

Tekstil Atığı “Klima Tozu”ndan Selüloz Eldesi: Nitroselülozun Sentezi ve Karakterizasyonu

Cengiz Ayhan ZIBA¹, Sümeyye Akarsu², Gökhan GÖNÜL², Mustafa DOLAZ^{1,2*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Üniversite Sanayi İşbirliği Merkezi (ÜSKİM), Kahramanmaraş, Türkiye.

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Avşar Kampüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.

ÖZET: Bu çalışmada selüloz içeren tekstil atıklarından geri dönüşümle selüloz ve nitroselüloz elde edilerek ülke ekonomisine kazandırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla tekstil fabrikalarında ekonomik değeri olmayan selüloz içeriği oldukça yüksek “klima tozu”nu diye tabir edilen atıklar değerlendirilmiştir. Bu atıklar öncelikle NaOH ile pişirilip ardından NaOH/H₂O₂ karışımında ağartılmıştır. Safsızlıklarından arındırılan selüloz, değişik sürelerde ve oranlarda H₂SO₄/HNO₃ karışımında nitrolanarak Nitro Selüloz (NS) veya Selüloz Nitrat elde edilmiştir. Sentezlenen nitro selülozun yapısı FTIR ile aydınlatılarak, yüzey morfolojileri SEM ile termal bozunmaları DSC analizleri ile incelenmiştir. Nitrolamada en yüksek verim, 70 ve 60 mL HNO₃ ile 30 ve 40 mL H₂SO₄ karışımında nitrolanan NS-1.3 ve NS-1.4 nolu örneklerde gözlenmiştir. Azot içeriğine bağlı olarak nitroselüloz, plastikler (selüloid), vernikler, yapıştırıcılar ve patlayıcıların (dumansız barut, dinamit) yapımında kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Klima tozu, selüloz, nitroselüloz, FT-IR

Cellulose Obtained from Textile Waste Called “Air Condition Dust”: Synthesis and Characterization of Nitrocellulose

ABSTRACT: In this study, cellulose and nitrocellulose obtained through recycling from textile waste containing cellulose has targeted to give back to the country's economy. For this purpose, non-economic waste containing very high cellulose content, called “air condition dust” in textile factory have been evaluated. This waste was first cooked with NaOH, and then bleached in mixture of NaOH / H₂O₂. Nitrocellulose (NS) or cellulose nitrate was synthesized with nitration of cellulose in mixture of different time and ratios of NaOH and H₂O₂. The structure of the synthesized nitro cellulose was characterized by FT-IR spectroscopy, and then investigated surface morphology by SEM and thermal decomposition by DSC analysis. The highest yield of nitration was observed in the samples of NS-1.4 and NS-1.3 in mixture of 70 and 60 mL HNO₃ with 30 and 40 mL H₂SO₄, respectively. Depending on nitrogen content the result of nitration of cellulose nitrate are used in plastics (celluloid), varnishes, adhesives and explosives (smokeless gunpowder, dynamite).

Keywords: Air condition dust, cellulose, nitrocellulose, FT-IR

1. GİRİŞ

En temel insan ihtiyaçlarından biri olan örtünme ve korunma amacıyla kullanılan tekstil ürünleri ticareti yüzyıllarca yapılmıştır. İplik yapımı, dokuma ve dikiş gibi teknikler M.Ö. 5.000 yıllarından beri uygulanmaktadır [1]. Tekstil ürünleri kullanımıyla birlikte tekstil atığı oluşumu da başlamıştır.

İhtiyaç duyulmayan ve uzaklaştırılan her türlü madde atık olarak tanımlanabilir. Çok çeşitli atık malzemelerinin (cam, kâğıt, alüminyum, plastik, pil, motor yağı, akümülatör, beton, organik atıklar, elektronik atıklar vb.) çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dâhil edilmesine “geri dönüşüm” denilmektedir. Atıkların geri dönüşümü sayesinde; doğal kaynaklar korunmuş, enerji tasarrufu sağlanmış, atık

