

POLİAKRİLONİTRİL LİF ÜRETİMİNDE KOAGÜLASYON BANYO SICAKLIĞININ LİF İÇYAPISINA ETKİSİNİN GENİŞ AÇI X-IŞINLARI DİFRAKSİYONU İLE İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF COAGULATION BATH TEMPERATURE ON THE INNER STRUCTURE OF WET SPUN ACRYLIC FIBERS BY USING X-RAY DIFFRACTION METHOD

Dr. İsmail TİYEK
Gaziosmanpaşa Üniversitesi,
Tokat MYO, Tekstil Programı
e-mail: ismailtiyek@gop.edu.tr

Prof. Dr. Faruk BOZDOĞAN
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Akrilik lifleri tekstilde en çok kullanılan dördüncü sentetik liftir. Sentetik liflerin özellikleri üretim esnasındaki birçok parametreden etkilenmektedir. Akrilik liflerinin yaş çekim yöntemi ile üretiminde de koagülasyon banyo parametreleri lif özelliklerinin belirlenmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada Poli (akrilonitril / vinilasetat) kopolimerlerinden oluşan akrilik lifleri dimetilasetamid (DMAc) / su içeren koagülasyon banyosunda yaş çekim yöntemi kullanılarak üretilmiştir. Çalışmada kullanılan akrilik lif üretim proseslerinde 32°C, 42°C, 48°C ve 54°C olmak üzere dört farklı koagülasyon banyo sıcaklığı kullanılmıştır. Proseslerde banyo sıcaklığı haricinde kullanılan diğer üretim parametreleri ise sabit tutulmuştur. Üretilen akrilik liflerinin içyapı özelliklerinin incelenmesi amacı ile üretim sonundan alınan numunelerin geniş açı x-ışını difraksiyonu cihazından elde edilen x-ışını difraksiyon grafikleri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Poliakrilonitril, Akrilik lifi, Koagülasyon banyo sıcaklığı, x-ışınları difraksiyonu yöntemi.

ABSTRACT

Acrylic fibers are the fourth biggest synthetic fibers in textile applications. The properties of synthetic fibers are affected by many production parameters in the stages of fiber spinning. In the wet spinning of acrylic fibers, coagulation bath parameters have an important role on determining of fiber properties. In this paper, the production of wet spun acrylic fibers from poly (acrylonitrile / vinylacetate) copolymers was performed with a dimethylacetamide (DMAc) / water coagulation bath. In the production, four different coagulation bath temperatures (32°C, 42°C, 48°C and 54°C) were used and other production parameters were not changed. The inner structural properties of produced fibers were investigated by using wide angle x-ray diffraction method.

Key Words: Polyacrylonitrile, Acrylic fibers, Coagulation bath temperature, x-ray diffraction method.

Received: 16.04.2007

Accepted: 21.09.2007

1. GİRİŞ

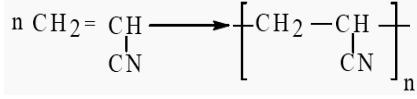
Tekstil materyallerinin özellikleri; lif özellikleri, iplik özellikleri, kumaşların yapısal özellikleri ve gördüğü terbiye işlemleri tarafından belirlenmektedir. Lif özellikleri tekstillerin özelliklerinin belirlenmesinde büyük bir etkiye sahip olduğu için önemli bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Lif özellikleri de

büyük oranda lifleri oluşturan polimerlerin makromoleküler yapısı tarafından belirlenmektedir. Burada liflerin kristalin ve oryantasyon parametreleri çok önemli rol oynamaktadır.

Tanımı gereği akrilik liflerinin en az %85 oranda akrilonitril ünitesi içermesi gerekmektedir (1). Maalesef, %100 poliakrilonitril ünitelerinden oluşan

akrilik lifleri zayıf boya alma eğilimleri, uzun süreli periyotlarda ışık ve ısıya tutulduklarında rengini değiştirmesinin yanı sıra işlenebilirliklerindeki zorluklar nedeniyle ticari olarak başarılı olamamıştır. Bu sebeplerden dolayı, çoğu ticari akrilik lifleri daha arzu edilen lif özelliklerine sahip olması ve işlenebilirliğini önemli ölçüde iyileştirmek için %5

ile %15 arasında bir veya daha fazla komonomer içerirler. Akriklik liflerini oluşturan poliakrilonitril polimerleri genel anlamda akrilonitril monomerlerinin radikal zincir polimerizasyonu (Şekil 1) ile elde edilmektedir (2, 3, 4).



Şekil 1. Poliakrilonitril polimerinin polimerizasyonu

Akrilik liflerinin bağıl olarak düşük üretim ve malzeme maliyetleri, kolay boyanma ve kullanım karakteristikleri kadar kolay işleme tabi tutulabilmeleri nedeniyle bu yüzyılın başarılı geçmişlerinden birine sahiptir. 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. Bu hızlı artış hem akrilik liflerinin kullanım alanının genişlemesiyle ve hem de özellikle yün fiyatlarındaki artış ile doğrudan ilişkili olarak gerçekleşmiştir (5, 6).

