

1. AKRİLİK ELYAFI

1.1. Tarihçe

İlk olarak DuPont tarafından 1944 yılında Orlon ticari ismi altında tanıtılan akrilik lifleri o zamandan bu yana çok hızlı bir gelişme göstermiş ve günümüzde dünyada en fazla kullanılan dördüncü sentetik lif haline gelmiştir. Ülkemizde de polyesterden sonra en çok kullanılan liftir. Bu hızlı artış hem akrilik liflerinin kullanım alanının genişlemesiyle ve hem de özellikle yün fiyatlarındaki artış ile doğrudan ilişkili olarak gerçekleşmiştir (Tablo 1.1).

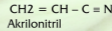
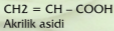
Tablo 1.1. Dünya Akrilik Lif Üretimi

Ülkeler	Üretim (1000 ton)
Batı Avrupa	800
USA	115
Çin	629
Tayvan	135
Kore	127
Japonya	298
Hindistan	111
Toplam	2574

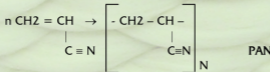
Türkiye’de 2003 yılındaki yıllık akrilik lif üretim kapasitesi 277 bin ton civarındadır. Bunun 250 bin tonluk çok büyük kısmı AKSA Akrilik Kimya Sanayii A.Ş.’ye aittir. AKSA Akrilik Kimya Sanayii dünya akrilik lif üretiminde de % 9’luk payı ile 2.sırada bulunmaktadır. Ayrıca AKSA, bütün dünyadaki akrilik lif üreticileri arasında tek çatı altındaki en büyük akrilik lif üreticisi konumundadır. Türkiye’deki ikinci akrilik lif üreticisi ise 27 bin ton/yıl üretim kapasitesiyle İstanbul Elyaf Sanayii A.Ş.’dir.

1.2. Akrilik Liflerinin Yapısı

Akrilik lif üretiminde kullanılan poliakrilonitril (PAN) polimerleri akrilonitril monomerlerinin radikal zincir polimerizasyonu ile elde edilmektedir. Akrilonitril doymamış bir karboksilik asit olan akrilik asidin nitrilidir.



Akrilonitril, petrol destilasyon ürünlerinden kolay ve ucuz yöntemlerle elde edilebilmektedir. Sıvı haldeki akrilonitril, çeşitli katalizörler (benzoyl peroksit, potasyum persülfat veya hidrojen peroksit + demirsülfat karışımı) kullanılarak polimerize edilir.



İlk elde edilen poliakrilonitril filamentleri % 100 saf polimerden oluşuyordu. Bunların yapısal özelliği nedeniyle yönlenme ve kristallenme oranları oldukça yüksektir. Bu nedenle boyanma ve nem çekme gibi özellikleri olumsuzdur ve boyanma güçlüğü vardır. Günümüzde poliakrilonitril lifi üretiminde % 100 PAN kullanılmaz. Bunun yerine özelliklerinin iyileştirmek ve boyanma yeteneğini kazandırmak üzere % 15'e kadar bir başka monomer içeren akrilonitril kopolimerleri sentez edilerek bunlardan lif üretilir. Polimere eklenen komonomerin yapısında polar grupların bulunması durumunda polimer zincir polarlık kazanır. Aynı zamanda yapıdaki kristalin bölgelerin oranı azalır. Böylece polimerin bazı çözücülerde çözünürlüğü ve boyanma yeteneği artar. Yapısında % 15'e kadar komonomer içeren poliakrilonitrilden yapılmış liflere akrilik elyaf adı verilir. Eklenen komonomerin polarlık özelliklerine göre *akrillik lifler*, ya anyonik yada katyonik karakterde olurlar. Poliakrilonitril zincirine komonomer olarak vinil pirdin, akrilamid gibi bileşiklerin katılması bileşiğe asidik ortamlarda katyonik karakter kazandırır. Buna karşılık akrilik asid ve sodyum vinil benzen sülfonat gibi monomerler elyafı negatif yüklü kular. Bu nedenle akrilik lifleri içindeki monomerin yapısına bağlı olarak *anyonik modifiye akrilik lifleri* ve *katyonik modifiye akrilik lifleri* şeklinde farklıdır.

