sıcaklık aralığında (31-34°C) düşük kritik çözelti sıcaklığına (LCST) sahip olduğundan son yıllarda pek çok biyolojik uygulamalarda (kontrollü ilaç salım sistemleri, seyrelik enzim çözeltilerinin konsantre edilmesi gibi) kullanılmaktadır [1-3].

jel matrislerinin yapısal karakterizasyonu için FTIR spektrumları alınmıştır. Kaplama sonrası elde edilen kumaş numunelerinde polimer yüzeyleri ile lif-polimer yüzeyleri arasındaki morfolojik yapıların incelenmesi amacıyla SEM görüntüleri alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: sıcaklığa duyarlı polimer, N-izopropilakrilamid, pamuklu kumaş, ZnO.

Çalışmada kaplama tekniği ile çinko oksit aplike edilen kumaş numuneleri üzerine jel matrisleri sentezlenmiştir. Sıcaklığa duyarlı çapraz bağlı polimerik jeller serbest radikal polimerizasyonu yöntemiyle elde edilmiştir. Hidrojellerin şişme-büzülme davranışları gravimetrik metodla tespit edilmiştir. Elde edilen jel matrislerinin yapısal karakterizasyonu için FTIR spektrumları alınmıştır.

DENEYSEL

Malzeme

Çalışmada kullanılan; N-izopropilakrilamid (NIPAAm) Sigma-Aldrich firmasından; N,N-metilenbisakrilamid ve potasyum persülfat Merck firmasından temin edilmiştir.

Yöntem

PNIPAAm jellerinin alt kritik çözelti sıcaklığı (LCST) geçişini gözlemek için birçok teknik kullanılmakla birlikte, çalışmamızda taramalı electron mikroskopuyla (SEM) mikroskobik hacim değişiminin gözlenmesi metodu kullanılmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Sentezlenen PNIPAAm jellerinin şişme dengedeki şişme yüzdelерinin belirlenmesi için gravimetric yöntem uygulanmıştır.

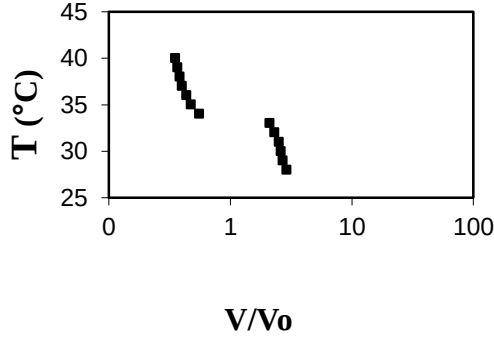
Bir kap içerisindeki destile-deiyonize suya konulan kuru jellerin yüzde şişmeleri zamana bağlı olarak incelenmiştir.

$$\%S) = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

m ; şişmiş jelin ve m_0 ise kuru jelin kütesini göstermektedir.

$$\%S(m) = (m_t - m_0 / m_0) * 100$$

Hacimce şişme oranı (V/V_0) $V/V_0 = (d/d_0)^3$
 d_0 = sentez sonrası orjinal jelin çapı
 d = denge haline gelen jelin çapı



Şekil 1. PNIPAAm hidrojeinin sıcaklığa bağlı hacimce davranışı

GENEL SONUÇLAR

Çalışmada, kaplama tekniği ile çinko oksit aplike edilen kumaş antiibakteriyel özelliklere sahip poli (N-izopropilakrilamid hidrojel matrisleri sentezlenmiştir. Üretilen malzemenin sıcaklığa duyarlı

olduğu şişme deneyleri ile gravimetrik ve volumetrik incelenmiş ve karakterizasyonu için SEM ve FTIR teknikleri ile kullanılmıştır.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Gelecekte malzemenin antibakteriyel özelliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

NKUBAP.00.17.AR.14.14 nolu Namık Kemal Üniversitesi BAP Projesinden destek sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Hirokawa Y. Tanaka T.,1984, "Volume phase transition in a nonionic gel", J Chem Physc, 81-6379.
- [2] Taşdelen B., Apohan N., Güven O., Baysal BM, 2005, "Anti-cancer drug release of Poly(N-isopropylacrylamide/Itaconic acid) Copolymeric Hydrogels", Radiat Physd Chem, 73-340.
- [3] Taşdelen B., Apohan N., Güven O., Baysal BM, 2004, "Preparation of Poly(N-isopropylacrylamide/itaconic acid) Copolymeric Hydrogels and Their Drug Release Behavior", Int J Pharm, 278-343.