Poliakrilonitril polimerleri eriyikten lif çekimi için kullanılan sıcaklıklara kadar ısıtıldığında erimemekte ve 320°C civarındaki sıcaklıklarda kimyasal yapısında değişiklikler meydana geldiği için eriyikten lif çekimi yöntemi ile lif

üretimine uygun değildir. Ancak poliakrilonitril (PAN) polimerleri uygun çözücüler içerisinde çözülerek lif çekimine uygun akışkanlıktaki polimer çözeltisi haline getirilebilir. Bu nedenle akrilik lifleri çözücülerden lif çekimi yöntemiyle üretilmektedir. Çözeltiden lif çekimi ise yaş çekim ve kuru çekim olmak üzere iki yöntemle yapılmaktadır (7, 8).

Poliakrilonitril (PAN) polimerleri bilinen birçok çözücüde çözünmemektedir. Çözücü olarak en çok dimetilformamid (DMF) ve dimetilasetamid (DMAc) kullanılmaktadır. Yaş çekim yöntemiyle poliakrilonitril lif üretiminde çözücü olarak genellikle dimetilasetamid (DMAc), kuru çekim yönteminde ise genellikle dimetilformamid (DMF) kullanılmaktadır. PAN polimerinin çözülmesinde kullanılan çözücüler, üretilen liflerin özelliklerinin belirlenmesinde de etkili olmaktadır (5, 8).

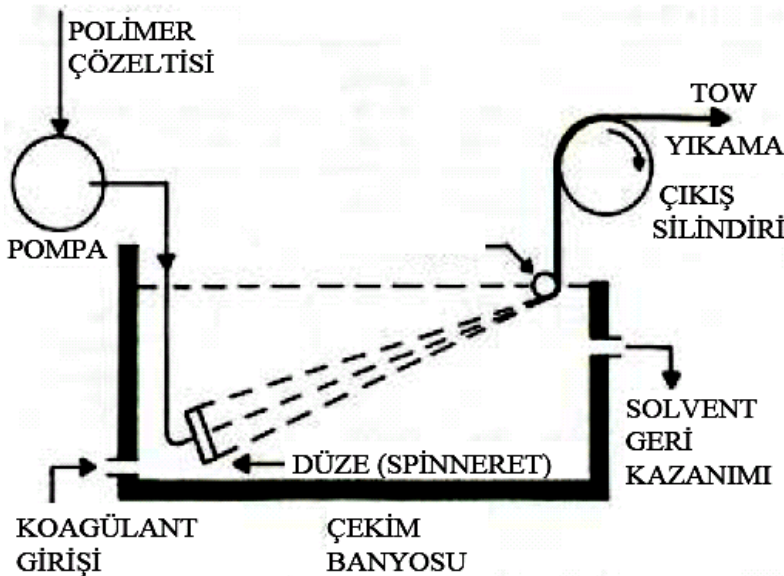
Akrilik lif üretiminin yaklaşık %85'lik bir kısmı yaş çekim yöntemiyle, %15'lik kısmı da kuru çekim yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Hazırlanan polimer çözeltisinden lif çekimi için, üzerinde çok ince delikler bulunan düze (spinneret) sistemleri kullanılmaktadır. Bu delikler düze üzerine gruplar halinde yerleştirilmiştir. Bu sayede düzelerden fişkırtılan filamentlerin arasına

koagülantın daha iyi nüfuz etmesi sağlanmaktadır (3, 8).

Yaş çekim yönteminde, liflerin fişkırtıldığı düze sistemi koagülant içeren bir sıvı banyosuna daldırılmıştır. Koagülasyon banyosunda kullanılan koagülant bir çözücü ve çözücü olmayan madde (solvent/nonsolvent) karışımından oluşmaktadır. Çözücü olmayan madde (nonsolvent) olarak genellikle su kullanılmaktadır. Çözücü madde olarak ise genellikle polimer çekim çözeltisinin (dop) hazırlanmasında kullanılan çözücünün aynısı kullanılmaktadır. Poliakrilonitril (PAN) polimer çözeltisi düzelerden koagülasyon banyosu içerisine fişkırtılmaktadır (Şekil 2). Koagülasyon banyosu içerisinde poliakrilonitril polimer çözeltisi bir jel haline almakta ve dolayısı ile ilk lif oluşumu bu koagülasyon banyosu içerisinde başlamaktadır. Bu nedenle makromoleküler düzenin ilk şekillenmeye başladığı koagülasyon banyosu liflerin özelliklerinin belirlenmesinde çok önemli rol oynamaktadır (7, 8).

Koagülasyon banyosu içerisinde polimer makromoleküllerinin şekillenmesini sağlayan koagülasyon banyo parametreleridir. Koagülasyon banyosu parametrelerinin içerisinde en önemli parametreler ise koagülasyon banyo konsantrasyonu ve banyo sıcaklığıdır. Özellikle bu parametrelere bağlı olarak liflerin çözelti halinden bir jel haline gelmesi ve daha sonraki işlemlerle de katı bir lif haline gelmesi sağlanmaktadır. Koagülasyon banyosunda polimer maddenin jel halinde lif formuna gelmesi, çözücü madde ile çözücü olmayan maddenin karşılıklı akarak yer değiştirilmesiyle gerçekleşmektedir. Koagülasyon banyosu içerisinde, polimer / çözücü madde / çözücü olmayan madde etkileşimi ve karşılıklı yer değişimlerinin meydana gelmesi sonucunda fibriller yapı oluşarak lif şekillenmekte ve meydana gelen akrilik lifleri değişik özellikler kazanmaktadır (8, 9, 10).