Bileşiminde % 35-85 oranında poliakrilonitril içeren sentetik kopolimerlerden yapılmış elyafa "*modakrillik elyaf*" denir. Bunlarda komonomer olarak vinilklorür, viniliden klorür ve vinil disiyanür bulunmaktadır. Bunların çoğunda bu ikinci bileşenin ya miktarı veya türü açıklanmaz, patentli olarak saklanır.

1.3. Akrilik Lif Üretimi

Akrilik lif üretiminde kullanılan poliakrilonitril (PAN) polimerleri akrilonitril monomerlerinin radikal zincir polimerizasyonu ile elde edilmektedir. Poliakrilonitril polimerleri eriyecek lif çekimi için kullanılan yüksek sıcaklıklara kadar ısıtıldığında erimeyip kimyasal yapısında değişiklikler meydana geldiği için eriyecek lif çekimi yöntemine uygun değildir. Dolayısı ile PAN polimerlerinden eriyecek lif çekimi yöntemiyle lif üretmek mümkün olmamaktadır.

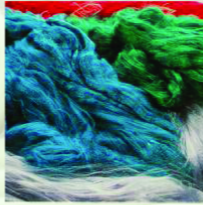
Ancak poliakrilonitril (PAN) polimerleri; uygun çözücüler içerisinde çözülerek lif çekimi için uygun akışkanlıkta polimer çözeltisi haline getirilebilmektedir. Bu sebeplerden dolayı PAN polimerlerinden lif üretimi çözeltiden lif çekimi yöntemine göre gerçekleştirilmektedir. PAN polimeri bilinen bir çok çözücüde çözünmemektedir. Çözücü (solvent) olarak en çok Dimetil Formamid (DMF) ve Dimetil Asetamid (DMAc) solventleri kullanılmaktadır. PAN'ın çözülmesinde kullanılan solventler üretilen liflerinin özelliklerinin belirlenmesinde de rol oynamaktadır. Poliakrilonitril (PAN) polimerlerinden hem yaş çekim ve hem de kuru çekim yöntemleriyle lif üretilmek mümkün olmakla birlikte, üretimin yaklaşık % 85'i yaş çekim yöntemiyle, kalanı ise kuru çekim yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Hazırlanan polimer çözeltisinden lif çekimi için, üzerinde çok ince delikler olan düze (spinneret) sistemleri kullanılmaktadır. Bu düzeler üzerindeki delik sayısı, kullanılacak çekim yöntemine göre çok büyük değişiklikler göstermektedir. Ayrıca bu delikler düze üzerinde segmentler yani gruplar halinde yerleştirilmiştir. Bu sayede düzelerden fişkırtılan filamentlerin arasına koagülantın daha iyi nüfuz etmesi sağlanmaktadır.

Kuru çekim yönteminde çekim çözeltisi kulesi içerisinde yerleştirilmiş olan düzelerden çekim kulesi içerisine fişkırtılmaktadır. Aynı zamanda kule içerisine gönderilen ısıtılmış gaz sayesinde dop polimeri içerisindeki solventin büyük oranda uzaklaştırılmasıyla polimerin katılaşarak lif haline gelmesi sağlanmaktadır. Yaş çekim yönteminde ise çekim çözeltisi, koagülant içeren bir sıvı banyosuna daldırılmış olan düze sisteminden banyo içerisine fişkırtılmaktadır. Banyo içerisindeki nonsolvent ile polimeriçerisindeki solventin karşılıklı difüzyonu sayesinde polimerin katılaşarak lif haline dönüşmesi sağlanmaktadır. Yaş çekimle akrilik üretiminde ilk lif formasyonu koagülasyon banyosu içerisinde gerçekleştiği

için koagülasyon banyosu parametreleri liflerin bilhassa fiziksel özellikleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. İsteğe göre yarım (YM) - parlak (P) - çeyrekmat (ÇM) – hafifmat (HM) üretim yapılır. Kullanılan iplik eğirme sistemlerine ve taleplerine göre uygun yumuşatıcı ve kayganlaştırıcı (apre) malzemelerin karışımı ilave edilir (ring apre, open-end apre, vb).