DESIGN OF A NANOPARTICLE-REINFORCED NANOCOMPOSITE POLYMERIC MEDICAL TEXTILE WITH NANOPOROUS STRUCTURE

BOZALI, Beyza, AKAN, Aysun, ÖKSÜZ, Kübra, UZUN, Simge
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

bozali@itu.edu.tr

Assist. Prof. Dr. İlailem GÖCEK, Assist. Prof. Dr. Umut Kivanc SAHİN

OBJECTIVES

The objectives of the study are to design, develop and manufacture a nanoparticle-reinforced nanocomposite polymeric medical textile. This polymeric medical textile is aimed to meet the properties of having homogeneously dispersed nanoparticles in its structure, nanoscale pores in the mat's structure, and also nanoscale pores in the fibers' structure.

INTRODUCTION

Polymer nanocomposites consist of a polymer or copolymer having nanoparticles or nanofillers dispersed in the polymer matrix. Polymer nanoscience is the study and application of nanoscience to polymer-nanoparticle matrices, where nanoparticles are those with at least one dimension of less than 100 nm.

Electrospinning is a multifunctional and simple method for producing nanofibers in large scales incorporating with various molecules. Since mid nineties, the electrospinning process was tested as a tool for the production of non-woven fabrics from a polymer material [6].

POSS is derived from a continually evolving class of compounds closely related to silicones through both composition and a shared system of nomenclature. POSS chemical technology has two unique features:

1. The chemical composition is a hybrid, intermediate ($\text{RSiO}_{1.5}$) between that of silica (SiO_2) and silicone (R_2SiO).
2. POSS molecules are physically large with respect to polymer dimensions and nearly equivalent in size to most polymer segments and coils [1].

POSS molecules can be thought of as the smallest particles of silica possible. However unlike silica or modified clays, each POSS molecule contains covalently bonded reactive functionalities suitable for polymerization or grafting POSS monomers to polymer chains. Each POSS molecule contains nonreactive organic functionalities for solubility and compatibility of the POSS segments with the various polymer systems. The chemical diversity of POSS

technology is very broad and a large number of POSS monomers and polymers are currently available or undergoing development [1].

EXPERIMENTAL WORK

MATERIALS

Polymeric matrix: Polyurethane (PU)

Nanoparticles : Octaisobutyl POSS,
TriSilanolisobutyl POSS,
Aminopropylisobutyl POSS
Glycidylisobutyl POSS
Chemicals : Dimethylformamide (DMF)
Tetrahydrofuran (THF)

METHOD

Electrospinning is a multifunctional and simple method for producing nanofibers in large scales incorporating with various molecules.

Solutions no	Polyurethane Solvent (THF)				POSS		Total		Voltage		Rate of feed		Distance between cylinder and needle	
	%	g	%	g	Type	%	g	g	kV	kV	ml/h	ml/h	cm	cm
1	12	12	88	88	-	0	0	200	24	24	34	34	15	15
2	12	12	87	87	Aminopropylisobutyl	3	3	197	24	24	34	34	15	15
3	12	12	86	86	Aminopropylisobutyl	6	6	194	24	24	34	34	15	15
4	12	12	85	85	Aminopropylisobutyl	9	9	191	24	24	34	34	15	15
5	12	12	84	84	-	0	0	188	24	24	34	34	15	15
6	12	12	83	83	Octaisobutyl	3	3	185	24	24	34	34	15	15
7	12	12	82	82	Octaisobutyl	6	6	182	24	24	34	34	15	15
8	12	12	81	81	Octaisobutyl	9	9	179	24	24	34	34	15	15
9	12	12	80	80	-	0	0	176	24	24	34	34	15	15
10	12	12	81	81	TriSilanolisobutyl	3	3	183	24	24	34	34	15	15
11	12	12	80	80	TriSilanolisobutyl	6	6	180	24	24	34	34	15	15
12	12	12	79	79	TriSilanolisobutyl	9	9	177	24	24	34	34	15	15
13	12	12	78	78	-	0	0	174	24	24	34	34	15	15
14	12	12	77	77	Glycidylisobutyl	3	3	171	24	24	34	34	15	15
15	12	12	76	76	Glycidylisobutyl	6	6	168	24	24	34	34	15	15
16	12	12	75	75	Glycidylisobutyl	9	9	165	24	24	34	34	15	15

Chart 1: Production parameters for polyurethane-THF solutions with and without POSS.

