



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 20.01.2020
Kabul Tarihi : 22.04.2020

Received Date : 20.01.2020
Accepted Date : 22.04.2020

PAMUK TELEFİNDEN VİSKOZ RAYON ÜRETİMİ

VISCOSE RAYON PRODUCTION FROM COTTON WASTE

Sami TÜRKOĞLU^{1*} (ORCID: 0000-0001-8269-1519)

*Ahmet TUTUŞ*² (ORCID: 0000-0003-2922-4916)

*Mustafa ÇİÇEKLER*² (ORCID: 0000-0001-5793-2827)

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sami TÜRKOĞLU, samiturkoglu@hotmail.com

ÖZET

Pamuk liflerinin %96'lık kısmı saf selülozdan oluşmaktadır. Viskoz rayon lifleri saflaştırılmış selülozdan elde edilen ve ülkemizde yılda yaklaşık 250 bin ton civarında tüketilen, 1.5 milyar dolarlık ithalatı yapılan önemli bir üründür. Viskoz rayon lifleri doğal ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmekte olup üretiminde her geçen gün tükenmekte olan petrol kaynakları yerine doğal materyallerin kullanılması hem çevresel hem de ekonomik anlamda önemli avantajlar sunmaktadır. Bu çalışmada, pamuk teleflerinden standartlara bağlı kalınarak α -selüloz polimerleri elde edilmiş olup daha sonra yaş lif çekim yöntemiyle α -selülozdan %93 verimde rejenere viskoz rayon lifleri üretilmiştir. Elde edilen viskoz rayon liflerinin yurt dışından ithal edilen viskoz rayon liflerinin özelliklerine benzer değerler taşıdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak pamuk teleflerinden yüksek verimli ve yüksek katma değerli yeni ürün elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk telefleri, selüloz, viskoz rayon

ABSTRACT

An important part of cotton fibers consists of pure celluloses (96%). Viscose rayon fibers are obtained from purified cellulose and it is consumed about 250 thousand tons per year in our country. It is an important product that is imported 1.5 billion dollars a year. Viscose rayon fibers are obtained from natural and renewable sources and using natural materials instead of petroleum sources in viscous rayon production provides important advantages both in environmental and economic terms. In this study, α -cellulose polymers were obtained from cotton wastes by relevant standards, and then regenerated viscose rayon fibers in 93% yield from α -cellulose were produced by wet-spinning method. It is determined that obtained viscose rayon fibers have similar characteristic features to viscose rayon fibers imported from abroad. As a result, new products with high efficiency and high-added value were obtained from cotton wastes.

Keywords: Cotton wastes, cellulose, viscose rayon

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sami TÜRKOĞLU, samiturkoglu@hotmail.com

To Cite: TÜRKOĞLU, S., TUTUŞ, A., & ÇİÇEKLER, M., (2020). PAMUK TELEFİNDEN VİSKOZ RAYON ÜRETİMİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 70-79.

GİRİŞ

Dünya genelinde kişi başına tüketilen elyaf miktarı yıllık ortalama 13 kg seviyesindedir. Yılda yaklaşık 103 milyon ton elyaf üretimi yapılmaktadır. Bu üretimin yaklaşık 32 milyon tonu doğal, 71 milyon tonu ise yapay elyaf (Anonim, 2018). Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi elyaf ihtiyacı doğrudan doğal lif kaynaklarından (bitkisel-hayvansal-madensel) karşılanamaz durumdadır. Doğal elyafın iki katından daha fazla miktarda yapay elyaf tüketimi gerçekleşmektedir. Günümüzde yapay elyaf olarak adlandırılan insan yapımı liflerin büyük kısmını polyester ve polyamid gibi petrol kökenli sentetik lifler oluşturmaktadır. Bilinen petrol rezervleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde petrolün en fazla 50 yıllık ömrünün kaldığı hesaplanmaktadır (Karaca, 2017).