Akrilik % 100 olarak kullanılabilirdiği gibi, diğer hammaddeler ile karıştırılarak melanaj kullanıma da uygundur. Sonsuz elyaf (tow) olarak üretilen lifler üretim sırasında jel boyama veya kontinü tow boyama sistemleriyle renklendirilebilirler. Tow ürünler kamgarn ve yarı kamgarn sistemi ile iplik yapan işletmeler için ana girdilerden biridir. Towdan iplik yapılması için elyafın belli bir boya getirilmesi gerekir. Bu da iki ayrı yöntemle yapılır:

1. Towun tambur üstündeki bıçakla kesilmesi (KESİK ELYAF)
2. Towun cer verilerek kopartılması (TOPS/BUMPS)



Resim 1.1. Akrilik lifleri



Tow



Tops (Bumps)



Kesik elyaf



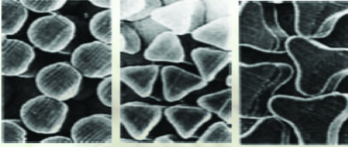
Mikroelyaf

Resim 1.2 Değişik formlardaki akrilik lifleri

Tops, kontinü halde bulunan tow bantının konvertör adı verilen koparma makinalarında belirli miktarda cer (çekim) uygulanarak kopartılmış ve belirli bir formda sarılmış halidir. Genellikle tops bobinlerinin ağırlığı 12,5 ve 14,0 kg; tops bant gramajı 25 ± 1 gramdır. Bumpsın topstan kullanım açısından farkı, iplik hazırlama makinalarında

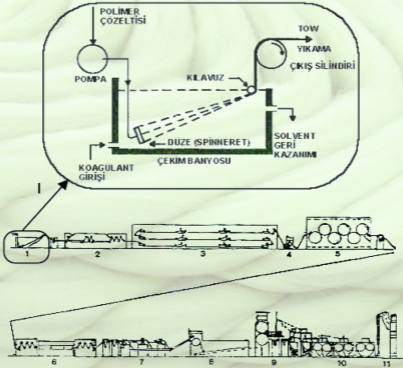
bumps için çağlık sistemine gerek kalmayıdır. Bumps bobinlerinin ise ağırlığı 42 kg; bant gramajı 25 ± 1 gr, çapı 80 cm'dir. (Resim 1.1 ve Resim 1.2)

Elyaf kesiti daha çok fasulye veya üçgen olarak üretim yapılır. (Resim 1.3)



Resim 1.3. Yuvarlak, üçgen ve trilobal lif kesitleri

Aşağıda Resim 1.4'te yaş çekim yöntemine göre poliakrilonitril lif üretim tesisinin şematik görünümü verilmiştir .



- 1- Lif çekimi, 2- Yaş gerdirme, 3- Yıkama, 4- Preparasyon,
5- Kurutma, 6- Ard gerdirme, 7- Kıvrıklaştırma, 8- Buharlama,
9- Soğutma, 10- Kesme, 11- Balya

Resim 1.4 Yaş eğirme ile akrilik lif üretimi

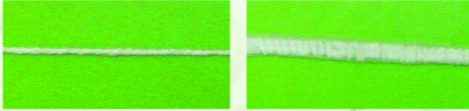
1.4. Akrillik Lif Türleri

Akrilik lifleri kullanım esnasında kendisinden istenen özelliklere göre; yüksek çekme özelliğine sahip akrilik elyafı, su emici akrilik elyafı ve boyanma özellikleri farklı akrilik elyafı olarak çeşitlendirilir.

a) Yüksek Çekme Özelliğine Sahip Akrillik Lifleri

Normal akrilik liflerine göre üretim sırasında ilave bir germe yapılarak çekme oranı (%40) daha da artırılmış liflerdir. Bu tip lifler high-bulk (yüksek hacimli) iplik yapımında kullanılırlar.

-**High-bulk iplik:** Akrillik lifinin en önemli özelliği, sıcakta % 15-30'luk bir gerilme verildiğinde uzamanın dayanıklı olmaması ve buharlama yapıldığında tekrar kısılarak eski boyutunu almasıdır. Bu şekilde gerilme verilmiş (%40) ve verilmemiş (%60) lifler birlikte eğrilip iplik yapıldıktan sonra buharlanırsa, gerilme verilmiş elyafta kılma gözlenirken diğerleri kılma gözlenmez. Gerilme verilmemiş liflerde, diğerinin kılmasından dolayı bükümler meydana gelir ve iplik hacimli bir görünüm kazanır. Bu işleme *bulking*, elde edilen ipliklere de *high-bulk iplik* adı verilir. (Resim 1.5)



