

FİLAMENT ÜRETİMİ ESNASINDA FİLAMENT İÇİNE YA DA KANALINA KATI VE SIVI MALZEMELERİN YERLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YENİ BİR ÇALIŞMA

NEW STUDY RELATED WITH INSERTION OF SOLID AND LIQUID MATERIAL INTO THE CAVITY OF FILAMENT DURING SPINNING

Nuray UÇAR

İstanbul Teknik Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü
e-mail:ucarnu@itu.edu.tr

Ali DEMİR

İstanbul Teknik Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Mehmet UÇAR

Kocaeli Ü. Makine Eğitimi Bölümü

Emre BESKİSİZ

İstanbul Teknik Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, özellikle eriyikten filament üretimi esnasında; lifi oluşturan polimer ile birlikte ekstrüderde bozunabilen katkı malzemelerinin, bozunmadan filamente dahil edilmesini sağlayan bir sistemin tasarımını gerçekleştirmektir. Bu amaçla, filament içerisine yerleştirilecek katkı malzemelerinin beslenmesini sağlayan bir besleme ünitesi geliştirilmiş ve bu ünite kullanılarak katkı malzemelerinin başarılı bir şekilde filament içerisine yerleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Makalede, başarı ile gerçekleştirilmiş üretim örnekleri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eriyikten filament üretimi, İçi boş filament, Kanallı filament, Katkı malzemeli kompozit filament.

ABSTRACT

The aim of this work is to develop a new novel production technique for composite filaments with fillers. Due to the fact that some filler materials may not be processed together with the fibre forming polymer during melt spinning, new technique has been developed to insert fillers into the cavity of the filament during spinning. Several successful applications have been reported in this paper.

Key Words: Filament production by melting process, Hollow filament, Filament with external cavity, Composite filament with filler.

Received: 20.11.2008

Accepted: 13.01.2009

1. GİRİŞ

Yaygın olarak kullanılan filament üretim tekniklerinden biri de eriyikten filament üretimidir. Polipropilen, poliamid ve benzeri termoplastik polimerler eriyikten üretim tekniği ile filament haline dönüştürülmektedir. Ekstrüder içerisinde, uygun sıcaklıklarda eritilen polimer homojen sıvı hale getirilip düze deliklerinden basınçla püskürtülmekte ve takip eden soğutma ile katılaştırılarak filament elde edilmektedir. Tek bir ekstrüderde homojen sıvı hale getirilen polimer tek bir düze deliğinden beslenerek bir lifi oluşturabildiği gibi, birden fazla ekstrüderde eriyik haline getirilen polimerler de tek bir düze deliğine beslenerek bi-komponent veya

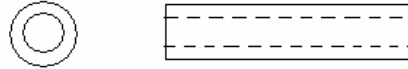
multi-komponent filament üretimi söz konusu olabilmektedir. Son ürüne farklı özellikler kazandırmak için, birbirinden farklı polimerlerin beslenmesinin yanı sıra bazı mikro boyutlu tozcuklar, kapsüller ve benzeri katkı malzemeleri de polimer içine beslenebilmektedir. Örneğin; PCM (Phase Changing Material=Faz Değiştiren Malzeme) mikro kapsülleri lif içerisine beslenerek faz esnasında çevreye ısı verme veya çevreden ısı alma sağlanmaktadır. Bu liflerden üretilen kumaşlarla kullanıcıya ısı konfor sağlanabilmektedir. PCM kapsüllerinin yüksek sıcaklıklarda bozunması (1,3) nedeniyle, filamente dahil edilmesi tekniğinde kuru ve/veya yaş üretim metodu tercih edilmektedir (1,2). Filamente iletkenlik özelliği kat-

mak amacı ile kullanılan PANI (polyaniline) ve benzeri katkı malzemelerinin de yüksek sıcaklık ve basınca dayanmaması sebebi ile, eriyikten üretim tekniğiyle filamente dahil edilmesi tercih edilmemektedir (1).

