

# FARKLI FİZİKSEL ÖZELLİKLERE SAHİP LYOCELL LİFLERİNDE İÇYAPI DEĞİŞİMLERİ İLE LİF FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

## A STUDY ON THE INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INNER STRUCTURE AND THE PHYSICAL PROPERTIES OF DIFFERENT LYOCELL FIBERS

Faruk BOZDOĞAN  
Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

İsmail TİYEK  
Kahramanmaraş Üniversitesi  
Tekstil Mühendisliği Bölümü

Gonca ÖZÇELİK KAYSERİ  
Emel Akın Meslek Yüksek Okulu  
e-posta: gonca.ozcelik@ege.edu.tr

### ÖZET

Rejenere selüloz lifleri özellikle çevre dostu olmaları ve yüksek kullanım konforları nedeniyle günümüzde çok fazla tercih edilen liflerdir. Özellikle çok iyi tutum özelliğine sahip olan lyocell lifleri rejenere selüloz lifleri arasında daha da önem kazanmıştır. Ancak lyocell liflerinin kullanım sırasında meydana gelen fibrilasyon özelliği sonucunda görüntülerinde bir bozulma meydana gelmektedir. Bunu önlemek için son yıllarda lyocell liflerinin yapılarında çağraz bağlar oluşturarak fibrilasyonsuz lyocell lifleri üretilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada 3.3 dtex inceliğindeki lyocell ve lyocell-LF liflerinin iç yapıları ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu amaçla normal lyocell lifleri ile fibrilasyonsuz olarak üretilen lyocell-LF liflerinin bazı fiziksel özellikleri ile iç yapıları araştırılmış ve bu fiziksel özellikler arasındaki farklar ile liflerin iç yapılarındaki değişikliklerin ilişkisi bulunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla normal lyocell lifleri ile lyocell-LF liflerinin mukavemet özellikleri Instron 1122 model mukavemet ölçüm cihazı ile, mikroskopik görüntüleri optik mikroskop ve tarama elektron mikroskobu (SEM) ile, iç yapı düzenleri Fourier Transform Infra-Red (FTIR) spektroskopisi ve geniş açı x-ışını difraksiyonu teknikleri kullanılarak incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Lyocell, Lyocell-LF, Mukavemet, SEM, Optik mikroskop, FTIR, Geniş açı X-ışını difraksiyonu.

### ABSTRACT

Regenerated cellulose fibers are one of the most preferred fibers due to the comfort properties and friendliness features to the environment. Especially lyocell fibers among the regenerated cellulose fibers become more important because of the good handle properties. However, the appearance of the lyocell products is deteriorated during the usage due to the high fibrillation characteristic of the fiber. In order to prevent this, non-fibrillated lyocell fibers are developed by forming cross links in the structure. In this study, the relation between the physical properties and inner structures of the ordinary lyocell fiber and non-fibrillated lyocell fiber in 3.3 dtex fiber fineness were investigated. For this purpose, some physical properties and inner structures of the fibers were examined and the relation between the difference of the physical properties and inner structures were tried to be found. The fiber strength properties were measured by using Instron 1122 tensile strength tester, the microscopic views of the fibers were determined via optical microscope and scanning electron microscope; the inner structures of the fibers were defined by both Fourier Transform Infra-Red (FTIR) spectroscopy and wide angle X-ray diffraction methods.

**Key Words:** Lyocell, Fibrillation, Strength, SEM, Optical microscope, FTIR, Wide angle X-ray diffraction.

Received: 27.09.2009

Accepted: 22.03.2010

### 1. GİRİŞ

İnsanların doğal liflere olan ihtiyacının artması ve bu liflerin ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalacağına görülmesiyle doğal liflere benzer lifler üretmek için çalışmalar başlatılmıştır.

Bunun için öncelikle doğal liflerin incelenmesiyle ilgili çalışmalar yapılmıştır. İnsan ve çevre sağlığı açısından en uygun olan ve doğal liflere en çok benzeyen lifleri yapay yollarla çok miktarda elde etmek amaçlanmaktadır.

Lifler doğal kaynaklı polimerlerden veya sentetik polimerlerden elde edilebilmektedir. Doğal polimerlerden elde edilen liflere "rejenere lifler", sentetik yollarla elde edilen polimerlerden elde edilen liflere de "sentetik lifler"

denilmektedir. Lif haline dönüştürülebilir doğal polimerler, genellikle ya selüloz veya protein esaslı olduklarından, rejenere lifler de “rejenere selüloz lifleri” ve “rejenere protein lifleri” olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Doğal polimerlerden elde edilen lifler, yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi sebebiyle özellikle sağlık ve çevre açısından daha ekolojik özelliklere sahiptir. Bu lifler kullanılmayacak hale geldiklerinde çürüyerek ekolojik çevirime katılmaktadır.