Selüloz veya protein esaslı doğal polimerlerden elde edilen rejenere lifler bu sorunun çözümü için en uygun seçenek olarak öne çıkmaktadır. Selüloz esaslı rejenere lifler ilk olarak 19. yüzyılın ikinci yarısında keşfedilmiştir. Bunlar içinde en bilinen ve en çok kullanılan selüloz esaslı rejenere lif türü ise viskoz rayon lifleridir. Doğal liflerin artan elyaf ihtiyacını karşılayamaması sebebi ile yapay liflerin kullanımı doğal lif kullanımının iki katından fazladır. Ancak yapay lif üretiminin tamamına yakını petrol kökenli sentetik liflerden üretilmektedir. Sentetik lifler konforu düşük sağlıksız liflerdir. Bu nedenle doğal rejenere liflerden viskoz rayon lif tüketim miktarı her yıl artarak devam etmektedir. Selüloz esaslı viskoz rayon lifleri, en çok tüketilen doğal lif olan pamuk liflerine oldukça benzer özellikler taşımaktadır. Tıpkı pamuk gibi yapısının büyük kısmını selüloz polimerleri oluşturmaktadır. Sentetik lifler; nem çekme, hava geçirgenliği ve yumuşaklık gibi başlıca lif özellikleri bakımından doğal liflerle kıyaslanamayacak derecede düşük değerlere sahipken rejenere viskoz rayon lifleri bu özellikler bakımından oldukça yüksek değerlere sahiptir. Viskoz rayon lifleri, 20. yüzyılın ortalarında keşfedilip kullanılmaya başlayan sentetik liflerin yaygınlaşması sebebi ile geri planda kalmıştır. Ancak son yıllarda başta Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Hindistan gibi ülkelerin yaptığı yatırımlar ile yeniden varlığını hissettirmeye başlamıştır. Dünya genelinde yıllık viskoz rayon lif tüketim miktarı 6 milyon ton seviyelerini aşmıştır (Anonim, 2017).

Ülkemizde viskoz rayon lif tüketimi yıllık 250 bin ton civarındadır. Viskoz rayon liflerinde yerli üretimin günümüz itibari ile hiç olmaması sebebiyle yılda yaklaşık 1.5 milyar dolarlık ithalatı yapılmaktadır. Ülkemiz tekstil endüstrisi özellikle pamuklu iplik üretiminde dünyada ilk sıralarda (6.sıra – bir milyon ton/yıl) yer almaktadır ve büyük miktarlarda pamuk telefi oluşturmaktadır. Ülkemizde, yıllık endüstriyel pamuk telefi atığı ise yaklaşık 150 bin ton civarındadır (Altun, 2016).

Endüstriyel pamuk teleflerinin ortalama %85-90'lık kısmı viskoz rayon lif üretiminde kullanılabilir atık durumundadır. Pamuk liflerinin ortalama %96'lık kısmı saf selülozdan oluşmaktadır. Bu veriler dikkate alındığında yüksek oranda selüloz ihtiva eden çok miktarda ve düşük maliyetli hammadde kaynağının varlığı söz konusudur. Yapılan bu çalışma ile pamuk teleflerinden standartlara bağlı kalınarak elde edilen α -selüloz polimerinden rejenere konvansiyonel lif üretim prensibine dayalı olarak yaş lif çekim yöntemiyle viskoz rayon lif üretimi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

MATERYAL

Pamuk Telefi

Çalışmada kullanılan endüstriyel pamuk telefleri tekstil sektörü için iplik üretimi yapan MARTEKS (Maraş Tekstil ve Sanayi A.Ş. - KAHRAMANMARAŞ) işletmesinden temin edilmiştir. Penye makinesi atığı pamuk teleflerine ait görsel Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Tekstil İplik İşletmesi Penye Makinesi Atığı Pamuk Telefleri

Kimyasallar

Pamuk teleflerinden viskoz rayon lif üretimi için kullanılan kimyasal maddeler ve bunlara ait bilgiler aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar ve Özellikleri

	Kimyasal Madde	Safılık Derecesi (%)	Üretici
1	NaOH	99.0	TEKKİM
2	Na ₂ SO ₃	98.0	TEKKİM
3	Na ₂ SO ₄	99.0	TEKKİM
4	NaClO ₂	80.0	SIGMA ALDRICH
5	CH ₃ COOH	99.9	MERCK
6	CH ₂ O ₂	85.0	TEKKİM
7	C ₂ H ₃ NaO ₂	99.0	SIGMA ALDRICH
8	ZnSO ₄	97.0	TEKKİM
9	H ₂ SO ₄	95.0-98.0	TEKKİM
10	CS ₂	99.9	MERCK

Makine ve Teçhizat

Çalışmada kullanılan makine ve teçhizat bilgileri aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Makine ve Teçhizatlar

	Makine/Teçhizat	Modeli
1	Hassas Terazı	Precisa XB 620M
2	Nem Tayin Cihazı	KERN DBS 60-3
3	Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı	Yellow Line MSC basic C
4	Su Banyosu	Memmert WB22
5	Etüv	Memmert UNB400
6	Evaporatör	Heidolph Laborota 4000
7	Şırınga Pompası	New Era NE-300-ES
8	Yaş Lif Çekim Düzeneği	Özel Üretim

METOT

Hammadde Hazırlama

Pamuk telefleri yaklaşık %96 oranında saf selüloz içerdiği için doğrudan ham selüloz olarak kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan referans numune viskoz rayon elyafı; Çin’den ithal, odun selülozundan elde edilmiş birinci sınıf kalitede bir elyaf olup Kahramanmaraş’ta kurulu bulunan tekstil iplik işletmesi Kütükçüoğlu Mensucat Sanayi ve Ticaret A.Ş.’den temin edilmiştir.