Koagülasyon banyosundan çıkan lifler yıkama, gerdirme (çekme), preparas-



Şekil 2. Koagülasyon banyosunun şematik görünümü

yon, kurutma, kıvrıklandırma ve ısı işlemlerden geçirilerek filament towları haline getirilir. Kullanım yerine göre tow halindeki lifler koparma veya kesme işlemi ile kesikli lif haline getirilerek tekstilde kullanılacak nihai lifler elde edilmektedir.

Koagülasyon banyosu parametreleri, üretilen akrilik liflerinin içyapı ve fiziksel özelliklerinin oluşmasında hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada; koagülasyon banyosunun en önemli parametrelerinden biri olan koagülasyon banyo sıcaklığı değiştirilerek üretilen akrilik liflerinin içyapısında meydana gelen değişiklikler, geniş açı X-ışını difraksiyonu tekniği kullanılarak incelenmiştir. Çalışma, AKSA Akrilik Kimya Sanayi A.Ş.'de Üniversite-Sanayi işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan materyal ve yöntemler hakkında aşağıda detaylı bilgiler verilmiştir.

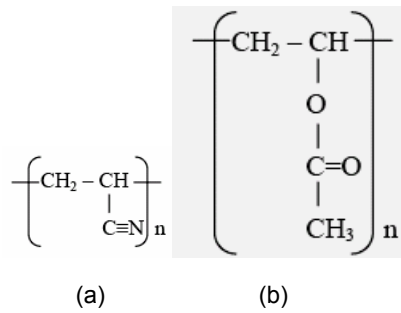
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada, elyaf üretim hattında koagülasyon banyo sıcaklığı değiştirilmek suretiyle üretilmiş olan poliakrilonitril (PAN) lifleri kullanılmıştır.

Poliakrilonitril liflerinin üretimi AKSA Akrilik Kimya Sanayi A.Ş.'nin pilot tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Farklı koagülasyon banyosu sıcaklıklarında üretilen lifler %90 akrilonitril ve %10 vinilasetat komonomerlerinden oluşmaktadır. Poliakrilonitril ve polivinil asetatın kimyasal yapıları Şekil 3'de verilmiştir.

Vinilasetat komonomeri poliakrilonitril liflerine daha yüksek mukavemet ve daha yüksek moleküler oryantasyon sağlamak ve lif çekim prosesinde kolaylık sağlamak için kullanılmaktadır. Ayrıca vinilasetat komonomerlerinin lif içerisine boyarmadde moleküllerinin daha kolay girmesine izin vererek liflerin boya alabilirliklerini kolaylaştırdıkları ifade edilmektedir (8, 11, 12).



Şekil 3. (a) Poliakrilonitril ve (b) Polivinil asetatın kimyasal yapıları

Lif çekimi için hazırlanmış olan çekim çözeltilinde çözücü madde olarak dimetilasetamid çözücüsü kullanılmıştır. Polimer çözeltilinden lif çekiminde kullanılan koagülasyon banyosundaki koagülantın içeriğinde ise çözücü olmayan madde (nonsolvent) olarak su ve çözücü (solvent) olarak ta dimetilasetamid (DMAc) ((CH₃)₂NCOCH₃) kullanılmaktadır. Kullanılan koagülasyon banyosu %54 konsantrasyona sahiptir.

Bu çalışmada kullanılacak olan akrilik liflerinin üretilmesi amacı ile hazırlanan poliakrilonitril (PAN) çekim çözeltilinde (dop) dört farklı koagülasyon banyo sıcaklığı (32°C, 42°C, 48°C ve 54°C) kullanılmıştır. Çalışmada koagülasyon banyosunda kullanılan diğer parametreler ve diğer üretim basamaklarının uygulama şartları değiştirilmemiştir. Bu sayede koagülasyon banyo sıcaklığının lif içyapı özelliklerine etkisinin geniş açı X-ışını difraksiyonu ile incelenmesi amacı ile dört farklı poliakrilonitril (PAN) lifi elde edilmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan poliakrilonitril liflerinin içyapı özelliklerinin geniş açı x-ışını difraksiyonu metodu ile tespit edilmesi için, Amerika Birleşik Devletlerindeki North Carolina State Üniversitesinin Tekstil Kolejinde bulunan OMNI geniş açı x-ışını difraksiyon cihazından (Şekil 4) elde edilen geniş açı x-ışını difraksiyon grafikleri kullanılmıştır.

Lif numunelerinin x – ışını grafiklerini elde etmek için iki adet yapışkan şerit üzerine lif numuneleri grup halinde birbirlerine paralel ve düzgün bir şekil-

de yapıştırılarak X-ışını difraktometresine yerleştirilmiştir. Daha sonra cihaz tarafından x-ışınlarıyla taranan liflerin x-ışını difraksiyon grafikleri elde edilmiştir. Cihazda difraksiyon grafiğinin elde edilmesi için kullanılan CuKα X-ışınlarının dalga boyu λ = 1,541838 Å 'dür. Buradan elde edilen geniş açı X-ışını difraksiyon grafiğindeki 2θ pik verileri kullanılmak suretiyle, test edilen poliakrilonitril liflerinin kristal yapısı ile ilgili bazı parametrelere ulaşılmıştır. Lif numuneleri için x-ışını cihazından elde edilen difraksiyon grafiklerindeki 2θ pik değerlerinden ve CuKα x- ışınlarının dalga boyundan (λ), kristal düzlemleri arasındaki mesafe (d- mesafeleri) aşağıda verilen Bragg denklemi (1) kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır (2, 13 14, 15). Ortalama kristal büyüklüklerinin hesaplanması için ise aşağıda verilmiş olan Scherrer denklemi (2) kullanılmıştır (2, 13).

