

Derleme Makale / Review Article

MİKROLİFLERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ, ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Ahu DEMİRÖZ GÜN*

Burçin DEMİRCAN

Ayşe ŞEVKAN

Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Bölümü, UŞAK

Gönderilme Tarihi / Received: 15.07.2011

Kabul Tarihi / Accepted: 09.09.2011

ÖZET

Sentetik liflerin gelişimiyle beraber çok ince liflerin yapımı da günümüzde mümkün hale gelmiştir. Konvansiyonel olarak üretilen liflerden çok daha ince olan mikroliflerin önemi sağladığı fiziksel ve konfor özellikleri ile gittikçe artmaktadır. Daha çok polyester, naylon, polipropilen, akrilik ve viskozdan üretilen mikroliflerin üretim yöntemleri geliştirilmiş ve birçok kullanım alanı bulmuştur. Bu çalışmada da mikroliflerin üretim yöntemleri, özellikleri ve kullanım alanları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikrolif, polyester, filament, lif çekimi

PRODUCTION METHODS, PROPERTIES AND APPLICATIONS OF MICROFIBERS

ABSTRACT

Nowadays production of very fine fibers has become possible with the development of synthetic fibers. Microfibers, which are much thinner than conventional fibers, have been gaining more importance each day due to their physical and comfort properties. Production methods for the microfibers, which can be manufactured from polyester, nylon, polypropylene, acrylic and viscose, have been developed and many utilization areas for them have been pointed out. In this study, production methods and utilization areas of microfibers have been examined.

Keywords: Microfiber, polyester, filament, fiber spinning

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ahu.demiroz@usak.edu.tr*

1. GİRİŞ

0,1-1,0 dtex aralığındaki herhangi insan yapımı lif mikrolif olarak tanımlanmaktadır [1]. Mikroliflerin gelişimi 60'lı yıllarda Japonya'da başlamıştır. İlk mikrolif, Toray Industries şirketinin Tekstil Araştırma Laboratuvarında kimyager olan Dr. Miyoshi Okamoto tarafından 1960'lı yılların ortalarında süet benzeri deri malzeme şeklinde sunulmuştur [1]. Asahi, Kanebo, Kuraray, Mitsubishi, Rayon, Toray, Teijin, Du Pont, Lenzing gibi firmalar tarafından mikrolif üretimi gerçekleştirilmektedir. En çok üretilen insan yapımı mikrolifler polyester, naylon, polipropilen, akrilik ve viskozdan oluşmaktadır [1-2]. Mikrolifler kullanım amacına bağlı olarak kesiksiz filament veya kesikli stapel şeklinde üretilmektedir. Mikrolifler, konvansiyonel lifler ile karşılaştırıldıklarında kumaşlara lüks görünüm, iyileştirilmiş fiziksel ve tutum özellikleri ve yüksek seviyede giyim konforu sağlamaktadır. Bu nedenle, son yıllarda mikroliflere karşı artan bir eğilim bulunmaktadır. Mikrolifler yüksek kalitedeki giysiler, abiye kıyafetler, spor giyim, ev tekstilleri, endüstriyel ürünler gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu makalede daha önce yayınlanan çalışmalar derlenerek mikroliflerin üretim yöntemleri, özellikleri ve kullanım alanı hakkında bilgi verilmiştir.

2. MİKROLİFİN TANIMI

Mikrolif teriminin tanımlanmasında genellikle lif çapı veya dtex veya denye olarak filament numarası göz önüne alınmaktadır. Buna göre, 0,1-1,0 dtex aralığındaki lifler mikrolif olarak tanımlanmaktadır [1, 2]. 0,1 dtex değerinden daha ince lifler ise, süper mikrolif olarak adlandırılmaktadır. Mikrolif yünden 40 kez, pamuktan 30 kez, ipekten 10 kez daha incedir [3].

3. MİKROLİF ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Mikrolif üretimi sürekli filament ve kesikli lif (stapel) olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır [1, 2, 4].

3.1. Sürekli filament şeklinde üretim

Sürekli filament üretim yöntemi direkt lif çekim (konvansiyonel lif çekme) ve bikomponent çekim yöntemi olmak üzere 2 şekilde gerçekleştirilmektedir [1-2, 4].

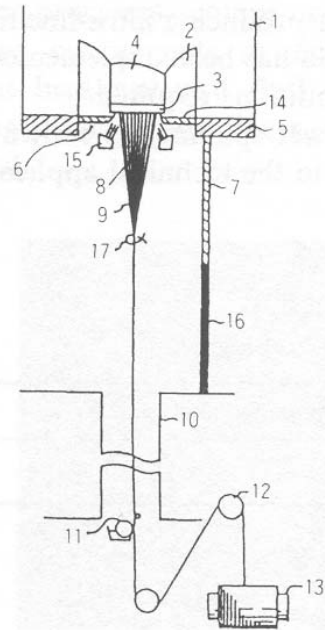
3.1.1. Direkt lif çekim yöntemi (konvansiyonel yöntem)

Konvansiyonel lif çekiminde bilindiği gibi, polimer ya gaz (çoğu kez bu gaz havadır) ya da solüsyon içine basılmakta ve daha sonra da çekilmektedir. Bu nedenle, polimerler düzelerden geçirilmeden önce ya eriyik haline ya da çözelti haline getirilmektedir. Polimerlerin eritilerek düzelerle gönderilmesi eriyikten lif çekme, polimer çözeltisinin kullanılması ise çözeltiden lif çekme olarak tanımlanmaktadır. Mikrolif üretiminde genellikle eriyikten lif

çekme yöntemi kullanılmaktadır. Konvansiyonel lif çekim sistemi mikrolif üretimi için uygulandığında lif kırılması, filament kalınlığında değişim, düze tıkanması ve iplik içindeki filamentler arasında denye değişkenliği gibi problemler ortaya çıkmaktadır [1, 4]. Bu nedenle, bu problemleri ortadan kaldırmak için, Mukhopadhyay [1] ve Nakajima [4] adlı araştırmacıların çalışmalarında da belirtildiği gibi, aşağıda verilen hususlar mikrolif üretimi için göz önüne alınmıştır.

- Polimer viskozitesinin uygun hale getirilmesi (yüksek çekim sıcaklığı viskoziteyi azaltmaktadır)
- Düze tasarımının uygun hale getirilmesi (düze deliklerinin homojen soğutma verecek şekilde düzenlenmesi)
- Düze altındaki ortam sıcaklığının uygun hale getirilmesi (soğutma hızının kontrol edilmesi)
- Filamentlerin bir araya getirilmesinin uygun şekilde yapılması (düzeyle en yakın yerde bir araya getirme)
- Lif çekiminin uygun hale getirilmesi (eğirme geriliminin kontrol edilmesi)
- Düşük hızda çekim (düzgün polimer iletimi)
- Polimerin saf olmasının sağlanması (yüksek derecede filtrasyon)

Direkt lif çekim işlemi şematik olarak Şekil 1'de verilmiştir [4].