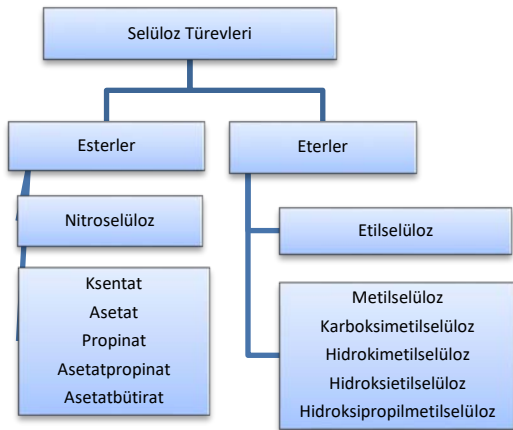
miktarı azalmış, ekonomiye katkı sağlanmış, geleceğe yatırım yapılmış olacağı düşünülmektedir. Pamuk İplik üretimi sırasında işlenerek kumaş dokunması ve boyanması, çeşitli tekstil ürünlerinin hazırlanması gibi temel işlemler sırasında parça kumaş, iplik atıkları, elyaf atığı, pamuk tozu, üstübu ve kadife tozu gibi endüstriyel katı atıklar oluşmaktadır [2].

Pamuk linter selülozu %99 α-selüloza sahip olup kimya endüstrisi için önemli bir kaynaktır [3]. Pamuk linter selülozu plastik ve kauçuk gibi yüksek bir polimerizasyon derecesi ve büyük moleküler homojenliğe sahiptir. Linter selülozu içerisinde selüloz olmayan maddeler az bir moleküler degradasyon veren mutedil kimyasal muamele ile uzaklaştırılabilir [4]. Selüloz ana bileşen olarak yıllık yenilenebilir

*Sorumlu Yazar: Mustafa DOLAZ, mdolaz@ksu.edu.tr

kaynaklardan elde edilebilen en bol bulunan biyo polimerdir [5].

Selüloz, kimyasal formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olan dallanmamış yapıdaki β -D-glikopiranoz üniteleri tarafından (1-4) glikozid bağlı yapılardır. Her bir glikoz ünitesi için üç adet hidroksil gruplarının bulunduğu C-2, C-3 ve C-6 numaralı karbon atomları bulunmaktadır. Burada oksijen atomları ile hidroksil grupları arasında glikozid bağı oluşturacak şekilde her ikisi de etkilebilmektedir ve ayrıca muazzam bir H-bağı örgüsü oluşmaktadır [6,7,8]. Selülozlar suda çözünmezler ancak, hidrofilik gruplar hidrojen bağlarını selüloz zinciri boyunca parçalayarak konvansiyonel çözücülerde çözünür hale gelerek, fonksiyonel selüloz eteri ve ester türevlerini oluşturarak farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır [9,10]. Bir selüloz türevi ve çözünürlüğü, bir çözücü ya da su içinde türüne göre ve moleküler ağırlığına göre substitüsyon derecesi (DS) değişmektedir. Bu selüloz türevleri, üretim süreçleri ve kimyasal fonksiyonel gruplarına göre gruplandırılır. En önemli ticari bazı selüloz türevleri Şekil 1’de gösterilmiştir [11,12,13].



Şekil 1. Bazı selüloz türevleri

Selüloz türevleri farklı fonksiyonel grup türleriyle farklı fiziko-kimyasal özellikleri, molekül ağırlıkları ve polimerizasyon derecesine sahip olmaktadır. Bu nedenle ağırlıklı olarak çimento katkı maddeleri, kozmetik katkı maddeleri, ilaç bileşenleri, diyet katkı maddeleri, tekstil arıtma katkı maddeleri, boya katkı maddeleri, ambalaj malzemeleri ve membran malzemeleri gibi özel kimyasallar ve katkı maddesi olarak kullanılmaktadırlar [14,15].

Selülozün esterleşme reaksiyonunda her glikoz biriminde üç adet OH grubunun varlığı mono-, di- ve tri-ester oluşumunu mümkün kılmaktadır. Selülozün büyük molekül yapısı içerisinde hidrojen bağları ile OH gruplarının karşılıklı bağlanması esterleşme sırasında kısmen veya tamamen kopmaktadır. Selüloz grupları selüloz zincirine doğru, parçalar halinde atak yaptıkça zincir yapısı ya başkalaşır veya da bozunur. Selülozün

alkolik OH grupları kuvvetli asidik çözüldükte nükleofilik gruplar veya bileşiklerle yer değiştirebilir. Selüloz esterlerinin oluşumu teorik olarak bütün inorganik ve organik asitler için mümkündür. Bu esterler arasında ticari ve teknolojik yönden en önemlileri selüloz nitrat (nitroselüloz), selüloz ksantat ve selüloz asetatıdır. Selüloz sülfat, nitrat, fosfat, trikarbonilat ve daha yüksek karbonik asitli bazı esterler de önem kazanmıştır [16].