Rejenere ve sentetik lifler doğal lifler ile karıştırılarak kullanılabilirler gibi kullanım yerine bağlı olarak tek başlarına da kullanılabilirler. Bu lifler bir taraftan doğal liflerin miktar olarak yetersizliğini azaltmak amacıyla kullanılırken, diğer taraftan da tekstil ürünlerine doğal liflerle verilemeyen bazı özellikler kazandırmak amacıyla da kullanılmaktadır.

Günümüzde pamuk, yün ve keten gibi tamamen doğal lifler insanların ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden de doğal kaynaklı rejenere liflerin kullanımları gün geçtikçe daha da artmaktadır (1). Özellikle son yıllarda geliştirilen yeni üretim teknikleri ile her tür ihtiyaca cevap verebilecek farklı özellikte selülozik esaslı rejenere lifler üretilmiştir (2).

Lyocell çok yönlü kullanım alanları olan rejenere selüloz liflerinin gelişmiş bir türüdür. Bu lifler değişik özelliklerinden dolayı giysi, ev tekstilleri, teknik tekstiller gibi geniş bir alanda rahatlıkla kullanılmakta olup diğer tekstil liflerine nazaran %100'e varan geri dönüş oranlarına sahiptir. Bu nedenle de ekolojik bir alternatif oluşturmaktadır.

## 2. LYOCCELL LİFLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Rejenere lifler doğada bulunan bazı polimerlerden özel kimyasal işlemler yapılması sonucunda elde edilmektedir. Bu işlemler rejenere lifleri oluşturan doğal polimerlerin kimyasal özelliklerinde değişikliğe sebep olmamaktadır. Normal viskon lifleri birinci, modal lifleri ikinci ve lyocell lifler ise rejenere selüloz liflerinin üçüncü nesil temsilcileridir.

Selüloz esaslı rejenere liflerin dikkat çeken özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- İyi boyanabilme özelliği ve oldukça yüksek haslıkta boyamaların elde edilebilmesi
- Bu liflerden elde edilen tekstil ürünlerinin yumuşak tutuma ve zarif görünüme sahip olması
- Kolay işlenebilme özelliği
- Liflerin parlaklığının yüksek olması ve kirlilik taşınamaması nedeniyle, bütün renk nüanslarının elde edilebilirliği
- Pratikte bütün lif cinsleriyle karışım halinde kullanılabilmesi
- Uygun lif inceliği sayesinde, çeşitli iplik tiplerinin ve kumaş konstrüksiyonlarının üretilmesi
- Yüksek giyim konforu
- Yüksek emicilik yeteneği (3).

Rejenere liflerin üretiminde hammadde olarak kullanılan selüloz doğada istenilen saflıkta bulunmamaktadır. Bu nedenle selülozik lif üretiminde kullanılan odun hamuru, doğada bulunan ve yeterince selüloz içeren ve besin üretimi için uygun olmayan ağaçların yetiştirilmesiyle elde edilmektedir. Bu yenilenebilir kaynaklar önce bir saflaştırma işleminden geçirilerek selüloz polimeri elde edilmektedir. Selüloz eldesinde hammadde olarak linter, kızılçam, kayın ve kavak ağaçlarının odunları, saman, ayçiçeği bitkisi sapları, keten eldesi sırasında sapın odun kısmından ayrılan parçalar gibi bitkisel artıklar kullanılmaktadır Sülfite, sudkostik, sülfat ve nitrat yöntemleri gibi çeşitli kimyasal metotlarla selüloz hammaddesi elde edilmektedir (4).

Doğal liflerden farklı olarak, rejenere selüloz liflerini oluşturan selüloz makro moleküllerin OP dereceleri çok düşüktür. Rejenere selüloz liflerinin eldesinde hammadde olarak kullanılan selüloz maddesinin veya linterlerin OP dereceleri esasında çok düşük değildir. Fakat makro molekülün polimerizasyon dereceleri ne kadar yüksek olursa, bunların çözeltilerinin viskoziteleri de o kadar yüksek olmaktadır. Yüksek viskozite çözeltilerinin küçük düze deliklerinden düzgün bir şekilde geçirilmesi ise, çok yüksek basınç gerektirdiğinden,

lif çözeltisi hazırlanırken selüloz makro moleküllerinin kısmen parçalanması sağlanmaktadır. Lif eldesinde kullanılarak selüloz makro moleküllerinin polimerizasyon derecelerinin en azından 200'ün üstünde olması gerekmektedir.