Şekil 1. Direkt lif çekim yönteminin şematik diyagramı. 1. çekim başlığı 2. düze sistemi 3. düze 4. polimer eriyiği 5. eğirme kafasının yalıtımı 6. ısı yalıtım plakası 7. üfleyici 8.ısı katılaştırma bölgesi 9. çekim çizgisi 10. çekme kolunu 11. yağlama silindiri 12. sevk edici silindir 13. sarma 14. ısı yalıtım plakası 15. üfleyici 16. havanın çıkışı önleyici plaka 17. kılavuz [4].

Unika Co. Firması, 0,3-0,5 denye aralığında mikrolif üreten ilk firmadır. Asahi Chemical Industry Co. Firması

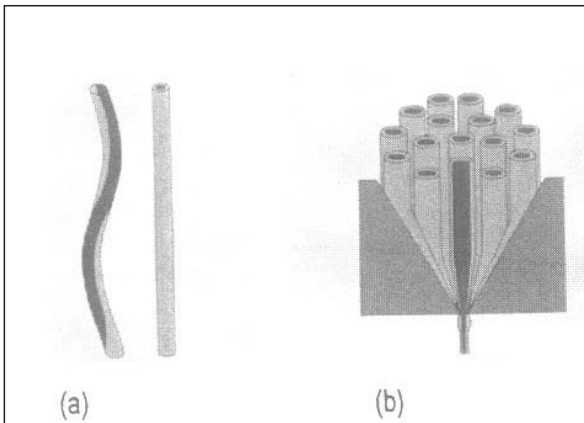
daha sonra, polimer erime viskozitesini, düze tasarımını, düze altındaki ortam sıcaklığını ve filamentleri bir araya getirilme şeklini uygun hale getirerek 0,1-0,3 denye aralığında daha ince mikro polyester lifi geliştirmişlerdir. Unika Co. Firması, 0,3 denyeden daha ince mikrolif üretmek için, polimer erime viskozitesini 950 poise, düze deliklerinin enine kesit alanını $3,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$ ve düzenin 1-3 cm altındaki ortam sıcaklığını 200 °C değerlerine getirmiş ve çekilen filamentleri düzenin 10-20 cm altında bir arada toplamıştır. Asahi Chemical Industry Co. Firması, 0,15 denyeden daha ince polyester mikrolifi üretmek için, polimer erime viskozitesini 480 poise, düze deliklerinin enine kesit alanını $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$, düzenin 1-3 cm altındaki ortam sıcaklığını 150 °C değerlerine getirmiş ve çekilen filamentleri, düzenin 20-70 cm altında bir arada toplamıştır [1, 4]. Direkt lif çekim yöntemi basit olması, kontrolünün kolay olması ve iki bileşenin ayrılması veya ikinci bileşenin uzaklaştırılması gibi çekim sonrasında uygulanan karışık işlemler gerektirmemesi bakımından avantajlıdır [1].

3.1.2. Bikomponent çekim yöntemi

Bikomponent çekim yöntemi Denizde ada, Ayırma ve Çok katmanlı olmak üzere 3 şekilde gerçekleştirilmektedir.

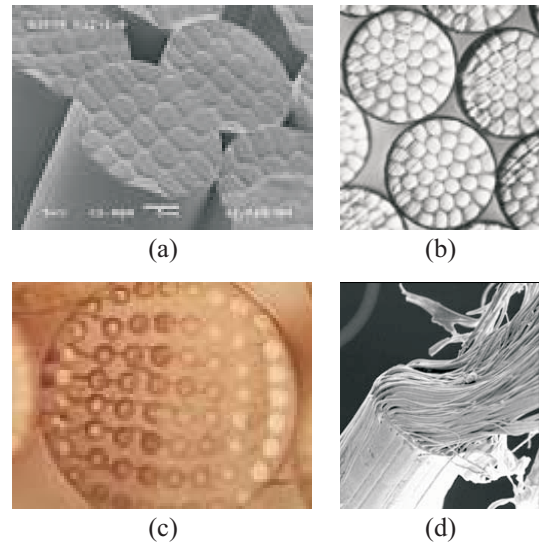
3.1.2.1. Denizde ada yöntemi

Denizde ada tipi birbirine karıştırılamayan iki bileşenin bikomponent yöntemi kullanılarak lif çekilmesi ile oluşturulmaktadır. Bir polimer denizi oluştururken, diğer polimer içine beslenmektedir [1, 5]. Bu durumda, liflerin bir kısmını ada bileşeni, diğerini ise deniz bileşeni oluşturmaktadır. Mikro deneyli filamentler lifler kumaş haline getirildikten sonra deniz polimerinin çözdürülmesi ile meydana gelmektedir [1, 5]. Bu nedenle, iplik eğirme ve kumaş oluşum işlemleri standart tek polimerli lifler ile aynıdır. Şekil 2'de denizde ada tipi yönteminin çekim prensibi gösterilmiştir [4]. Şekilden de görüleceği üzere, iki bileşenden oluşan polimer akışı tek akış oluşturacak şekilde bir araya getirilmektedir.



Şekil 2. Denizde ada yöntemi ile liflerin çekilme prensibi [4].

İki bileşenden oluşan polimer akışları elde edilen filamentlerin kalınlığını belirlemektedir [4]. Çekimden sonraki filamentlerin numarası 2-5 denye (12-20 mikron) arasında değişmektedir [5]. Deniz polimeri uzaklaştırıldıktan sonra kalan ada polimerinden oluşan liflerin çapı 100-800 nanometre arasındadır [5]. Ada bileşeni genellikle polyesterden oluşmaktadır [5]. Nylon, polipropilen, ve polietilen de ada bileşenlerinde kullanılan diğer polimerlerdir [4]. Deniz polimeri ise PVA veya copolyester gibi suda çözünebilir polimerlerden oluşmaktadır [5]. Denizde ada yöntemi ilave maliyet gerektirmesine rağmen süet tipi sentetik deri ürünlerinin elde edilmesinde oldukça başarılı bir şekilde uygulanmaktadır [1, 5-6]. Bu yöntem ayrıca ince filtreler ve temizlik bezlerinde de kullanılmaktadır [4]. Çok ince çok filamentli iplikteki ada sayısı düze tasarımına bağlıdır. Ada bileşenin deniz bileşenine oranı her bileşenin çekim hızı ile belirlenmektedir [4]. Daha önceki yıllarda 24 ve 32 adalı lifler üretilmiş ve bu lifler ultra süet ve suni deri gibi ürünlerde kullanılmıştır. Günümüzde ticari olarak daha çok 64 adalı lifler kullanılmaktadır [5]. Hills Inc. Firması daha sonra liflerdeki ada sayısını 600 ve 900'e kadar çıkarmıştır [6]. Şekil 3'de Hills Inc. firmasının ürettiği 25, 37, 64 ve 600 adalı liflerin enine kesitleri gösterilmiştir. Ada lifin yaklaşık %80 lik kısmını, deniz de yaklaşık lifin %20 sini oluşturmaktadır. Ada filamentleri ada polimerinin kütlesinin %65 ini geçerse kare şeklini almaktadır [1, 5].

