

Yüksek karboksimetilasyon seviyesine ulaşmak için pamuklu kumaşlara uygulanan işlemlerin kıyaslanması

Umut Kıvanç ŞAHİN*, Nevin Çiğdem GÜRSOY, Peter HAUSER, Brent SMITH

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Tekstil malzemeleri, doğal olarak sahip olmadıkları özelliklerin kazandırılması veya kendilerinden beklenen ilave özellikleri sağlamak üzere kuru ve yaş işlemlerle terbiye edilirler. Pamuk lifinin ve dolayısıyla da pamuklu kumaşların doğal olarak sahip olmadığı buruşma dayanımı da bu özelliklerden birisidir. Pamuğa buruşmazlık özelliğinin kazandırılmasında konvansiyonel olarak kullanılan yöntem pamuğun N-metilol türevleri ile çapraz bağlanmasıdır ve bu yöntem kalıcı ütü olarak bilinmektedir. Bu uygulama ile kumaşa ayrıca boyutsal dayanım da kazandırılmaktadır. Ancak bu uygulamanın birçok dezavantajı da bulunmaktadır. Bunların başında muamele edilen kumaşın karsinogen olduğundan şüphe edilen formaldehiti açığa çıkarması, mukavemet kaybetmesi ve beyazlık seviyesinin düşmesi gelmektedir. Kalıcı ütüye alternatif yöntemler ise pahalı kimyasalların kullanılmasını içermektedirler. Bu nedenle daha kolay ulaşılabilen, daha ucuz kimyasallar kullanılarak ve kumaşın sahip olduğu özellikleri olumsuz etkilemeyen ve ayrıca formaldehit açığa çıkartmayan bir buruşmazlık terbiyesine ihtiyaç vardır. İyonik çapraz bağlama bu özellikleri sağlamaya aday yeni bir yöntemdir. İki aşamalı muamele içeren bu yöntemde göre kumaş ilk aşamada karboksimetilasyon ile anyonik özellik kazanmakta, ikinci aşamada ise katyonik bir kimyasal ajan ile çapraz bağlanmaktadır. Bu çalışmada, pamuklu kumaşta yüksek karboksimetil seviyesine ulaşmak için yapılan karboksimetilasyon işlemindeki bazı parametrelerin etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, daldırma-kurutma-kondenzasyon işleminin daldırma-kondenzasyon, daldırma-kurutma-daldırma-bekletme ve daldırma-bekletme yöntemlerine kıyasla pamuğun karboksimetil seviyesini daha fazla arttırdığını göstermektedir. Ayrıca, işlem sürelerinin azaltılması için kurutma ve kondenzasyon sırasında hava akışının da gerekli olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İyonik çapraz bağlama, pamuk, kalıcı ütü, buruşmazlık, karboksimetilasyon.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Umut Kıvanç ŞAHİN. sahinumut3@itu.edu.tr; Tel: (212) 293 13 00.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Programında tamamlanmış olan "Ionic crosslinking of cotton fabrics to improve wrinkle recovery" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 24.04.2009 tarihinde dergiye ulaşılmış, 27.05.2009 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.08.2011 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Bu makaleye "Şahin, U. K., Gürsoy, N. Ç., Hauser, P., Smith, B., (2011) 'Yüksek karboksimetilasyon seviyesine ulaşmak için pamuklu kumaşlara uygulanan işlemlerin kıyaslanması', İTÜ Dergisi/D Mühendislik, 10: 2, 139-145" şeklinde atıf yapabilirsiniz.

Comparison of processes applied to cotton fabrics in order to reach high carboxymethylation level

