



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)

<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>



Pamuklu Dokuma Kumaşların Boyamaya Hazırlık İşlemlerinde Enzim Kullanım Olanaklarının İncelenmesi ve Kombine Proses Geliştirilmesi

Investigation on the Possibilities of Enzymes Usage in the Pretreatment of Cotton Woven Fabrics and Combined Process Development

Burcu SANCAR, Nevruz PAKSOY, Onur BALCI, Nurcan KURTOĞLU
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 27 Haziran 2012 (27 June 2012)

Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

Burcu SANCAR, Nevruz PAKSOY, Onur BALCI, Nurcan KURTOĞLU (2012): Pamuklu Dokuma Kumaşların Boyamaya Hazırlık İşlemlerinde Enzim Kullanım Olanaklarının İncelenmesi ve Kombine Proses Geliştirilmesi, Tekstil ve Mühendis, 19: 86, 7-13.

For online version of the article: <http://dx.doi.org/10.7216/130075992012198602>

Arastırma Makalesi / Research Article

PAMUKLU DOKUMA KUMAŞLARIN BOYAMAYA HAZIRLIK İŞLEMLERİNDE ENZİM KULLANIM OLANAKLARININ İNCELENMESİ VE KOMBİNE PROSES GELİŞTİRİLMESİ

Burcu SANCAR
Nevruz PAKSOY
Onur BALCI*
Nurcan KURTOĞLU

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

Gönderilme Tarihi / Received: 08.05.2012

Kabul Tarihi / Accepted: 11.06.2012

ÖZET: Bu çalışmada, % 100 pamuklu dokuma kumaşların ön terbiyesinde tamamen enzim kullanılarak çevre dostu bir ön terbiye prosesi uygulama, amilaz ve pektinaz enzimlerini kombine çalışarak işlem adımlarını kısaltma ve ağartma işlemlerinde lakkaz enzimi kullanılarak fazladan bir peroksit parçalama işlemi (katalaz işlemi) yükünden kurtulabilme olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla uygulanan her bir işlemten sonra kumaşların haşıl sökülebilirlik, hidrofilite ve beyazlık özellikleri incelenmiştir; ayrıca ön işlemi tamamlanmış kumaşlar üç farklı konsantrasyonda boyanarak, boyama sonrası CIELab değerleri ve haslık sonuçları da incelenmiştir. Çalışma sonuçları, pektinaz ve amilaz enziminin kombine çalışılarak işlem adımlarının kısaltılabileceğini ve böylece su, enerji ve zaman tasarrufu sağlanabileceğini, lakkaz enziminin açık renk boyanacak kumaşlar için yeterli bir beyazlık sağlayamadığını; kumaştan iyi bir beyazlık istendiğinde peroksit ağartması ve dolayısıyla katalaz işlemi kullanımının kaçınılmaz olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Enzim, amilaz, pektinaz, lakkaz, katalaz, pamuk, ağartma, renk, haslık

INVESTIGATION ON THE POSSIBILITIES OF ENZYMES USAGE IN THE PRETREATMENT OF COTTON WOVEN FABRICS AND COMBINED PROCESS DEVELOPMENT

ABSTRACT: In this study, usage of enzymes in the pretreatment of 100 % cotton woven fabrics was investigated. Besides, possibilities of shortening the process with the usage of amylase and pectinase in the same bath and using laccase in the bleaching treatment were investigated. For this aim, after each treatment, desizing degree, hydrophilic characteristic and whiteness degree of samples were studied carefully. Furthermore, the pretreated fabrics were dyed at three concentrations (owf%). After dyeing processes, the CIELab values and the fastness properties were also researched. The results showed that application time, water, energy can be saved by using the amylase and pectinase in the same bath, the laccase enzyme is not sufficient for fabrics which are dyed at light shades.