Alfa Selüloz Üretimi

Alfa selüloz üretiminde öncelikle ham selülozlardan holoselüloz üretimi gerçekleştirilmiştir. Holoselüloz eldesinde Wise ve Karl’ın klorit metodu kullanılmıştır (Wise & Karl, 1962). Elde edilen holoselülozlardan Tablo 3’te belirtilen standarda bağlı kalınarak alfa selüloz üretimi gerçekleştirilmiştir.

Viskozite ve Polimerizasyon Derecesi Tayinleri

Ham selülozun, alfa selülozun ve viskoz rayon liflerinin viskozite değerleri ve polimerizasyon derecelerinin (DP) belirlenmesinde aşağıda Tablo 3’de verilen standart ve kaynaklar kullanılmıştır. Polimerizasyon dereceleri ise aşağıdaki formüle (1) göre tespit edilmiştir.

$$DP^{0.905} = 0,75 \times \text{Viskozite} \quad (1)$$

Tablo 3. Kimyasal Analizler için Kullanılan Standartlar ve Kaynaklar

Kimyasal Analizler	Standartlar ve Kaynaklar
Holoselüloz üretimi	Wise ve Karl, 1962
Alfa selüloz üretimi	TAPPI T 203 cm-99 (Anonim, 1999/a)
Viskozite tayini	TAPPI T 230 om-99; SCAN-CM 15:88 (Anonim, 1988; Anonim, 1999/b)
DP tayini	Clark, 1978; Kırıcı, 2006

Alfa Selüloz ve Viskoz Rayon Liflerinin Ağartılması

Alfa selüloz ve viskoz rayon liflerine aşağıda Tablo 4'te verilen ağartma koşulları uygulanmıştır.

Tablo 4. Alfa Selüloz ve Viskoz Rayon Liflerinin Ağartılmasında Uygulanan Koşullar

Ağartma Koşulları	
Sodyum klorit (%)	15
Süre (saat)	16
Sıcaklık (°C)	25
Sodyum asetat (%)	3
Asetik asit (%)	7
Formik asit (%)	0.5
Konsantrasyon (%)	5

Viskoz Rayon Lif Üretimi

Bu çalışmada, ağartılmış alfa selüloz polimerleri CS₂ ile çözülerek düzelerden ince filamentler halinde koagülasyon banyosuna gönderilmiştir. Polimer içerisindeki çözücünün banyo içerisine difüzyonu ile filamentler katılarak lif haline getirilmiştir. Konvansiyonel lif üretim prensibine dayalı olarak yaş lif çekim yöntemi ile üretilen rejenere viskoz rayon liflerinin üretimi aşağıda Tablo 5'te gösterilen işlem akışına göre gerçekleştirilmiştir (Mark ve ark., 1968; Ardıç, 2007; Güler, 2008).

Tablo 5. Viskoz Rayon Lif Üretiminde İşlem Akışı

Viskoz Rayon Lif Üretim Aşamaları	
1	Alkali selüloz eldesi (α -selüloz + %17-19 NaOH çözeltisi)
2	Ditme
3	Dinlendirme
4	Ksantasyon (CS ₂)
5	Çözme (NaOH çözeltisi) (Viskoz Bileşimi: %6.5-9.0 Selüloz/ %5.5-6.5 NaOH/ %2.0-2.5 Sülfür)
6	Karıştırma, Olgunlaştırma, Filtre
7	Yaş Lif Çekimi (Koagülasyon Banyosu (40-45°C): %8-10 H ₂ SO ₄ / %16-24 Na ₂ SO ₄ / %1-2 ZnSO ₄)
8	Germe-çekme işlemi (V ₁ :70mm/sn - V ₂ :140mm/sn)
9	Yıkama ve kükürt giderme (%1 Na ₂ SO ₃ çözeltisi - 90-95 °C)
10	Kurutma (Etüv 103±2 °C)