$$n \cdot \lambda = 2d \cdot \sin \theta \quad (1)$$

$$t_c = K \cdot \lambda / \beta \cdot \cos \theta \quad (2)$$

Burada,

n = Yansıma mertebesini ifade eden sabit sayı

λ = CuKα x-ışınının dalga boyu

d = Kristal düzlemleri arasındaki mesafe

θ = Bragg açısı

t_c = Kristal büyüklüğü

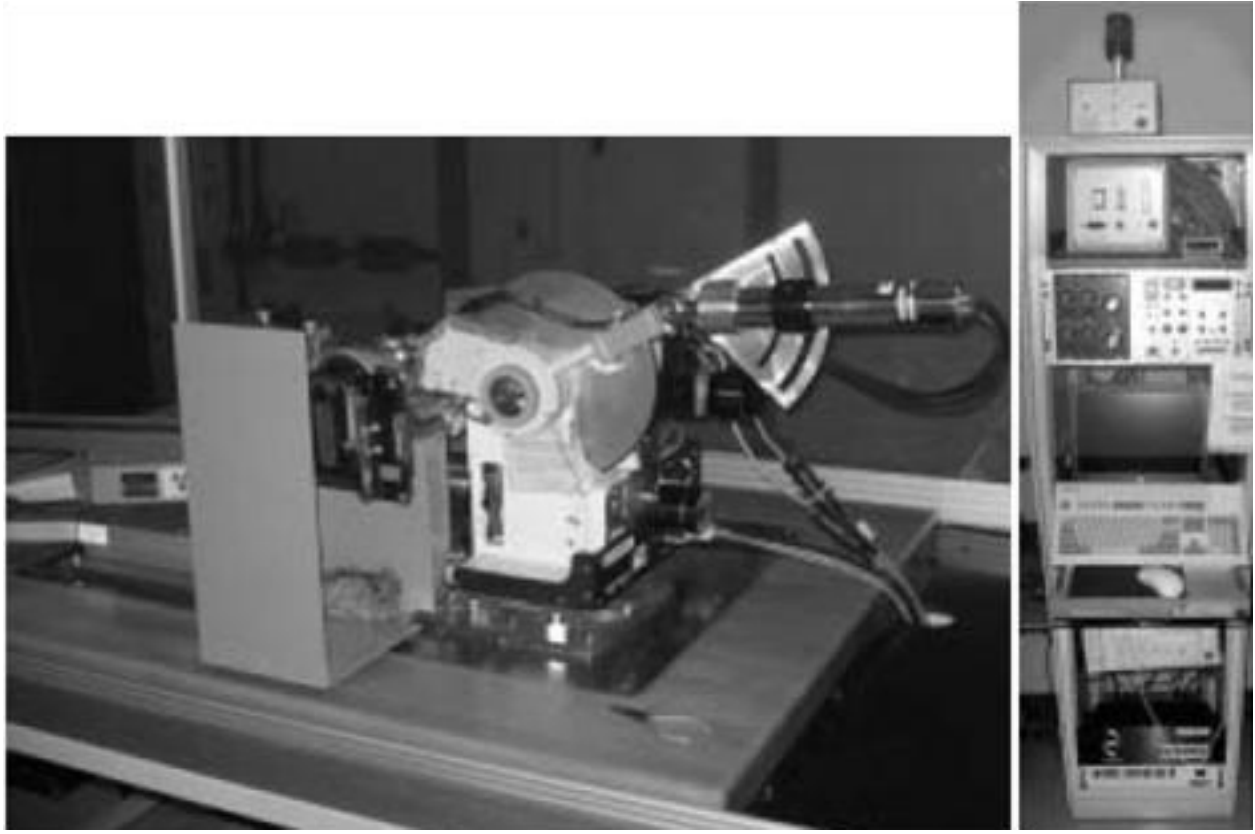
K = Scherrer sabiti

β = Yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM)'dir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmada farklı koagülasyon banyo sıcaklıklarında üretilen liflerin x ışını difraksiyon grafikleri Şekil 3, 4, 5 ve 6'da gösterilmiştir.