Keywords: Enzyme, amylase, pectinase, laccase, catalase, cotton, bleaching, color, fastness

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author: obalci@ksu.edu.tr*

DOI: 10.7216/130075992012198602, www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde, çevre kirliliği ile ilgili sorunların tüm dünyada büyük önem kazanması ve enerji kaynaklarının hızla tükenmesinin bir sonucu olarak, her endüstri dalının rekabetçi pazar ortamında varlığını sürdürebilmesi için, çevre bilincinin olması ve doğal kaynakların iyi kullanılması gerekli hale gelmiştir. Endüstriyel işletmeler ve bilimsel kurumlar, bu konuda, eskiye oranla daha ciddi yaklaşımla alternatif temiz üretim yöntemleri aramaya başlamışlardır. Dolayısıyla tüm sektörler, daha az kimyasal madde ve su kullanarak, daha az atık su ve atık hava açığa çıkartarak, çevreyi daha az kirleten ve enerji tüketimi düşük olan çevre dostu üretim yöntemlerinin geliştirilip uygulanması konusunda üzerlerine düşeni yapmak durumunda kalmışlardır [1].

Tekstil terbiyesinde, çevre yükünü azaltmak ve çevreyle uyumlu bir üretim gerçekleştirmek için, terbiye işlemlerinde kullanılan maddelerin seçilmesi, bilinçli ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Bu kimyasal maddelerin kullanımı tamamen ortadan kalkamayacağı için, en azından doğayla daha dost, daha uyumlu maddeler ve yeni teknolojiler tercih edilmelidir. Bu nedenlerden dolayı, tekstil yaş işlemlerinde çevre dostu olan enzimler yoğun bir şekilde kullanılmaya başlamıştır [1-7].

Enzimler, spesifik kimyasal reaksiyonları katalizleme yeteneğine sahip, doğal yollardan elde edilen, protein yapısında, yüksek molekülü, kompleks organik polimerlerdir; yaşayan hücrede üretilmektedir. Ancak, uygun koşullar altındaki etkileri organizmadan bağımsızdır. Spesifik açıdan yalnızca ve tamamen belirli bir reaksiyon ya da materyal üzerinde etkili olmakta ve modern biyo teknolojik yöntemlerle izole edilebilen enzimlerden endüstriyel proseslerde yararlanılabilmektedir [4,8-10]. Enzimler, kimyasal bir reaksiyonu katalizledikten sonra serbest kalarak bir sonraki reaksiyonu da katalizleyebilmektedir. Bu nedenle işlem için çok az miktarı yeterli olabilmektedir. Doğal protein olan enzimler, çok kolay ve hızlı bir şekilde biyolojik olarak parçalanmaktadırlar. Bu özellikleriyle atık su yükü oluşturmamaktadırlar [1,8].

Tekstil terbiyesinde enzimler genel olarak, selüloz esaslı materyallerde kullanılmaktadır. Enzim kullanımı, özellikle selüloz esaslı liflerden en yaygın kullanıma sahip olan pamuklu materyaller üzerine yoğunlaşmıştır. Pamuklu ve pamuklu karışım materyallerinin terbiyesinde genel olarak kullanılan enzimler; amilaz, proteaz, selülaz, pektinaz, lipaz, katalaz ve lakkazdır. Kullanılan bu enzimler, materyalde, haşıl sökme, hidrofilleştirme, yumuşatma, biyoparlatma, denim yıkama ve diğer çeşitli etkileri sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [11]. Kullanıldığı materyallere tutum, görünüm ve diğer yüzey karakteristiklerini geliştirme gibi avantajlar sağlamaktadır [3,12].

Enzimatik prosesler çok sayıda avantaj sağlamaktadır. Bu avantajlar, ılıman şartlarda çalışma, daha kısa süre ve daha az enerji tüketimi, proses basitleştirme, daha az atık yükü, daha kontrollü bir proses, tekstil materyaline zarar vermeme şeklinde sıralanabilmektedir [5,13].

Pamuklu materyallerin ön terbiye işlemlerinde kullanılan bazı enzimler:

Amilazlar, pamuklu dokuma kumaşlar üzerindeki nişasta haşılımı uzaklaştırmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Nişasta, ucuz olması, kolay bulunması, doğal olması gibi sebeplerle haşıl maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [14,15].

Pektinazlar, pamuğun yapısında bulunan pektini uzaklaştırmak amacıyla kullanılır. Son yıllarda pektinaz enziminin, pamukta bulunan pektini uzaklaştırarak pamuğun hidrofilleştirilmesinde kullanımı önem kazanmaya başlamıştır [15,16].