Extended abstract

Textile materials are treated using dry or wet finishing in order to impart the properties which they do not have naturally or which they are expected to have additionally. One of these properties is wrinkle recovery that cotton fiber and thus cotton fabric do not have naturally. The conventional method used in imparting cotton wrinkle recovery is crosslinking cotton with N-methylol derivatives and this method is known as durable press. In this method, the cellulose chains are covalently bond together by crosslinking and these covalent bonds cannot be disrupted by water. In a typical crosslinking process, a dry fabric is impregnated with a mixture of crosslinking agents and reaction auxiliaries by means of a foulard. The fabric is mildly dried and then cured on special machines. The pre-polymers either crosslink to form long chains of resin or link to the fiber surface. Initiation of condensation requires addition of acid and the reaction temperature has to be high. Crosslinking processes may be classified into two groups according to the state of the fabric just before the reaction. First one of these is dry crosslinking process that is by far the most applied process. In dry crosslinking; a dry fabric is impregnated with a mixture of the polymer resin, auxiliaries and catalysts. It is then dried and cured to enable the condensation of the resins. Durable press treatment imparts dimensional stability to cotton fabric as well. But it has some negative effects on cotton fabric too. Some of these negative effects are release of formaldehyde, which is a suspected human carcinogen, high level of loss in strength and in whiteness. These negative effects on cotton fabric can be vital especially depending on the end use of the fabric. For this reason, an alternative to durable press finishing is needed. This alternative should offer no or low release of formaldehyde, better strength retention and no or acceptable decrease in whiteness of the treated cotton fabric. The alternatives to durable press finishing offered so far include use of expensive chemicals. Some of these are dimethyl dihydroxy ethylene urea (DMeDHEU), dihydroxy dimethyl imidazolidinone (DHDMI), polycarboxylic acids such as citric acid and butane tetracarboxylic acid, with hypophosphite salts, imidazoles or sodium maleate, sodium

tartrate or sodium citrate as catalysts and citric acid as extender. Other systems based on polyacrylics, polyurethane and silicones are also offered. Reactive polymeric silicones appear to be interesting as they impart simultaneously non-creasing, waterproof, soil-release properties. These zero-formaldehyde finishing systems do not appear to compete with DMDHEU-type products because of their higher cost. By adding suitable additives such as polyhydric alcohols, phosphorous catalysts or sodium salt of hydroxyl acids, the cost of these finishing systems may be reduced. However, the molecular weight and thus the strength of the fabric decreases, yellowing of the fabric increases and the finish is less durable. An alternative which includes use of more available and cheaper chemicals, which causes no release of formaldehyde and which does not decrease strength and whiteness or at least which offers acceptable levels of decrease is needed. Ionic crosslinking treatment is a good alternative which has the potential to fulfill these requirements. This treatment uses available chemicals which are cheap and after this treatment the cotton fabric does not release formaldehyde as the chemistry used is completely different than that of durable press finishing. Ionic crosslinking is a two-step treatment of cotton fabric. The first step involves imparting anionic character to cotton by carboxymethylation. In this step, cotton fabric is generally treated with NaOH and then with Na salt of chloroacetic acid. The concentration of Na salt of chloroacetic acid used depends on the final level of carboxymethylation that is needed. The second step involves ionic crosslinking of carboxymethylated cotton by using a cationic agent. In this study, we investigated the effects of some process parameters of carboxymethylation treatment of cotton in order to reach high carboxymethylation content. Our results showed that use of pad-dry-cure treatment results in higher carboxymethylation level when compared with those of pad-cure, pad-dry-pad-batch and pad-batch. Moreover, we showed that air flow during drying and curing is necessary in order to shorten process times. Further in this study we will investigate the effects of carboxymethylation methods on wrinkle recovery angle performance of ionic crosslinked cotton fabric.

Keywords: Ionic crosslinking, cotton, durable press, wrinkle recovery, carboxymethylation.

Giriş

Tekstil malzemelerinin terbiye edilmesindeki öncelikli amaç, doğal olarak sahip oldukları özellikleri koruyarak bu malzemelerin kullanılabilirliğini ve katma değerlerini arttırmaktır. Yapılan terbiye işlemleri ile kumaşın fiziksel özellikleri (parlaklık, tutum, hacimlilik, ısı kapasite, görünüm, renk) değiştirilebileceği veya geliştirilebileceği gibi daha sonraki işlemlere hazır hale de getirilmesi mümkündür. Pamuğa yaygın uygulanan bu işlemlerden birisi de karboksimetilasyondur.