Solutions no	Polymer(PU) Solvent (THF)				Total		Voltage		Rate of feed		Distance between cylinder and needle	
	%	g	%	g	g	g	kV	kV	ml/h	ml/h	cm	cm
1	12	6	88	44	50	20	24	24	34	34	15	15
2	12	6	88	44	50	20	24	24	34	34	15	15
3	12	6	88	44	50	20	24	24	34	34	15	15
4	12	6	88	44	50	22	24	24	34	34	15	15
5	12	6	88	44	50	22	24	24	34	34	15	15
6	12	6	88	44	50	22	24	24	34	34	15	15
7	12	6	88	44	50	24	24	24	34	34	15	15
8	12	6	88	44	50	24	24	24	34	34	15	15
9	12	6	88	44	50	24	24	24	34	34	15	15

Chart 1.1: Electrospinning parameters for polyurethane-THF solutions.

RESULTS AND DISCUSSION

Considering all parameters, among 6-8-10-12-14 wt% polymer concentrations, the most suitable concentration is determined to be 12 wt%.

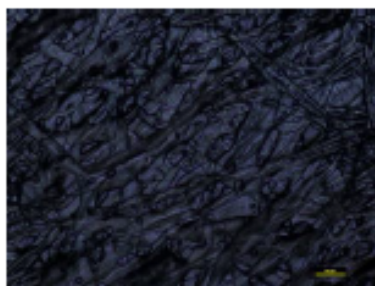


Figure 1: Polarized light microscope image of 12 wt% PU-THF.

Electrospun nanofibers containing 1 wt% POSS were successfully fabricated through a multi-nozzle electrospinning technique. It has been observed that Octalsobutyl POSS and Aminopropylsobutyl POSS added membranes have better fiber structure than TriSilanollsobutyl POSS and Glycidylsobutyl POSS.

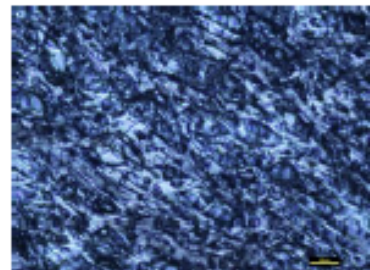


Figure 2: 1 wt% Octalsobutyl POSS with 12 wt% PU-THF.

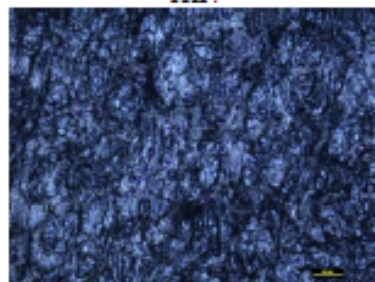


Figure 2.1: 1 wt% Aminopropylsobutyl POSS with 12 wt% PU-THF.

GENERAL RESULTS

Produced biodegradable polyurethane membranes demonstrate potential for medical applications. It is known that at the end of their service life, polyurethanes can be sent for chemical recycling or can be incinerated for energy recovery. Also, polyurethanes are durable products, offering many years of service. Lifetimes can vary between 3 and more than 50 years depending on the end use.

FUTURE WORK

Different POSS types other than Octalsobutyl POSS, TriSilanollsobutyl POSS, Aminopropylsobutyl POSS and Glycidylsobutyl POSS can be used or modified during experiments.

Different nanoparticles can be incorporated into the PU-THF solution in order to enhance the antibacterial properties of membrane.

RESOURCES

[1] Url -1 <http://www.hybridplastics.com/>, retrieved date 05.12.2013.

[2] Ajayan, P. M., Schadler, L. S., and Braun, P. V., 2003, *Nanocomposite Science and Technology* Wiley, Weinheim, Germany.

[3] Wang, L., Schindler, C., Kannewurf, C. R., Kanatzidis, M. G., and Mater, J., 1997, Lamellar polymer-LixMoO₃ nanocomposites via encapsulative precipitation, 7, 1277-1283.

[4] Beachley, V., and Wen, X., 2009, Effects of electrospinning parameters on the nanofiber diameter and length, *Material Science and Engineering: C*, 29(3), 663-668.

[5] Beachley, V., and Wen, X., 2010, Polymer nanofibrous structures: Fabrication, biofunctionalization, and cell interactions, *Progress in Polymer Science*, 35(7), 868-892.

[6] Heunis, T. D. J., and Dicks, L. M. T., 2010, Nanofibers offer alternative ways to the treatment of skin infections, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Vol. 2010.

[7] Tjing, L. D., Choi, W., Jiang, Z., Amarjargal, A., Park, C. H., Pant, H. R., Im, I. T., and Kim C. S., 2013, Two-nozzle electrospinning of (MWNT/PU)/PU nanofibrous composite mat with improved mechanical and thermal properties, *Current Applied Physics*, 13, 1247-1255.