Lakkazlar, oksidatif enzimlerin bir grubu olup, son yıllarda, büyük oranda parçalanmayan çevresel kirliliklerin yanı sıra hem fenolik hem de fenolik olmayan lignin esaslı bileşenleri yükseltgeyebilme yetenekleri nedeniyle oldukça ilgi çekmekte ve bu avantajları sayesinde pek çok biyoteknolojik proses uygulamasında kullanılabilmektedirler. Lakkazların tekstil atık sularının renksizleştirilmesinin yanı sıra tekstillerin ağartılmasında, kaynatılmasında, denim yıkamada ve hatta boyarmaddelerin sentezinde kullanılmaktadır [9,17,18].

Katalazlar, tekstil prosesinde boyama öncesinde kasar banyosundan gelen atık hidrojen peroksidin uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Böylece boyarmaddelerin, oksidasyonu sonucu kaynaklanabilecek renk sapmalarının önüne geçilmiş olmaktadır [15, 19, 20].

Yapılan bu çalışmada, pamuklu dokuma kumaşın boyamaya hazırlanmasında, kimyasal maddeler yerine tamamen enzimlerin kullanılması, işlem adımlarının kısaltılması, üretimin çevre dostu bir şekilde, su ve enerji tasarrufu sağlanarak yapılması amaçlanmıştır. Aynı zamanda boyanacak olan kumaşa haşıl sökme ve hidrofilleştirme işleminin tek adımda yapılabilirliği araştırılmıştır.

2. MATERYAL METOT

2.1 Materyal

Deneylerde %100 pamuklu 2/1 S dimi dokusunda ham dokuma kumaş kullanılmıştır. Ham kumaş 221 g/m² gramajına sahiptir. Atkı sıklığı, 21 tel/cm, çözgü sıklığı 41 tel/cm'dir. Atkı iplikleri Ne 16/1 OE ve çözgü iplikleri Ne 20/1 OE'dir. Kumaşı oluşturan çözgü iplikleri üzerinde nişasta haşılı bulunmaktadır. Enzimatik proses denemelerinde kullanılmak üzere, amilaz, pektinaz ve katalaz enzimleri Rudolf-Duraner firmasından temin edilmiştir.

Çalışmalarda kullanılan yardımcı kimyasallar, ıslatıcı, asetik asit, soda, organik stabilizatördür. Ön işlemi yapılmış kumaşların boyanmasında bifonksiyonel esaslı (MCT-VS) reaktif boyarmadde kullanılmıştır (Reactive Blue 222).

2.2. Metot

Ham kumaş, dört farklı proses ile boyamaya hazırlanmıştır. Birinci proses referans olarak alınmak üzere yapılmış ve sadece konvansiyonel yöntemlerin kullanımıyla kumaş, boyamaya hazır hale getirilmiştir. Diğer prosesler bu birinci prosesle karşılaştırılıp istenilen sonuçların elde edilmediği araştırılmıştır. Bu yöntemler kullanılarak boyamaya hazırlanan kumaşların, her bir adımda istenen performans özelliklerini sağlayıp sağlayamadığı (haşıl sökülebilirliği, hidrofilite, beyazlık) ve kumaşın boyanma verimi üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır.

Yapılan tüm ön işlem deneyleri için ikişer tekrar yapılmış ve çalışmaların tamamı laboratuvar şartlarında, beherde 1/30 flotte oranında yapılmıştır. Boyama işlemleri ATAÇ marka laboratuvar tipi boyama makinesinde 1/10 flotte oranında yapılmıştır. Tüm deneylerde yumuşak su kullanılmıştır ve deneyler sonrası kumaşlar yıkanmış ve

asılarak kurutulmuştur.

Yapılan deneylerin reçeteleri Tablo 1'de, uygulanan proseslerin aşamaları Tablo 2'de verilmiştir:

Tablo 2' de verilen proses aşamalarının her biri beherde 1/30 flotte oranında gerçekleştirilmiş olup, her bir adımından sonra, kumaş üzerinde suda çözünür hale gelmiş yabancı maddeleri uzaklaştırmak amacıyla 10 dakika kaynar, 5 dakika soğuk taşar olacak şekilde yıkama yapılmıştır.