Viskoz rayon lif üretiminin yapıldığı yaş lif çekim düzeneği Şekil 2a'da gösterilmiştir. Viskoz lif çekim çözeltisinin düze başlığından koagülasyon banyosu içerisine sevki Şekil 2b'de ve koagüle olan liflerin godetlere sarımı ve godetler arası hız farkı ile yapılan germe-çekme işlemi de Şekil 2c'de gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 2. (a) Yaş Lif Çekim Düzenegi, (b) Düzedeki Deliklerden Viskoz Lif Çekim Çözeltilisinin Koagülasyon Banyosu İçerisine Sevki (Düze Delik Çapı: 0.1mm*91 Adet), (c) Pamuk Teleflerinden Üretilen Viskoz Rayon Liflerinin Godetlere Sarımı

Viskoz Rayon Liflerine Yapılan Testler ve Analizler

Pamuk teleflerinden yaş lif çekim yöntemi ile elde edilen rejenere viskoz rayon liflerine aşağıda Tablo 6’da gösterilen testler ve analizler, bazı yapısal özellikleri belirlemek için yapılmıştır. Testler için üniversitemiz Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ) bünyesinde bulunan Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM), KSÜ Orman Fakültesi (OF) ve KSÜ Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu (TBMYO) Tekstil Teknolojisi Programı laboratuvarları kullanılmıştır.

Tablo 6. Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Uygulanan Test ve Analizler

	Cihaz	Standart/Kaynak	Yapıldığı Yer	
1	Viskozite tayini	Capillary Viscometer	TAPPI T 230 om-99; SCAN-CM 15:88	KSÜ OF
2	DP tayini	-	Clark, 1978; Kırıcı, 2006	KSÜ OF
3	Optik özellikler	Datacolor Elrepho 450	ASTM E313-05; ISO 2469:2014	KSÜ OF
4	Kopma mukavemeti	Pressley Cihazı	-	KSÜ TBMYO
5	SEM taraması	ZEISS EVO LS 10	-	KSÜ ÜSKİM
6	EDX spektrumu	ZEISS EVO LS 10	-	KSÜ ÜSKİM
7	XRD analizi	PANalytical XPert Pro MPD	-	KSÜ ÜSKİM
8	FTIR spektrumu	Perkin Elmer Spectrum 400	-	KSÜ ÜSKİM

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ham Selüloz, Holoselüloz ve Alfa Selüloza Ait Bulgular

Pamuk telefleri için elde edilen viskozite ve DP değerleri ile ham selülozdan elde edilen holoselüloza ait verim değeri ve elde edilen alfa selüloza ait verim değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Polisakkaritlerin α -, β -, ve γ - selüloza dağılımı alkalide çözünürlüğe dayanmaktadır. 20°C’de %17.5’luk sodyum hidroksit çözeltisinde çözünmeyen kısım alfa-selüloz olarak adlandırılmaktadır (Kırıcı, 2006). Elde edilen alfa selülozlara ait viskozite ve DP değerleri yine aynı Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Ham Selüloz, Holoselüloz ve Alfa Selüloza Ait Viskozite ve DP Değerleri

	Verim (%)	Viskozite (cm ³ g ⁻¹)	DP
Ham Selüloz (Pamuk Telefleri)	-	1608	2540
Holoselüloz (Ham Selülozdan)	98	-	-
Alfa Selüloz (Holoselülozdan)	98	641	919

Alfa selüloza ait viskozite ve DP değerlerinin ham selüloza göre sırasıyla %60.1 ve %63.8 oranlarında azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalmalar, alfa selüloz eldesinde kullanılan sodyum klorit, sodyum hidroksit ve asetik asit gibi kimyasallar ile işlem sırasında uygulanan sıcaklıktan kaynaklanmaktadır. Bu işlemler, pamuk telefindeki selüloz zincirlerinde parçalanmalara neden olmakta ve dolayısıyla polimer zincirlerindeki kısalmalardan dolayı viskozite ve DP değerlerinde azalmalar meydana gelmektedir.

Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Ait Bulgular

Pamuk teleflerinden %93 verimle elde edilen rejenere viskoz rayon liflerine ait görsel Şekil 3'te verilmiştir. Viskoz rayon liflerinin ışıltılı pamuk veya suni ipek olarak ta adlandırılmasına sebep olan parlak lif görüntüsünü Şekil 3'te gözlemek mümkündür.

**Şekil 3.** Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Lifleri

Viskozite ve DP Değerlerine Ait Bulgular

Pamuk teleflerinden yaş lif çekim yöntemi ile elde edilen viskoz rayon liflerine ait viskozite ve polimerizasyon derecesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Klorit ağartması yöntemi ile ağartılan pamuk teleflerinden elde viskoz rayon liflerine ait viskozite ve DP değerleri de Tablo 8'de verilmiştir. Değerler incelendiğinde ağartma işleminin viskoz rayon lifleri üzerinde viskozite ve DP değerlerini değiştirecek bir etki yapmadığı görülmüştür. Rejenere selüloz liflerinin ortalama DP değerleri 250-700 civarındadır (Yaman & ark., 2007).