Karboksimetilasyon işlemi genellikle pamuğun monokloroasetik asit ve sodyum hidroksit çözeltileri ile muamele edilmesiyle başlar. Bu çözeltilerin uygulanma sıraları değişebilir (Reid ve Daul 1947; Reid ve Daul 1948; Hebeish vd. 1982; Higazy vd. 1996). Ayrıca seçilen prosedüre göre bu çözeltiler karıştırılarak da uygulanabilirler (Racz ve Borsa 1998; Racz vd. 1995). Bunun ardından seyreltik hidroklorik, sülfürik veya asetik asit çözeltilerinden birisi ile asitleme yapılır. Elde edilen malzeme su ile şişebilir ve yüksek miktarda asidik karboksil gruplarına sahiptir (Daul vd. 1952). Bu işlem sonucunda malzemenin nem kazanımı, kir iticilik, kopma dayanımı ve kopma uzaması gibi özelliklerinde artış olur (Hebeish vd. 1982; Racz ve Borsa 1998; Parikh vd. 2003). Karboksimetilasyon ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında geniş bir özet çalışması yapılmıştır (Racz vd. 1995).

Bu çalışmanın nihai amacı optimize edilmiş bir iyonik çapraz bağlama işlemi önermektir. Çalışmanın bu kısmında yüksek karboksimetilasyon seviyelerine ulaşabilmek için kullanılması gereken en uygun koşullar araştırılmaktadır.

Materyal

Bu çalışmada kullanılan kumaş; standart bezayağı örgülü %100 pamuklu kumaştır ve standart test kumaşı tedarikçisi Testfabrics Inc. tarafından sağlanmıştır. Kumaş gramajı 102.0 g/m² olarak ölçülmüştür.

Ham halde emici olmayan kumaşa ağartma işlemi yapılarak su emiciliği kazandırılmıştır. Bu işlemde kullanılan kimyasallar şunlardır; hidrojen peroksit

(teknik), %50'lik (ağırlıkça) sodyum hidroksit (Fisher), Questal special (EDTA), yüzey aktif madde olarak Kieralon N-F ve stabilizatör olarak da Prestogen ND (BASF). Karboksimetilasyon işlemlerinde kullanılan katı kloroasetik asit, sodyum hidroksit ve sodyum karbonat da tekniktir. Kloroasetik asidin sodyum tuzu, kloroasetik asit çözeltilsinin sodyum karbonat ile nötralizasyonu yapılarak kullanım öncesinde hazırlanmıştır. Titrasyon işlemleri için hidroklorik asit (ağırlıkça %5'lik ve 0.05N), sodyum hidroksit (0.05N) ve gümüş nitrat (1N) çözeltileri ve fenolfitaleyn indikatör kullanılmıştır.

Kimyasal çözeltilerin pamuklu kumaşa uygulanmasında Werner Mathis AG marka 35 cm eninde laboratuvar tipi sıkma silindirleri kullanılmıştır. Kumaşın kurutulması ve kondenzasyonu için ise Werner Mathis AG marka hava üfleli kurutucu kullanılmıştır ve işlem görecektir olan pamuklu kumaş 18 X 30 cm'lik çivili çerçevelere takılmıştır.

Yöntem

Kullanılacak olan ham kumaş, AATCC Test Yöntemi 79-1986, Ağartılmış Tekstillerin Emiciliği kullanılarak su emiciliği için test edilmiştir ve 60 saniye süre ile suyu emmediği görülmüştür. Daha sonraki yaş işlemlere hazırlık amacıyla kumaşa su emiciliği kazandırılması için kumaş ağartılmıştır. Ağartma işleminde 3.0g/l sodyum hidroksit, 6.0g/l hidrojen peroksit, 1g/l EDTA, 1g/l yüzey aktif madde ve 1g/l stabilizatör kullanılmıştır. Tüm kimyasallar 30°C'teki ağartma banyosuna eklendikten sonra banyo sıcaklığı 3°C/dakika artış hızıyla 98°C'a çıkarılmıştır. Bu sıcaklıkta işleme 60 dakika devam edilmiştir ve ardından pamuklu kumaş 10 dakika boyunca 70°C'ta durulanmıştır.

Uygulanan 3 farklı karboksimetilasyon işleminde de 1M kloroasetik asit, toplam 1l çözelti ve 30:1 flote oranı kullanılmıştır ve bu değerler daha önceki bir çalışmadan alınmıştır (Bilgen, 2005).