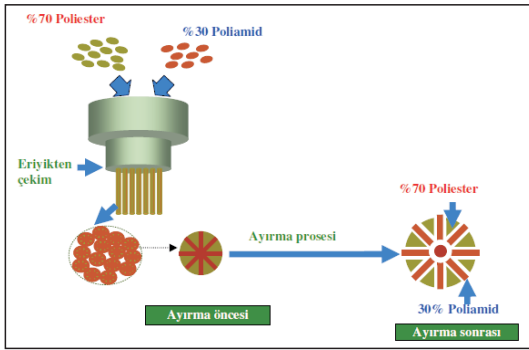


Şekil 3. Çeşitli sayıdaki adalardan oluşan lifler a) 25 adalı b) 37 adalı c) 64 adalı d) 600 adalı [7].

3.1.2.2. Ayırma yöntemi

Mikrolif üretiminde kullanılan en eski metotlardan birisidir. Bu yöntemde birbirine karışmayan iki farklı polimer lif içerisinde pasta dilimleri veya üçgen prizma şeklindeki düzenlenmiştir. Ayırma yönteminin denizde ada yönteminden farkı çözdürme ile ikinci bileşenin uzaklaştırılması yerine ikinci bileşenin de birinci bileşen gibi lif

içerisinde yer almaktadır. Lifler genellikle PET ve naylondan üretilmektedir [1, 4]. Son zamanlarda co-polyester lifi naylon lifinin yerini almıştır [1, 8]. Poliamid/polyester veya polyester/poliolenin de tercih edilen kombinasyonlar arasındadır [9]. Ayırma yöntemine göre üretilen lifler konvansiyonel polyester lifleri ile karşılaştırıldığında iyi derecedeki dökümlülük, yumuşaklık, hacimlilik, düzgünlük, estetik ve konfor özellikleri nedeni ile suni derilerde, temizlik bezlerinde, ipek benzeri kumaşlarda ve hava geçirgenliği yüksek, su geçirmez kumaşların üretiminde kullanılmaktadır [1]. Ayırma yöntemine göre lif oluşumu çeşitli yöntemler ile gerçekleştirilmektedir [1]. Genel olarak bu yöntemlerde, polimer bileşenleri düzeden geçirilmektedir. Daha sonra lifler mikrolifi oluşturmak için çeşitli mekanik veya kimyasal işlemler ile pasta dilimi şeklinde bölümlere ayrılmaktadır [1, 4]. Polimerler özellikleri farklı olduğu için, çekim ve katılma sonrası ortaya çıkan şişme, çekme ve mekanik zorlanmalarla iki bileşene ayrılmaktadır. Ayırma yöntemi ile lif üretiminin genel prensibi Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Ayırma yöntemine göre mikrolif üretim prensibi [1, 9].

Bu prensibe göre uygulanan 3 yöntem bulunmaktadır [1]. 1. yöntemde öncelikle ayrılabilir iki polimerli birleşik lifler oluşturulmakta, daha sonra bu birleşik lifleri ayırmak için, lif benzil alkol veya fenil etil alkol ile işlem görmektedir. 2. yöntemde yine ayrılabilir birleşik lif oluşturulmakta, ayırma işlemi sıcak sulu çözelti ile veya kuru halde mekanik olarak gerçekleştirilmektedir. Hills Inc. Firması bu tekniği kullanarak 2-4 denye inceliğinde filamentleri olan iplik üretmiştir. Kumaş formunda, lifleri ayırmak için, orta derecede kostik (NaOH) çözelti kumaşa uygulanmıştır [1]. 3. yöntemde de birleşik lifler enine kesitlerini ayırmak üzere hidrolik veya mekanik olarak işlenmektedir.

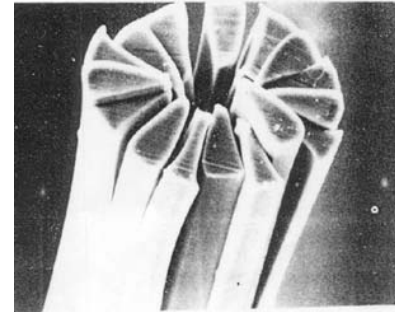
Çok ince lifler, “*” ve “+” şeklindeki özel olarak tasarlanmış düzeler ile yapılmaktadır [4]. “+” şeklindeki düze ile bileşenler 4 bölüme ayrılmaktadır. “*” şeklindeki düze ile bölüm sayısı artırılmıştır. Ayırma yöntemine göre üretilen lifin “*” şeklinde enine kesiti Şekil 5'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi lif pasta dilimi şeklinde 8 üçgen bölüme ayrılmıştır. Lifler çeşitli sayılarda üçgen bölümlere ayrılabilir. 16 ve 32 dilim yaygın olarak kullanılan dilim sayılarıdır. Ayırma işleminden sonra filamentlerin çoğu 0,1 denyeden daha küçük boyuta sahip

olmaktadır [6]. Naylon ve polyesterden oluşan lifler yaygın olarak 16 parçalı olarak yapılmaktadır. Maliyet nedeniyle naylon %10-15 oranında, polyester %80-85 oranında kullanılmaktadır.



Şekil 5. Ayırma yöntemi ile üretilen mikrolifin ayırma işleminden sonraki enine kesiti [1].

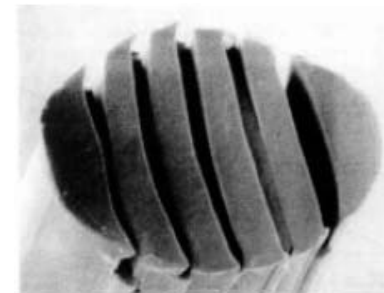
Ayırma yöntemi ile içi boş ayrılabilir lifler de üretilebilmektedir [4]. Şekil 6'da içi boşluklu lifin enine kesiti gösterilmiştir.



Şekil 6. Ayırma yöntemi ile üretilen içi boşluklu mikrolifin ayırma işleminden sonraki enine kesiti [1, 10].