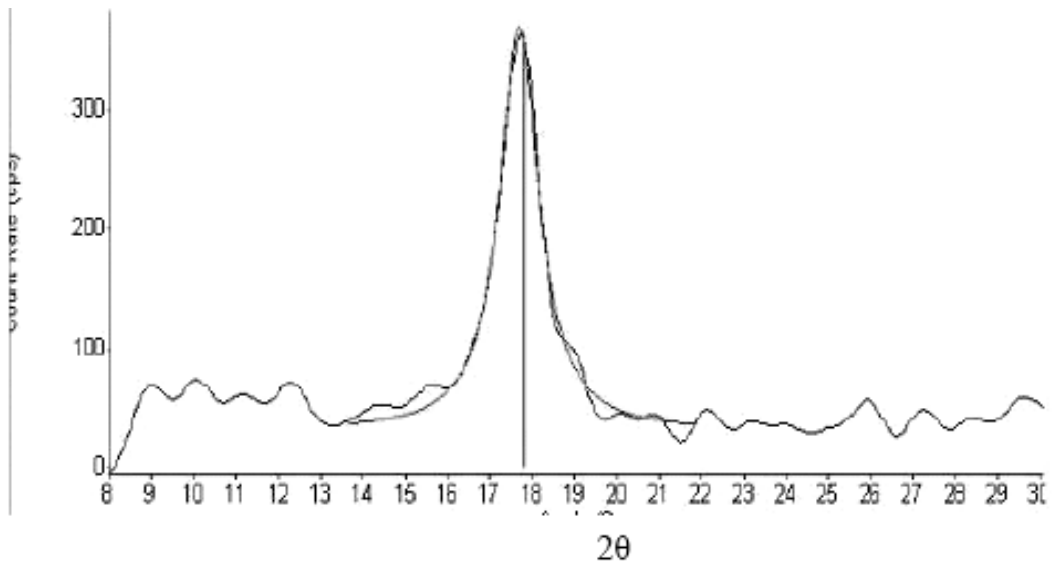
Farklı koagülasyon banyo sıcaklıklarında üretilen poliakrilonitril liflerinden alınan numunelere ait geniş açı x-ışını difraksiyon grafiklerinden hesaplanan bazı içyapı parametreleri aşağıdaki Tablo 1'de verilmiştir.



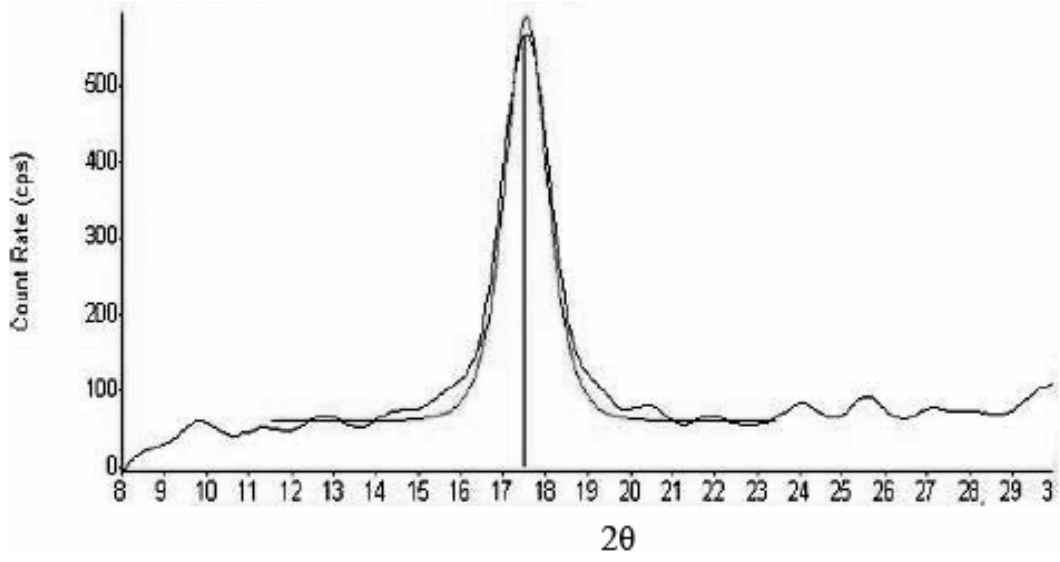
Şekil 4. OMNI geniş açı x-ışını difraksiyon cihazı

Tablo 1. Farklı Koagülasyon banyo sıcaklıklarında üretilen liflere ait x-ışını difraksiyon grafiklerinden hesaplanan değerler

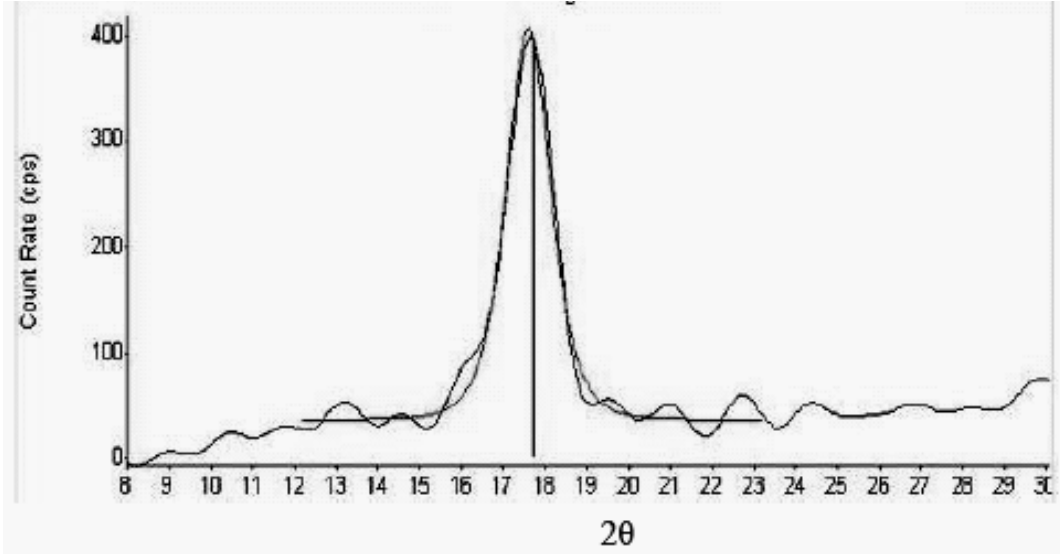
Koagülasyon Banyo Sıcaklığı (°C)	Pik Pozisyonu ($2\theta^\circ$)	d-mesafesi (Å)	Yarı Yükseklik Tam Genişliği (β) (°)	Kristal Büyüklüğü (tc) (Å)
32	17,6873	5,01448	1,1341	70,1607
42	17,5434	5,05527	1,1904	66,8295
48	17,6012	5,03882	1,2682	62,7346
54	17,5108	5,06463	1,2963	61,3672