Selüloz nitrat, nitroselüloz olarak da adlandırılmaktadır. Selüloz nitrat selülozün değişik amaçlar için üretilen en önemli esterlerinden birisi olup, selülozün inorganik asitlerle reaksiyonu sonucu oluşan bir türevidir. Nitrik asit, sülfürik asit ve su karışımı ile selülozün nitratlanması sonucunda elde edilmektedir. Nitratlanma seviyesine (azot içeriği ile ilgilidir) bağlı olarak selüloz nitrat, plastikler (selüloid), vernikler, yapıştırıcılar ve patlayıcıların (dumansız barut, dinamit) yapımında kullanılmaktadır. Selülozün polimerizasyon derecesine (DP) ilave olarak azot içeriğine göre belirlenebilen substitüsyon derecesindeki (DS) farklılık da, ürünlerin farklılaşmasında önemli bir etken olmaktadır. Ayrıca farklı oranlarda substitüsyon sahip selüloz nitratların Tablo 1’de görüldüğü gibi organik çözücülerdeki çözünürlüğü de farklılık göstermektedir [16, 17].

Bu çalışmada selüloz kaynağı olarak, tekstil fabrikalarında atık olarak ortaya çıkan “Klima Tozu” kullanılmıştır. Bu atık klima tozları daha çok iplik fabrikalarında, iplik elde edilirken iplik olmaya elverişsiz ortama savrulan çok kısa boylu küçük lifler ile fabrika ortamında bulunan inorganik tozların klimalar yardımıyla çekilerek bir yerde biriktirilmesiyle oluşmaktadır. “Klima Tozu” atık olduğundan dolayı çoğu zaman çöpe gitmektedir. Hatta işletme sahibine ayrıca bir yük getirmektedir. Hem bu yükü ortadan kaldırmak hem de katma değeri yüksek bir ürün elde etmek amacıyla, klima tozundansafsızlıklar arındırılarak selüloz elde edilip nitro selüloz sentezinde kullanılarak değerlendirilecektir.

Tablo 1. Farklı DS değerinde Selüloz Nitrat

N içeriği (%)	DS	Uygun Çözücü	Ürünün Kullanım yeri
10,5-11,1	1,8-2,1	Etanol, Metanol	Plastikler, Vernikler
11,2-12,2	2,1-2,3	Ester, Aseton	Vernikler, Yapıştırıcılar
12,0-13,7	2,2-2,8	Metil etil keten, Aseton	Patlayıcılar

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

2.1.1 Kullanılan kimyasallar

Klima tozu, sülfürik asit (H₂SO₄), nitrik asit (HNO₃), sodyum karbonat (Na₂CO₃), sodyum hidroksit (NaOH), hidrojen peroksit (H₂O₂) merck marka olup herhangi bir saflaştırma yapılmadan firmadan alındığı gibi kullanılmıştır.

2.1.2 Kullanılan cihazlar

Infrared (FT-IR) Spektrofotometresi (Perkin Elmer Spectrum 400), SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu, JEAL/ NEOSCOPE JCM-5000) ve DSC (Diferansiyel Taramalı Kalorimetri, PerkinElmer DSC 6000) analizleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kimya Bölümü ve Merkez Laboratuvarında (ÜSKİM) yaptırılmıştır.

2.2. Metod

Tekstil fabrikalarında toplanan “klima tozu”ndan (Şekil 2-A) nitro selüloz sentezinden önce atık selüloz safsızlıklarından arındırıldı. Bu işlemler için ilk olarak temizleme ve sonra ağartma işlemleri yapıldı. Daha sonra elde edilen selüloz nitrolamada kullanıldı. Bu şekilde nitroselüloz sentezi 3 aşamada gerçekleştirildi.



Şekil 2. Klima tozu (A), ağartılmış klima tozu (B)

2.2.1. Temizleme

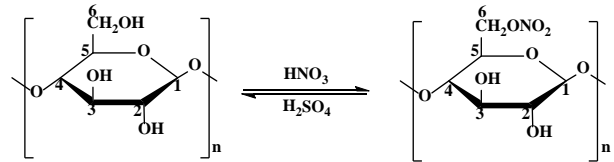
Öncelikle klima tozundaki selüloz haricindeki organik ve inorganik safsızlıklar NaOH çözeltisi ile kısmen uzaklaştırıldı. Öncelikle klima tozları musluk suyu ile iyice yıkanarak kısmen toz ve toprak gibi safsızlıklardan arındırıldı. Sonra 70 g klima tozu 1L % 17,5 NaOH çözeltisinde 90 °C’de bir saat 5L’lik krom bir kapta karıştırılarak pişirildi. Oda sıcaklığına gelen karışımın pH’sı 7 olana kadar musluk suyu ile yıkandı. Temizleme işleminden sonra selüloz kurutma yapılmadan ağartma işlemine tabii tutuldu [18].