3.1.2.3. Çok katmanlı tip (Yan-yana bikomponent lifler)

Birbiri ile uyuşmayan iki polimer bir bikomponent düzesinden eşzamanlı olarak püskürtülerek yan yana birbirine paralel farklı katmanlar oluşturur. Bu liflerden üretilen tekstil ürünlerinin görünüşleri, tutumları ve fiziksel özellikleri, polimer tipinin uygun seçimi, enine kesiti ve iki bileşenin oranlarına göre değişmektedir [11]. Yaygın olarak polyester ve naylon kullanılmaktadır. Polyester ve naylon 6 dan oluşan bileşik lif daha sonra 0,2-0,3 denye inceliğinde filamentlere ayrılmaktadır [1, 4]. Şekil 7'de çok katmanlı yöntemine göre üretilmiş mikrolif kesiti görülmektedir.



Şekil 7. Çok katmanlı tip üretim prensibine göre üretilmiş mikrolif kesiti [1].

3.1.2.4. Sürekli filament üretiminde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması

Yukarıda açıklanan sürekli filament üretiminde kullanılan Konvansiyonel, Denizde ada ve Çok katmanlı yöntemlerinin lif çekim prosedürleri karşılaştırılmalı olarak Tablo 1'de özetlenmiştir.

3.2. Kesikli lif şeklinde üretim

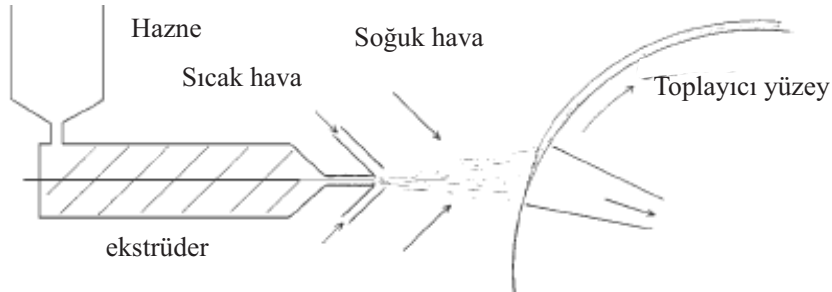
Kesikli lif şeklinde mikroliflerin üretimi dokusuz yüzey üretim yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır. Üretim eriyik püskürtme (meltblown), flaş çekim (flash spinning), sonsuz elyaf serme (spunbond) ve polimer karışimli çekme (polymer blend spinning) yöntemleri olmak üzere 4 şekilde gerçekleştirilmektedir [1, 4].

3.2.1. Eriyik püskürtme yöntemi

Eriyik püskürtme metodunun en büyük özelliği eritilen polimerin mikrolifli tülbent oluşumu için yüksek hızdaki sıcak hava akımı ile çekim işlemine tabi tutulmasıdır [1]. Eriyik püskürtme yönteminin şematik olarak görüntüsü Şekil 8'de verilmiştir [12].

Bu yöntemde öncelikle polimer ekstruderde eritilmekte, filtrasyon adımlarından geçmekte ve sonra bir pompa ile, lif çekim başlıklarına gelmektedir. Burada düzden fişkırtılan erimiş polimer direkt olarak düze ağzında yüksek hızdaki sıcak havaya maruz kalmaktadır [13]. Bu

şekilde lif hava karışımı oluşmaktadır. Erime şartlarına, lif şekline ve sıcaklığa bağlı olarak lif çekimi 6000-30000 m/dk hızda hava ile gerçekleştirilmektedir. Yüksek sıcaklıkta lifleri çekmek için hava sıcaklığı liflerin erime sıcaklığına göre ayarlanır [13]. Daha sonraki aşamada soğuk hava uygulanır. Soğuk hava sıcak hava ile karışır ve polimer katılaştırır [12]. İncelen lifler en son aşama olarak alt tarafta bulunan toplayıcı üzerine düşerek tülbent oluştururlar [1, 12-13]. İnce lif yapımı lif çekim başlığı çıkışındaki erimiş polimerin çok düşük viskozitede olmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, erimiş polimerin viskozitesi eriyikten çekme yönteminde kullanılan konvansiyonel polyesterin viskozitesinden daha düşüktür [1, 4]. Yüksek erime sıcaklığı düşük viskoziteye neden olur. Hava hızı ve hava sıcaklığı lif özelliklerini ve tülbent kalitesini büyük ölçüde belirlemektedir [13]. Günümüzde eriyik püskürtme yöntemi mikrolif üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. En büyük avantajı çok ince düze gerektirmeden yüksek hızda çok ince lif üretilmesini sağlamaktır [12]. Filtrasyon, hijyen ve emicilik gerektiren ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Bu yöntem ile çapları 1-5 nanometreden daha ince lif üretmek mümkündür [4, 13]. Üretilen liflerin mukavemetleri düşüktür. Lif çapları lif boyunca ve lifler arasında büyük değişiklikler göstermektedir. Polimerden doğrudan tekstil yüzeyi oluşturma olanağı sağlayabilen bu yöntemin diğer bir dezavantajı da üretim ekipmanı maliyetlerinin çok yüksek olmasıdır.



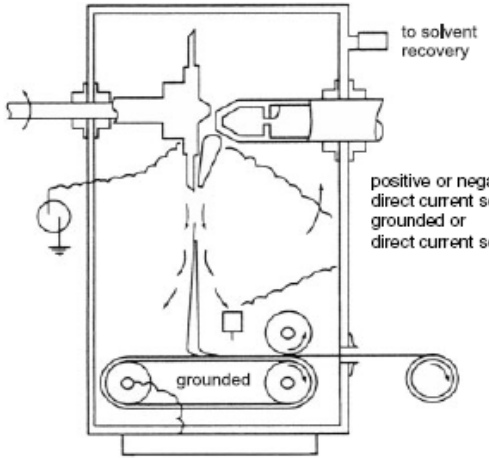
Şekil 8. Eriyik püskürtme metodunun şematik diyagramı [12].