Uygulanan karboksimetilasyon işlemlerinin ilkinde konvansiyonel bir daldırma-sıkma-kurutma-daldırma-sıkma-bekletme yöntemidir. Ağartılmış kumaş 5 dakika süre ile ağırlıkça %20'lik sodyum hidroksit çözeltilisine daldırılmış ve üzerinde kumaş ağırlığının %100'ü kadar çözelti kalacak şe-

kilde sıkılmıştır. Seçilen sodyum hidroksit yüzdesi daha önceki bir çalışmadan alınmıştır (Higazy vd., 1996). 60°C'ta 10 dakika kurutmanın ardından kumaş 10 dakika süre ile kloroasetik asit çözeltisine daldırılmış ve üzerinde kumaş ağırlığının %100'ü kadar çözelti kalacak şekilde sıkılmıştır. Sıkılan kumaş polietilen poşetlere koyulup poşetin havası dikkatlice çıkartıldıktan sonra ağzı kapanmıştır ve bu şekilde 70°C'taki etüvde 1 saat bekletilmiştir. Kurutucudan çıkartılan kumaş deiyonize su ile durulanmış, 2g/l asetik asit çözeltisi ile asitlenmiş ve 85°C'taki tamburlu kurutucuda 15 dakika kurutulmuştur.

Uygulanan ikinci karboksimetilasyon işleminde (daldırma-sıkma-bekletme) ise işlem süresinin kısaltılması için kimyasalların uygulanma şekli ve daldırma sürelerinde değişiklik yapılmıştır. İlk yöntemden farklı olarak sodyum hidroksitin ve kloroasetik asidin ayrı ayrı uygulanması yerine bunların karışımı uygulanmıştır. Bu sayede ilk kurutma işlemi de uygulanmamıştır. Kloroasetik asit çözeltisi kendisine eşit ağırlıktaki sodyum hidroksit çözeltisinin içine yavaşça dökülmüştür ve hidrolize engel olmak için çözelti seri biçimde karıştırılmıştır. Çözelti eklendikten sonra kumaş 30 saniye süreyle bu çözeltiye daldırılmıştır. Diğer işlem adımları birinci karboksimetilasyon işlemi ile tamamen aynıdır.

Üçüncü karboksimetilasyon işlemi ise daldırma-sıkma-kurutma-kondenzasyon işlemidir. Bu işlemde ise ikinci karboksimetilasyon işleminden farklı olarak poşet içinde yapılan 1 saatlik işlem yerine kumaş numunesi 35°C'ta 12 dakika kurutulmuş ve ardından da 115°C'ta 10 dakika kondenzasyon yapılmıştır.

Kumaşların karboksimetilasyon işlemleri sonunda sahip oldukları karboksimetilasyon seviyelerini tespit etmek için titrasyon yapılmıştır (Hashem vd., 2003). Anyonik pamuklu kumaşlar küçük parçalara kesilerek 100ml ağırlıkça %5'lik hidroklorik asit çözeltisi içinde 16 saat boyunca bekletilmiştir. Çözeltisinden çıkartılan kumaşlar soğuk deiyonize su ile defalarca durulanmıştır ve durulama sularına gümüş nitrat damlatılarak kumaş numunelerinde klorür olmadığına emin olunmuştur. Kumaşlar 3 saat süre ile 105°C'ta etüvde ku-

rutulmuştur. Yaklaşık 0.25g ağırlığında numuneler kesilip oda sıcaklığında 25ml 0.05N sodyum hidroksit çözeltisine 4 saat boyunca daldırılmıştır. Titrasyon işleminde ilk önce numune içermeyen bir kör çözelti 0.05N hidroklorik asit ile titre edilmiştir ve indikatör olarak fenolfitaleyn kullanılmıştır. Kör çözeltinin titrasyonu için harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedilmiştir. Daha sonra içinde kumaş bulunan çözeltilerin her biri aynı şekilde titre edilmiştir. Numunelerin karboksimetilasyon seviyeleri (CM) şu şekilde hesaplanmıştır:

$$CM \text{ (mmol/100 gram)} = 100 \cdot \left(\frac{V_{\text{kör}} - V_{\text{numune}}}{V_{\text{HCl}}} \right) \cdot N_{\text{HCl}} / 0.25 \quad (1)$$

Burada CM karboksimetilasyon seviyesi, $V_{\text{kör}}$ kör çözeltinin titrasyonunda harcanan hidroklorik asit miktarı (ml), V_{numune} numunenin titrasyonunda harcanan hidroklorik asit miktarı (ml), ve N_{HCl} ise hidroklorik asidin normalitesidir.