Filamentler çok değişik şekilli kesitlere sahip olacak şekilde üretilebilmektedir. Bu kesit şekillerinden birisi de içi boş geometridir (Şekil 1). İçi boş filament üretmenin;

- düze deliğinin içi boş filament üretecek şekilde olması,
- polimer düzeden akarken düze deliğinin ortasından gaz üflenerek polimer akışının orta noktasında boşluk oluşturulması, veya

- C profilli bir düze deliğinden akan polimerin uygun üretim/sarım parametreleri ile C profilin kapanmasını sağlayarak ortası boşluklu filament yapının elde edilmesi (4,5)



Şekil 1. Ortası boşluklu filament yapısı

gibi pek çok yöntem mevcuttur.

Eriyikten çekim esnasında, ekstrüder içerisinden veya düze içerisinden, bu tür içi boş olan filamentin, iç oyuğuna (orta boşluğuna) katı ve sıvı malzemelerin yerleştirilmesine (beslenmesine) yönelik uygulamalar mevcut olmakla birlikte, bu katkı malzemeleri genellikle yüksek sıcaklıklara dayanabilen malzemelerdir (6-10). Bazı yöntemlerde de, eriyikten filament üretimi esnasında katkı malzemelerin filament içerisine yerleştirilmesi yerine, filament üretiminden sonra yerleştirilmesi şeklinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda, üretilen filament demetlerine daldırma, emdirme metotları uygulanarak, filament iç oyuğuna sıvı malzeme veya katı parçacık ihtiva eden sıvı malzemenin yerleştirilmesi söz konusu olmuştur (11,12). Genellikle, laboratuvarında gerçekleştirilen bu metotların katkı malzemesinin homojen yerleşimi ve endüstriyel üretim için uygun olmadıkları görülmektedir. Eriyikten lif üretimi esnasında uygulanması sorun oluşturacak bu tür katkı malzemeleri, genellikle filament üretildikten sonra, spreyleme, baskı, elektrokaplama gibi metotlarla filamentin dış yüzeyine kaplanmaktadır (1,13-18). Bu tür kaplama tekniklerinde de çevreye zararlı malzemelerin kullanımının söz konusu olması, endüstriyel üretime çok uygun olmaması ve dış yüzeye kaplanan malzemenin aşınma ile çabucak filamentten ayrılması gibi dezavantajlar söz konusudur (15,16). Bu sebeple, filamentte dahil edilmek istenen malzemenin, filamentin dış yüzeyinden ziyade filamentin içine yerleştirilmesi ile bu malzemelerin sıcaklık, basınç gibi üretim şartlarına dayanabilmesi ve endüstriyel üretime uygun olması beklenmektedir.

Bu çalışmada, sıcaklık, basınç gibi üretim şartlarında bozunabilecek mikro boyutlu partiküllerin veya sıvı malzemenin, düze öncesinde veya ekstrüder içerisinden değil de, düze çıkışında filament içerisine beslenmesine olanak veren, patent başvurusu gerçekleştirilmiş, yeni bir yöntem rapor edilmektedir. Bu tekniğin sağladığı önemli avantajlardan birisi katkı malzemelerinin bozunmadan filamentte dahil edilebilmesidir. Filament dış yüzeyinden ziyade filament içine bu malzemelerin yerleştirilmesi sebebi ile de, dış temas ile oluşan aşınma veya aşındırıcı olma durumları bertaraf edilmiş olacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Katı veya sıvı malzemelerin filament iç oyuğuna yerleştirilebilmesi için, filament dış yüzeyinden, filament merkezine uzanan bir kanalın olması gerekmektedir (Şekil 2). Bu sebeple, filament kesiti C, H ve benzeri şekilde kanala sahip kesitler şeklinde olmalıdır. Şekil 3'de, termoplastik polimerden üretilen C kesitli filamentin iç oyuğuna beslenen malzeme görülmektedir. Bu malzeme, filamentin dış yüzeyinden iç merkezine uzanan kanaldan içeriye beslenmektedir. Şekil 4'de ise, katkı malzemelerinin filament içerisine beslenmesine yönelik sistemin şematik gösterimi sunulmuştur. Bu şekilden de görüleceği üzere, polimer, düze deliğinden çıktıktan sonra, katkı malzemesi besleme sistemi ile besleme gerçekleşmektedir. Düze deliğinden çıktıktan sonra, filamentte istenilen incelik ve oryantasyon, çekim silindiri tarafından uygulanacak çekim işlemi ile verilmektedir.