Konvansiyonel ön işlem denemeleri karşılaştırmalarda referans alınmak amacıyla yapılmıştır. Kumaş üzerindeki haşıl sökülmemiş kumaş, Tablo 1'de verilen şartlarda kaynar yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Kaynar yıkama sonrası, bazik işlem uygulanmış ve ardından hidrofilleştirilmiş kumaş, hidrojen peroksit ile ağartılmıştır. Ağartma sonrası kumaş üzerindeki hidrojen peroksiti uzaklaştırmak için katalaz ile işlem yapılmıştır.

Enzimlerin ayrı uygulandığı denemelerde, önce kumaş üzerindeki haşıl sökme için amilaz ile işlem yapılmıştır. Haşıl sökme işleminin ardından, pektinaz ile kumaş hidrofilleştirilmiş ve ardından lakkaz ile ağartma işlemi uygulanmıştır.

Tablo 1. Ön İşlem Reçeteleri

Uygulanan işlem	Reçete	İşlem Sıcaklığı (°C)	İşlem Süresi (Dakika)
Kaynar yıkama	-	95	20
Amilaz ile Haşıl Sökme	% 1 amilaz 1 g/l ıslatıcı pH: 8-8.5 (soda ile)	60	30
Bazik İşlem	1 g/l kostik 0.8 g/l ıslatıcı	90	30
Pektinaz ile Hidrofilleştirme	% 1 pektinaz 1g/l ıslatıcı pH: 8-8.5 (soda ile)	60	30
Kombine İşlem (Amilaz ile Haşıl sökme+ Pektinaz ile Hidrofilleştirme	% 1 amilaz % 1 pektinaz 1 g/l ıslatıcı pH: 8-8.5 (soda ile)	60	30
H ₂ O ₂ Ağartması	% 3 hidrojen peroksit % 3 kostik, 1 g/l ıslatıcı, 0.5 gr/l stabilizatör	90	90
Lakkaz ile Ağartma	% 1 lakkaz pH: 4 (asetik asit ile)	60	45
Katalaz ile işlem	0.2 g/l katalaz pH 6-6.5 (soda ile)	50	10

Tablo 2. Uygulanan Prosesler ve Uygulama Adımları

Proses No	Proses Aşamaları
1	Kaynar yıkama- Bazik İşlem- H ₂ O ₂ Ağartma-Katalaz ile İşlem (Konvansiyonel Referans Proses)
2	Amilaz ile Haşıl Sökme-Pektinaz ile Hidrofilleştirme-Lakkaz ile Ağartma (Tam Enzimatik Proses)
3	Amilaz+Pektinaz Kombinasyonu ile Haşıl Sökme ve Hidrofilleştirme- H ₂ O ₂ Ağartması-Katalaz ile İşlem
4	Amilaz+Pektinaz Kombinasyonu ile Haşıl Sökme ve Hidrofilleştirme- Lakkaz ile Ağartma (Tam Enzimatik Proses)

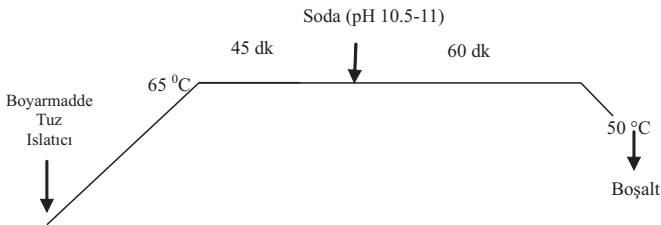
Amilaz ve pektinazın kombine kullanıldığı denemelerde ise, enzimlerle yapılan haşıl sökme ve hidrofilleştirme işlemi tek banyoda uygulanarak, proses adımlarının kısaltılma olanakları araştırılmıştır.