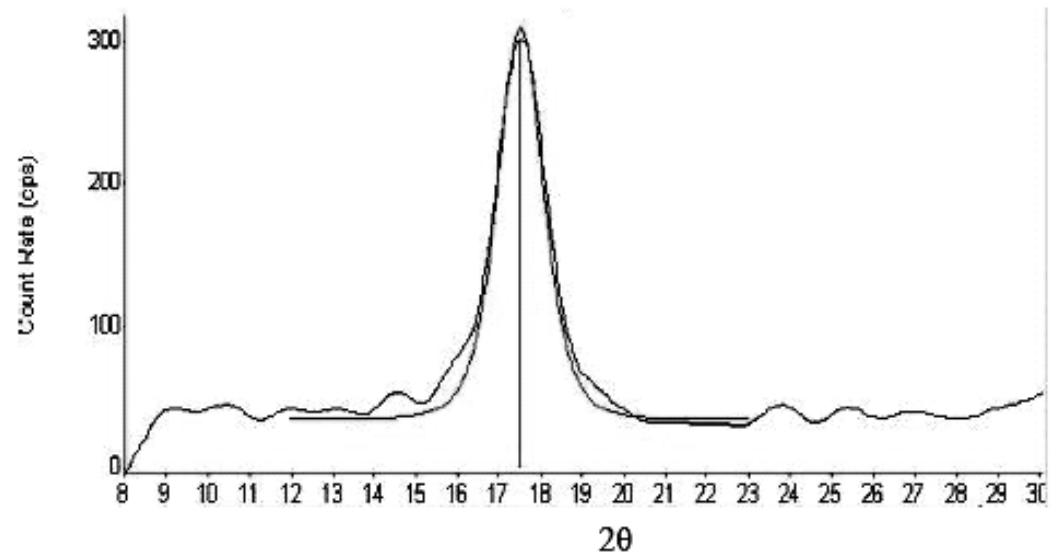
Şekil 5. 32°C koagülasyon banyo sıcaklığında üretilen akrilik elyafın geniş açı x-ışını difraksiyon grafiği



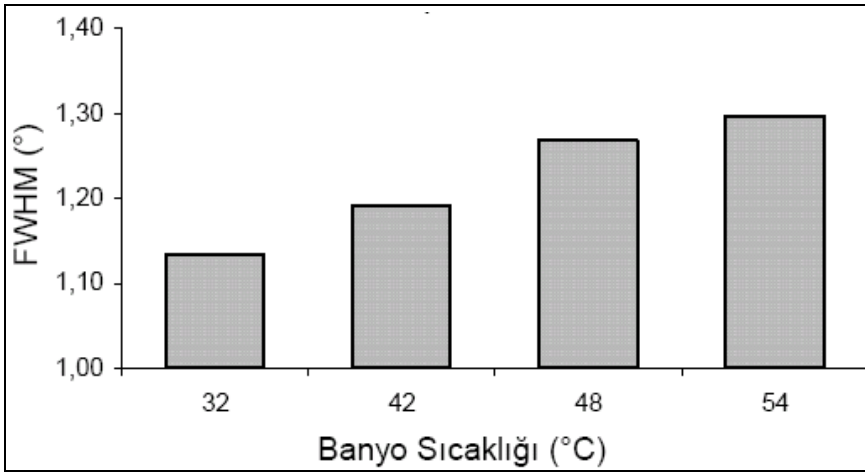
Şekil 6. 42°C koagülasyon banyo sıcaklığında üretilen akrilik elyafın geniş açı x-ışını difraksiyon grafiği



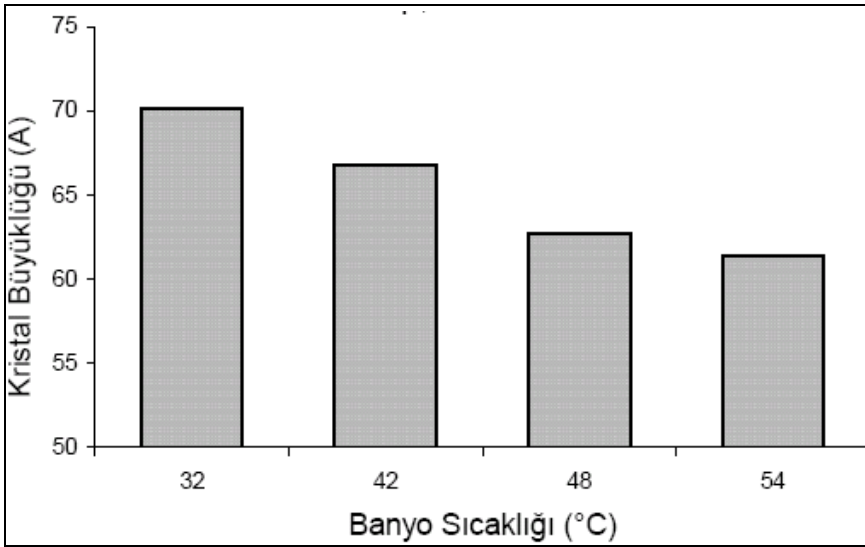
Şekil 7. 48°C koagülasyon banyo sıcaklığında üretilen akrilik elyafın geniş açı x-ışını difraksiyon grafiği