Tablo 1. Sürekli filament üretiminde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması [4].

| | Konvansiyonel yöntem | Denizde Ada yöntemi | Çok Katmanlı Yöntem |
|--|--|--|--|
| Ayırma işleminden sonraki incelik sınırı | >0,1 d | ~0,0001 d Dairesel olmayan enine kesitler mümkün | 0,1 d Düz enine kesit |
| Metot | Lif çekimi | Bileşenleri çözücü ile ayırma | Fiziko-kimyasal ayırma |
| Üretim | Nispeten zor. Konvansiyonel liflerden farklı. Yumuşak. | Nispeten kolay. Konvansiyonel liflere benziyor. Daha az yumuşak. | Nispeten kolay. Konvansiyonel liflere benziyor. Yumuşak. |
| Kumaşta filamentler arası mesafe | Kısa | Kontrol edilebilir | Kısa |
| Tutum | Sert | Yumuşak | Kimyasal işlemden geçmediyse sert |
| Tek bileşenli lif | Mümkün. Çok bileşenli lif eldesi de mümkün. | Çözme ile mümkün. Çok bileşenli lif eldesi de mümkün. | Mümkün değil. Çözme işlemi ile mümkün olabilir. |
| Boyanabilirlik/Renk haslığı | Kolay boyanabilir. Zayıf renk haslığı | Kolay boyanabilir. Zayıf renk haslığı | Zayıf renk haslığı |

3.2.2. Flaş Eğirme Yöntemi

Bu yöntemde polimerin öncelikle yüksek sıcaklık ve basınç altında bir çözücü içinde çözdürülmesi sağlanır. Buradaki sıcaklığın çözücünün kaynama noktasının üzerinde olması gerekmektedir. Daha sonra polimer çözeltisi daha düşük atmosfer basıncı altındaki bir alana püskürtülmektedir. Bu şekilde çözücü buharlaşmakta ve geriye bir elyaf yığını kalmaktadır [1]. Oluşan lifler 3 boyutlu ağ şeklinde birbirlerine bağlanan ince fibrillerden oluşmaktadır. Şekil 9'da üretim işlemi gösterilmiştir.

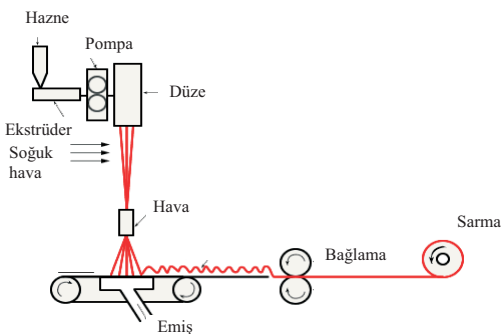


Şekil 9. Eriyik püskürtme metodunun şematik diyagramı [13].

Bu teknoloji ile elde edilecek lif inceliği 0,01–10 denye arasında değişmektedir. Genelde ortalama 0,1–0,15 denye olacak şekilde üretilir. Filament kesiti dairesel değildir ve oluşan liflerin mikro-kabarcıklı bir yapısı vardır [4]. Bu işlem 0,5 ile 10 nanometre arasında değişen ince lif üretimini de sağlamaktadır [13]. Bu teknoloji Du Pont firması tarafından organik çözücülerin patlama davranışı araştırılırken tesadüfi olarak bulunmuştur [1, 4].

3.2.3. Sonsuz Elyaf Serme Yöntemi

Genel sonsuz elyaf serme metodu kesiksiz filamentlerden oluşan tülbentin oluşturulması ve daha sonra mekanik, ısı ve kimyasal yollar ile liflerin bağlanması prensibine dayanmaktadır [1]. Şekil 10'da birçok üretici tarafından yaygın olarak kullanılan sonsuz elyaf serme metodunun şematik görünümü verilmiştir.



Şekil 10. Sonsuz elyaf serme metodunun şematik diyagramı [4].

Sonsuz elyaf serme metodu genel olarak eriyik püskürtme metoduna benzemektedir. Sonsuz elyaf serme metodunda filamentler hava jeti ile çekilmektedir. Filamentlerin hava jeti yerine silindriklere ile de çekilmesi mümkündür. Normal denye değerine sahip konvansiyonel sonsuz elyaf serme metodu ile mikrolif oluşumu da mümkündür. Mikroliflerden oluşan filamentlerin inceliği 0,5 denye veya daha incedir. Filamentleri oluşturmak için çeşitli polimer tipleri kullanılabilir. Bu polimerler arasında, polietilen tereftalat (PET), poliolefin, polifenil sülfür (PPS) ve poliamid bulunmaktadır. Polimer kombinasyonları da çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır [4].

3.2.4. Polimer Karışımli Eğirme Yöntemi

Bu yöntemde iki bileşenli lif iki polimer eriyiğinin karıştırılıp çekilmesi ile üretilir. Dispers olmuş ve dispers olmamış (matrix) bileşenler bileşenlerin karışım oranlarına ve eriyik viskozitelerine bakılarak belirlenmektedir. Konvansiyonel lif çekim sistemi bir karıştırıcı eklenerek polimer karışımli lif çekim sistemine dönüştürülebilmektedir. Lif çekim stabilizesi tamamen polimer bileşenlerine bağlı olsa da bu yöntem ile üretilen lif inceliği kontrol edilememekte ve üretim esnasında lifler kolayca kırılmaktadır. Polimerin dispers olduğu aşamada mikrolif formunda çekim yapıldığı için sürekli filament tipinin üretilmesi bu lif çekim yöntemi ile mümkün değildir [1].

4. MİKROLİFLERİN ÖZELLİKLERİ

Mikrolifler birçok doğal lifden daha incedir. Bu nedenle mikroliflerin ince yapısı elde edilen iplik ve kumaşların özelliklerini de büyük ölçüde etkilemektedir. Lifin enine kesiti dairesel olarak kabul edilirse, lif yoğunluğu ρ olan bir lifin çapı (d) ile denye olarak inceliği arasındaki ilişki aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir [1].

$$d(\text{çap}) = \frac{11,8929 \times 10^4 \times \sqrt{\text{denye}}}{\rho} \quad (1)$$

İnce lif yapısından dolayı mikroliften yapılan mamuller standart liften yapılan mamuller ile karşılaştırıldığında daha fazla lif veya filament içermektedir. Bu nedenle mikroliften yapılan mamuller yumuşak, düzgün ve hacimli özellik gösterirler [4, 11, 14, 15]. Lif sayısının fazla olması nedeniyle mikrolifli mamuller daha yüksek yüzey alanına sahiptir. Yüzey alanının yüksek olması mikroliften elde edilen kumaşların daha parlak olmasını sağlar [4, 11, 14]. Bilindiği gibi, bir lifin çekme mukavemeti ve eğilme rijitliği büyük ölçüde lif çapına bağlıdır. Bu nedenle, mikrolifin çapının küçük olması mikro liflerin çekme mukavemeti ve eğilme rijitliği özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Enine kesiti dairesel olarak kabul edilen bir lifin çapı d ise kesit alanı aşağıda verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$A = \pi \left(\frac{d^2}{4} \right) \quad (2)$$

