

SELÜLAZ ENZİMİNİN SELÜLOZİK ESASLI KUMAŞLAR ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECTS OF CELLULASE ENZYMES ON CELLULOSIC FABRICS

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül EKMEKÇİ KÖRLÜ
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü
aysegul.ekmekci@ege.edu.tr

Prof. Dr. Kerim DURAN
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ar. Gör. M. İbrahim BAHTÇI YARÇI
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ar. Gör. Seher PERİNÇEK
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Selülaaz enzimleri, selülozik esaslı liflerin terbiyesinde son zamanlarda yaygın olarak kullanılan enzimlerdir. Özellikle selüloz üzerine etkili olmaları nedeniyle, uygun şekilde çalışılmadığında selülozik esaslı kumaşlarda meydana getirdikleri zararlar önemli bir sorun olmaktadır. Her ne kadar selülaazla işlem sonrası deaktivasyon, prospektüslerde önerilen bir işlem adımı olsa da zaman zaman işletmelerden gelen şikayetler ya da sorunlar bize, bazen bu adımın atıldığını düşündürmektedir. Bu çalışmanın amacı viskon ve pamuklu kumaşlarda biyoparlatma sonrası deaktive edilmemiş halde kalan selülaaz artıklarının mekanik etki olmadan kumaşta meydana getirdiği değişikliklerin incelenmesidir.

Enzimatik işlem sonrası viskon ve pamuklu kumaşlar 30–60–120–240 dk, 1 gün ve 1 hafta süreyle selülaazla birlikte yaş halde bekletilmiş ve değerlendirme amacıyla pillinglenme dereceleri, gramaj değişimi, iplik mukavemeti ölçülmüş, Harrison gümüş ve fehling testi yapılmıştır.

Yapılan denemeler sonucunda, selülaaz enziminin pilling sorununu azaltma açısından pamuktaki (biyoparlatma sonrası pilling derecesi 5) ve viskondaki (biyoparlatma sonrası pilling derecesi 2,5) etkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Viskonda, pamuktaki kadar etkili olamamasına rağmen, kumaşta ciddi zararlar oluşturabildiği görülmüştür. İster pamuklu ister viskon olsun biyoparlatmanın ardından selülaaz enzimin deaktive edilmesi gereklidir. Aksi takdirde pamuklu kumaşta %13'e, viskon kumaşta ise %23'e varan ciddi zararlar meydana gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Selülaaz, Biyoparlatma, Selüloz, Viskon, Enzim

ABSTRACT

Nowadays cellulase enzymes are commonly used for finishing of cellulosic fabrics. If application of the enzymes isn't suitable for textile materials, chemical damage on the fabrics will be an important problem. Sometimes we encounter mechanical and/or chemical damage problem, when the samples from industry are tested in our laboratory. Although deactivation step is necessary, sometimes it can be eliminated in some mills. The purpose of this research was to investigate the influence of cellulase waste on the cellulosic fabrics. Viscose and cotton fabrics were used for trials. After biopolishing, viscose and cotton fabrics stayed with cellulase enzyme for 30-60-120-240 min, a day and a week. The effects of enzyme were defined by pilling degree, weight loss, yarn strength, silver nitrate and fehling tests.

The obtained results indicated that cellulase enzymes were more effective for cotton fabrics (After biopolishing, pilling degree is 5) than viscose ones (After biopolishing, pilling degree is 2,5). But chemical damage on viscose fabrics occurred. So deactivation stage was very important for two types of fabrics. If there is active cellulase on the cellulosic fabrics, very important strength losses and chemical damage will occur. Strength losses are % 13 for cotton fabric and %23 for viscose fabric.

Key Words: Cellulase, Biopolishing, Cellulose, Viscose, Enzyme

Received: 28.07.2007

Accepted: 18.12.2007

1. GİRİŞ

Günümüzde çevre kirliliği ile ilgili sorunların tüm dünyada büyük önem kazanmasının sonucunda gerek yasal sınırlamalar gerekse prestij ve imaj çalışmalarını nedeniyle tekstil firmaları

varlıklarını sürdürebilmek için tekstil yaş terbiye işlemlerinde enzimleri yoğun olarak kullanmaya başlamışlardır. Pamuk terbiyesinde amilazla birlikte en çok kullanılan enzim selülaazdır. Doğada selülaaz üreten çok sayıda

mikroorganizma bulunmaktadır ve selülaaz terimi tek bir enzim değil, bir karışımın ifadesi olarak kullanılmaktadır. Yani bu mikroorganizmalardan elde edilen selülaaz enzimleri, çoğu zaman bir