Üretilen filament kanal açıklığı (Şekil 2 ve Şekil 3), filament üretim proses parametreleri ile optimize edilebilmektedir, bu kanalın daraltılması ve hatta tamamen kapatılması mümkündür. Bunu belirleyen parametreler olarak düze deliğinden akmakta olan polimerin akışkanlığı, polimer akış hızı, miktarı, düze deliğinin şekli ve boyutları, düzeden çıktıktan sonra ortamın sıcaklığı, üretim çekim/sarım hızları (4,5) sıralanabilir. Düzeden çıkarken C kesitli olan bir filament (Şekil 2 ve 3), bobin haline sarılırken tamamıyla kanalın kapanarak ortası boşluk olan bir filament haline gelmektedir (Şekil 1).

Bu çalışmada, bahsi geçen filament yapılarına örnek teşkil edecek şekilde prototip filament üretimi gerçekleştirilmek üzere çekim ve sarım sistemi olmayan, ancak ekstrüder ve düzeye sahip olan bir eriyikten filament üretim makinesi kullanılmıştır. Çekim sisteminin olmaması sebebiyle, filamentler bir tekstil filamenti gibi ince ve oryante olmaması olmasına rağmen kalın fakat bu yeni yöntemin uygulanabilirliğini gösteren bir yapıda üretilebilmiştir. Düzede kullanılan profil 2 mm çapında, 0,3 mm et kalınlığında ve 0,55 mm kanal genişliğine sahip bir C profilli şeklindedir (Şekil 5). Polipropilen (35 MFI), ekstrüderde eritilerek C kesitli düzeye eriyik pompası ve manifoldu ile

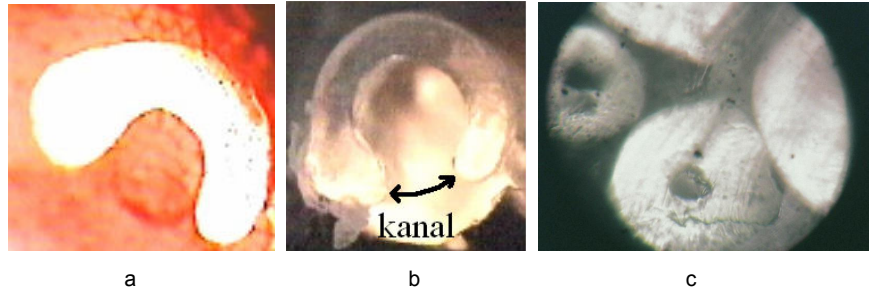
sevk edilmiştir (ekstrüder sıcaklıkları: 1. Isıtıcı 140°C, 2. Isıtıcı 160°C, 3. Isıtıcı 170°C, 4. Isıtıcı, 170°C, ekstrüder vidası devir sayısı: 1,5 devir/dakika, eriyik pompası devir sayısı: 8,00 devir/dakika). İlk aşamada, düze üzerine herhangi ısıtıcı kelepçe konulmamıştır ve Şekil 6a'daki gibi kanal genişliği açık bir C kesit elde edilmiştir. Daha sonra düze üzerine ısıtıcı kelepçe yerleştirilip, sıcaklığı 65-85°C aralığına getirildiğinde, Şekil 6b'de görüleceği üzere kanal genişliği biraz daha kapanmış daha düzgün bir C kesit elde edilmiştir. Düze üzerindeki, ısıtıcı kelepçe 140-150°C'a getirildiğinde, Şekil 6c'de olduğu üzere kanal tamamen kapanıp ortası boş olan prototip filament kesiti elde edilmiştir. Resimlerdeki kesit çapı yaklaşık 0.5 mm dir.