Use of Natural Fibers for 3D Composites via Filament Winding

ALAM, Mohammad Shohag; POLAT, Yusuf; KILIC, Ali

TEMAG LABS, Inonu Cad No 65 Gumussuyu, Taksim, Istanbul Technical University
rabu016@yahoo.com

PURPOSES

To produce hydrogen storage vessels via filament winding procedure for automotive applications by using natural fiber “Jute (Non Twisted)” which is Eco friendly and cost effective.

INTRODUCTION

Filament winding is an excellent fabrication technique nowadays into the composite world. It is having precise manufacturing quality with lot of variations as well. It is very possible to produce a composite with high fiber volume by considering filament winding system. It is having numerous applications such as aerospace, hydrospace, military and sports etc. Cost effective, strong and light weight composite parts are now outcomes of the filament winding procedure that includes variation in angles, resins, laying up fibers and its motion. There are many procedures to take the best output from the filament winding technique. Depending on the cost, it is now possible to examine effect of these variables specifically in many applications like piping system, drive shafts, filter tanks etc. Hydrogen Storage vessels for vehicle applications are also trending now [1]. Non Twisted Jute Fiber, along with different resins like polyester, epoxy, vinyl ester for commercial production will be used [2]. Jute fiber has good mechanical properties. Comparing to hemp, flax & sisal fibers into the thermoplastic section, natural jute fiber is better because of its natural structure of life cycles. Moreover, zero emission of pollutants occurs during heat for jute fiber [3]. Proper real time simulation, friction modeling and physical modeling of Hydrogen storage vessels can be achieved via Cadwind software. The importance of improving light weight composite parts is the key factor to improve filament wound hydrogen pressure vessels. Computer numerical controlled (CNC) process within the filament winding machine has been developed nowadays heavily to make simple to complex parts within a very easy way by using numerical parameters. By using an improved band pattern concept, symmetric shapes can be achieved also. Apart from all these, good mechanical properties is the result of continuous straightened fiber which can be achieved by using this fabrication technique along

with variations in numerous variables such as- fiber tension, fiber strength [4].

EXPERIMENTAL

MATERIALS

Natural fiber is a good source to use in this fabrication method. As a result, Non-Twisted Jute fiber will be used & Polyester, Epoxy, Vinyl ester resins are consideration.

METHODS

Fabrication method will be executed via Filament Winding Process. Most importantly, 2 axis filament winding and 4 axis filament winding are in consideration.

RESULTS & DISCUSSION

First of all, fiber and resin will be prepared for filament winding process. The whole equipment was designed within a laboratory scale for using the Non twisted jute fiber. Two or three step motors will control the existing machine. Heat gun and thermal shrinking tape are present while the procedure is on. By changing process parameters [5] like winding tension, stacking sequence, resin content and winding angle the samples will be produced. Finally, curing process will be performed at a temperature 120° and curing process will vary according to curing time [6].

Number & Name of the Experiments:

- I. Experimental approach through filament winding by using variation in parameters.
- II. Winding Angle impacts on filament wound parts.
- III. Experimental approach via Taguchi method.
- IV. Burst Pressure Test with $\pm 55^{\circ}$ $\pm 75^{\circ}$ $\pm 90^{\circ}$ filament wound parts.
- V. Split Disk Test.

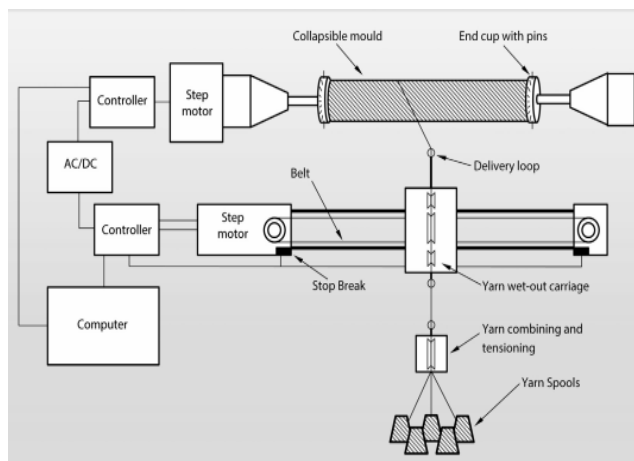


Figure 1. Schematic showing FW system (6)

Computer Controlled Filament Winding Machines

It is expected to achieve enough mechanical properties by using Non Twisted Jute Fiber for hydrogen storage. Optimization study will be realized to see the effect of variation parameters, angle effect, burst pressure test and split disk test. It is estimated that the optimized filament wound composites are available for hydrogen storage pressure vessels for automotive sector. By this way, high performance pressure vessels will be developed by using natural jute fiber.