Resim 1.5. Bulking öncesi ve sonrası akrilik lifleri

Bunlardan yapılan kumaşların doku yoğunlukları düşüktür, çok sıcak tutarlar, tuşeleri, görünimleri ve elastikiyetleri çok iyidir. Akrillik HB iplikleri, örmecilikte yün yerine kullanılır. Yüksek hacimli iplikler filament veya stapel elyaftan yapılabilir:

- **Filament elyaftan eğrilmiş yüksek hacimli (high bulk) iplikler;** her filamentte buklelerin oluşturulmasıyla ve filamentlerin birbirine olan paralelliklerinin bozulması işlemi ile üretilirler. Bu işlemle; iplikte kıvrımlar, ilmekler ve dalgalar oluşur. Hacimli iplikler çekme farklılıklarından yararlanarak çektilirip-esnettirilebilirler. Sonuçta elde edilen iplikler; tüy gibi yumuşak, hacimli ve kabanktır.

- **Stapel elyaftan yapılmış yüksek hacimli (high-bulk) iplikler;** iplik eğirme işlemi sırasında düşük ve yüksek çekme potansiyeline sahip elyafı karıştırmak suretiyle oluşturulabilir. Daha sonraki buharlama, kuru ısı veya sıcak sudaki işlem sırasında; yüksek çekme özelliğine sahip elyafın daha fazla büzülmesi, ipliğin boyunun kılmasına ve düşük çekme özelliğine sahip elyafın ipliğin etrafında toplanmasına yol açarak, ipliğin hacimliliğini artırır. Yüksek çekme potansiyelli elyaftan yapılan ipliğin kılması, düşük çekme potansiyelli olanını bukleler oluşturmak için zorlar. Böylece; ipliğin çapı büyür ve iplik kabank bir görünüm kazanır.

b) Su Emici Akrilik Lifleri

Sünger gibi gözenekli bir çekirdek ile manto kısmından oluşmaktadır. Mikro süngere benzeyen iç kısım nedeniyle, su emme yetenekleri yüksektir. % 38'e kadar nem absorplar. Bu tip liflerin ayrıca terleyeni vücutta hızlı ve fazla ter emmeleri, ıslanma lifler şişmediğinden mamülün hava geçirgenliğinin azalmaması sıcak tutma özelliklerinin iyi olması gibi avantajları vardır. Özgül ağırlıkları düşük olduğu için bu liflerden hafif giysiler üretilir.

c) Boyanma Özellikleri Farklı Akrilik Lifleri

Akrilik elyafın eldesi sırasında vinilasetat, vinilklorür, gibi anyonik ve katyonik grup içermeyen komonomerlerin kullanılması ile liflerin daha düşük sıcaklıklarda ve daha kolaylıkla boyarmadde alması sağlanmakta, fakat alınan boyarmadde miktarı artmaktadır. Bazı boyarmaddelerle boyanma yeteneğini geliştirmek için; komonomer olarak anyonik grup içeren vinil veya isopropenil bileşikler, anyonik grup olarak da sülfonat veya karboksilli asit grupları tercih edilmektedir. Bu şekilde elde edilen liflerden bazıları ve özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

-Orlon Akrilikleri:Orlon akrilikleri olarak üretilen liflerin çoğu % 100 e yakın oranda poliakrilonitril içerir. Orlon filamentlerinin mukavemeti, 2.2-2.6 g/denier; özgül ağırlığı ise 1.18 dir. Standart koşullarda nem çekme miktarı % 1.7 dir. Ütüleme sıcaklığı 150 °C'dir. Orlon akrilikleri çeşitli tipte ve sayılarla farklıdır olarak üretilirler.

Orlon 42 kesikli lif şeklinde üretilir ve örgü iplikleri yapılır. *Orlon 81* ise filament şeklinde üretilir. Orlon liflerinin, stapel tipi *Orlon 39*, *Orlon 37*, *Orlon 21* tipleri de vardır. High-bulk olarak üretilirler. Ayrıca bikomponent lif şeklinde üretilenleri *Orlon Sayelle* adı ile bilinir; kıvrımlı bir yapıya sahiptir. Orlon tipi lifler, Almanya'da *Dralon* ticari adı ile bilinmektedir. %100 poliakrilonitrilden üretilen Orlon akrilikleri, üretim sırasında katalizör olarak kullanılan peroksi disülfat ve sülfite veya sülfat tuzları nedeni ile polimer zincir uçlarında anyonik karakterde sülfite veya sülfat grupları içerirler. Bu nedenle, Orlon akrilikleri anyonik modifiye akrilik lifler olup, çözültülerinde + yük taşıyan boyarmaddelerle boyanabilirler.