Tablo 8. Viskozite ve DP Değerleri

	Viskozite (cm ³ g ⁻¹)	DP
Ham Selüloz	1608	2540
Alfa Selüloz	641	919
Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	400	546
Ağartılmış Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	400	546
Referans Numune	255	332
Ağartılmış Referans Numune	255	332

Optik Özelliklerine Ait Bulgular

Referans numune ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait; ağartma işlemi öncesi ve sonrası beyazlık, parlaklık ve sarılık değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Viskoz Rayon Liflerine Ait Optik Özellikler

	Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	Ağartılmış Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	Referans Numune	Ağartılmış Referans Numune
Beyazlık (%)	82,7	86,4	88,2	89,7
Parlaklık (%)	76,9	85,1	83,4	87,5
Sarıklık (%)	9,22	1,94	7,00	3,08

Kopma Mukavemetine Ait Bulgular

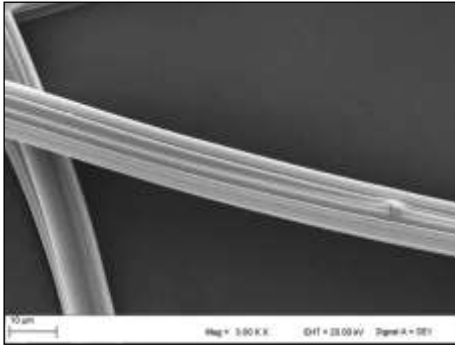
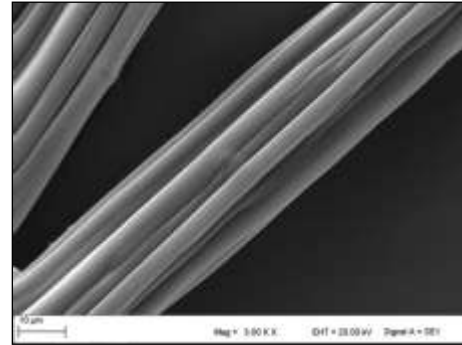
Referans numune ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait kopma mukavemeti (gram-kuvvet/denye) değerleri Tablo 10'da verilmiştir. Ağartma işleminin, viskoz rayon liflerine ait kopma mukavemeti değerlerini düşürücü yönde çok az bir etkisi olduğu görülmüştür.

Tablo 10. Viskoz Rayon Liflerine Ait Kopma Mukavemeti Değerleri

	Kopma Mukavemeti (gf/den)
Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	1.8
Ağartılmış Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	1.7
Referans Numune	1.2
Ağartılmış Referans Numune	1.2

SEM Taramasına Ait Bulgular

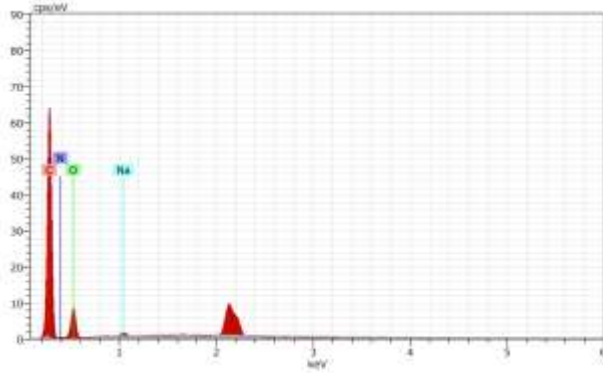
Referans numuneye ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait boyuna SEM görüntüleri (Büyütme değeri: Mag = 3.00 K X) Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir. Görüntüler incelendiğinde referans numune ve viskoz rayon liflerinin düzgün, birbirine benzer lif yapıları görülebilmektedir. Viskoz rayon liflerinin karakteristik çok loblu yapısını da net bir şekilde görmek mümkündür.