Normal rejenere selüloz liflerini oluşturan selüloz makro moleküllerinin ortalama polimerizasyon derecelerinin düşük olmasının önemli bir sonucu da, bu liflerin yaş dayanımlarının kuru dayanımlarına nazaran çok daha düşük (yaş kopma dayanımları kuru kopma dayanımlarının % 55-65 kadardır) çıkmasıdır (1,4).

Rejenere selüloz liflerinin zaten kısa olan selüloz makro molekülleri lif içerisinde de pek düzgün bir şekilde yerleşmemektedirler. Dolayısıyla bu liflerin büyük bir kısmını (%60-65'ini) amorf bölgeler oluşturmaktadır. Makro moleküllerin düzgünsüz yerleşimi bir taraftan bunlar arasındaki çekim kuvvetlerinin az olmasına, dolayısıyla dayanımlarının düşük olmasına yol açarken, diğer taraftan su ve sulu flottelerinin liflere etkisinin kolay ve fazla olması sonucunu doğurmaktadır. Pamuk lifleri ıslanınca %30 civarında bir kesit artışı gösterirken normal viskoz liflerinde kesit artışı %50'nin üzerinden olup, %95'e kadar çıkabilmektedir (1,4).

Rejenere selüloz liflerinin 3. nesil lifi olan lyocell liflerinin yüksek kuru dayanımları yanında ıslak halde dayanımının çok az düştüğü ve yaş hareketli ortamda fibrilasyon özelliklerine sahip oldukları bilinmektedir (5). Dolayısıyla bu liflerin kendine has özellikleri kullanılarak, başka liflerle elde edilmesi mümkün olmayan özel efektler elde edilmektedir. Ayrıca selüloza özgü yumuşak tutum, boya parlaklığı ve baskıda iyi nem alma özellikleri de söz konusudur. Bunun yanında klasik rejenere selüloz lif üretimine göre çevre koruyucu bir üretim şekline sahip olunması da ek bir avantaj sağlamaktadır.

Lyocell lifleri, selüloz hammaddesinin, işlem sonrasında tamamen geri kazanılabilen NMMO çözücü içinde çözülmesiyle üretilmektedir. Dolayısıyla lyocell lifleri, diğer rejenere selüloz liflerine kıyasla daha ekolojik bir üretim yöntemine sahip, biyolojik olarak tama-

men parçalanabilen liflerdir. Lyocell liflerinin çevre dostu üretim yöntemleri yanında bir diğer olumlu yönü de avantajlı mekanik özelliklere sahip olmalarıdır. Lyocell liflerinin yapıları ve özellikleri, diğer doğal ve rejenere selüloz liflerine göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Lyocell lifleri yapılarında yüksek oryantasyonlu mikrofibriller içeren ve yüksek kristaliniteye sahip liflerdir (5).

Lyocell liflerinin fibrilasyon eğilimini azaltmayı amaçlayan yeni lifler de geliştirilmektedir. Lyocell liflerine, fibrilasyon eğilimlerini azaltmak amacıyla lifler arasında çapraz bağ oluşturuca reçine apresinin uygulanmasından hareketle, Lenzing AG tarafından çapraz bağ oluşturan kimyasallar ile fibrilasyona uğramayan yeni bir lyocell lifi olan "Lyocell LF" geliştirilmiştir (6).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada aynı lif inceliğinde selülozik esaslı normal lyocell lifleri ile fibrilasyonsuz lif olarak bilinen lyocell LF lifleri kullanılmıştır. Lifler, Lenzing AG firmasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan normal lyocell lifleri ile lyocell LF liflerinin inceliği 3.3 dtex'dir.

Çalışmada kullanılan liflerinin mukavemet testleri, Instron 1122 model tek lif mukavemet ölçüm cihazında yapılmıştır. Tek lif mukavemet testi, ölçüm uzunluğu 20 mm ve ölçüm hızı 20 mm/dk'dır. Her lifin mukavemetinin belirlenmesi için 10 deney yapılmıştır.

Normal lyocell ve lyocell LF liflerinin yapısal özelliklerini incelemek için "Nicolet Nic Plan FTIR microscope, ATR accessory – ZnSe crystal (~ 1.5 microns), 200 scans, resolution 8" model mikroskoplu Fourier Transform Infra-Red Spektrometre (FTIR) cihazı kullanılmıştır. FTIR ölçümleri için öncelikle lifler çok küçük parçalar halinde kesilerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen bu lifler hassas terazide 2 mg tartılmakta ve 200 mg KBr ile birlikte bir havanda iyice karıştırılarak vakumda 10 tonluk kuvvet ile 5 dakika kadar bastırılmakta ve 1 mm kalınlığında bir disk haline getirilmektedir. Hazırlanan lif numuneleri FTIR cihaza