2.2.2. Ağartma

Ağartma işlemi içintemizlenen 70 g selüloz, 1L% 1,7 NaOH çözeltisi ve %50’lik 20 mL H₂O₂ bulunan 10 L’lik krom reaktöre eklendi. Karışım 1 saat boyunca 90 °C’de karıştırıldı. Oda sıcaklığına gelen karışım musluk suyuyla yıkanarak nötralize edilip 50 °C’de vakum altında kurumaya bırakıldı (Şekil 2-B).

2.2.3 Nitroselüloz sentezi

Temizlenerek ağartılan 3 g klima tozu 400 mL’lik bir beherdeki 100 mL saf suya ilave edildi. Sonra karışım üzerine Tablo 2’de belirlenen oranlarda % 67’lik nitrik asit ve % 98’lik sülfürik asit, buz banyosu üzerinde 4 °C sıcaklıkta 30 dakikadayavaş yavaş karıştırılarak ilave edildi. Sonra saf su ile yıkanarak sodyum karbonat çözeltisi ile nötralize edildi. Daha sonra pH 7 olana kadar saf su ile yıkanıp etüvde 50 °C’de kurutuldu (Şekil 3). Elde edilen nitroselülozların FT-IR ve DSC analizleri yapıldı.



Şekil 3. Nitroselülozün kimyasal reaksiyonu

Tablo 2. Nitroselüloz sentezinde kullanılan HNO₃ ve H₂SO₄ oranları

Numune	HNO ₃ (mL)	H ₂ SO ₄ (mL)
NS-1.1	90	10
NS-1.2	80	20
NS-1.3	70	30
NS-1.4	60	40
NS-1.5	50	50
NS-1.6	40	60
NS-1.7	30	70
NS-1.8	20	80
NS-1.9	10	90

2.2.4. Nitroselüozun DS Değerinin hesaplanması

Nitroselüozun kullanım alanları azot içeriği ile belirlenmektedir. Yüksek nitro içerikli ürünlerin sentezi pahalı ve tehlikelidir. Teorik olarak tüm hidroksil gruplarının yerine nitro bağlandığında azot içeriği maksimum (%14,14) olmaktadır. Ancak uygulamada yüksek nitro gruplu ürünler stabil olmadığından azot içeriği en fazla \approx %13,5 olmaktadır. Düşük azot içeriğine sahip nitroselüoz (<%12) mürekkep, boya ve cilalar üretiminde, yüksek azot içerikli olanlar (>%12) ise temel olarak patlayıcı formülasyonlarının hazırlanmasında kullanılır [17].

Süstitüsü Derecesi (DS);

$$DS = \frac{3,6 \times \text{Azot konsantrasyonu (\%)}}{31,13 - \text{Azot konsantrasyonu (\%)}}$$

- Mononitroselüozun DS değeri 1 (Azot konst. % 6,76)
- Dinitroselüozun DS değeri 2 (Azot konst. % 11,11)
- Trinitroselüozun DS değeri 3 (Azot konst. %14,14)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, pamuk ipliği üreten tekstil fabrikalarından çıkan atık klima tozu NaOH ile pişirilerek organik ve inorganik safsızlıklardan kısmen arındırılıp temizlenmiştir. Sonra organik safsızlıkların tamamen uzaklaştırılması için, bu selüloz alkali ortamda peroksit çözeltisimüamele edilmiştir. Bu aşamada uygulanan yöntem ile tüm safsızlıklar (yağ, vaks, yaprak, toz gibi) NaOH ve H₂O₂ ile müamele ederek uzaklaştırılmıştır. Oksidasyon prosesi renkli ve organik maddeleri bertaraf etmek amacıyla hidrojen peroksit (H₂O₂) bazik ortamda atık selüloza direkt uygulanmıştır. Kullanılan baz, asil ağartma işlemi yapacak olan hidrojen peroksitin aktive olması için uygun pH aralığını sağlamaktadır. Ayrıca atık klima tozunun içermiş olduğu mevcut safsızlıkların yapısı ve miktarı değişken olduğu için, ağartma çözeltisinin standart bir konsantrasyonu verilememektedir.

Elde edilen selüloz, değişik oranlarda H₂SO₄/HNO₃ karışımında nitrolanarak nitro selüloz sentezlenmiştir. Sentezlenen selüloz ve nitroselüloz yapıları FT-IR spektroskopisi ile aydınlatılmıştır. Ayrıca yüzey morfolojileri SEM görüntüleriyle termal bozunmaları DSC ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürler ile uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir.