Karboksimetilasyon seviyesi selüloz zincirindeki anyonik uçların bir ölçüsüdür. 100 gram pamuk için mmol cinsinde karboksimetilasyon seviyesi bilindiğinden ve susuz glikoz biriminin (SGB) molekül ağırlığı 162g/mol olduğundan, susuz glikoz birimi başına anyonik uç sayısını kolayca hesaplayabiliriz:

$$\text{SGB'deki ortalama anyonik uç sayısı} = \frac{CM \text{ (mmol/100g)}}{162 \text{ (g/mol)} / (1000 \text{ mol/mmol}) \cdot (100 \text{ g})} \quad (2)$$

ve bu nedenle de,

$$\text{Anyonik uç başına ortalama SGB} = \frac{1}{CM \cdot 0.00162} \quad (3)$$

Burada CM karboksimetilasyon seviyesidir.

DeneySEL ÇALIŞMA SONUÇLARI **Ağartma sonrası emicilik ve karboksimetilasyon seviyeleri**

Ağartma sonrasında pamuklu kumaş su emiciliği için tekrar test edilmiştir ve kumaşın su emiciliğinin 0.30 saniye olduğu görülmüştür. Bu emicilik

süresi kumaşın daha sonraki yaş işlemleri için yeterli emiciliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Üç farklı karboksimetilasyon işlemine göre muamele edilen pamuklu kumaşların titrasyon sonuçlarına göre hesaplanan karboksimetilasyon seviyeleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Karboksimetilasyon seviyeleri

İşlem	Karboksimetilasyon seviyesi (mmol/100g pamuk)
Ağartılmış	10.76
Daldırma-sıkma-kurutma-daldırma-sıkma-bekletme	34.41
Daldırma-sıkma-bekletme	26.97
Daldırma-sıkma-kurutma-kondenzasyon	65.08

65mmol/100g pamuk gibi yüksek bir karboksimetilasyon seviyesine ulaşıldığından daldırma-sıkma-kurutma-kondenzasyon olarak kısaca ifade edilen yöntemin geliştirilmesi için bu yöntemde bazı değişiklikler yapılarak daha yüksek karboksimetilasyon seviyesi sonuçları elde edilmesi amaçlanmıştır. Uygulanmış olan yöntem A ve buna alternatif olarak önerilen işlemler ise sırasıyla B, C ve D olarak adlandırılmıştır. A’dan farklı olarak B ve D işlemlerinde kurutma yapılmamıştır. Bu sayede işlem süresinden ve enerjiden kazanç sağlayan alternatifler önerilmiştir. Yine A’dan farklı olarak C ve D işlemlerinde ise %20’lik 500g sodyum hidroksit yerine %50’lik 200g sodyum hidroksit kullanılmıştır. Bu sayede de depolama masraflarında azalma hedeflenmiştir. Bu dört yönteme göre elde edilen karboksimetilasyon seviyeleri Tablo 2’de gösterilmektedir.

En yüksek karboksimetilasyon seviyelerine A ve C yöntemleri ile ulaşılmıştır, bu yöntemlerin diğer ikisinden farkları 35°C’teki 12 dakikalık kurutmadır. Bu işlemlerin birbirinden farkı ise kullanılan sodyum hidroksitin yüzdesidir. %20’lik sodyum hidroksit kullanılarak elde edilen karboksimetilasyon seviyesi daha yüksek olduğundan ve endüstride %50’lik sodyum hidroksit kullanımının borular ve donanım için bazı zararlara sebep olabileceği düşünülerek A yön-