Eğer bu lifin uzunluğu L ise ve lifin uçlarına F kuvveti uygulanırsa, çekme gerilmesi (σ) ve çekme kuvvetinin neden olduğu uzama oranı (ε) lif çapına bağlı olarak aşağıda verilmiştir.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d^2} \quad (3)$$

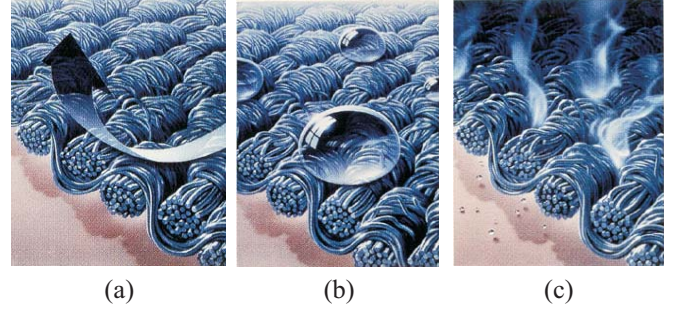
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{F}{EA} = \frac{4F}{E\pi d^2} \quad (4)$$

Yukarıda verilen ifadelerde görüldüğü gibi, çekme gerilmesi (σ) ve uzama oranı (ε) lif çapının karesi (d^2) ile ters orantılı olarak değişmektedir. Bu durumda enine kesiti küçük olan mikrolif enine kesiti büyük olan konvansiyonel liften daha yüksek gerilmelere ve uzamaya maruz kalacaktır. Mikrolifte görülebilecek ani boyut değişimleri çaptaki düşüşten kaynaklanmaktadır [1]. Çaplarının küçük olması nedeni ile mikroliflerin eğilmeye karşı dirençleri düşüktür [4]. Lif çapı küçüldükçe lif çapı ile doğru orantılı olarak değişen atalet momenti düşmekte ve buna bağlı olarak eğilme deformasyonu artış gösterdiğinden, mikroliflerin eğilme direnci düşmektedir. Mikroliflerin düşük eğilme dayanımı mikroliften üretilen kumaşların dökümlülüklerinin daha iyi olmasını sağlamaktadır [15]. Srinivasan ve arkadaşları [16] mikrolif şeklinde polyester ve konvansiyonel polyester ve yine Ramakrishnan ve arkadaşları [17] mikrolif şeklinde viskoz ve konvansiyonel viskoz lifleri kullanarak ürettikleri örme kumaşların özelliklerini incelemişler ve çalışmaların sonucunda mikrolifli kumaşların dökümlülüklerinin konvansiyonel lifli kumaşlara göre daha yüksek çıktığını belirtmişlerdir.

Mikroliften elde edilen iplik ve kumaşların mukavemetleri yüksektir [15]. Ramakrishnan ve arkadaşları [17] mikrolif ve konvansiyonel viskoz kullanarak yaptıkları çalışmada mikroliften elde edilen ipliklerin mukavemet değerlerinin daha yüksek olduğunu ve daha iyi düzgünsüzlük değeri gösterdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra bu mikrolif ipliklerden elde edilen örme kumaşların patlama mukavemetleri de konvansiyonel viskoz ipliklerden elde edilen kumaşlara göre daha yüksek çıkmıştır [17].

Mikrolifli kumaşların daha fazla lif içermesi lifler arasındaki boşlukları azalttığı için elde edilen kumaş yapısının daha sıkı olmasını sağlamaktadır. Sıkı kumaş yapısı rüzgârın içeri girmesini engellerken vücut ısısının giysinin dışarı çıkmasına engel olmaktadır [11, 15, 18]. Mikroliflerin sıkı kumaş yapısı oluşturması polyesterin ıslanmaya karşı olan doğal dayanımı ile birleştiğinde kumaş su damlalarının geçişine engel olmaktadır [14]. Bu nedenle mikroliflerden elde edilen kumaşlar soğuk, rüzgâr, yağmur ve su geçirmezlik özelliklerine sahiptir. Mikrolifli kumaşlar su itici özellikte olmasına rağmen su buharı geçi-

şine izin vermektedir [14, 18]. Böylece herhangi bir kimyasal ya da kaplama gerektirmeksizin, nefes alabilen kumaşlar üretilebilir. Nefes alabilen kumaşların rüzgâr, su ve su buharı etkilerine karşı gösterdiği tutum Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. (a) Mikrolifli dokuma kumaşların rüzgâra karşı bariyer etkisi, (b) Mikrolifli dokuma kumaşların su iticilik özelliği, (c) Mikrolifli dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği [18].

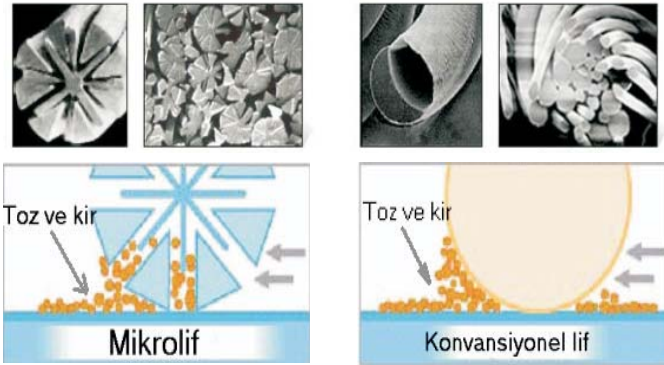
Su buharını geçirme özelliği mikrolifli kumaşların hijyenik olmasını sağlar. Bu nedenle mikrolifli kumaşlar antimikrobiyal özelliğe sahiptir [15]. Aynı zamanda mikrolifli kumaşlar kendi ağırlığının 7 katından daha fazla miktarda su emmektedir [15]. Srinivasan ve arkadaşları [16] yaptıkları çalışmada mikrolif polyester ve konvansiyonel polyester kullanarak elde ettikleri kumaşların su emicilik özelliklerini incelediklerinde, mikrolifli polyester kumaşın su emiciliğinin daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir [16]. Bu durumu mikroliflerin yüzey alanının daha yüksek olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Yüzey alanının daha fazla olması aynı zamanda daha yüksek nem geçirgenliğini de sağlamaktadır. Ramakrishnan ve arkadaşları [17] mikrolif ve konvansiyonel viskoz kullanarak yaptıkları çalışmada, kumaşlara damlama testi uygulamış ve mikrolifli kumaşta yayılma hızının daha yüksek çıktığını görmüşlerdir [17]. Mikrolifli kumaşlar, normal denyedeki lifin kuruma zamanına göre 3 kat daha hızlı kurumaktadır [15]. Srinivasan ve arkadaşlarının [16] yapmış olduğu çalışmada da mikrolifli polyester örme kumaşlar için konvansiyonel kumaşlara göre daha yüksek kuruma hızları elde edilmiştir [16].