yerleştirilmektedir. FTIR cihazında, normal olarak infra-red (kızıl ötesi) ışık hüzmesi bir polarizörden geçirilerek örneğe gelmekte ve buradan geçerek sıvı azot ile soğutulan germanyum dedektöre ulaşmaktadır. Deneyler boyunca polarizör ya düşey ya da yatay oryantasyonda sabitlenmiş durumda kalmakta ve örnekler, farklı polarizasyon doğrultularında spektrumlar elde etmek için döndürülmektedir. Normal lyocell ve lyocell LF liflerinin FTIR spektrumları iki tekrarlı elde edilmiş ve spektrumlardan elde edilen pik değerlerinin ortalamaları alınmıştır. Piklerin değerlendirilmesinde piklerin ortalama dalga sayısı değerleri kullanılmıştır.

Normal lyocell ve lyocell LF liflerinin yüzey morfolojisi özelliklerinin incelenmesi için yapılan mikroskopik incelemelerde dijital kameralı optik mikroskop ve taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan liflerden alınan numunelerin dijital kameralı optik mikroskop kullanılarak incelenmesi için önce preparat hazırlanmıştır. Hazırlanan boyuna ve enine kesit preparatları, MOTIC marka dijital kameralı optik mikroskobun tablası üzerine yerleştirilerek kesit görüntüleri alınmıştır. Liflerin yüzey morfolojisini daha detaylı olarak incelemek için tarama elektron mikroskobu kullanılarak kesit görünümünün fotoğrafları çekilmiştir. Elektron mikroskobunda enine kesit görüntüsü almak için önce düzgün haldeki lif demeti bir kablo içerisine yerleştirilmektedir. Kablo içerisine yerleştirilen lifler numune hazırlama aparatının plakaları arasına sıkıştırılmakta ve jilette yaklaşık 0.5 mm inceliğinde kesilerek küçük metal tutucular üzerine konulmaktadır. Boyuna kesit için ise paralel hale getirilen lifler küçük metal numune tutucu üzerine iki ucundan düzgün bir şekilde bantlanmaktadır. Lifleri elektron mikroskobunda görüntülemek için hazırlanan boyuna ve enine kesit numunelerinin iletken madde ile kaplanması gerekmektedir. Bu sebeple metal numune tutucu üzerine yerleştirilen lifler kaplama cihazında altınla kaplanmıştır. Altın kaplama yapılan numuneler elektron mikroskobunun numune haznesine yerleştirilerek fotoğrafları çekilmiştir.

Normal lyocell ve lyocell LF liflerinin iç yapı özellikleri ile ilgili olarak yapılan X-ray spektroskopisi incelemeleri, OMNI Geniş Açılı X-Işını Spektroskopisi cihazı kullanılarak yapılmıştır. Lif numunelerinin geniş açılı X-ışını difraksiyonu cihazından elde edilen grafiklerinden kristal yapı özellikleri ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. Lif numunelerinin X-ışını grafiklerini elde etmek için iki adet yapışkan şerit üzerine lif numuneleri grup halinde birbirlerine paralel ve düzgün bir şekilde yapıştırılarak X-ışını difraktometresine yerleştirilmektedir. Daha sonra cihaz tarafından x-ışınlarıyla taranan liflerin X-ışını difraksiyon grafikleri elde edilmiştir. Cihazda difraksiyon grafiğinin elde edilmesi için kullanılan  $CuK\alpha x$  - ışınının dalga boyu  $\lambda = 1,541838 \text{ \AA}$  'dür. Buradan elde edilen geniş açılı X-ışını difraksiyon grafiğindeki  $2\theta$  pik verileri kullanılmak suretiyle, test edilen normal lyocell ve lyocell LF liflerinin kristal yapıları ile ilgili bazı parametrelere ulaşılmıştır.

Lif numuneleri için X-ışını cihazından elde edilen difraksiyon grafiklerindeki  $2\theta$  pik değerlerinden ve  $CuK\alpha x$  - ışınının dalga boyundan ( $\lambda$ ) kristal düzlemleri arasındaki mesafe, ( $d$ - mesafeleri)  $n =$  Yansıma mertebesini ifade eden sabit sayı,  $\lambda = CuK\alpha X$ - ışınının dalga boyu,  $d =$  Kristal düzlemleri arasındaki mesafe,  $\theta =$  Bragg açısı olmak üzere aşağıda verilen Bragg denklemi kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır.

$$n\lambda = 2d \cdot \sin\theta$$

Çalışmada kullanılan liflerin X-ışını difraksiyon grafiklerinden, ortalama kristal büyüklüklerinin hesaplanması için ise  $t_c =$  Kristal büyüklüğü,  $K =$  Scherrer sabiti,  $\lambda = CuK\alpha X$ - ışınının dalga boyu,  $\beta =$  Yarı maksimumdaki tam yükseklik (FWHM),  $\theta =$  Bragg açısı olmak üzere aşağıda verilmiş olan Scherrer denklemi kullanılmıştır (1).

$$t_c = K \cdot \lambda / \beta \cdot \cos\theta$$

### 4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Mukavemet testleri sonucunda elde edilen test sonuçlarının ortalama değerleri Tablo 1'de verilmektedir (7).