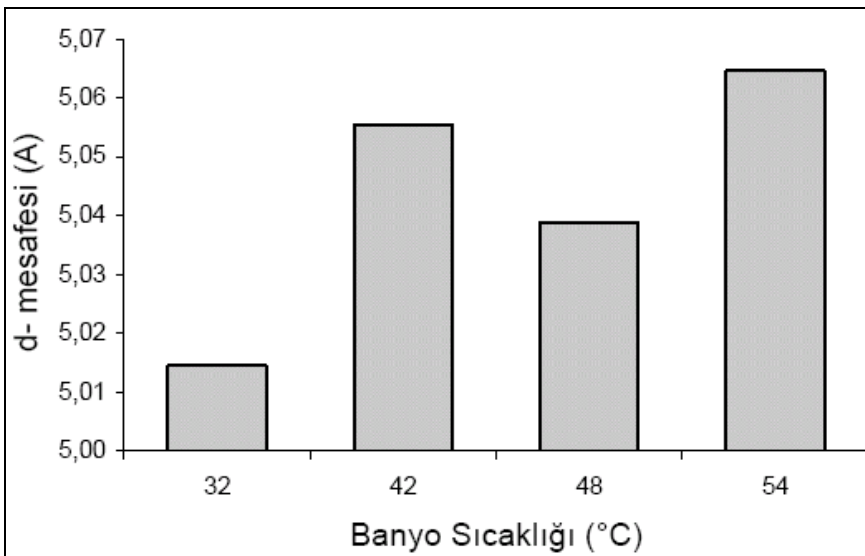
Şekil 8. 54°C koagülasyon banyo sıcaklığında üretilen akrilik elyafın geniş açı x-ışını difraksiyon grafiği



Şekil 9. Üretilen akrilik liflerinin yarı yükseklikteki tam genişliği (FWHM (β)) değerinin koagülasyon banyo sıcaklığı ile değişim grafiği



Şekil 10. Üretilen akrilik liflerinin kristal büyüklüklerinin koagülasyon banyo sıcaklığı ile değişim grafiği



Şekil 11. Üretilen akrilik liflerinin düzlemler arası d- mesafelerinin koagülasyon banyo sıcaklığı ile değişim grafiği

Yarı yükseklikteki maksimum genişlik (FWHM (β)) liflerin içyapısındaki kristal mükemmeliyetini ifade etmektedir. Bu değer ne kadar küçük olursa yani pik genişliği ne kadar dar olursa kristallerin o kadar mükemmel bir şekilde düzenlendiğini göstermektedir. Pik genişledikçe kristal mükemmeliyetinin azaldığını, yani kristallerin gelişigüzel düzenlendiğini göstermektedir (2, 13).

Şekil 9'da koagülasyon banyo sıcaklığı ile yarı yükseklikteki maksimum genişlik değerinin değişimi gösterilmiştir.

Farklı koagülasyon banyo sıcaklıklarında üretilen liflerde banyo sıcaklığının artmasıyla poliakrilonitril liflerinin geniş açı x- ışını difraksiyon grafiklerindeki $2\theta \approx 17^\circ$ civarında oluşan pikin FWHM yarı yükseklikteki tam genişliği değerinin (β) arttığı görülmektedir (Şekil 9). Yani koagülasyon banyo sıcaklığının azalması ile liflerin kristal mükemmelliğinin arttığı dolayısı ile de daha düzenli bir yapıya sahip olduğu düşünülebilir.

Liflerin ortalama kristal büyüklüklerinin değişimine bakıldığında da koagülasyon banyo sıcaklığının artmasıyla liflerin kristal büyüklüklerinin azaldığı gözlenmiştir (Şekil 10).

Yine liflerin kristal yapısındaki düzlemler arası mesafenin de genelde banyo sıcaklığının artması ile artma eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 11). Burada 48°C banyo sıcaklığında üretilen lifte düzlemler arası d- mesafesinin bir miktar düştüğü görülmekle birlikte genel olarak banyo sıcaklığındaki artışa bağlı olarak düzlemler arası d- mesafesinde de bir artış olduğu görülmektedir. Düzlemler arası d- mesafelerindeki bu artış, kristallerin düzenliliğinin azaldığını göstermektedir.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Geniş açı x-ray difraksiyonu ile poliakrilonitril liflerinde koagülasyon banyo sıcaklıkları değiştirilerek yapılan incelemelerde, banyo sıcaklığının artmasıyla liflerde kristal mükemmeli-