düzineden fazla farklı selülozdan oluşmaktadır. Selülozlar kısaca, I.U.B. (International Union of Biochemistry): 3.2.1.4 veya 1,4-(1, 3; 1, 4)- β -D-Glucan-4-glucanohidrolase olarak adlandırılan, Emert ve arkadaşları (1974) ile Whitaker'ın (1971) belirttiği gibi beraber hareket ederek selulozu hidrolize eden enzim grubuna verilen isimdir. Selülozlar "Endo-Glukonazlar", "Ekzo-Glukonazlar", "Sellobiohidrolazlar" ve " β -Glukosidazlar" ın kompleks karışımlarından meydana gelmektedir. Bütün bu enzim sistemleri sinerjetik bir etkiyle selulozu parçalamaktadır. Kristalin selülozun enzimatik parçalanmasının kinetiğinin yavaş olması nedeniyle, kumaş ve lif özellikleri fazla bir zarar oluşmadan geliştirilebilmektedir.

Endo-Glukonazlar: Statik köprü bağları sayesinde β -glukosidik bağlarını yani, uzun zincirli polimerlerin hidrolizini sağlamaktadır. Bu durumda yeniden parçalanabilir madde olarak enzime yardımcı olan selooligosakkaritler meydana gelmektedir.

Ekzo-Glukonazlar: Selüloz zincirinin sonunda indirgenmeyen glukoz birimlerinin ayrılmasını sağlamaktadırlar.

Sellobiohidrolazlar: Selüloz zincirinin indirgenmeyen son kısmından sellobiozun ayrılmasını sağlamaktadırlar.

β -Glukosidazlar: Sellobiozun glukoz hidrolizini sağlamaktadırlar. (1).

Ticari anlamda selülaz enzimleri, genellikle optimal pH değerlerine göre sınıflandırılmaktadır:

Asidik Selülazlar: Optimum selüloz hidroliz aktivitesine asidik ortamda, genellikle pH 4-6 aralığında, 44-55 °C sıcaklıklarda ulaşan enzimlerdir.

Nötral Selülazlar: Optimum selüloz hidroliz aktivitesine pH 6-8 aralığında, 50-60°C sıcaklıklarda ulaşan enzimlerdir.

Alkali Selülazlar: Optimum selüloz hidroliz aktivitesine alkali ortamda, genellikle pH 8'in üzerinde ulaşan enzimlerdir.

Tekstil sanayindeki uygulamalarda en büyük öneme sahip enzim türü asidik

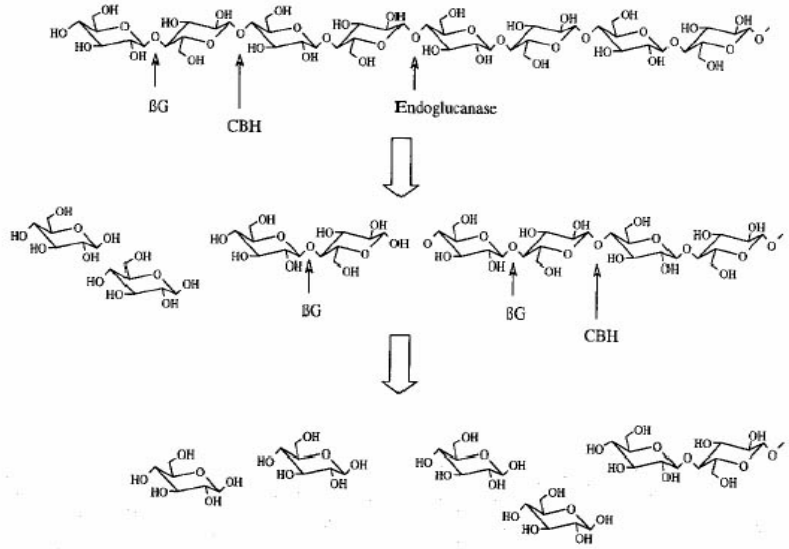
selülazlardır. Asidik selülazlar, substrat üzerinde kısa sürede kimyasal aşın-mayla sonuçlanan yüksek agresif davranış gösterirken, nötral selülazlar da-ha uzun süreye ihtiyaç gösteren ve asidik selülaza göre daha az aktif olan enzimlerdir.