Laboratuvar ortamında göz yordamıyla nitroselüloza yanma deneyi uygulanarak geride kalan kül miktarı

tartılmıştır (Tablo 3). NS-1.1 örneğinin sentezinde sülfirik asit konsantrasyonunun fazla olmasından dolayı selüloz ve nitroselüloz tamamen çözülmüştür. Dolayısıyla bu örneğe yanma testi uygulanamamıştır. Nitrolamanın en yüksek verimi, 70 ve 60 mL HNO₃ ile 30 ve 40 mL H₂SO₄ ile nitrolanan NS-1.3 ve NS-1.4 nolu örneklerde gözlenmiştir. Bu sonuçlardan da gözlendiği gibi alevlenme esnasında NS-1.3 ve NS-1.4 nolu numuneler çok iyi sonuç vermiştir. Bu her iki numunenin yanmadan sonra geride kalan kül miktarının en az miktarda olması da parlama ile uyum içerisinde olduğu anlaşılmıştır.

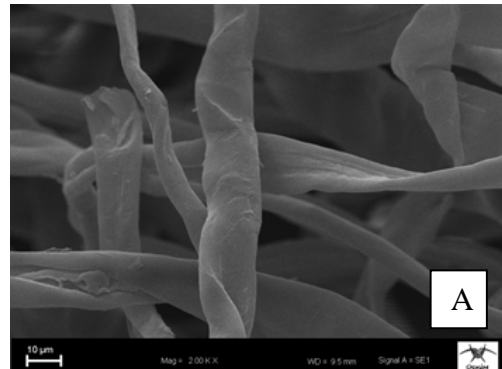
Tablo 3. Nitroselüloz DS değerleri ve bazı fiziksel özellikleri

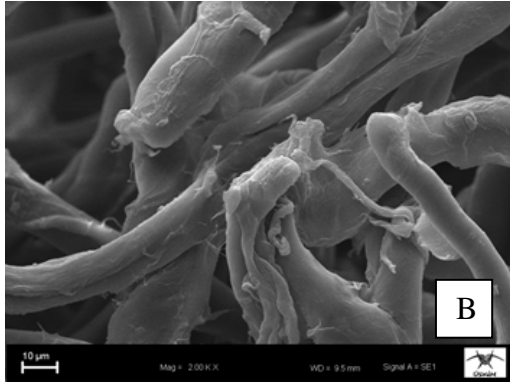
Numune	N içeriği (%)	DS	Yakma için alınan NS miktarı (g)	Yanma sonucu kalan kül miktarı (g)	Yanma esnasındaki gözlem
NS-1.1	-*	-	-	-	-
NS-1.2	10,9	1,94	0,50	0,0049	orta
NS-1.3	12,3	2,35	0,50	0,0033	çok iyi
NS-1.4	12,9	2,55	0,50	0,0021	çok iyi
NS-1.5	11,6	2,14	0,50	0,0040	iyi
NS-1.6	10,7	1,89	0,50	0,0065	orta
NS-1.7	8,1	1,27	0,50	0,0076	kötü
NS-1.8	7,5	1,14	0,50	0,0093	kötü
NS-1.9	5,8	0,82	0,50	0,0102	yok

*: H₂SO₄ oranı fazla olduğu için katı madde oluşmadı

3.1. SEM Görüntüleriyle Yüzey Yapısının İncelenmesi

Klima tozundan temizlenip ağartılarak elde edilen selüloz ve nitroselülozun SEM görüntüleri Şekil 4'de verilmiştir. Selüloz lifleri ile nitroselülozun SEM görüntüsünden de anlaşıldığı gibi, selüloz liflerinin yüzey morfolojisinin kendidoğasında olduğu herhangi bir değişikliğin olmadığı ancak nitroselüloz liflerinin yüzeyinde bir takım değişikliklerin gözlendiği hatta kırılarak parçalandığı görülmektedir. Bu durum selüloz liflerinin OH grubunun nitro grubu ile etkileşmesinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır [19, 20].