-Acrilan Lifleri: Acrilan liflerinin bileşimlerinde % 10-15 oranında katyonik monomerler bulunur. Genellikle komonomer olarak % 6 vinil asetat ve % 6 vinil pridin içerir. Üretimi, dimetil asetamiddeki % 20 lik çözültisinden 140 °C lik gliserin banyosu kullanılmak suretiyle yaş eğirme yöntemine göre yapılır. Stapel veya filament halinde üretilir. Asit, krom, direkt ve metal kompleks boyarmaddelerle boyanabilir.

Acrilan 16 döşemelik ve perdelik yapımında,

Acrilan 26 halı ipliği yapımında,

Acrilan 38 ise dikiş ve endüstri ipliği olarak kullanılır.

-Courtele Liferi : Kopolimer olarak az miktarlarda metil metakrilat içerir. Bu nedenle anyonik grup taşır. Polimerdeki anyonik grup oranı daha fazla olduğundan, katyonik boyarmaddeler karşı affinitesi Orlon akriliklerinden daha çoktur.

-Creslan Liferi : Creslan lifleri komonomer olarak akrilamid içerirler. Monomerin yapısı katyonik karakterde olduğundan bu tip akrilik lifleri anyonik yapıda boyarmaddelerle boyanabilirler. Bunlar halı ve battaniye tipi materyalin yapımında kullanıldığı gibi, yün ile karıştırılarak kamgarn ve strayhgarn kumaşlar da üretilir.

-Zefran Liferi : Komonomer olarak vinil piroolidon içeren akrilik elyafı Zefran olarak bilinir. Daha çok halı ipliği olarak üretilir.

1.5. Akrilik Liflerinin Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri

Akrilik elyafının fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 1.2 Akrilik Elyafının Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri

ETKENLER	AKRİLİK ELYAFININ FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ
Mikroskobik Görünüş	Yüzei pürüzsüz yeknesak bir çubuk görünümündedir. Birkaç tane düzgünsüz, aralıklı paralel çizgiler içerir. Enine kesitleri farklılık gösterir. Genelde yuvarlak veya 8 biçimindedir.
Uzunluk	Genellikle kesikli (stapel) elyaf halinde kullanılırlar. Filament olarak pratikte kullanım oranı çok azdır.
İncelik	Üretimde istenilen incelik elde edilebilir. (0.8 - 17.0 dtex)
Yoğunluk	1.16- 1.18 g/cm ³ arasında değişen yoğunluğa sahiptir.
Renk	Beyaz ya da beyaza yakın renkte üretilirler.
Parlaklık	Normal halde parlaktır. Ancak, kullanım yerine göre matlaştırılabilir. Parlak, yarı mat ve mat olabilir. Parlaklık derecesi elyafa ilave edilen pigment cinsine bağlıdır.
Mukavemet	Orta veya iyi derecede bir mukavemet sahiptir. Mukavemeti yünden daha iyidir. Yaşken mukavemette % 10-15 oranında düşme gözlenir.
Uzama Elastikiyeti	İyi derecede elastikiyete sahiptir. %1 uzatıldığında ise esneklik özelliği %95 tir.
Yaylanma	İyidir. Buruşmaya karşı son derece dirençlidir.
Nem Çekme	Düşük nem oranına sahiptir. %65 nisbi nem ve 20 °C'de % 1,2-2,6'tir. normal koşullarda sudan etkilenmez ve emiciliği çok azdır. Kesitten su emerler. Akrilik (orlon) elyafının daha çok stapel kullanılmasının sebebi de yüzeyden değil kesitten nem almasıdır.
Statik elektriklenme	Elektriklenme özelliği fazla olduğundan çabuk kirlenir. Ancak leke tutmaz ve çok kolay yıkanır.
Yumuşama sıcaklığı (camlaşma)	Elyafın ısı etkisi ile yumuşayıp, yarı plastik hale geçme sıcaklığı (cam geçiş sıcaklığı), 60-120 °C arasındadır.
Ütüleme sıcaklığı	Akrilik elyafı için 140 °C ye kadar ütü sıcaklığı olabilir. 150 °C nin üstünde sararma olabilir.
Erime sıcaklığı	250 °C nin üstünde yumuşama ve yapışma söz konusudur. Belli erime noktaları yoktur.
Pilling	Orta derecededir. Poliester ve poliamiddin düşüktür. Fazla rahatsız etmez.
Alev Alma	Sarı alevde yanar ve kül bırakır. Klorlu monomerlerle kopolimer oluşturan akrilik lifleri; yanmaksızın erir ve kömürleşir.
Tuşe ve görünüm	Yün ve pamuklu tuşesi ve görünümü kolaylıkla verilebilir.
Su	Hidrofob bir elyaf olmaları nedeniyle çok fazla su ememezler. Su içine bırakıldıklarında elyaf uçlarından su emerler.
Asitler	Mineral ve organik zayıf asitlere karşı dirençlidir. Nitrik asid ve sülfürik asidten derişik çözeltilsinde çözünürler.
Bazlar	Soğukta dayanımı iyidir. Seyreltik bazlarda, lif yüzeyinde meydana gelen hidroliz ve sabunlaşma nedeniyle, polimerleşme derecesi düşer ve sararır. Derişik baz çözeltilerinde ise bozunur, sararma ve kahverengiyeye dönüşme olur.