En yüksek derecede enzim etkinliğine ulaşmak amacıyla, reaksiyon esnasında pH değeri ve sıcaklığın optimize edilmesi gerekmektedir. pH ayarlaması yapılırken daha iyi bir sonucun elde edilebilmesi için uygun tampon sistemleri kullanılabilir. Çünkü pH değeri enzim stabilitesi üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Eğer pH değeri çok yüksek ise, yavaş yavaş enzimin yapısı değişerek özellikleri kaybolmaktadır ve optimum

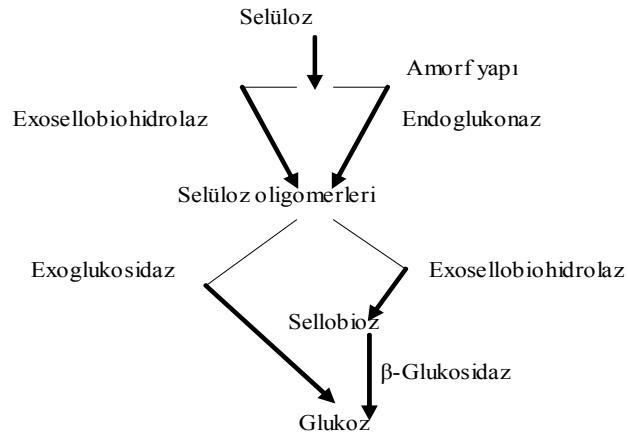
pH değerlerinden sapmalar işlem sonuçlarının değişmesine neden olabilmektedir.

Örneğin; selülozik esaslı dokuma kumaşlarla çalışılırken, daha önceki bazik işlemler sırasında selüloz liflerine kuvvetli bir şekilde bağlanmış atık alkali yavaş yavaş banyoya geçerek enzimatik işlem banyosunun pH değerinde bir yükselmeye yol açmaktadır. Bu gibi durumlarda, pH dalgalanmalarını karşılayabilecek uygun bir tampon sistemin kullanımı gerekmektedir.

Reaksiyon esnasında optimum sıcaklık değerinin aşılması halinde enzimlerin üç boyutlu yapısında bozulmalar ve katalitik etkiye



Şekil 1. Selülazların selulozu hidroliz mekanizması (2)



Şekil 2. Selülozun Selülazlar Yardımıyla Glukoza Kadar Parçalanması [3]

azalmalar gözlenmektedir. Selülozun enzimatik hidrolizi, hızla ve hemen gerçekleşmemektedir. Optimal pH değeri ve sıcaklık haricinde, bu reaksiyon için bir bekleme süresine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sürenin uzunluğu, gerek materyal gerekse enzim dozajına bağlı olarak değişmektedir. Ağır dokuma kumaşlara düşük enzim konsantrasyonlarında yapılan enzimatik işlemlerde daha uzun işlem süresi gerekmektedir. Buna karşılık, dozaj miktarının artırılmasıyla bu süre kısaltılabilmektedir. [4]

Selülazların etkisiyle, bir substratın mukavemetinde belirli bir azalma olurken, DP'nin düşmemesi gibi şaşırtıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu oluşum hakkında, selülaz moleküllerinin gerçekte liflerin iç kristalin bölgesine nüfuz edemeyecek kadar büyük olduğu açıklaması yapılmaktadır. Enzim moleküllerinin etkisi lif-lif sürtünmesinde ve dolayısıyla mukavemette bir azalmaya neden olurken, bu etki amorf bölgelerde sınırlı kalmaktadır. DP ise, ortalama bir değer olduğundan ve kristalin bölgeler nispeten uzun zincirlerden oluştuğu için DP azalması meydana gelmemektedir [1].

2. TEKSTİL İŞLEMLERİNDE SELÜLAZ ENZİMİNİN KULLANIMI

Enzimatik işlemlerin büyük bir çoğunluğu selülozik liflerdeki ağır kimyasal maddeleri uzaklaştırmak veya yeni bi-tim etkileri elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Pamuk terbiyesinde selülazların temel iki kullanım amacı vardır. Bunlardan biri taş yıkama, diğeri ise biyoparlatma işlemleridir.

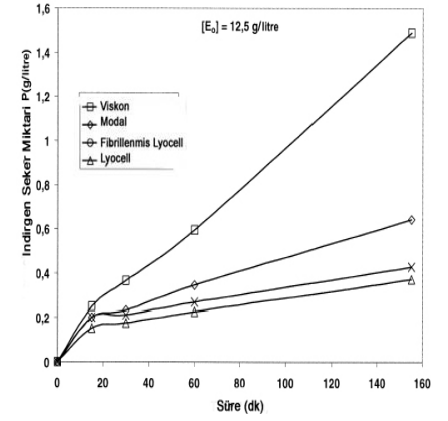
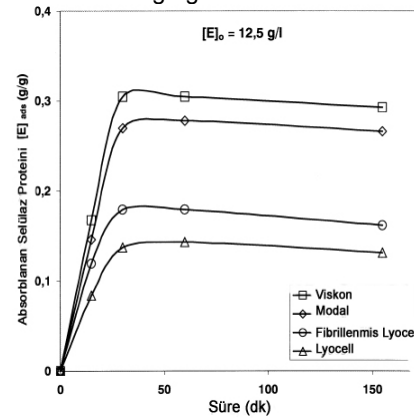
Biyoparlatma İşlemi

Selülazla, kumaş yüzeyinden dışarı çıkan lif uçlarını uzaklaştırma işlemine biyoparlatma işlemi denmektedir. Biyoparlatma işlemi sonrasında mamul yüzeyinde sağlanan etkiler;

boncuklanma eğiliminde azalma, mamul yüzeyi üzerinde minimum bir tüylenme, yumuşak bir tutum, dökümlülük şeklindedir.