Deneysel çalışmada, üç tip katkı malzemesi kullanılmıştır. Bunlardan biri, sıvı tinerin içerisinde kırmızı renkli baskı boya patı karışımıdır. Bir diğerinde ise, sıvı makine yağı, filament kanalından içeriye beslenmiştir. Üçüncü uygulamada ise normalde 200°C civarlarında termal olarak bozulan, bu sebeple ekstrüder içerisinde muamele edilemeyen, süper emici polimer (SEP) tozucuğu, (sodyumpoliakrilat, suda çözünmeyen, 1-140 mikron aralığında, LiquiBl[®]Ck HS fines, Emerging Technologies) katkı malzemesi olarak C kesitli prototip filament kanalının içerisine yerleştirilmiştir.

Birinci ve ikinci tip katkı malzemeler için kanalın kapatılması hedeflendiğinden düze üzerindeki ısıtıcı kelepçe 150°C'ye kadar ısıtılmıştır. Üçüncü katkı malzemesinde ise kanalın tamamen kapanmaması için, düze üzerindeki kelepçe 80°C'ye kadar ısıtılmıştır.

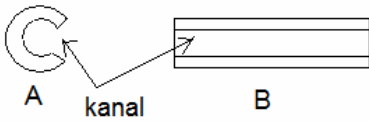
İç oyuğunda SEP tozucukları ihtiva eden filament yapısı için, tekrarlı su buharı emme performansını incelemek amacı ile kangal tipli düze deliği kesitine sahip düze kullanılmıştır. Bu düze kullanılarak, Şekil 7'de kesiti görülen filamentler üretilmiştir. Üretilen prototip filamentlerden, 4 cm uzunluğunda 30 adet parça kesilerek, uç kısımlarından 0.5 cm lik bölgelerden zımbalanmış ve bu şekilde düzlemsel yan yana liflerden oluşan, lif demetleri hazırlanmıştır. Söz konusu olan bu lif demetlerinden yedi ayrı demet grubu hazırlanmıştır. Su buharı emme testi için bu lif demetleri, içinde saf su bulunan kaplardaki ızgara tel üzerine, su ile temas etmeyecek şekilde yerleştirilmiştir (ızgara tel, saf su seviyesinin üstündeki bir noktaya konumlandırılmıştır). Dış atmosfere, su buharı kaybı olmaması amacı ile kapların ağızları sıkıca kaplanmış ve sızdırmaz-

lık sağlanmıştır. Bu konumda numuneler 24 saat bekletildikten sonra tartılarak, ilk ağırlık ve son ağırlıklarından su buharı emme miktarı hesaplanmıştır. Aynı numuneler, standart laboratuvar koşullarında tekrar 24 saat bekletilip kuruduktan sonra, yeniden benzer su buharı emme testine tabii tutulmuşlardır. Bu şekilde aynı numuneler, tekrarlı olarak 4 kez su buharı emme testine tabii tutularak, tekrarlı su buharı emme performansı incelenmiştir. Aynı test, içerisinde SEP bulundurmayan polipropilen filamentler için de gerçekleştirilmiştir.

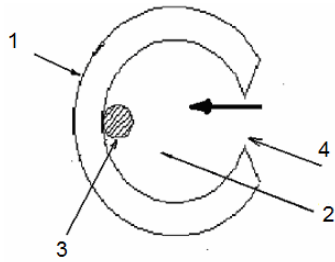


Şekil 6. Düzeye üzerine uygulanan sıcaklıkların filament kesiti üzerindeki etkisi

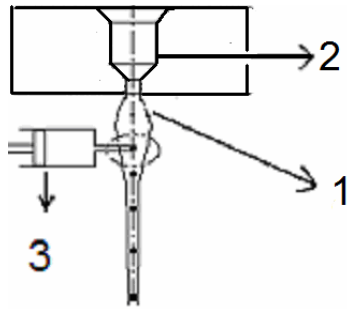
- a- düze üzerinde ısıtma yok
b- düze 65-85°C arasında ısıtıldı
c- düze 140-150°C arasında ısıtıldı