Ağartma Maddeleri	Yükseltgen ağartma maddelerine karşı dayanımı sınırlıdır. En iyi şekilde asidik ortamda sodyum klorit ile ağartılırlar.
Organik Çözücüler	Kuru temizlemede kullanılan maddelere karşı iyi dayanımlıdır. Ancak, dimetilformamid gibi polar çözücülerde tümüyle çözünürler.
Tuzlar	Amonyum tuzları, lityum bromür, amonyum rodanür, çinko klorür gibi tuzların çözeltilerinde çözünür.
Işık, atmosfer Koşulları	Ultraviyole ışınlar karşı çok dirençlidir. Güneş ışınlarına karşı dayanımları çok iyidir.
Küf ve Mantar	Çok dirençlidir.
Güveler, böcekler	Tamamen dirençlidir.
Yıkabilme	Kolayca yıkanabilme ve şeklini koruma özelliği vardır.
Boyanabilme	Mükemmel haslıkla parlak renklere boyanabilir.
*High-bulk	High-bulk (yüksek hacimli) iplik yapılabilme özelliği vardır.

1.6. Akrilik Liflerinin Kullanım Alanları

Akrilik lifleri, yüksek ışık ve iklim şartlarına karşı dayanıklılığın gerektiği yerlerdeki tüm dokuma veya örme kumaşlar için (perde, güneş tentesi) kullanım alanı bulmuştur. Akrilik lifleri yüne çok benzer, bu sebeple örgü yünleri (Orlon 42), battaniye (Orlon 39), halı ve kilim (Orlon 37) yapımında kullanılır. High-bulk iplik üretiminde acırlan lifleri uygundur. Ayrıca akrilik lifleri spor giysileri, döşemelik kumaşlar, oto döşemeleri, viskon ve yünle karıştırılarak erkek ve kadın kumaşları, erkek ve kadın çorapları, bayrak kumaşları, tüylü kumaşlar, peluşlar, taklid kürkleri ve non-woven materyallerin yapımında uygundur. Akrilik lifleri kullanım alanlarına göre çeşitli inceleklerde ve boylarda üretilirler. (Tablo 1.3 ve 1.4)

Tablo 1.3. Lif inceliğine göre kullanım alanları

Lif inceliği-DTEX	Kullanım Yeri
0.8 dtex(mikro) - 2.2 dtex	İnce trikotaj, Çorap, Pamukla karışım
3.3 dtex Trikotaj	Kadife, Battaniye, el örgü, çorap
3.3 dtex - 5.6 dtex	Battaniye, el örgü, peluş
6.6 dtex - 17 dtex	Halı

Tablo 1.4. Lif uzunluklarına göre kullanım alanları

Lif uzunluğu-mm	Kullanım Yeri
22 mm - 32 mm	Peluş
60 mm	Triko
38 mm - 40 mm	Çorap, Triko
50 mm - 60 mm	Battaniye
80 mm - 120 mm	Yün Karışımları
120 mm - 150 mm	Halı