**Tablo 1.**Lif numunelerinin mukavemet deneyi sonuçları

Ölçülen özellik	Normal lyocell lifi	Lyocell-LF lifi
Lif İnceliği (dtex)	3,33	3,36
Mukavemet (g/tex)	37,512±5,425	37,674±4,575
Uzama (%)	17,700±3,023	13,814±2,660
İlk Modül (g/tex)	450,7±110,25	524,09±119,73
Kopma Enerjisi (gf.m)	0,0300±0,0092	0,0230±0,0079

**Tablo 2.** Normal lyocell liflerinin 4000-800  $cm^{-1}$  bölgesinde elde edilen pikleri

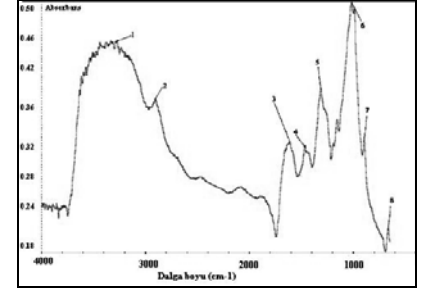
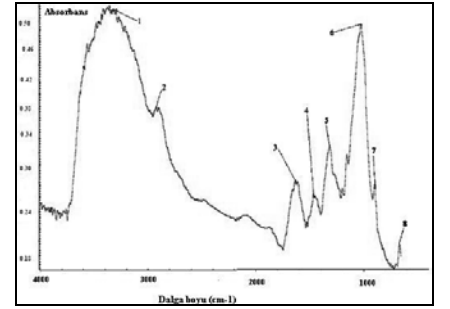
Pik No	Ortalama dalga sayısı ( $cm^{-1}$ )	Atama	Ortalama dalga sayısı ( $cm^{-1}$ )	Atama
1	3285,97		3323,45	
2	2899,61	CH <sub>2</sub> simetrik gerilme	2923,42	CH <sub>2</sub> simetrik gerilme
3	1623,33		1628,09	
4	1459,05	CH bükülme	1463,79	CH bükülme
5	1313,78	CH <sub>2</sub> düzlem dışı simetrik eğilme	1316,16	CH <sub>2</sub> düzlem dışı simetrik eğilme
6	1013,76	CO gerilmesine ait iskelet titreşimleri	1020,91	CO gerilmesine ait iskelet titreşimleri
7	889,94		894,71	
8	664,8	OH düzlem dışı bükülme	672,55	OH düzlem dışı bükülme

Liflerin mukavemet testleri sonucunda normal lyocell lifleri ile lyocell-LF liflerinin kopma mukavemeti değerlerinin birbirine eşit olduğu dolayısıyla kopma mukavemeti açısından aralarında herhangi bir fark olmadığı belirlenmiştir. Liflerin kopma uzaması değerlerine bakıldığında ise normal lyocell liflerinin kopma uzaması değerinin lyocell-LF liflerinin kopma uzaması değerine göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun lyocell-LF liflerinde fibrilasyonu önlemek için oluşturulan çapraz bağlardan kaynaklandığı söylenebilir. Test sonuçlarında normal lyocell liflerinin kopma enerjilerinin de lyocell-LF liflerine nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun mukavemet değerlerinin aynı olmasına karşılık normal lyocell liflerinin daha fazla uzamasından kaynaklandığı dü-

şünülebilir. Dolayısı ile normal lyocell liflerin koparmak için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca liflerin ilk modüllerine bakıldığında ise normal lyocell liflerinin ilk modül değerinin lyocell-LF liflerinininkinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum liflerin kristal yapısından kaynaklanmaktadır. Dolayısı ile lyocell-LF liflerinin kristallik derecesinin normal lyocell liflerinin kristallik derecesinden düşük olabileceği tahmini yapılabilir. Ayrıca bir diğer sebebi lyocell-LF liflerinin yapısında oluşturulan çapraz bağlar olabilir. Lyocell-LF liflerinin ilk modül değerlerinin normal lyocell liflerinin ilk modül değerlerinden daha yüksek olması da lyocell-LF liflerinin daha kırıl- gan bir yapıya sahip olduğu ve normal lyocell liflerinin ise lyocell-LF liflerine