**Şekil 4.** Referans Numune Boyuna SEM Görüntüsü**Şekil 5.** Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon Boyuna SEM**EDX Spektrumuna Ait Bulgular**

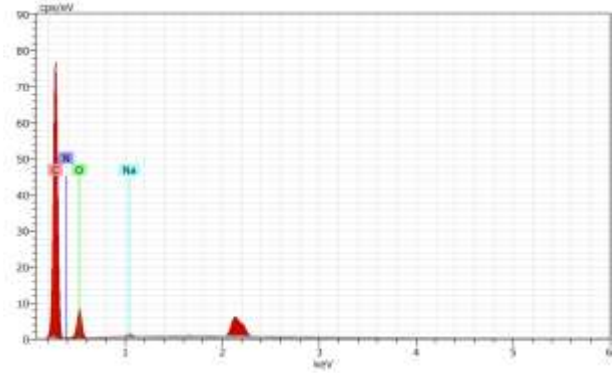
Referans numune ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait EDX grafikleri Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir. EDX spektrumlarına bakıldığında selülozik yapıda bulunan karbon ve oksijen atomlarına ait pikler gözlemlenmiştir. Çok az miktarda gözlemlenen diğer atomlar ise deney numunelerinin hazırlanması aşamasındaki safsızlıklardan özellikle de kullanılan altın tozundan kaynaklanmaktadır. Viskoz rayon lifleri üzerindeki kükürdün tamamen giderilmesi önem arz etmektedir. Bu anlamda EDX spektrumlarında kükürt atomuna ait piklerin görülüyor olması istenilen bir sonuçtur. Elde edilen atomik yüzde oranları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. EDX Sonuçlarına Göre Atomik Yüzdeler

Atomlar	Referans Numune	Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon
Karbon(C) - %	67.27	71.83
Oksijen(O) - %	27.27	24.41
Azot(N) - %	4.85	3.37
Sodyum(Na) - %	0.61	0.39



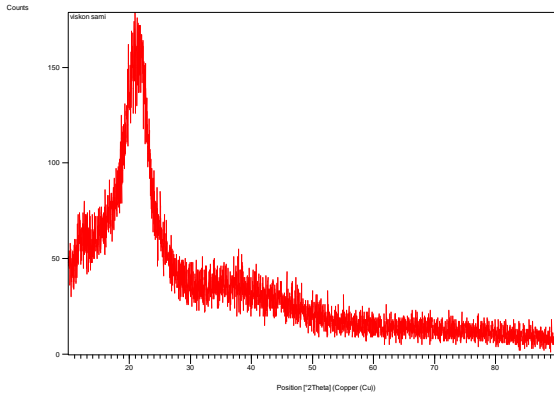
Şekil 6. Referans Numune EDX Grafiği



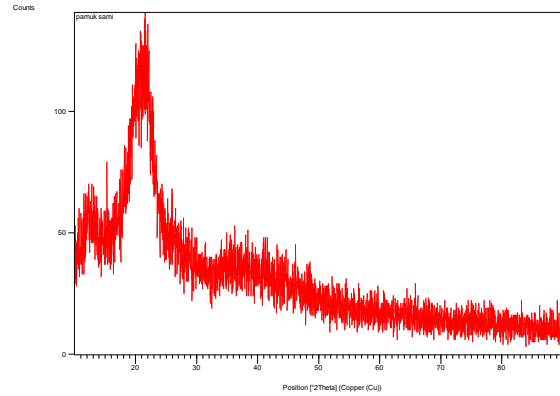
Şekil 7. Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon EDX

XRD Analizine Ait Bulgular

Referans numuneye ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait XRD grafikleri Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde 2θ ekseninde 20 derece değerinde düşük şiddetli geniş bir pik ve ayrıca başlangıç değerlerinde geniş fakat çok düşük şiddetli pik oluşumlarının gözlemlenmesi malzemenin amorf yapısının kristal yapısından daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Yine 21° ve $21,5^\circ$ civarında görülen pikler selüloz yapısındaki kristalin yapıyı gösteren piklerdir ve selülozun (002) düzlemine ait karakteristik piklerdir. Viskoz rayon lifleri, %60-65 amorf ve %35-40 kristalin bölgeden oluşmaktadır (Özgüney & ark., 2006).