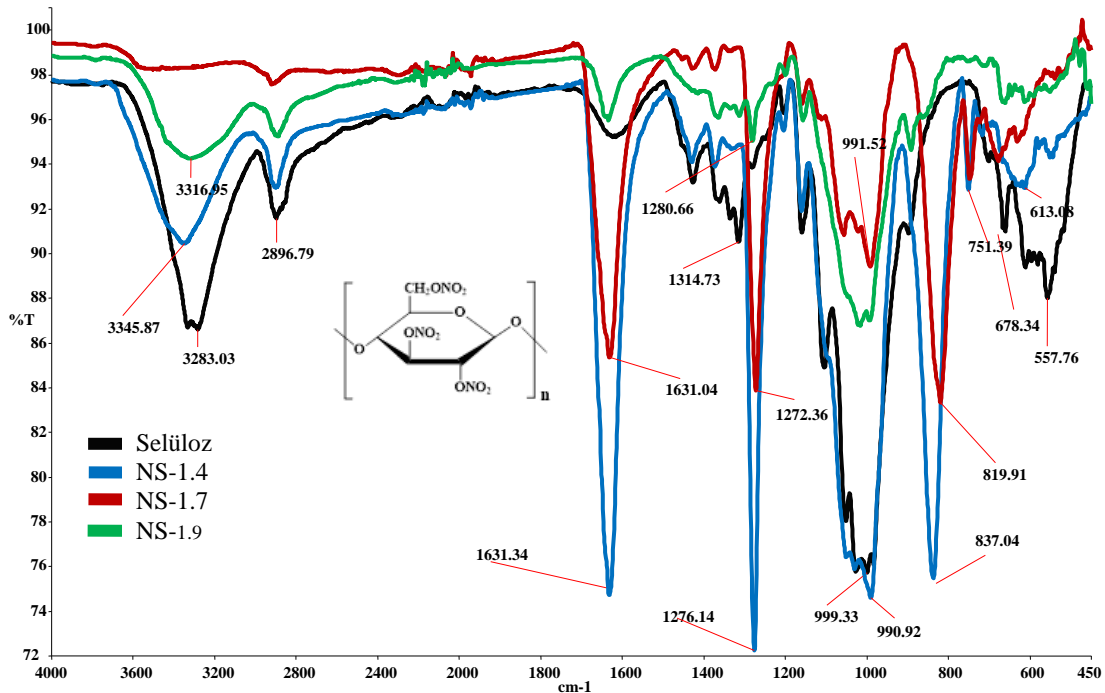


Şekil 4. Ham selüloz 2KX (A) ve NS-1.4 2KX görüntüsü (B).

3.2. FT-IR Spektrumlarının İncelenmesi

Ağırlıklı olarak elde edilen selülozün FT-IR spektrumu incelendiğinde (Şekil 5), 3282 cm^{-1} 'de görülen geniş ve yayvan pikin susuz glikoz ünitesindeki -OH grubu titreşim bandına ait olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 5'de verilen nitroselülozün FT-IR spektrumlarında bu bandlar yayvanlaşarak yerleri değişmekte ve nitrolama

dercesine göre de kaybolmaktadır. OH grubuna ait titreşimler NS-1.4 kodlu numunede 3345 cm^{-1} 'de, NS-1.9'da 3316 cm^{-1} 'de ve NS-1.7'de görülmemektedir. Bu durum susuz glikoz ünitesindeki hidroksil gruplarının nitro grupları ile yer değiştirdiği, dolayısıyla nitrolamanın gerçekleştiğini göstermektedir. Selüloz'un alifatik C-H gruplarına ait 2896 cm^{-1} 'deki titreşim bandının, NS'da kaybolmadan muhafaza olduğu görülmektedir. Aynı şekilde 1427 cm^{-1} 'de gözlenen titreşimler selüloz iskeletindeki C-H grubundan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte selülozda bulunmayan NO_2 pikleri nitroselülozda belirgin bir şekilde görülmektedir. Susuz selüloz ünitesine ait 1626 cm^{-1} 'deki yayvan bandın, NS'larda nitro grubundan kaynaklı 1631 cm^{-1} 'de keskinleşerek şiddetli bir pik haline dönüşmektedir. Selülozün titreşim bandlarından hariç nitro grubuna ait diğer iki yeni bandlar ise 1276 ve 837 cm^{-1} 'de görülmektedir. NS-1.4 nolu numunede NS-1.7 ve NS-1.9 kıyasla nitrolamanın verimi daha yüksek olduğu görülmektedir. Böylece selüloz halkasındaki nitro oranı arttıkça nitro grubuna ait titreşim bandları şiddetlenmektedir. Bu durum Tablo 2'de verilen nitroselüloz numunelerinin fiziksel özelliğindeki değişimleri de desteklemektedir [21, 22].