Biyoparlatma işlemi pamuklu mamullerin pilling eğiliminin giderilmesi için yapılabildiği gibi özellikle rejener selülöz liflerinin yüzey modifikasyonları ve fibrillerinin uzaklaştırılması içinde uygulanmaktadır (defibrilasyon). Fibrillenme eğilimi tekstil materyalinin cinsine göre değişmekte ve lyocell liflerinde en fazla görülmektedir. Selülazlarla biyo-parlatma işlemi lyocell lifinin fibrillenme eğilimi ile birleştirildiğinde özel etkiler elde edilebilmektedir [6].

Viskon kumaşların yüzey modifikasyonlarında ve biyoparlatmalarında yaşanan sorunlar ticari selülazlar üzerine modifikasyonlar ve farklı selülaz kombinasyonlarının araştırılmasına neden olmuştur. Bilinen aksine viskon, selülaz enzimleri ile hidrolize olmakta, fakat hidroliz sonrası istenen biyoparlatma efekti sağlanamamaktadır. Bu konuda yapılan çalışmada selülaz enziminin farklı rejener selülöz liflerini hidroliz etme hızları ve lifler tarafından enzimlerin alınması ölçülmüştür. Sonuçta özellikle viskon esaslı yüzeyin çok yüksek bir afiniteyle selülazı aldığı ve bu yüksek afinite ile selülazın alınması sonucunda da hızlı bir şekilde hidrolize olduğu görülmektedir.



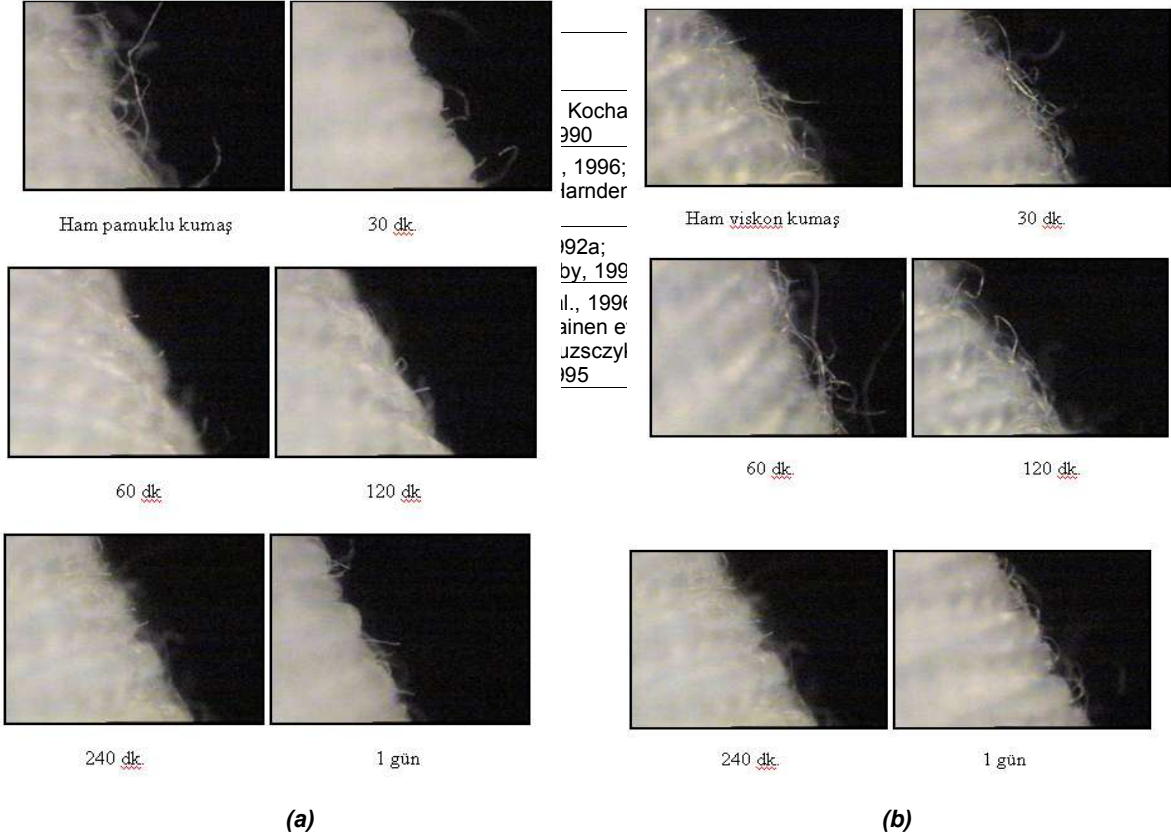
Şekil 3 (a). Rejener selülöz lifleri tarafından 12,5 g/l selülaz kompleks çözeltisinden enzim absorpsiyonu