According to the result of hydrogen storage pressure vessel's performance automotive applications are the prime goal.

Acknowledgement

TEMAG internal funds are acknowledged to fund the current works

REFERENCES

- [1] "COSY - Homepage." [Online]. Available: <http://www.cosy-net.eu/>. [Accessed: 04-Apr-2016].
- [2] "TIFAC." [Online]. Available: <http://tifac.org.in/>. [Accessed: 04-Apr-2016].
- [3] "International Year of Natural Fibres 2009." [Online]. Available: <http://www.naturalfibres2009.org/>. [Accessed: 04-Apr-2016].

[4] Peters, S.T. 2011. Composite Filament Winding. A S M International.

[5] D. Cohen, Compos. Part Appl. Sci. Manuf., vol. 28, no. 12, pp. 1035–1047, 1997.

[6] B. T. Węclawski, M. Fan, and D. Hui, Compos. Part B Eng., vol. 67, pp. 183–191, 2014.

INK-JET BASKI TEKNİĞİ KULLANARAK PVDF NANOLİF YÜZEYİNDEN NABIZ SENSÖRÜ GELİŞTİRİLMESİ

ŞİMŞEK, Ramazan¹, Kula, Merve¹

¹Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ramazan.simsek@marmara.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışma kapsamında sağlık sektöründe kullanılmak amacıyla nabız sensörü. PVDF nanolif yüzeyi kullanılarak geliştirilmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Sağlık sektöründe hastanelerin artan iş yükü, hastanın tedavisi için ayrılan zaman dilimini oldukça fazla kısıtlamıştır. Ayrıca doktorun tedavi için karar verme aşaması ise sadece hasta ile olan bu kısa tedavi süreci içerisinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle söz konusu problemi elimine etmek amacıyla hastanın daha uzun vadede takip edilmesi ve sağlığına ilişkin verilerin doktor tarafından değerlendirilmesinin doğru yapılabilmesi için hastanın kalp ritmini takip eden sistemlerin kullanılması yerinde olacaktır.

Hastanın uzun vadede takibinin etkin yapıla bilmesi için kullanılacak nabız sensörlerinin hastaya bir yük getirmemesi, günlük hayatını zorlaştırmaması da nabız sensöründen beklenen bir diğer yapısal özelliktir.

Bu doğrultuda esnek giyilebilir elektronik tekstil yüzeylerin sağlık sisteminde kullanılması son derece yüksek öneme sahiptirler.

Diğer taraftan En temel manada enerji çeviricileri (transducer), enerjiyi bir formdan bir başka forma çeviren sistemlerdir ve çoğunlukla sensör uygulamalarında kullanılırlar. Özellikle mikroişlemcilerdeki hızlı gelişmeler ve yaygın kullanım alanı kazanmasının ardından bir çok uygulama alanında sensör ihtiyacı ortaya çıkmıştır¹. Günümüzde 18 milyar dolarlık dünya sensör pazarında en hızlı büyüyen alan ise piezoelektrik polimer sensörlerdir. Son 20 yıl içinde piezoelektrik polimerlerin bulunması ile bu teknoloji olgunluk dönemlerine gelirken, buna paralel olarak ortaya çıkan uygulamalar ile ticarileşen ürün sayısı da hızla artmaktadır.

Polimerik yapıya sahip PVDF filmlerin seramik esaslı piezo malzemelere karşı temel üstünlük noktalarından birisi de düşük akustik empedans değerine sahip olmasıdır. Bu düşük akustik empedans değeri su ve insan vücudu ve organlarının akustik empedans değerine yakın olması anlamına gelir ki bu sayede

suda ki ve organlarda ki akustik sinyallerin verimli bir şekilde taşınımı gerçekleştirilebilir .

Bu proje kapsamında öncelikle piezoelektrik özellikli yüzey eldesi için PVDF nano liflerinden meydana gelen bir dokusuz yüzey oluşturulması amaçlanmıştır. Söz konusu nano lifli yapıyı elde etmek için elektroüretim tekniği kullanılmıştır. Sonrasında ise elde edilen nanolif yüzeyden elektrik sinyallerinin toplanabilmesi amacı yüzey üzerinde elektrot oluşturulması hedeflenmiştir. Elektrot üretimi için karbon bazlı iletken malzemelerin ink-jet baskı tekniği ile yüzeye applike edilmesi gerçekleştirilmiştir.

DENEYSEL

Malzeme

Piezoelektrikli yüzey eldesi için PVDF, çözücü olarak aseton ve dimetil formamid, karbon pasta için ise karbon siyahı ve yine binder olarak PVDF kullanıldı.