Şekil 8. Referans Numune XRD Grafiği



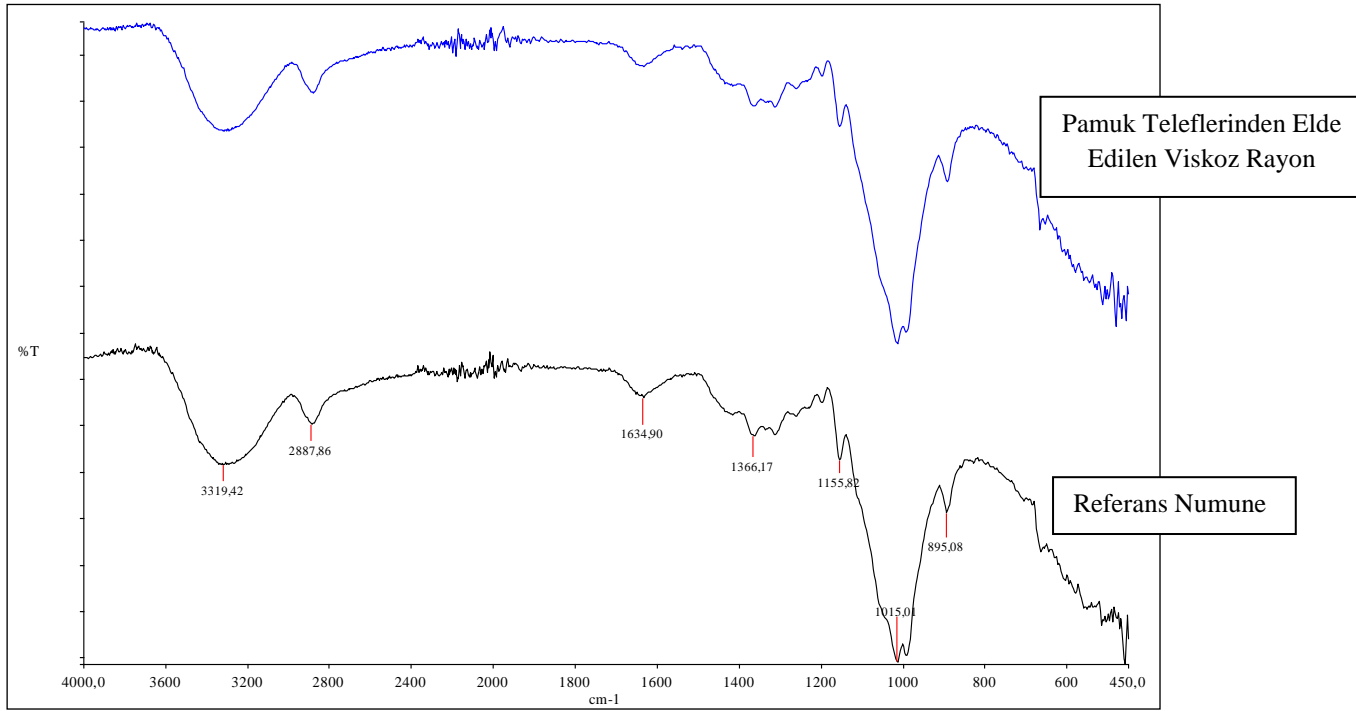
Şekil 9. Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon XRD

FTIR Spektrumuna Ait Bulgular

Referans numuneye ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait FTIR grafikleri Şekil 10'da gösterilmiştir. FTIR analizi yardımı ile liflerin iç yapısı, moleküler yapısı ve kristal yapı özellikleri hakkında detaylı veri elde edilmiştir. FTIR spektrumları incelendiğinde, selüloz yapısındaki glikoz birimlerinde ki O-H gerilmeleri 3300cm^{-1} civarında gözlemlenmiştir. 2900 ile 2850cm^{-1} ve 1640 ile 1310cm^{-1} civarındaki bantlar ise alifatik ve aromatik C-H gerilme ve bükülme titreşimlerine aittir. $1160-890\text{cm}^{-1}$ arasında gözlemlenen ve $1156, 1015, 894\text{cm}^{-1}$ de pikleri içeren geniş bant, sekonder alkol ve eterik fonksiyonel gruplara ait olan simetrik ve asimetric C-O gerilmeleri ile ilgilidir. β -1,4-glikozidik eterlere ait C-O-C gerilmeleri ise 667cm^{-1} civarında gözlemlenmiştir. Bu FTIR spektrumları incelendiğinde, referans numuneye ait olan fonksiyonel grupların gerilmeleri ile pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait olan fonksiyonel grupların gerilmelerinin benzer olup selüloz bir yapıya ait gerilmeler olduğu gözlemlenmiştir. Önemli bağ yapıları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. FTIR Spektrumuna Göre Fonksiyonel Grupların Gerilme Değerleri

Fonksiyonel Grup	Bağ Yapısı	Dalga Sayısı (cm^{-1})
Selülozik	O-H	3300
Glikozitik	C-O-C	667
Alifatik/Aromatik	C-H	2900-2850 ve 1640-1310
Alkol ve Eterik	C-O	1156, 1015, 894



Şekil 10. Referans Numune ve Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Ait FTIR Spektrum Grafikleri