(b). Farklı rejener selülöz liflerinin selülaz enzim kompleksi tarafından hidrolizinin kinetiği (1).

Farklı substratlar için 12,5 g/l'lik başlangıç enzim konsantrasyonu ile oluşan indirgen şeker miktarları şekil 3b'de görülmektedir. Rejener selülöz lifleri karşılaştırıldığında en fazla hidroliz viskon da görülmekte, bu hidroliz farklılığı da uzayan sürelerde daha da artmaktadır. Modal lifleri ise daha yüksek oryante olmuş makromolekül yapıları nedeniyle lyocell'e benzer bir hidroliz hızı göstermektedir. Fakat yine de yüksek kristaliniteye sahip lyocell'den daha yüksek bir hidroliz göstermektedir. İşlenmiş lyocelle gelince normal lyocelle göre daha fazla hidroliz göstermektedir. Bu da muhtemelen fibrillenmiş lyocell'in daha gevşek bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır [7].

Tablo 1

Lif Tipi	Enzimi Substr:
Pamuk	Selülo
Lyocell, Viskon, Modal	Selülo
Yün	Selülo artıkları
Lif Çözelti Hamuru	Selüloz Hemise oz



Şekil 5. Pamuk ve viskon kumaşlardaki selüloz artığının yaş halde kumaşta kalma süresinin kumaşların yüzeylerindeki kısa lif çıkıntılarının görünümüne etkisi

Enzimatik Taş Yıkama

Denim kumaşların rengini açmak ve değişik bir görünüm kazandırmak için yıkama esnasında ponza taşı kullanılmaktadır. Ancak taş kullanımı;

- Makinelerin aşırı bir hızla yıpranması,
- Drenaj hatlarında tıkanıklıklar,
- Yıkanan ürünlerin aşırı yıpranması ve kırık izlerinin ortaya çıkması,
- Taşların depolanması için yeni alanlara ihtiyaç duyulması,
- Atık suyun temizlenmesi ve bitmiş pantolondan tozun çıkartılması için oldukça fazla işçiliğe gerek duyulması gibi sorunlara yol açmaktadır.

Selüloz enzimlerinin kullanımı taş miktarını azaltmış veya tamamen ortadan kaldırmıştır. Dolayısıyla yukarıda sözü edilen sorunlar kısmen veya tamamen ortadan kalkmıştır.

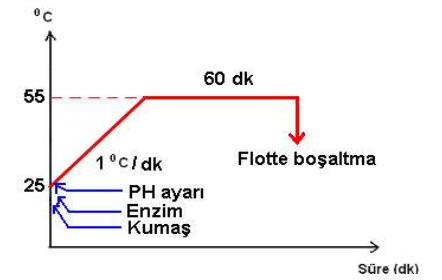
İstenen aşındırma efekti eldesi; makine cinsi, flotte oranı, kumaş miktarı, taş

miktarı ve enzim miktarı ayarlanarak yapılabilir. İşlem süresi daha fazla selüloz enzimi kullanmayla düşürülebilir. Fakat yüksek konsantrasyondaki selüloz, kumaş mukavemetini düşürür. Durulama, isteğe bağlı olarak yapılabilir. Az bir durulama ile indigo uzaklaştırılabilir. Makinenin konstrüksiyonuna bağlı olarak kullanılacak su miktarı ayarlanır. Genellikle 1:5-1:10 flotte oranıyla çalışılır. Makineye fazla mal yüklenmemesi önemlidir [8].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde, ağartılmış süprem viskon (220 g/m²) ve pamuklu (250 g/m²) kumaşlar kullanılmıştır. Numuneler Şekil 4'de gösterilen koşullara uygun olarak 1 kg'lık overflowda yapılan enzimatik işlemde sonra üzerlerindeki flotte AF %100'e ayarlanarak 30, 60, 120, 240 dk, 1 gün ve 1 hafta süre ile bekletilmiştir. Enzim deaktivasyon işlemi, bekletilen kumaş numunelerine uygulanmamıştır. Selülazın deaktivasyonu, enzimatik işlem sonunda hiç

bekletilmeyen kumaşların 95 °C'de 10 dakika muamele edilmesi ile yapılmıştır. Deaktivasyon adımından sonra, flotte 60–65°C'ye soğutulmuş, makineden çıkarılan kumaşlara 5 dakika süreyle soğuk durulama yapılmıştır. Sıkılarak fazla suyu uzaklaştırılan kumaşlar ası-larak kurutulmuştur.