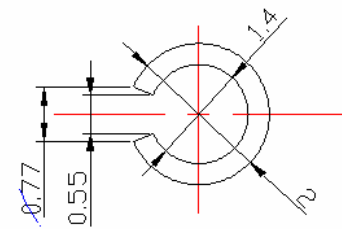
Şekil 2. Filament dış yüzeyinden, filament iç oyduğuna ulaşan kanal



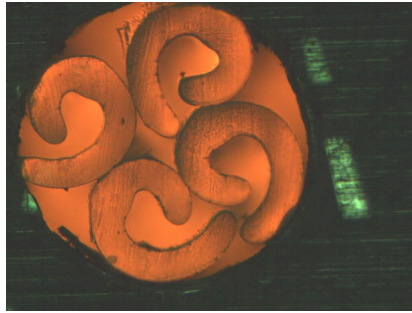
Şekil 3. Katkı malzemelerinin beslenmesine yönelik şematik gösterim



Şekil 4. Filament içerisine katkı malzemelerinin beslenmesi



Şekil 5. Düzedeki C profil delik geometrisi



Şekil 7. Kangal tip enine kesite sahip prototip filament

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, özellikle eriyikten filament üretimi esnasında, gerek ekstrüderdeki yüksek basınç ve mekanik tesirlerden, gerekse de ekstrüderdeki yüksek sıcaklık ortamından ötürü, bozunma tehlikesi nedeniyle filamentlere dahil edilemeyen, katkı malzemelerinin, bozunmaksızın filamentlere dahil edilmesine yönelik, yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bahsi geçen filament yapılarına örnek teşkil edecek filament üretimleri gerçekleştirilmiştir. Üç farklı tipde katkı malzemesi prototip filament iç yapısına başarı ile yerleştirilmiştir;

a- sıvı tinerin içerisine kırmızı renkli baskı boya patı karıştırılarak elde edilen karışım besleme sistemi ile düze deliğine yakın formda C kesitli prototip filamentin kanalından içeriye beslenmiştir. Filament kanalının kapatılması hedeflendiğinden, düze 150°C'ye kadar ısıtılmış ve kanal kapatılmış, nihayetinde içinde boya patı bulunan, ortası boş tipli prototip filament başarı ile elde edilmiştir (Şekil 8a).

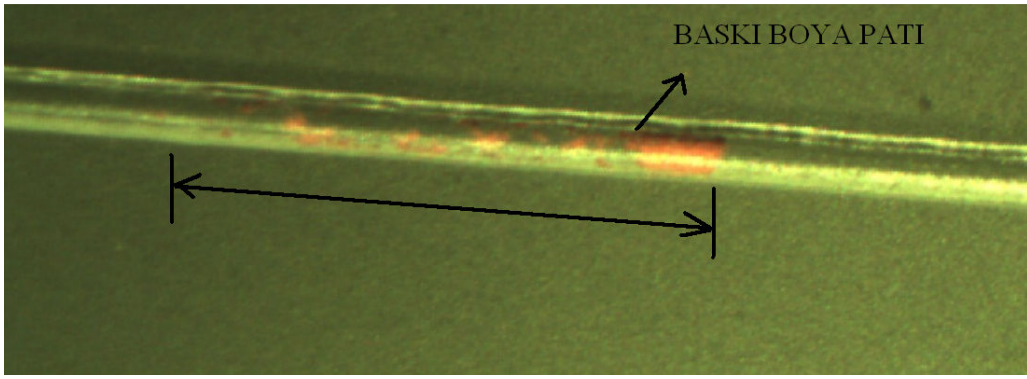
b- sıvı makine yağı prototip filament kanalından içeriye beslenmiştir. Filament kanalının kapatılması hedeflendiğinden, düze 150°C'ye kadar

ısıtılmış ve kanal kapatılmış, nihayetinde içinde sıvı makine yağı bulunan, ortası boş tipli prototip filament başarı ile elde edilmiştir (Şekil 8b).