yetini ifade eden FWHM yarı yükseklikteki maksimum genişlik değerinin (β) arttığı gözlenmiştir. Bu durum sıcaklık artışı ile pik genişliğinin arttığı ve dolayısı ile kristal mükemmelliğinin azaldığını göstermektedir. Banyo sıcaklığının artmasının ortalama kristal büyüklüğünde ise azalmaya sebep olduğu gözlenmiştir. Bu durumda banyo sıcaklığının artması ile kristalit içerisinde daha az miktarda birim kristal hücresi bulunduğunu ifade etmektedir. Yine banyo sıcaklığının artması ile d-mesafesinin de artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Yani birim kristal hücre boyutlarında artış ve dolayısı ile moleküler paketlenmenin daha düşük olduğu düşünülmektedir. Bu üç durum birbirini desteklemektedir. Sonuç olarak, düşük sıcaklıklarda kristal yapının daha iyi şekillendiği söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Üniversite – Sanayi işbirliği çerçevesinde AKSA Akriik Kimya Sanayi A.Ş. adına bu çalışmanın yapılması için maddi ve manevi her türlü desteği veren Genel Müdürü Sayın Mustafa Yılmaz Bey'e ve onun şahsında tüm AKSA çalışanlarına, x-ışını difraksiyon grafiklerinin yorumlanmasındaki yardım ve ilgilerinden dolayı Prof. Dr. Bhupender S. Gupta ve asistanı Sayın Shawn Hutchinson'a ve x-ışını difraksiyon grafiklerinin çekimini gerçekleştiren Sayın Birgit S. Andersen'e teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. BISFA., 2000, *Terminology of Man-Made Fibres*, The International Bureau for the Standardisation of Man-Made Fibres, 2000 Edition (replaces the 1994 edition), Brussels-Belgium, 84s.
2. Bahrami, S.H., Bajaj, P., ve Sen, K., (2003), *Journal of Applied Polymer Science*, Cilt: 89, s: 1825-1832.
3. Bozdoğan, F., Karacan, İ. ve Tiyek, İ., 2004, *Characterisation of Structure and Properties of A Selection of Polyacrylonitrile (PAN)- Based Acrylic Fibers Produced In Turkey*, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma – Uygulama Merkezi Yayınları, ISBN: 975-483-636-1, İzmir, 81s.
4. Seventekin, N., 2001, *Kimyasal lifler*, E.Ü. Tekstil ve Konf. Arş. Uyg. Merkezi Yayınları, İzmir.
5. Tiyek, İ. ve Bozdoğan, F., 2005, "Akriik lif üretiminde koagülasyon banyosunun önemi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 3, ISSN: 1300-7009, s.: 319-323.
6. Bozdoğan F. ve Karacan, İ., 2000, "Poliakrilonitril (PAN) Kökenli Akriik Liflerinin Yapı ve Özelliklerinin Tanımlanması Üzerine Bir Araştırma", E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma – Uygulama Merkezi Yayınları, 15, İzmir, 41s.
7. Tiyek, İ. ve Bozdoğan, F., 2006, "Koagülasyon Banyo sıcaklığının Akriik Liflerinin Mikroskobik Görünümüne Etkisinin İncelenmesi", *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, Yıl: 16, Sayı: 4, Ekim – Aralık, s: 251 – 257.
8. Capone, G.J., 1995, "Wet Spinning Technology", *Acrylic Fiber Technology and Applications*, Mason, J.C. (Ed.), Marcel Dekker Inc., New York, s: 69–103, 388s.
9. Bach, H.C., and Knorr, R.S., 1990, "Acrylic Fibers", *Polimers: Fibers and Textiles, A Compendium*, Ed.: Kroschwitz, Jacqueline I., Wiley Interscience Publication, New York.
10. Frushor, B.G. and Knorr, R.S., 1985, "Acrylic Fibres", *Handbook of Fiber Science and Technology: Volume IV: Fiber Chemistry*, Lewin, M. and Pearce, E.M. (Eds.), Marcel Dekker Inc., New York, s: 171–370, 1090s.
11. Bozdoğan, F., 1999, "Akriik Liflerinin İç Yapısının Moleküler Modellemesi Üzerine Bir Araştırma", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1., 11-14.
12. Wade, B. And Knorr, R., 1995, "Polymerization", *Acrylic Fiber Technology and Applications*, Mason, J.C. (Ed.), Marcel Dekker Inc., New York, s: 37–68, 388s.
13. Bajaj, P., Sreekumar, T.V. and Sen, K., 2002, "Structure Development during Dry-Jet-Wet Spinning of Acrylonitrile/Vinyl Acids and Acrylonitrile/Methyl Acrylate Copolymers", *Journal of Applied Polymer Science*, Cilt: 86, s: 773-778.
14. Clark G.I., 1967, "Chapter I: Properties of X-Rays", *Handbook of X-Rays*, Emmitt, F.K. (Ed.), McGraw-Hill Book Company, New York, s: I-3 – I-31, 1031s.
15. Kızılyallı, M., 1988, "Bölüm 3: X-ışınları Spektroskopisi", *Atomik Spektroskopisi*, Özden, S., (Düzenleme Kurulu Bşk.), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 392s.

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.

EN HAKİKİ MÜRŞİT İLİMDİR!

M. Kemal A.T.A.T.Ü.R.K