4 g/l selüloz enzimi (Baylase CS) pH 4,5 – 5,5 (pH 5,0) (Tanacid ile ayarlanmıştır.)

Şekil 4. Enzimatik işlem grafiği

Kumaşların pilling derecesi martindale 2000 marka pilling ve sürtünme test cihazında 2000 devir sayısında ISO-DIN 12945–2, iplik mukavemetleri Lloyd LR

5K cihazında TS 245, kumaş gramajı TS 252 standardına göre yapılmıştır.

3.1. Kumaşta Zarar Tayin Yöntemleri

İşlem görmüş numunelerde hidroselüloz fehling çözeltisi, oksiselüloz Harrison Gümüş testi ile tespit edilmiştir.

3.1.1. Fehling Çözeltisi ile Zarar Tespiti

Analiz edilecek örnek, 60.28 g/l bakır sülfattan oluşan A çözeltisi ile litresinde 346 g potasyumsodyumtartarat ve 100 g sodyum hidroksit bulunan B çözeltisinin eşit orandaki karışımı ile 10 dk. kaynama sıcaklığında işleme tabi tutulur. Ardından sıcak-soğuk yıkama ve durulamalar yapıp, kumaş üzerinde pembe-kırmızı renklerin mey-dana gelip gelmediği kontrol edilir. Örnekteki pembe-kırmızı renkler hidro-selüloz oluşumu hakkında fikir vermektedir. Ancak bu test yöntemi oksidas-yon zararına karşı çok hassas değildir [9].

3.1.2. Harrison Gümüş Çözeltisi ile Zarar Tespiti

Analiz edilecek örnek 1 ml A (80g/l gümüş nitrat) ve 2 ml B (litresinde 200 g sodyum hidroksit ve 200 g sodyum tiyosülfat bulunan çözelti) çözeltilerinin 20 ml sudaki karışımında 5 dk. kaynatılır. Ardından örnek, 1 hacim B çözeltisi ile 9 hacim su karıştırılarak yıkanır. Son olarak da su ile yıkanır. Koyu renkli çökelekler okside olmuş bölgeleri göstermektedir. [10]

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Enzimatik İşlemin Ardından Yaş Olarak Bekletmenin Pillinglenmeye Etkisi

Biyoparlatma sonrası kumaş üzerinde kalan deaktivite olmamış selüloz artıklarının kumaş üzerinde kalma süresine bağlı olarak kumaşın pilling derecesi üzerine etkisi incelenmiştir.

Selüloz enzimi pamukta çok etkili olduğu için, yaş bekletme süresinin pilling derecesi üzerine etkisi gözlenmemiştir. Çünkü ilk işlem sonunda zaten en iyi pilling dereceleri (5) elde edilmiştir. Viskon kumaşta ise, selüloz enziminin bu lifi pamuk kadar

Tablo 2. Pamuk ve viskon kumaşlardaki selüloz artığının yaş halde kumaşta kalma süresinin pilling değerlerine etkisi

Numune/Süre	Pamuk	viskon
Ham	2	3
Normal biyoparlatılmış kumaş (enzim deaktive edilmiş)	5	2,5
30 dk	5	2,5
60 dk	5	3,5
120 dk	5	3,5
240 dk	5	4
1 gün	5	4
1 hafta	5	4

etkilemediği ve pilling derecelerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeninin ise, viskon lifinin amorf bölge oranının fazla oluşu ve selüloz enziminin viskon liflerine etkisi esnasında fibrillerin hidrolizine müteakip yeni fibrillerin oluşması olduğu tahmin edilmektedir(5). Buna karşın selüloz artığının kumaş üzerinde kalma süresi çok uzadığında (240 dk.) pilling değerleri 4'e çıkmaktadır. Bir mekanik etki olmadan bu şekildeki bir iyileşmenin nedeninin, süreyle birlikte artan mukavemet kaybı olduğu düşünülmektedir.

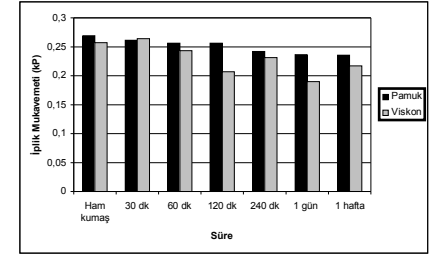
Şekil 5 a ve b'de sırasıyla pamuk ve viskon kumaşların çeşitli yaş bekletme süreleri sonundaki tüylülükleri görülmektedir. Bu görüntüler de elde edilen pilling derecelerini desteklemektedir.