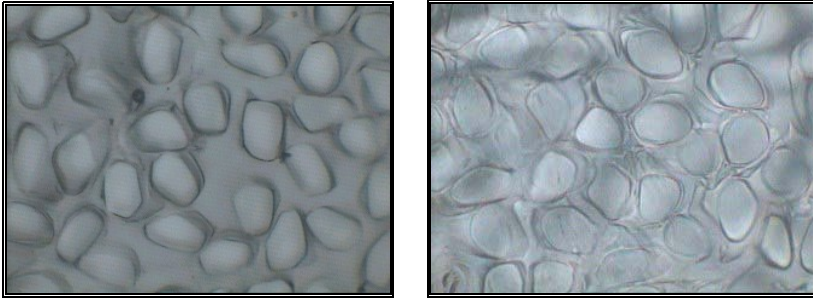
nazaran daha esnek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Fourier transform infrared cihazından elde edilen spektrumlar normal lyocell lifi için Şekil 1'de ve lyocell LF lifi için Şekil 2'de verilmektedir.

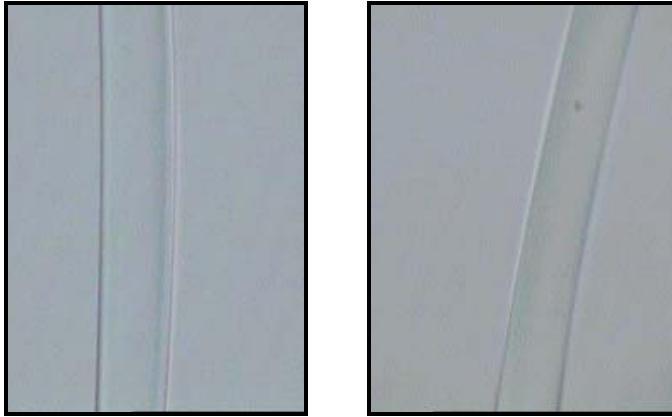
**Şekil 1.** Normal lyocell liflerinin FTIR grafiği**Şekil 2.** Lyocell LF liflerinin FTIR grafiği

Infra-red spektrumları verilmiş olan normal lyocell ile lyocell LF liflerinin 4000 – 800  $cm^{-1}$  bölgesindeki infra-red spektrum pik değerleri de Tablo 2'de verilmektedir. Yapılan Fourier Transform Infra-Red (FTIR) spektroskopisi analizleri sonucunda hem normal lyocell liflerinin yapısında ve hem de lyocell-LF liflerinin yapısında bulunan CH<sub>2</sub>, CH, OH ve CO gruplarına ait gerilme bantları görülmektedir. Her iki lifin yapıları aynı olduğu için bu bantlar her iki lifte de görülmektedir. Ancak 1318.54  $cm^{-1}$  de görülen CH<sub>2</sub> düzlem dışı simetrik eğilme bandı dışındaki bantlar normal lyocell liflerinde, lyocell-LF liflerine nazaran biraz daha düşük dalga boylarında çıkmıştır. Yine lyocell-LF liflerinin absorbans değerleri de normal lyocell liflerinden daha yüksek çıkmıştır.

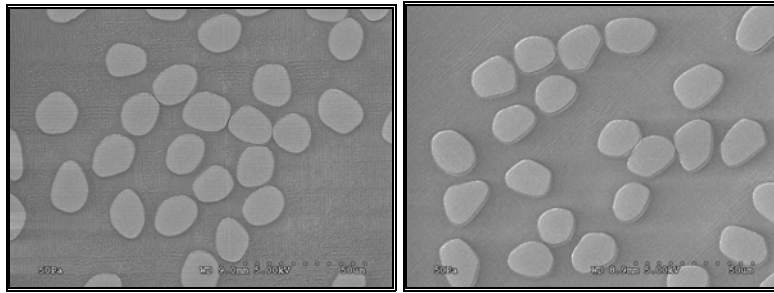
Çalışmada incelenen normal lyocell ve lyocell-LF liflerin yüzey morfolojisini incelemek için dijital kameralı optik



Şekil 3. (a) normal lyocell (b) lyocell-LF lifinin optik mikroskopta çekilen enine kesit görüntüleri (x1000 büyütme)



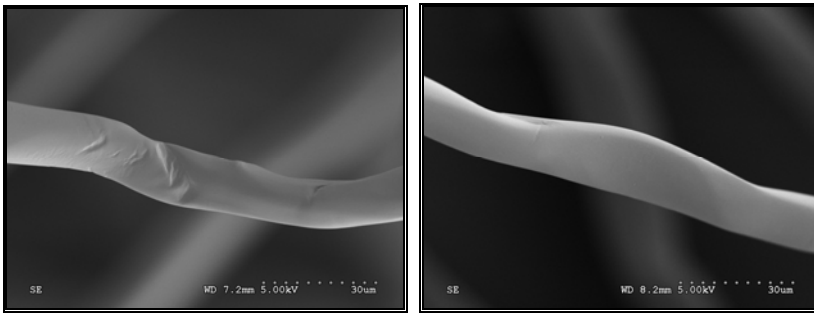
Şekil 4. (a) normal lyocell (b) lyocell-LF liflerinin optik mikroskopta çekilen boyuna kesit görüntüleri (x1000 büyütme)