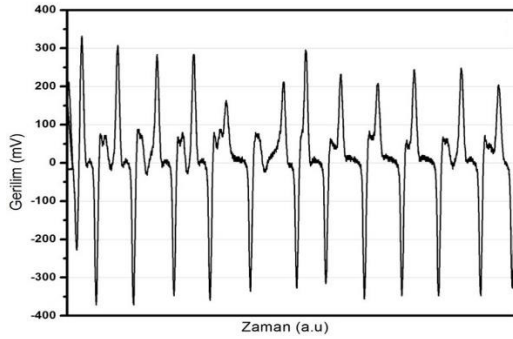
Yöntem

Drop-on Demand inkjet baskı teknolojisi özellikle elektronik sanayisinin ve malzeme biliminin gelişmesiyle kendisine seramikler, biyoteknoloji, alan etkili transistör ve güneş pilleri gibi çok çeşitli uygulama alanı buldu. Bu sistem elektroüretim yöntemi ile elde edilen PVDF nanolifli yüzeyin üzerine iletken mürekkep depolamak için kullanıldı.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Nanolif yüzeyi elde edilmesi için Hwang ve ekibinin² nanolif üretim tekniği adapte edildi. Nanolif üretimi için ağırlıkça %19'luk PVDF çözeltisi hacimce yüzde 70/30 karışım oranına sahip aseton/dimetil asetamid çözücülerinde çözündürülerek elde edildi. Elde edilen ağırlıkça %19'luk PVDF çözeltisi 13 kV potansiyel farka sahip elektriksel alan içerisinde 0,8 mL/saat besleme hızı ile bir şırınga yardımı ile sisteme gönderildi. Şırınga ucundaki düze ile topraklanmış toplayıcı arasındaki mesafe 17 cm iken nanolif üretimi gerçekleştirildi. Nanolif üretimi alüminyum folyo üzerinde toplandı ve bir sonraki proses için kullanıma hazırlandı.

İletken film tabakasının ink-jet baskı tekniği ile başarılı bir şekilde elde edilmesinden sonra, üretilen hibrit-piezo yapının elektriksel özellikleri incelendi. Piezoelektrik özellikteki malzemeler mekanik etki sebebiyle elektrik sinyali ürettiklerinden dolayı deney tasarımlarında mekanik etkinin oluşturulması ve tanımlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle numunenin ortam şartlarındaki uyarılara karşı elektrik sinyalini üretip üretmediği tespit edilmeye çalışıldı. Sensör olarak kullanılması planlanan tekstil yüzeyine periyodik olarak verilen mekanik etkilerin Şekil 'de gösterilmiştir.



Şekil 11 : Nabız Sensörü olarak üretilen tekstil yüzeyinin mekanik etkilere karşı ürettiği elektrik sinyali

GENEL SONUÇLAR

Yapılan karakterizasyon ve analizlerin sonucu ile PVDF nanolif yüzeyinin piezoelektrik özelliğinin varlığı ve piezoelektrik karakteristiğinin anlaşılmasına yönelik tespitlerde bulunulmuştur. Yapılan test sonuçları PVDF nanolif yazeyi kullanılarak üretilen tekstil yüzeyinin nabız sensörü olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Gelecek dönem çalışmaları içerisinde üretilen sensör özellikli tekstil yüzeyinin optimizasyon çalışmaları yapıp bir elektronik devre içerisinde tasarımının gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME/FON KAYNAĞI

Katkılarından dolayı değerli hocamız sayın Prof. Dr. Mehmet AKALIN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Gramiak, R. & Shah, P. M. Detection of Intracardiac Blood Flow by Pulsed Echo-Ranging Ultrasound 1. *Radiology* **100**, 415–418 (1971).
2. K. Hwang, B. Kwon, and H. Byun, “Preparation of PVdF nanofiber membranes by electrospinning and their use as secondary battery separators,” *J. Membr. Sci.*, vol. 378, no. 1–2, pp. 111–116, Aug. 2011

PA Dokuma Kumaşta Ultrasonik Ve Konvansiyonel Dikişler İçin Birleşme Alanlarındaki Su Geçirgenliklerinin Karşılaştırılması

GÜMÜŞ, Kadir

Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil Teknolojisi Programı

kadir.gumus@klu.edu.tr

AMAÇLAR

Bu çalışma ile kumaşların dikiş bölgelerindeki su geçirgenliklerinin farklı dikiş yöntemlerine göre karşılaştırılmasının yapılması ve suya karşı dayanımlarının hangi yöntemde daha iyi sonuçlar vereceğinin tespiti amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Çağımız bilgi ve teknoloji çağıdır. Teknoloji çok hızlı şekilde gelişmektedir. Ultrason teknolojisi de son yüz yılda geliştirilmekte ve değişik sektörlerde kullanım alanı bulmaya başlamaktadır.