Mikrolifli kumaşlar diğer malzemelerle karışım oluşturmaya yatkındır [4]. Kolay yıkanabilme ve kuru temizlenebilme özelliklerine sahiptirler [15]. Mikrolifli kumaşların ısı iletkenliği daha yüksektir. Gun'un [19] mikrolif şeklinde modal viskoz ve konvansiyonel modal viskoz kullanarak elde ettiği örme kumaşların özelliklerini incelediği çalışmada, mikrolifli modal örme kumaşlar konvansiyonel modal örme kumaşlara göre daha yüksek ısı iletkenlik değerleri göstermişlerdir. Bunun nedeni olarak da mikrolif içeren kumaşların daha az hava ve daha fazla lif içermesi gösterilmiştir. Bilindiği gibi, havanın ısı iletkenliği lifin ısı iletkenlik değerinden düşüktür [19].

5. MİKROLİFLİ KUMAŞLARIN KULLANIM ALANLARI

5.1. Temizleme bezleri

Mikrolif içermeyen temizlik bezleri genellikle kir ve tozları içine almadan bir yerden diğer yere taşımaktadır. Buna karşın mikrolifli kumaşlar kiri yüzeyden alır ve yıkanmaya kadar kirleri kumaş yapısı içinde tutmaktadır. Ayrıca herhangi bir kimyasala ihtiyaç duymadan sadece su ile temizlenebilirler [15]. Mikroliflerin yüzey alanı normal incelik değerine sahip liften 10 kat daha fazladır. Ayrıca çaplarının küçük olması kumaşların yüksek derecede emiş özelliğine sahip olmasını sağlar. Mikrolifli kumaşlar sıvıyı çekmesinin yanı sıra, aynı zamanda sıvı içindeki mikrop ve parçacıkları da çekmektedir. Bu nedenle artan yüzey alanı ve emiş özellikleri mikroliflerin kendi ağırlığının birçok katı kadar sıvıyı çekmesini sağlamaktadır [1]. Lifin ince olması santimetre karede daha fazla lif olmasını sağladığından daha fazla lif temizlenecek yüzey ile temas eder. Bu şekilde daha hızlı ve verimli sonuç elde edilir. Özellikle ayırma yöntemi ile elde edilen mikrolifler kiri daha kolay şekilde içinde tutmaktadır [1]. Ayırma yöntemine göre elde edilen mikrolif ile konvansiyonel lifin toz ve kir tutma prensibi Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. Mikrolif ve konvansiyonel lifin toz ve kir tutma prensibi [9].

Mikrolif üretiminde poliamid kullanıldığında mikrolif pozitif yüklü özellik kazanır. Çoğu kir ve toz parçaları, bakteri, polen, metaldeki pas vs. ise negatif yüklüdür. Bu özellik de mikrolifin negatif yüklü parçaları çekmesini sağlar [1].

5.2. Tıbbi tekstiller

Yüksek sıvı transferi, yüksek elastikiyet ve vücut sıvılarının istenmeyen kokularını kamufle edebilme özelliklerinden dolayı mikrolifler, hasta bezleri, hijyenik pedler ve bebek bezleri yapımında kullanılmaktadır [11]. Mikroliflerden yapılan kumaşlar çok iyi nefes alabilir özelliğe sahip olduğundan yara bakımında kullanılmaktadır. Mikroliflerin enine kesiti daha çok üçgen şeklindedir, keskin kenarlara ve nanometre boyutlarına yakın çapa sahiptir. Herhangi bir bakterinin çapı ise 2-5 nanometredir. Bu nedenle mikrolifin küçük boyutu ve yapısı lifin bakteri

veya liften daha küçük mikropların altına girmesini sağlar ve bunları büyük ölçüde yüzeyden uzaklaştırır. Ayrıca, performansı artırmak için mikrolifler dokuma kumaşlarda 50/50 oranında, örme kumaşlarda, 70/30 oranında polyester lifleri ile karıştırılmaktadır [1]. Tıbbi tekstillerde özellikle dokusuz yüzeyler kullanılmaktadır. Mikrolifli dokusuz yüzeyler diğer tekstil yüzeyleri ile karşılaştırıldığında daha düşük maliyete, daha kolay kullanıma, daha güvenli ve atılabilir özelliklere sahiptir. Bu nedenle mikrolifli dokusuz yüzeyler koruyucu maskelerde, ameliyat önlüklerinde, eldivenlerinde ve yatak takımlarında kullanılmaktadır [15].

5.3. Dış giysiler

İnce yapısı, dökümlü olması, yumuşak ve ipek benzeri tutuma sahip olması özellikleri nedeni ile mikrolifli kumaşlar daha çok yüksek kalitedeki abiye giysilerde kullanılmaktadır.

5.4. Sentetik deriler

Güzel görünüm, yumuşaklık ve yüksek su absorpsiyonu ve su buharı geçişini sağlayan gözenekli yapısı gibi özellikleri ile doğal deriler çok popülerdir. Buna karşın, sınırlı kaynağa sahip olması, aşırı pahalı olması ve hayvanları koruma bilinci nedeni ile pazarda az miktarda bulunurlar. Sentetik liflerin bulunmasıyla çok ince lif elde etme isteği üzerine Japonların ürettiği oldukları çok ince filamentler ilk olarak sentetik deri ve dokusuz yüzey kumaşlarda kullanılmıştır [15]. Özellikle denizde ada yöntemine göre üretilen mikrolifler suni deri üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Günümüzde sentetik deri üretimi ham maddesi PET, PA veya PAN olan mikrolifli dokusuz yüzeylerin, poliüretan (PU) malzeme ile emdirilmesiyle üretilmektedir [4]. Sentetik deri yumuşak tutum, kırılganlığa karşı dayanım, kopma uzaması ve mukavemeti, hava geçirgenlik, su çekme ve kolay bakım gibi özellikleri bakımından doğal deriden daha iyidir. Sentetik deri mikrolifin yüksek yüzey alanı nedeni ile düşük boya haslıklarına sahiptir [1].

5.5. Filtre kumaşları

İnceliği ve sıkı yapısı sayesinde mikrolifler hava ve sıvı filtrasyonu için mükemmel bir filtre etkisi sunmaktadır. Mikrolifli sıvı filtreler yüksek sıvı geçiş hızı, mikro boyutları parçaların tutulmasını sağlayan yüksek süzme performansı ve filtreden mikro parçaların kolay temizlenmesi gibi özelliklere sahiptir [15]. Bilinen mikroliflerden bağımsız olarak ultra ince mikroliflerden üretilen ürünler, örneğin 0,05 dtex incelikli polipropilenden üretilmiş dokusuz yüzeyler, kalıcı polarizasyon sağlayan yüksek elektrik voltajıyla birlikte yüklü toz parçacıklarını çeker ve absorbe eder [15]. Ayrılabilir sentetik mikrolifler filtrasyon malzemesinin performansını artırır. Özellikle, ayrılabilir

liflerdeki iki farklı polimerin seçimi akım koşulları altında turboelektrik özellikler oluşturur. İki polimer ilk aşamada filtrasyon özelliklerini artırmak için elektro statik olarak yüklenebilir [1].