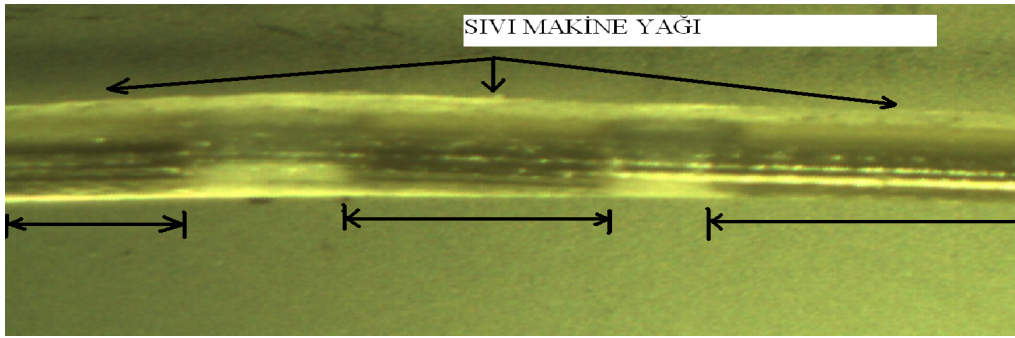
c- 200°C civarlarında termal olarak bozulan, bu sebeple ekstrüder içerisinde muamele edilemeyen, süper emici polimer (SEP) tozucuğu, katkı malzemesi olarak C kesitli prototip filament kanalının içerisine başarı ile yerleştirilmiştir. Filament kanalının tamamen kapanmaması için, düze 80°C'ye kadar ısıtılmıştır (Şekil 8c). Bu prototip filament, saf suya daldırılıp çıkarılmış ve SEP tozucuğunun, suyu emip, kanal içerisinde şişerek yayıldığı görülmüştür (Şekil 8d).

Yukarıda son maddede tanımlanan, SEP ihtiva eden prototip filamentlere uygulanan tekrarlı su buharı emme testi neticesinde, Şekil 9'daki grafik elde edilmiştir. Şekil 9'daki veriler, yedi numunenin ortalama değeri alınarak elde edilmiştir. Burada elde edilen verilere göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

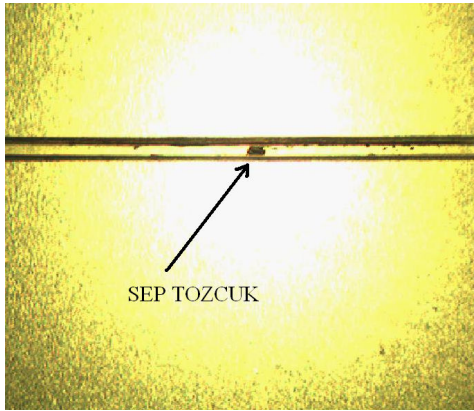
- içerisinde SEP bulundurmayan prototip filament nem emmezken, içerisinde SEP bulunduran prototip filament %18 su buharı emebilmiştir. Böylece, dış yüzeyi polipropilenden ötürü tamamıyla kuru, fakat iç yüzeyinde SEP'den ötürü su veya su buharı emebilen yeni bir prototip lif yapısı başarı ile oluşturulmuştur.
- tekrarlı olarak su buharı emme testi uygulandığında, ilk su buharı emme testinde %18 olan değer, son su buharı emme testinde %17 olmuştur. Buradan da tekrarlı su buharı emme olayının, prototip filamentlerin performansını fazlaca düşürmediği görülmüştür.