Ultrasonik kelimesi sestten hızlı(sesüstü) anlamı taşımakta olup, insan kulağının duyma sınırlarının üzerinde olan sesleri ifade eden bir terimdir. Ultrason dalgalarının frekansı 20 khz'in üstünde olan dalgalardan oluşmaktadır ve bu sınır insan kulağının duyma sınırını ifade eder. Ses dalgaları herhangi bir ortamda(gaz, sıvı, katı), ortamın özelliklerine göre yayılırlar.¹

Ultrasonik frekansları üretmek elektrik enerjisini bir titreşim hareketine dönüştürmek, algılamak ise titreşim enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek demektir. Ultrasonik enerji üreteçlerinde temel çalışma prensibi elektrik enerjisinin yüksek frekanslı mekaniksel titreşime dönüştürülmesidir. 50- 60Hz'lik elektriksel güç 20,000Hz'lik elektriksel enerjiye dönüştürülmektedir. Yüksek frekanslı elektriksel enerji elektromanyetik bir transdüsere iletilir, bu transduser yüksek frekanslı elektriksel titreşimleri, saniyedeki dikey titreşim sayısı 15,000, 20,000 veya 40,000 olan dalgalı akıma eşit mekaniksel titreşimlere dönüştürür. Bu dikey hareket, transduserin diğer ucundan çıkar ve titreşim hareketinin titreşim genliğini yükseltebilen booster'ın içinden geçerek, mekanik enerjiyi yapılandırılacak parçalara ileten horn'a transfer edilir. Kullanımda genellikle iki tip ultrasonik transduser ile karşılaşılmaktadır. Bunlar elektromanyetik ve piezoelektrik transduserlerdir. İki yöntemde de alternatif elektrik enerjisi mekanik titreşim enerjisine farklı araçlarla dönüştürülmektedir.²

Ultrason Teknolojisinin Tekstil Sanayinde Kullanım Alanları:

- Tekstil yardımcı işlemlerinde(Haşıl banyosu, baskı patı kıvamlaştırıcı hazırlığı, emülsiyonlar v.b.)
- Haşıl sökme, pişirme ve ağartma işlemlerinde
- Yıkama ve durulama işlemlerinde
- Boyama işlemlerinde
- Enzimatik işlemlerde³

Ultrason Teknolojisinin Konfeksiyon Sanayinde Kullanım Alanları:

Konfeksiyon endüstrisi ultrasonik enerjiyi çok çeşitli işlemlerde kullanır. Bu teknolojinin kumaş ve lif yapıştırma(birleştirmede) ilk ana uygulaması 1970'lere dayanır (İlk kez şilte bezi ve yatak örtüleri oluşturmak için kullanılmıştır). Günümüzde ise, tekstil endüstrisinde düzeltme, kesme, ilik açma, ürün sekillendirme ve montaj, birleştirme ve dikme ve diğer bazı kullanımlar için uygun ultrasonik cihazlar mevcuttur. Ultrasonik enerji tekstilleri, dokusuz yüzeyleri ve film yüzeylerini dikmek, kesmek, form vermek ve onları birçok endüstri dalının kullanabileceği hale veya son kullanıcıya uygun hale dönüştürmek için kullanılan önemli bir araçtır.²

Çalışma kapsamında çok çeşitli alanlarda kullanılabilecek ultrasonik enerjinin konfeksiyon alanında kullanıldığında konvansiyonel dikiş yöntemine kıyasla kumaş birleşim bölgelerinin suya karşı göstereceği dirençte avantaj sağlayıp sağlamadığının kontrolü amaçlanmıştır. Böylece suya karşı dayanımın yüksek olması istenen ürünlerin konfeksiyon aşaması için daha uygun birleştirme yönteminin tespiti sağlanacaktır.