Şekil 5. Selüloz ve nitroselülozların FT-IR Spektrumları

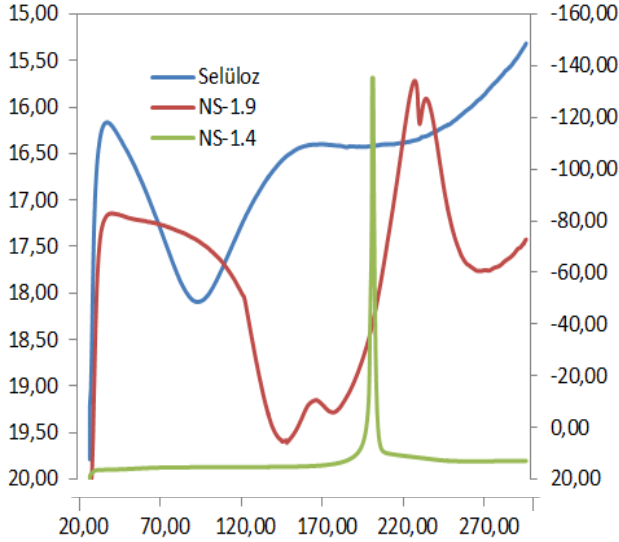
3.3. DSC Spektrumlarının İncelenmesi

Selüloz ve nitroselülozların termal stabilitelerini incelemek için Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) ile 20 ila 280 $^{\circ}\text{C}$ arasında bozunma sıcaklıkları çalışılmıştır (Şekil 6). Selüloz ve nitroselülozların DSC eğrileri karşılaştırıldığında, selüloz endotermik bir bozunma

sıcaklığına sahip iken nitroselüloz ekzotermik bozunma göstermektedir.

Nitroselülozlardaki nitro grubunun DS değeri arttıkça (nitro grubu) selülozün endotermik bozunması yanında ekzotermik bozunmalarda gözlenmektedir (NS-1.9). Daha yüksek DS değerine sahip NS-1.4 örneğinde

olduğu gibi endotermik bozunmalar yerini tamamen ekzotermik bozunmaya bırakmaktadır. Yani selüloz halkasında bulunan nitro grubu sayısı arttıkça ekzotermik bozunmalar gerçekleşmektedir. Dolayısıyla NS'larda nitrat oranı arttıkça bozunma alanı azalmakta ve bozunma sıcaklığı artmaktadır [20, 23,24].



Şekil 6. Selüloz, NS-1.4 ve NS-1.9 örneklerinin DSC eğrileri

4. SONUÇ

Kahramanmaraş tekstil sanayisinin yaygın olduğu bir ildir. Tekstil fabrikalarında iplik üretilirken fabrika ortamında oluşan kısa boylu lifler, inorganik safsızlıklarla birlikte klimalar yardımıyla bir yerde toplanmaktadır. Bu klima tozu çeşitli şekillerde bertaraf edilerek ekonomiye kazandırılmamaktadır. Bu çalışma kapsamında atık olan bu klima tozundan selüloz elde edilerek nitroselüloz sentezlenmiştir. Nitrolama şartları araştırılarak NS-1.4 (DS=2,55) ve NS-1.3 (DS=2,35) kodlu örneklerin sentezinde en yüksek DS değeri ile elde edilmiştir. Sentezlenen nitroselülozün yapısı FT-IR spektroskopisi, DSC ve SEM görüntüleri incelenmiştir. FT-IR spektrumundan, DSC termogramından ve SEM görüntülerinden de anlaşıldığı gibi selülozün yapısındaki OH grubu nitro grubu ile yer değiştirdiği anlaşılmıştır. Azot içeriğine bağlı olarak nitroselüloz, plastikler (selüloid), vernikler, yapıştırıcılar ve patlayıcıların (dumansız barut ve dinamit gibi) yapımında kullanılmaktadır. Böylece bu sektörde kullanılan ham madde ihtiyacı yerli üretim ile karşılanarak ekonomiye katkı sağlanacaktır.

5. KAYNAKLAR

[1]. Güleriyüz Ö., (2011). Küresel Gelişmeler Işığında Türkiye’de Tekstil Sektörü ve Geleceği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tezsiz Yüksek Lisans Bitirme Projesi, 3s, Isparta

[2]. Kozak M., (2010). Tekstil Atıkların Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Alanlarının Araştırılması. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6, 65-68.

[3]. Ward K., Voelker MH., Maclaurdn DJ., (1965). Cotton linters as papermaking fibers: Comparative studies on rag. Linters and cotton lint pulps, Tappi,48(11), 657-650.

[4]. Bigat TK., (1976). Birecikli Ü., SekaLinters Selülozundan Selüloz Asetat Üretimi, TÜBİTAK Kimya Araştırma Ünitesi, Gebze-Kocaeli.