(a) normal lyocell

(b) lyocell-LF

Şekil 5. Normal lyocell ve lyocell-LF liflerinin enine kesitlerinin tarama elektron mikroskop (SEM) görüntüleri



(a) normal lyocell

(b) lyocell-LF

Şekil 6. Normal lyocell ve lyocell-LF liflerinin boyuna kesitlerinin tarama elektron mikroskop (SEM) görüntüleri

Tablo 3. Lif numunelerinin geniş açı x-ışını difraksiyon grafiklerinden bulunan değerler

Lif Numunesi	Pik Pozisyonu (2θ°)	d-mesafesi (Å)	Yarı-yükseklik Tam Genişliği (β) (°)	Kristal Büyüklüğü (t <sub>c</sub> ) (Å)
Normal lyocell	21,3094	4,1696	3,7791	21,1698
Lyocell-LF	21,2352	4,1840	4,0404	19,7983

mikroskopta 1000 büyütme kullanılarak çekilen enine kesit görüntüleri Şekil 3'de, boyuna kesit görüntüleri ise Şekil 4'de verilmektedir.

Çalışmada kullanılan normal lyocell ve lyocell-LF liflerinin elektron mikroskobu ile yapılan morfolojik incelemeler için tarama elektron mikroskobundan (SEM) elde edilen enine kesit görüntüleri Şekil 5 ve boyuna kesit görüntüleri Şekil 6'da verilmektedir.

Liflerin mikroskobik görüntüleri incelendiğinde ise hem optik mikroskop ve hem de elektron mikroskobu ile çekilen enine kesit fotoğraflarında lif kesitlerinin dairesel olmayıp oval olduğu görülmektedir. Görüntüler dikkatlice incelendiğinde ise lyocell-LF liflerinin biraz daha köşeli bir yapıya sahip olduğu normal lyocell liflerinin ise köşeli olmayıp kenarlarının daha yuvarlak bir morfolojiye sahip olduğu gözlenmektedir.

Çalışmada incelenen normal lyocell ve lyocell-LF liflerinin geniş açı x-ışını difraksiyon cihazından elde edilen difraksiyon grafikleri aşağıdaki Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmektedir

Liflerin geniş açı x-ışını difraksiyon grafiklerinden hesaplanan düzlemler arası d-mesafeleri, pik yarı yüksekliğindeki tam genişlik ve kristal büyüklüğü değerleri aşağıdaki Tablo 3'de verilmiştir.

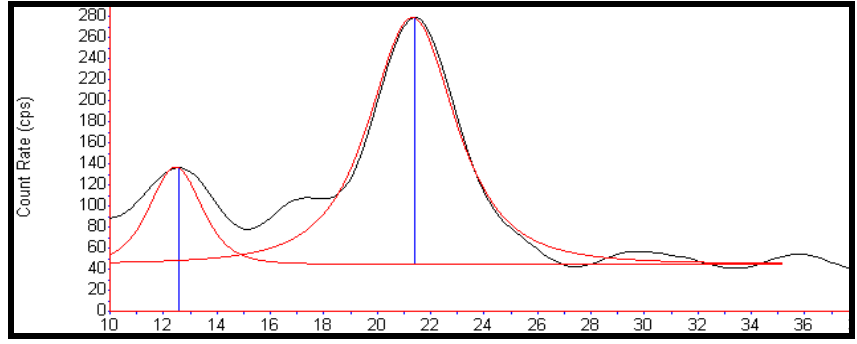
Geniş açı x-ışını difraksiyon verileri incelendiğinde liflerin düzlemler arası d-mesafeleri, kristal mükemmellikleri (yarı yükseklikteki tam genişlik) ve kristal büyüklükleri hakkında Tablo 3'de gösterilen bilgiler edinilmiştir. Liflerin düzlemler arası d-mesafeleri incelendiğinde, normal lyocell liflerinde d-mesafelerinin lyocell-LF liflerine nazaran daha küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla normal lyocell liflerinde, moleküllerin birim hücre içerisinde birbirlerine daha yakın pozisyonda oldukları düşünülebilir. Liflerin kristal mükemmelliğini belirten yarı yükseklikteki tam genişlikleri incelendiğinde ise yine normal lyocell liflerinde bu değerler daha düşük olduğu yani kristal mükemmelliğinin lyocell-LF liflerine nazaran daha iyi olduğu söylenebilir. Bu durum düzlemler arası d-mesafesi sonuçları ile uyumaktadır. Ayrıca liflerin ortalama kristal büyüklüğü değer-

leri incelendiğinde ise normal lyocell liflerinde bu değerin lyocell-LF liflerine nazara daha büyük olduğu görülmektedir. Dolayısı ile normal lyocell liflerinde kristalit içerisinde daha fazla kristal birim hücresi bulunduğu düşünülmektedir.