DENEYSEL

Malzeme

%100 Polyamid Multifilament Bezayağı desenli dokuma kumaş, Konvansiyonel dikiş makinesi(Düz dikiş makinesi-Juki), %100 Kesiksiz PES Dikiş ipliği, Ultrasonik Dikiş makinesi(Sonimak)

Yöntem

Kumaş, Konvansiyonel dikiş makinesinde(düz dikiş makinesi) 3 dikiş/cm sıklıkta ve Ultrasonik dikiş makinesinde sürekli düz desenli roller ile birleştirmiştir. Daha sonra dikilmiş numunelerin ISO

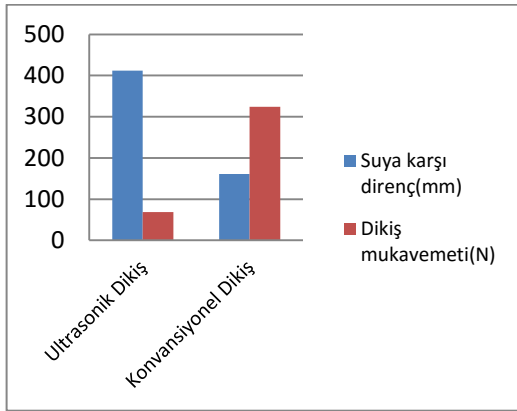
811:1981'e göre suya karşı dirençleri(mm) ve ISO 13935-2:1999'a göre dikiş mukavemetleri(N) ölçülmüştür.

DENEYSEL SONUÇLAR/TARTIŞMA

Öncelikle %100 PA Multifilament Bezayağı desenli dokuma kumaşlarımız konvansiyonel yöntem olan düz dikiş makinesinde ve yeni teknoloji olarak ifade edebileceğimiz ultrasonik dikiş ile birleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 12 : Ultrasonik Dikiş makinesi ve roller örnekleri⁴



Şekil13:Test sonuçları: Suya karşı direnç&Dikiş mukavemeti

Daha sonra birleştirilmiş numunelerin ISO 811:1981'e göre suya karşı dirençleri(mm) ve ISO 13935-2:1999'a göre dikiş mukavemetleri(N) ölçülmüştür. Yapılan test sonuçlarının aritmetik ortalamaları alındığında, Ultrasonik Dikiş ile birleştirme işlemi yapılan numunede suya karşı dayanım 412 mm hesaplanırken Düz dikiş makinesiyle yapılan

konvansiyonel dikiş ile birleştirilen numunede suya karşı dayanım 161 mm hesaplanmıştır.

Dikiş mukavemetleri sonuçlarına bakıldığında test sonuçlarının aritmetik ortalamaları alındığında Ultrasonik Dikiş ile birleştirme işlemi yapılan numunede dikiş mukavemeti 68,95 N hesaplanırken Düz dikiş makinesiyle yapılan konvansiyonel dikiş ile birleştirilen numunede dikiş mukavemeti 323,87 N olarak hesaplanmıştır.

GENEL SONUÇLAR

Sonuçlar incelendiğinde ultrasonik dikiş ile birleştirilen numunenin suya karşı gösterdiği direnç konvansiyonel dikiş(düz dikiş) ile birleştirilen numunelerin suya karşı gösterdiği direncin yaklaşık 3 katı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla aynı kumaş kullanılsa bile dikiş yönteminin su geçirmezliğe katkısının olduğu anlaşılmaktadır. Burada ultrasonik dikişin kumaşa herhangi bir delik açmadan ve kumaş dışında başka materyal kullanmadan sadece kumaşları birbirine yapıştırarak birleştirme işlemi gerçekleştirmesi kumaşın suya karşı göstermiş olduğu dirençte etkili olmaktadır.

SONRAKİ DÖNEM ÇALIŞMALARI

Daha sonra yapmayı planladığımız çalışmalarda ultrasonik dikiş mukavemetinin geliştirilmesi için neler yapılabileceğine bakılacaktır.

TEŞEKKÜR

Tekstil Yüksek Mühendisi Serdar Tunç arkadaşımıza testler konusunda yaptığı yardımlardan ve Ar.Gör. Ramazan Şimşek'e katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

KAYNAKLAR

1. 1001 Kitap John Lenihan, Bilim İş Başında / TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Available at: http://www.1001kitap.com/Bilim/Lenihan/bilim_is_basinda/bib1_nedenboyle02.html. (Accessed: 27th April 2016)
2. BOZ, S., Ultrasonik Enerjinin Konfeksiyon Sanayiinde Kullanımının İncelenmesi. (EGE Üniversitesi, 2008).
3. DURAN, K., PERİNCEK, A. G. S. D., KÖRLÜ, A. E. & BAHTİYARİ, A. G. M. İ. 'Ultrasonik Teknolojisinin Tekstilde Kullanım Olanakları'. Tekstil ve Konfeksiyon, 3/2007, 162-166
4. Pfaff Seamtronic 8301_8310_8312 Brochure.pdf, http://www.nawonusa.net/BROCHURES/8301_8310_8312e.pdf, 27.4.2016



BUTEKOM

Bursa Teknoloji ve Koordinasyon AR-GE Merkezi



Dünya'da ağırlaşan
rekabet şartlarında
BUTEKOM yanınızda