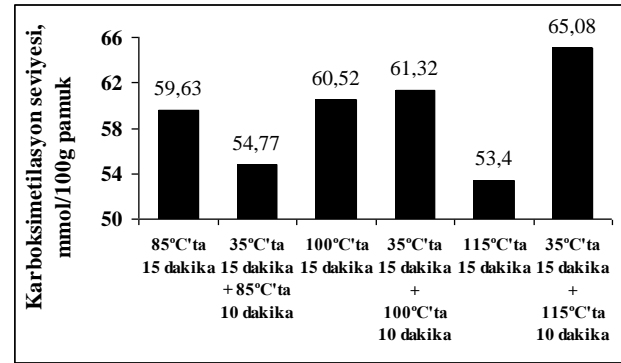
teminin uygulanmasının daha uygun olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 2. Alternatif yöntemlere göre karboksimetilasyon seviyeleri

İşlem	Karboksimetilasyon seviyesi (mmol/100g pamuk)
A	65.08
B	53.75
C	63.89
D	51.04

Kondenzasyon öncesi kurutmanın karboksimetilasyon seviyesine etkisi

Kondenzasyon öncesi kurutmanın gerekli olup olmadığını kesin olarak tespit etmek için kurutma içeren ve içermeyen deneyler yapıldı. Şekil 1’de görüldüğü gibi deneysel çalışmanın yapıldığı aralıkta en yüksek karboksimetilasyon seviyesine 35°C’te 12 dakika kurutma ve 115°C’te 10 dakika kondenzasyon ile ulaşılmıştır.

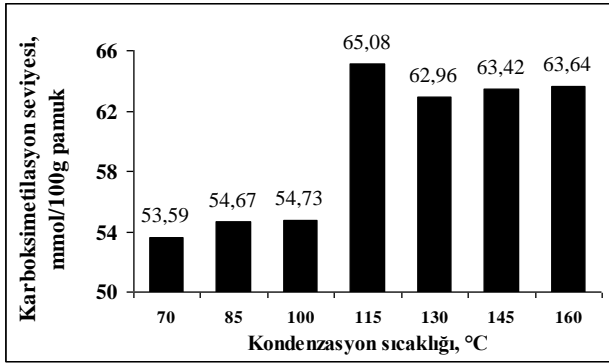


Şekil 1. Kondenzasyon öncesi kurutmanın karboksimetilasyon seviyesine etkisi

Suyun uzaklaştırılması ve kumaş içerisindeki kimyasalların konsantrasyonunun artırılması için kurutmanın gerektiği, kumaş ile reaksiyon için ihtiyaç duyulan enerjinin sağlanması için ise kondenzasyonun yapılmasının gerektiği düşünülmektedir. 115°C’teki 15 dakikalık kondenzasyonun diğer yöntemlere kıyasla daha düşük karboksimetilasyon seviyesine yol açmasının nedeninin, ani artan sıcaklıkla çözeltilerin kumaşın içinden dışına doğru migrasyonu ve bu nedenle de reaksiyonun kumaşın yüzeyinde gerçekleşmesi ve reaksiyon için kısıtlı süre kalması olduğu düşünülmektedir.

Kondenzasyon sıcaklığının karboksimetil seviyesine etkisi

En yüksek karboksimetilasyon seviyesine ulaşmak için gerekli kondenzasyon sıcaklığını tespit etmek amacıyla 35°C'ta yapılan kurutmanın ardından 70°C'tan 160°C'a kadar kondenzasyon sıcaklıklarında denemeler yapılmıştır ve elde edilen sonuçlar Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Kondenzasyon sıcaklığının karboksimetilasyon seviyesine etkisi

Şekil 2'de görüldüğü gibi en yüksek karboksimetilasyon seviyesine 115°C'ta yapılan kondenzasyon ile ulaşılmıştır. Çok yüksek kondenzasyon sıcaklıklarının çözeltinin migrasyonuna ve reaksiyon süresinin çok kısa olmasına neden olduğu, düşük kondenzasyon sıcaklıklarının ise reaksiyonun gerçekleşmesi için yeterli enerjiyi veremediğine inanılmaktadır.