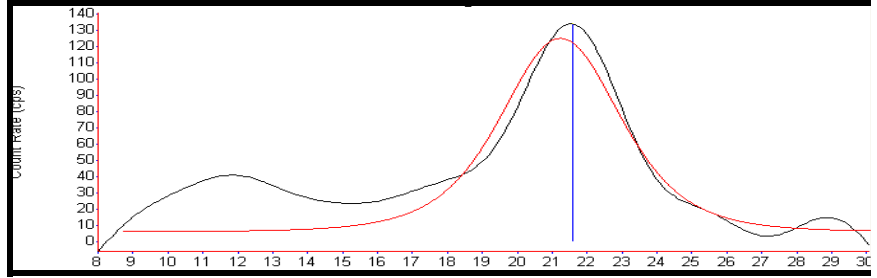
## SONUÇ

Artan rekabet koşulları ve gittikçe önemi daha iyi anlaşılan çevre sorunları, diğer bütün sektörlerde olduğu gibi tekstil sektörü için de yeni arayış ve anlayışlar getirmiştir. Bu yüzden özellikle tekstilde kullanılan hammadde+delerin ekonomik, kullanıcıya yan etkisi mümkün olduğu kadar az ve hem üretiminde ve hem de kullanımında çevre açısından temiz ve ekolojik değerde olması günümüz koşullarında kaçınılmaz hale gelmiştir. Dolayısıyla doğal selülozdan üretilen lyocell lifleri de bu özellikleri sayesinde günümüzde daha da önem kazanmıştır. Çalışmada incelenen normal lyocell ve lyocell-LF liflerinin test sonuçları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.

Fibrilasyonsuz lif üretimi amacı ile lyocell-LF liflerine uygulanan çapraz bağlama işlemi ile liflerdeki fibrilasyon eğiliminin azalmış olduğu bildirilmekle birlikte yapılan test sonuçlarından elde



Şekil 7. Normal lyocell liflerinin geniş açı x- ışını difraksiyon grafiği



Şekil 8. Lyocell-LF liflerinin geniş açı x- ışını difraksiyon grafiği

edilen bilgiler ışığında çapraz bağlama işleminin liflerin kristal yapısı ve dolayısı ile bazı fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Nitekim liflerinin mukavemet özelliklerinin ölçümünden elde edilen liflerin ilk modül ve % uzama değerleri lyocell-LF liflerinin daha kırılğan bir

yapıya sahip olduğunu, normal lyocell liflerinin ise daha esnek bir yapıda olduğunu göstermiştir. Ayrıca yapılan geniş açı x-ışını difraksiyonu sonuçlarından da normal lyocell liflerinin kristal yapılarının daha düzenli olduğu düşünülmektedir.

## REFERENCES

1. Bozdoğan F., Tiyek İ., 2002, Aynı Numarada Farklı Fiziksel Özelliklere Sahip Lyocell Liflerinde İç Yapı Değişimleri İle Lif Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Araştırılması, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi.
2. Özgüney A.T, Körlü A.E, Bahtiyari İ., Bahar M., 2006, Viskon Liflerinin Fiziksel Özellikleri ve Makromolekülerüstü Yapısı, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, pp.100-104.
3. Robinson T., 1980, Modifizierung der Hydroplastizität von regenerierten Cellulosefasern durch Hochveredlung-Einfluss auf die Trageigenschaften, *Textilpraxis International*, pp. 320-327.
4. Seventekin, N., 2001, "Kimyasal Lifler", E.Ü. Tekstil ve Konf. Arş. Uyg. Merkezi Yayınları.
5. Finishing of Lyocell, 1998, Published Rudolf GmbH & Co. KG in cooperation with Courtaulds Fibres Ltd.
6. Yükseloğlu M., 2001, Man-made Selülozik Elyafta Yeni Tercih: Lyocell LF olabilir mi?, *Electronic Journal of Textiles*, Volume 1, No:1.
7. Bozdoğan F., Tiyek İ., Özçelik G., 2009, Farklı Tipteki Lyocell Liflerinin Fiziksel Özellikleri, 1.Uluslararası 5. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Kadınhanı Faik İçil Meslek Yüksekokulu, Konya.

*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.*