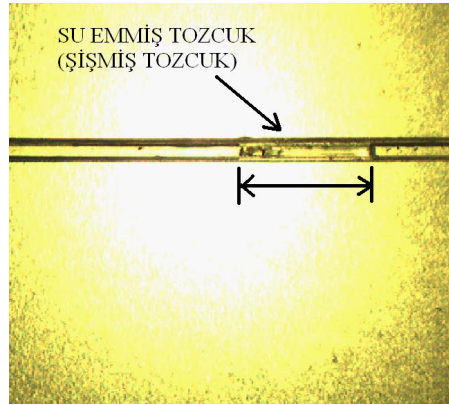
a



b

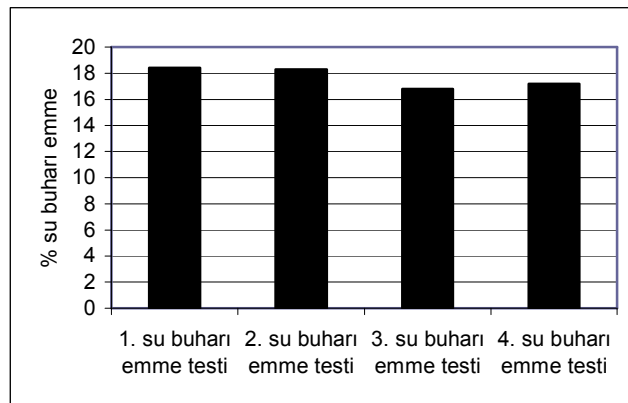


c



d

Şekil 8. Katı malzemeleri içeren filament yapıları;



Şekil 9. Tekrarlı su buharı emme test sonucu

- a- filament kanalının tamamen kapatıldığı filament iç oyuğuna baskı boya patının hapsedildiği filament
- b- filament kanalının tamamen kapatıldığı filament iç oyuğuna sıvı makine yağının hapsedildiği filament
- c- filament oyuğunun hafifçe aralık bırakıldığı, filament iç oyuğuna süper

- emici tozcuklarının (SEP) hapsedildiği filament
- d- "c" maddesindeki prototip filamentte bulunan SEP tozcuğunun suyu emerek şişmiş hali.

TEŞEKKÜR

106M459 numaralı bilimsel araştırma projesi ile bu çalışmaya destek veren TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız. Deneysel çalışmalar esnasında katkıları olan Beyhan Bahar, Oznur Pehlivaner, Ozan KOC'a da teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Mattila, H.R., *Intelligent Textiles and Clothing*, Woodhead Publishing, 2006.
2. Tao, X., *Smart fibers, Fabrics, and Clothing*, Woodhead Publishing, 2001.
3. Leskovsek M., Jedrinovic G., Stankovic-Elesin U., "Spinning polypropylene fibers with microCapsules", *Proceedings of 2nd ITC&DC*, ed., Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, (84-88), 2004.
4. Scott J., *Hollow Fibers: Manufacture and Application*, Noyes Data Corp, 1981.
5. <http://www.cheng.cam.ac.uk/research/groups/polymer/RMP/bart/mcf/papers%20and%20talks/THE%20MANUFACTURE%20OF%20MICRO%20CAPILLARY%20POLYMER%20FILM%20EXTRUSIONS.pdf> (Erişim: 20 Mayıs, 2007), (The Manufacture Of Micro Capillary Polymer Film Extrusions, B. Hallmark and M.R. Mackley).
6. US Patent 4,659,619, "Color changeable fabric", February 21, 1986.
7. US patent 4,457,723, "Color changeable fabric, June 11, 1981.
8. US patent 4,528,237, "Color changeable fabric containing micromagnets adhered to a substrate", April 30, 1984.
9. US patent 6,797,212, "Method for forming hollow fibers", Inventor: Jean Patrick, April 16, 2003.
10. US patent 4,420,534, "Conductive composite filaments and methods for producing said composite filaments", May 28, 1981.
11. US Patent 4,871,615, "Temperature-adaptable textile fibers and method of preparing same", 1989.
12. US patent 6,021,822, "Method of filling hollow fiber with gel", January 22, 1998.
13. US patent 6,919,105, "Continuous process for retaining solid adsorbent particles on shaped micro-cavity fibers", January 6, 2003.
14. US patent 6,913,784, "Continuous process for impregnating solid adsorbent particles into shaped micro-cavity fibers and fiber filters", November 14, 2002.
15. US patent 4,255,487, "Electrically conductive textile fiber", May 10, 1977.
16. US patent 3,958,066, "Conductive synthetic fibers", May 31, 1973.
17. US patent 5,308,563, "Process for producing antistatic yarns", August 31, 1992.
18. US patent 5,820,805, "Process for making multicomponent antistatic fibers", July 15, 1997.

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.

"2009 YILINA ABONE OLMAYI UNUTMAYINIZ"