Enzimatik İşlemin Ardından Yaş Olarak Bekletmenin İplik Mukavemetine Etkisi

Yapılan deneyler sonucunda, viskon ve özellikle pamuklu kumaş numunelerinden elde edilen iplik mukavemetlerinin genelde düşüş gösterdiği görülmüştür. Pamuklu kumaş için 60 dk enzimatik işlemin ardından 30 dk yaş bekletme yapılan kumaşta iplik mukavemeti kaybı %3,5 olarak ölçülmüştür. Bunun nedeninin selüloz enziminin işlevine devam ederek selüloz makr_{dk.} ölekülüne aşırı zarar vermesidir. Mu-kavemet kaybı 1 hafta bekletme sonunda %13'e kadar yükselmiştir. Bu duruma enzim artıklarının olumsuz etkisinin yanında uzun süre bekletmeden kaynaklanan mantar oluşumunun da etkisi vardır.

Viskon numunelerinde ise, bu mukavemet düş_{dk.} 1 hafta yaş

bekletmenin sonunda yaklaşık %23 oranında gerçekleşmiştir. Viskondaki mukavemet kaybının daha yüksek olmasının nedeni, amorf bölge oranının pamuğa göre daha yüksek olmasıdır. Selüloz enzimi amorf bölgelere çok daha kolay nüfuz ederek daha ağır etkiler meydana getirebilmektedir.



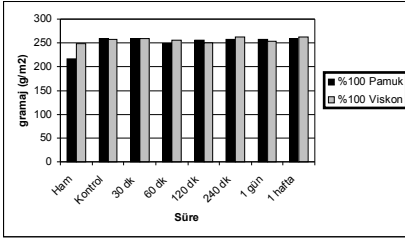
Şekil 6. Pamuk ve viskon kumaşlardaki selüloz artığının yaş halde kumaşta kalma süresinin iplik mukavemetine etkisi

Enzimatik İşlemin Ardından Yaş Olarak Bekletmenin Kumaşlarda Ağırlık Kaybına Etkisi

Gramajı 220 g/m², sıklığı 19x23 (çubukxsıra) olan viskon ve 250 g/m² pamuklu kumaş (20x25) numunelerindeki gramaj değişimleri incelendiğinde işlem görmemiş numuneye göre genel bir artış (≈ % 12,5) gözlenmiştir. Bununla birlikte gramajdaki artışa benzer oranda ilmek sıklığında da artış bulunmaktadır.(≈% 13,5) İlmek sıklığındaki artışın nedeni: uygulanan yaş işlem ve ardından yapılan kurutmanın etkisiyle kumaşın belirli oranda çekmesidir.

ddk.

Ham viskdk. 1a5

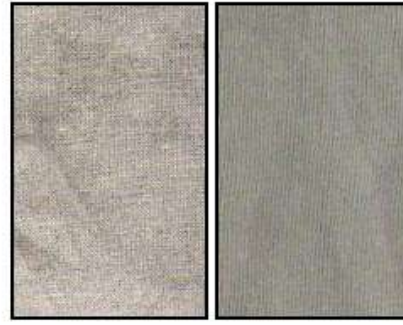


Şekil 7. Pamuk ve viskon kumaşlardaki selüloz artığının yaş halde kumaşta kalma süresinin gramaj değişimine etkisi

İlmeğin artış oranı ile kumaş gramaj artış oranı arasındaki yaklaşık %1'lik fark enzim defibrilasyonu sonucu uzaklaşan liflerden kaynaklanmaktadır.

Harrison Gümüş Çözeltisi ile Selülozik Kumaşlarda Meydana Gelen Zarar Tayini

Gümüş nitrat testi, oksiselüloz oluşumu hakkında fikir vermektedir. Bu amaçla biyoparlatma ardından selüloz artığı ile 30 dk. bekletilmiş viskon ve pamuklu kumaşlara gümüş nitrat testi uygulanmıştır. Kumaşların üzerinde az miktarda siyah renkli çökelekler görülmüştür. Bu durum da yarım saatlik bekletme sonrasında da hem viskon hem de pamuklu kumaşta az oranda da olsa oksiselüloz oluştuğunu göstermektedir. Oksiselüloz oluşumunun subjektif olarak değerlendirilmesine dayanan bu yöntemi daha objektif hale getirebilmek amacıyla, oluşan gri ve siyah gümüş çökeltileri spektralfotometrede ölçülerek K/S değerleri hesaplanmıştır. Ancak K/S değerlerinin ölçümünde yarım saatlik bekletme sonrası elde edilen değerler 1 haftalık bekletme süresindeki kadar büyük ve tutarlı farklar göstermediği için tabloda bu değerlere yer verilmemiştir.