5.6. Enerji depolama

Metal kaplı mikrolif kullanılarak üretilen eşanjörler enerji tüketiminde köklü tasarruf sağlamaktadır. Bunun nedeni mikroliflerin ısı iletimi özelliğidir. Metal kaplı mikrolif sayısı arttıkça ısı transferi artmaktadır. Ayrıca, metal kaplı mikrolif sayısı ile beraber basınç düşüşü artmaktadır. Eşanjör tüplerinin içinde metal kaplı mikrolif kullanılarak eşanjörlerin ısı transferi özelliği geliştirilmiştir [15].

5.7. İnşaat uygulamaları

Kompozitler farklı özellikteki katmanların bir araya getirilmesiyle oluşan çok katmanlı materyallerdir. Kompozitler bu farklı katmanların daha iyi bir kullanım özelliği sağlaması amacıyla elde edilirler. Polipropilen ve bikomponent mikrolifler elyaf takviyeli kompozitler için çok önemli bileşenlerdir. Çünkü sadece takviye elemanı olarak değil, bağlayıcı görevleri ile de kullanılırlar. Polipropilen ve bikomponent mikrolifler takviyeli betonlar (takviye ve çatlamayı engelleme amacıyla), yalıtım malzemeleri (kimyasal bağlayıcı kullanımını engelleme amacıyla), çok işlevli sıvı transport malzemeleri (tabaka edinimi ve dağılımı), dokuma kumaşlar (boyutsal stabilite ağı olarak) ve kaplama ürünleri gibi çeşitli kompozit malzemelerde kullanılırlar [15].

Polipropilen ve bikomponent (PP/PE) mikrolifler kompozit materyallere yapısal performans ve işlevsellik kazandırma yeteneğine sahiptir ve elyaf takviyeli kompozitlerde aşağıdaki avantajları sağlarlar [15]:

- Düşük ağırlıklı yapıların oluşumuna olanak sağlarlar.
- İşlemesi kolay ve çevre dostu termoplastik yapıların üretimini sağlarlar.
- Yüksek mekanik özellik, sertlik ve darbe dayanımı gösterirler.
- Katı ortamlarda stabilite sağlarlar.
- Kompozit malzemeye büyüklük ve yumuşaklık kazandırılırlar.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, yapılan diğer çalışmalar ışığında mikrolifler incelenmiş ve mikroliflerin hem fiziksel hem de konfor özellikleri açısından büyük önem arz ettiği görülmüştür. Sağladığı bu özellikleri ile mikrolifler tekstil sektöründe ve kullanım alanları dahilinde diğer birçok sektörde avantajlarını ortaya koymakta ve gelecek vaat etmektedir. Bu bağlamda mikroliflerin üretim yöntemleri daha da geliştirilebilir, daha düşük maliyetle mikrolif üretimi için çalışmalar yapılarak kullanım alanları genişletilebilir.

KAYNAKLAR

1. Mukhopadhyay, S. and Ramakrishnan, G., (2008), *Microfibres*, Textile Progress, 40, 1-86.
2. Mukhopadhyay, S., (2002), *Microfibres- An Overview*, Indian Journal of Fibres & Textile Research, 27, 307-314.
3. *What is microfiber?*, <http://www.mipackofarrela.com/aboutmicrofiber.htm>, Temmuz, 2011.
4. Nakajima, T., (1994), *Advanced Fiber Spinning Technology*, Woodhead Publishing Limited, İngiltere.
5. Hagewood, J., *Spinning of Submicron Diameter Fibers*, www.hillsinc.net/spinningfiber.shtml, Mayıs, 2011.
6. Hagewood, J., *Ultra Microfibers: Beyond Evolution*, www.hillsinc.net/ultrabeyond.shtml, Mayıs, 2011.
7. <http://www.hillsinc.net/ultrabeyond.shtml>, Mayıs, 2011.
8. Hagewood, J. and Wilkie, A., *Production of Sub-micron Fibers in Non-Woven Fabrics*, www.hillsinc.net/submicron%20.shtml, Mayıs, 2011.
9. Microfiber, [http://www.stadsing.com/gfx/brugerupload/documents/WHAT%20IS%20MICROFIBER%20\(BH\).pdf](http://www.stadsing.com/gfx/brugerupload/documents/WHAT%20IS%20MICROFIBER%20(BH).pdf), Mayıs, 2011.
10. Hagewood, J., *Splitting Bicomponent Fibers in Spunbond Fabric*, www.hillsinc.net/splitting.shtml, Mayıs, 2011.
11. Kaynak, H. K. ve Babaarslan, O., (2009), *Mikroliflerin Tekstil Endüstrisindeki Yeri ve Önemi*, Teknolojik Araştırmalar, 3, 70-83.
12. Horrocks, A. R. and Anand, S. C., *Handbook of Technical Textiles*, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, İngiltere.
13. Albrecht, W., Fuchs, H. and Kittelmann, W., 2003, *Nonwoven Fabrics: Raw Materials, Manufacture, Applications, Characteristics, Testing Process*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA., Weinheim, Almanya.
14. Yakartepe, M., Yakartepe, Z. ve Anyığ, S., (1999), *Mikro Elyaflar*, Tekstil Maraton, 3, 31-38.
15. Purane, S. V. and Panigrahi, N. R., (2007), *Microfibres, Microfilaments & Their Applications*, AUTEX Research Journal, 7, 148-158.
16. Srinivasan, J., Ramakrishnan, G., Mukhopadhyay, S. and Manoharan, S., (2007), *A Study of Knitted Fabrics from Polyester Microdenier Fibres*, Journal of the Textile Institute, 98, 31-35.
17. Ramakrishnan, G., Dhurai, B. and Mukhopadhyay, S., (2009), *An Investigation into the Properties of Knitted Fabrics Made from Viscose Microfibers*, Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 6, 1-9.
18. Microfiber, <http://www.afma.org/f-tutor/micro.htm>, Mayıs, 2011.
19. Gun, A. D., (2011), *Dimensional, Physical and Thermal Comfort Properties of Plain Knitted Fabrics Made from Modal Viscose Yarns Having Microfibers and Conventional Fibers*, Fibers and Polymers, 12, 258-267.