[5]. Krassig H., Schurz J., Steadman RG.,Schliefer K., Albert W., (1992). Cellulose. In: Gerhartz W, editör. Ullmann’sencyclopedia of industrial chemistry, 5th ed. Weinheim: Wiley-VCH, A 275-418.

[6]. Sarko A., Muggli R.,(1974). Packinganalysis of carbohydrates and polysaccharides. III. Valonia cellulose and cellulose II. Macromolecules, 7, 486-494.

[7]. Osullivan A.C., (1997). Cellulose: The structure slowly unravels. Cellulose, 4, 173 –207.

[8]. Krässig H.A., (1993). Cellulose: Structure, Accessibility and Reactivity. Gordon and breach science publishers, Polymer Monographs, Vol.11.

[9]. Coffey D.G., Bell D.A., (1995). Cellulose and cellulose derivatives. In Food Polysaccharides and their applications. Alistar M. Stephen. Marcel Dekker Inc. 123-153.

[10]. Zhang L.M., (2001). New Water-solublecellulosicpolymers: A review. Macromol. Mater. Eng. 286, 267-275.

[11]. Hink J.F., Casebier R.L. ve Hamilton, J.K., (1985). Dissolving Pulps Manufacture. A Sulfite Science and technology. Ingruber, O.V. Kokurek, M. J. AndWong, A.,Eds. TAPPI, Atlanta.

[12]. McGinnins G.D., Shafizadeh F., (1990). Celulosa hemicelulosa. In: Pulpa papel. Químicatecnología del papel., Vol I., de.J.P. Casey, Noriega Limusa, México, 29-64.

[13]. Baehr M.,Führer C., Puls J., (1991). Molecular weight distribution, hemicellulose content and batch conformity of pharma ceutical cellulose powders. Eur. J. Pharm. Biopharm. 37, (3), 136-141.

[14]. Balser K., Hoppe L.,Eicher T., Wendel M., Astheimer AJ., (1986). Celluloseesters. In: Gerhartz W.,Yamamoto YS.,Champbell FT., Pferrerkom R., Rounsaville JF., editors, Ullmann’sencyclopedia of industrial chemistry, Weinheim, New York: VCH, A5, 419-461.

- [15]. Brandt L.,(1986). Cellulose Ethers. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.
- [16]. Greminger G.K., Mark, H.F., Othmer, D.F., Overberg, C.G. Seaborg, G.T. Kirk-Othmer, (1979). Cellulose derivatives ethers, Encyclopedia of Chemical Technology. Vol V. A Wiley Interscience Publication, 143-161.
- [17]. de la Ossa MÁF, López-López M.,Torre M., Garcí'a-Ruiz C., (2011). Analytical techniques in the study of highly-nitrated nitrocellulose, Trends in Analytical Chemistry, Vol. 30, No. 11.
- [18]. Orhan B, (2015). Pamuklu Tekstil Atıklarından Selüloz Eldesi, Hidroksietil Selüloz Sentezi, Karakterizasyonu ve Kullanım Alanlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [19]. Sovizi M.R., Hajimirsadeghi S.S., Naderizadeh B., (2009). Effect of particle size on thermaldecomposition of nitrocellulose, Journal of Hazardous Materials 168,1134–1139.
- [20]. Abbas E., SeyedG. H., VahidA., Theeffect of micro encapsulation with nitrocellulose on thermal properties of sodiumazi departicles, Progress in Organic Coatings, 65(2), 2009, 269–274.
- [21]. David L. F., James M. Cashwellb, Byung J.K., (2002). Biotransformation of explosive-grade nitrocellulose under denitrifying and sulfido genic conditions, Waste Management, 22 283–292.
- [22]. Dong-PingS., BoMa, Chun-Lin Z., Chang-Sheng Liu&Jia-ZhiYang, Novel Nitrocellulose Made from Bacterial Cellulose, Journal of Energetic Materials, 28: 85–97, 2010.
- [23]. Lin C.P, Chang Y.M., Gupta J.P., Shu C.M., (2010).Comparisons of TGA and DSC approach esto evaluate nitro cellulose thermal degradation energy and stabilizer efficiencies, Process Safety and Environmental Protection, 88(6), 413–419.
- [24]. PourmortazaviS. M., HosseiniS.G., Rahimi-Nasrabadi M., Hajimirsadeghi S.S., Momenian H., (2009). Effect of nitratecontent on thermal decomposition of nitrocellulose, Journal of Hazardous Materials, 162(2–3), 1141–1144.