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde tekstil ürünlerinin üretiminde yaklaşık 250 bin ton viskoz rayon lifi tüketilmekte ancak hiç üretimi yapılmamaktadır. Yaptığımız bu çalışmada, tekstil iplik işletmesi atığı pamuk teleflerinden elde edilen saf selülozdan %93 verimde rejenere viskoz rayon lifleri elde edilmiştir. Pamuk teleflerinin DP değeri 2540 olarak ölçülürken elde edilen viskoz rayon liflerinde bu değer ağartma işlemi sonrası 546 olarak tespit edilmiştir. Yine ağartma işlemi sonrasında pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerinin beyazlık ve parlaklık değerleri artarken sarılık değeri düşmüştür. Ağartma işlemi öncesinde 1.8 gf/den olan kopma mukavemeti değeri 1.7 gf/den olarak azalmıştır. SEM, EDX, XRD ve FTIR analizlerinin sonuçları incelendiğinde selülozik yapıda amorf bölge oranı kristalin bölge oranından daha yüksek, görsel olarak ta karakteristik rayon lifi görünümüne sahip bir lif elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar piyasadan temin edilen referans numunesi ile karşılaştırılmış ve tüm özellikleri daha iyi olan bir viskoz rayon lifi üretiminin gerçekleştirildiği görülmüştür.

Bu çalışmayla pamuk teleflerinden rejenere viskoz rayon liflerin elde edilmesi ve ülkemizde viskoz rayon lifi üretimi ile ilgili ilk akademik çalışmaya ait özgünlüğü açısından önemli sonuçlar ortaya konulmuştur. Ayrıca, düşük maliyetli hammadde kaynağı olan pamuk teleflerinden yüksek verimli ve katma değerli yeni ürün elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından (Proje No: 2016/5-62 D) desteklenmiştir.

AÇIKLAMA

Bu yayının bir kısmı IMFES 2019'da (III. Uluslararası Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu - KAHRAMANMARAŞ) tam metin bildiri olarak yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

Altun, Ş. (2016). Tekstil Üretim ve Kullanım Atıklarının Geri Kazanımı, Çevresel ve Ekonomik Etkileri. Uşak Ticaret ve Sanayi Odası Raporu, Uşak.

Anonim, (1988). Pulps-Viscosity in cupri-ethylenediamine solution, SCAN-CM 15:88, Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee, Sweden.

Anonim, (1999/a). Alpha-, beta- and gamma-cellulose in pulp. TAPPI test methods, standard methods for pulp and paper, technical association of pulp and paper industry. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.

Anonim, (1999/b). Viscosity of pulp (capillary viscometer method). TAPPI test methods, standard methods for pulp and paper, technical association of pulp and paper industry. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.

Anonim, (2017). Viscose Fibres Production, An Assessment of Sustainability Issues, Fair&Smart Use of the World's Fresh Water, Water Footprint Network, <https://waterfootprint.org/en/> , August, 2017.

Anonim, (2018). The Fiber Year Consulting, The Fiber Year 2018 World Survey on Textiles and Nonwovens, Issue 18, May 2018.

Ardıç, Y. (2007). "Selüloz Liflerinin Farklı Şartlarda Fibrilleşmesi Ve Yorulma Davranışlarının İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Clark, J. A. (1978). Pulp Technology and Treatment for Paper. Published by Miller Freeman Publications, San Francisco (1978) ISBN 10: 0879300663 ISBN 13: 9780879300661.

Güler, N. (2008). "Rejenere Selüloz Liflerinin Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Karaca, H. (2017). İnönü Üniversitesi Kimya Bölümü Başkanı Prof. Dr. Hüseyin Karaca, Röportaj. <https://www.ih.com.tr/malatya-haberleri/inonu-universitesi-kimya-bolumu-baskani-prof-dr-huseyin-karaca-1613357/> , İhlas Haber Ajansı, Malatya.

Kırcı, H. (2006). Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon.

Mark, H. F., Atlas, S. M., & Cernia, E. (eds.), (1968). Man-Made Fibers Science and Technology, Volume 2, p. 10, Interscience, New York.

Özgüney, A.T., Körlü, A., Bahtiyari, İ., & Bahar, M. (2006). Viskon Liflerinin Fiziksel Özellikleri ve Makromolekülerüstü Yapısı, Tekstil ve Konfeksiyon, 2/2006.

Yaman, N., Öktem, T., & Seventekin, N. (2007). Polinozik Liflerin Üretimi, Özellikleri ve Kullanım Alanları(Bölüm 1). Tekstil ve Konfeksiyon, 3/2007.

Wise, E.L., & Karl, H.L. (1962). Cellulose and hemicelluloses in pulp and paper science and technology. In: Earl, C.L. (Ed.) Vol. 1: Pulp, McGraw Hill-Book Co. New York.