Ham Pamuklu Kumaş İşlem Görmüş Pamuklu Kumaş



Ham Viskon Kumaş İşlem Görmüş Viskon Kumaş

Şekil 8. Gümüş nitrat testinin sonuçları

Deney sonuçlarına göre enzimatik işlemin ardından 1 hafta süreyle yapılan yaş bekletme, K/S değerlerinde pamuklu kumaşta 1,35 kat, viskon kumaşta ise 3,5 kat artışı beraberinde getirmiş olup, bu oranlar aynı zamanda kimyasal zarardaki artışı da temsil etmektedir.

Fehling Testi ile Selülozik Kumaşlarda Meydana Gelen Zarar Tayini

Fehling testinde oluşan pembe-kırmızı renkler asit ve oksidasyon zararı sonucunda oluşan hidroselüloz ve oksise-lüloz varlığını göstermektedir. Bu yöntem oksiselüloz oluşumu için gümüş nitrat yöntemi kadar hassas olmayıp, istenilen sonuçların gözlemlenmesi da-ha zordur[10]. Selülozla işlemde hidroselüloz oluşumu ağırlıklı olduğu için hem pamuklu hem de viskon kumaşlardaki renk değişimleri oksiselülozdan çok hidroselüloz oluşumunu işaret etmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enzimatik işlem sonrasında kumaş üzerinde deaktifte olmamış selüloz artıklarının kalması hem viskon hem de pamuklu kumaşta mukavemet kayıplarına neden olmaktadır. Özellikle kayıplar viskonda büyük orandadır. Bu mukavemet kaybının nedeni, hidrose-lüloz oluşumu olup, fehling ve gümüş nitrat testleri bu görüşü desteklemektedir. Bu yüzden selülozla işlemin ardından enzimin deaktifte edilmesi gereklidir. Her ne kadar selülozla işlem sonrası deaktifasyon prospektüslerde önerilen bir işlem adımı olsa da zaman zaman işletmelerden gelen şikayetler ya da sorunlar bize, bazen bu adımın atlandığını düşündürmektedir. Özellikle enzimatik işlem sonrası aşırı mukavemet kayıpları aşırı enzim kullanımı ya da deaktifasyon adımının yetersiz olması veya yapılmamasından kaynaklanmaktadır.

Teşekkür

Bitirme ödevi kapsamı içerisinde bu çalışmanın deneylerini yapan öğrencilerimiz Murat Akoğlu, Derya Tuğba Duran, Teoman Karakaya, Volkan Türkmen'e çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Bahtiyari, M. İ., 2005, Danışman Prof. Dr. Kerim Duran, 'Selülozların Etki Mekanizmaları', *Viskon Kumaşlarda Farklı Tip Enzimlerle Pilling Probleminin Önlenmesi ve Elde Edilen Efektlerin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s:55.
2. Nousiainen P., Buchert J., 2004, 'Tekstil ve Lif İşlemlerinde Kullanılan Biyotek-nolojideki Son Gelişmeler', X. *Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu*, Meta Basım, İzmir, s:128-139.
3. Duran, K., Korkmaz, A., 1999, 'Ön Terbiyede Enzim Kullanımı', *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl:9(4), s:320-326.
4. Duran, K., Ayaz, Ö., 2000, 'Selülozların Rejenere Selüloz Liferinde Kullanımıyla Alternatif

-
- Terbiye Prosesleri', *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl:10(1-2), s:34-38.
5. Schmidt, M., 1994, 'Bio-Polishing – Ein neuer alternativer Veredlungsprozess für Cellulosefasern', *Lenzinger Berichte*, 9, pp. 95-97.
6. Ayaz, Ö. Y., 2000, Danışman Prof. Dr. Kerim Duran, 'Fibrilasyon', *Selülozların Rejenere Selüloz Liflerine Etkilerinin Sistemik Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s:59-76.
7. Carrillo, F., Colom, X., Lo'pez-Mesas, M., Lis, M.J., Gonza'lez, F., Valldeperas, J., 2003, 'Cellulose processing of lyocell and viscose type fibres: kinetics Parameters', *Process Biochemistry*, Vol.39 Issue 2, pp.257-261.
8. Duran K., Öneş, 1994, M., "Tekstil Terbiyesinde Enzimler ve Kullanımı", *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl:4(4), s:318-328.
9. Garner W., 1966, 'Elements and Element-Based Reagents', *Textile Laboratory Manual*, Elsevier Publishing Company, New York, pp.83, 115.
-

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmannın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.