Kurutma ve kondenzasyon sırasında hava akışının gerekliliği

Kurutma ve kondenzasyon sırasında hava akışının gerekli olup olmadığının tespit edilmesi için denemeler yapılmıştır ve bu denemeler E, F ve G olarak adlandırılmıştır. Hava akışının işlemlerden çıkartılması ile enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmaktadır. Yapılan üç farklı denemenin ilkinde (E) pamuklu kumaş hava akışı olmaksızın 35°C'ta kurutulmuştur ve kondenzasyon yapılmamıştır. İkinci denemede (F) pamuklu kumaş hava akışı olmaksızın 35°C'ta kurutulmuştur ve 115°C'ta kondenzasyon yapılmıştır. Son denemede (G) ise pamuklu kumaş hava akışı varlığında 35°C'ta kurutulmuştur ve 115°C'ta kondenzasyon yapılmıştır. Elde edilen karboksimetilasyon seviyeleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3'te görüldüğü gibi hava akışı olmaksızın yapılan karboksimetilasyon işlemi ile hava akışı ile ulaşılan karboksimetilasyon seviyesinin ancak üçte birine ulaşılabilmektedir. Bu sonuç açıkça göstermektedir ki yüksek hava akışı olmaksızın yüksek karboksimetilasyon seviyelerine ulaşamamaktadır.

Tablo 2. Hava akışının karboksimetilasyon seviyelerine etkisi

İşlem	Karboksimetilasyon seviyesi (mmol/100g pamuk)
E	15.83
F	21.97
G	65.08

Sonuçlar

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Karboksimetilasyon yöntemi olarak daldırma-sıkma-kurutma-kondenzasyon işlemi kullanıldığında, daldırma-sıkma-kurutma-daldırma-sıkma-bekletme ve daldırma-sıkma-bekletme yöntemlerine kıyasla pamuklu karboksimetil seviyesini daha fazla arttırmaktadır.
- Yüksek karboksimetilasyon seviyesine ulaşmak için hem kurutma hem de kondenzasyon işlemleri gereklidir.
- Yüksek karboksimetilasyon seviyesine ulaşmak için pamuklu kumaşa yapılan kurutma ve kondenzasyon işlemleri sırasında hava akışı gereklidir.
- Kondenzasyon işleminin sıcaklığının bir optimum seviyesi vardır ve bu çalışmada bu seviye 115°C olarak tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Bilgen, M., (2005). Wrinkle Recovery for Cellulosic Fabric by Means of Ionic Crosslinking, *Graduate Dissertation*, North Carolina State University, NC, USA.
- Daul, G.C., Reinhardt, R.M., ve Reid, J.D., (1952). Studies on the Partial Carboxymethylation of Cotton, *Textile Research Journal*, **12**, 22, 787-792.
- Hashem, M., Hauser, P., ve Smith, B., (2003). Wrinkle Recovery for Cellulosic Fabric by Means of Ionic Crosslinking, *Textile Research Journal*, **9**, 73, 762-766.

- Hebeish, A., El-Rafie, M.H., El-Aref, A.T., Khalil, M.I., Abdel-Thalouth, I., El-Kashouti, M., ve Kamel, M.M., (1982). Chemical Factors Affecting Soiling and Soil Release from Cotton-Containing Durable Press Fabric. VI. Effect of Introduction of Carboxymethyl Groups in the Cotton Component of Polyester/Cotton Blend, *Journal of Applied Polymer Science*, **10**, 27, 3703-3719.
- Higazy, A., Hashem, M.M., Abou-Zeid, N.Y., ve Hebeish, A., (1996). Rendering Flax Fibre Dyeable with Basic Dyes via Partial Carboxymethylation, *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, **11**, 112, 329-332.
- Parikh, D.V., Sachinvala, N.D., Calamari, T.A., ve Negulescu, I., (2003). Carboxymethylated Cotton for Moist Wound Healing, *AATCC Review*, **6**, 3, 15-19.
- Racz, I. ve Borsa, J., (1998). Carboxymethylated Cotton Fabric for Pesticide-Protective Work Clothing, *Textile Research Journal*, **1**, 68, 69-74.
- Racz, I., Deak, A., ve Borsa, J., (1995). Fibrous Carboxymethylcellulose by Pad Roll Technology, *Textile Research Journal*, **6**, 65, 348-354.
- Reid, J.D., ve Daul, G.C., (1947). The Partial Carboxymethylation of Cotton to Obtain Swellable Fibers, I, *Textile Research Journal*, **10**, 17, 554-561.
- Reid, J.D., ve Daul, G.C., (1948). The Partial Carboxymethylation of Cotton to Obtain Swellable Fibers, II, *Textile Research Journal*, **9**, 18, 551-556.