Numuneler, Tablo 1'de verilen deney koşullarında amilaz ve pektinaz ile hazırlanan flotte ile işleme tabi tutulmuştur. Ardından hidrojen peroksit ile ağartma işlemi uygulanmıştır. Lakkaz enziminin beyazlık üzerine bireysel etkisini görmek için uygulanan denemelerde, hidrojen peroksit ile elde edilen beyazlık derecesinin lakkaz enzimi ile elde edilebilme olanakları araştırılmıştır. Bunun için kumaş önce amilaz ve pektinaz kombinasyonu ile işleme tabi tutulmuş, ardından lakkaz enzimi ile ağartma işlemi uygulanmıştır.

Ön işlemleri yapılmış kumaş numuneleri, daha sonra Ataç marka, laboratuvar tipi HT boyama makinesinde, Tablo 3'de verilen şartlarda, üç farklı konsantrasyonda reaktif boyarmadde (Reactive Blue 222) ile boyanmıştır. Her bir boyama, 10 gr kumaş ile 1/10 flotte oranı ile Şekil 1'de verilen grafiğe göre yapılmıştır.

Tablo 3. Boyama Reçeteleri

Reaktif Boyarmadde Konsantrasyonları (%)	Tuz (g/l)	Soda (g/l)	Islatıcı (g/l)
0.5	20	15	2
1.5	40	20	2
3	60	20	2



Yapılan boyamalar sonrası kumaş numuneleri;

- Soğuk taşar (10 dk)
- Sıcak yıkama (70 °C'de 10 dk)
- Kaynar yıkama (95 °C'de 20 dk)
- Sıcak yıkama (80 °C'de 10 dk)
- Nötralizasyon (1g/l asetik asit ile 60 °C'de 10 dk)
- Soğuk taşar şeklinde yıkama işlemlerine tabi tutulmuştur.

2.3. Araştırma Yöntemleri

Kumaş üzerinde bulunan haşılı tespit etmek amacıyla, kumaş numuneleri üzerine iyot/potasyum iyodür çözeltisi damlatılmış ve kumaş üzerinde oluşan renge göre haşıl varlığı hakkında karar verilmiştir. Üzerinde haşıl bulunan kumaş numunesine iyot/potasyum iyodür çözeltisi damlatıldığında renk mavime dönmekte, haşıl bulunmayan numunede ise renk değişimi olmamaktadır. Kumaşın hidro-

filite testleri, yükselme metoduna göre yapılmıştır. Bunun için, 2x10 cm² boyutlarında ikişer kumaş numunesi kesilmiş ve bu numunelerin üzerine kumaşın en alt kısmından 1'er cm aralıklarla iki çentik atılmıştır. Bu şekilde hazırlanan kumaş numuneleri boyalı suya alttaki çentik seviyesinde daldırılarak boyalı su ikinci çentiğe ulaşana kadar kronometre ile süre tutulmuştur. Hazırlanan her iki numune için de bu işlem yapılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır. Kumaşların beyazlık derecesi ve renk ölçümleri DataColor SF 600 marka spektrofotometre ile D65 gün ışığı altında 10° gözlemci açısı ile yapılmıştır. Renk farkı değerleri CMC (2:1) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Boyama denemeleri sonrasında numuneleri yıkamaya ve tere (asidik-bazik) karşı renk haslığı performansları TS EN ISO 105-C06 ve TS 398 standartları kullanılarak test edilmiştir.

3. BULGULAR VE SONUÇ

3.1. Ön Terbiyesi Yapılmış Kumaşa Uygulanan Testler

Ön terbiyesi yapılmış, numune kumaşlara uygulanan testler ve sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Bu kumaşların haşıl sökölme durumu, hidrofilitite (saniye) ve beyazlık değerleri (Berger) ölçülmüştür. Tablo 4 'de görüldüğü gibi kumaş üzerindeki nişasta haşılı; kaynar yıkama ile istenilen şekilde giderilememiş, diğer proseslerde ise giderilmiştir. Proseslerin hidrofiliteleri kıyaslandığında en iyi sonucun amilaz ve pektinazın kombine kullanıldığı proseslerde elde edildiği, referans olan konvansiyonel ön işlemlerde hidrofilitenin diğerlerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni kumaş üzerindeki haşılın uzaklaşmamış olmasıdır. Ayrıca amilaz ve pektinazın kombine ve ayrı ayrı uygulanmasının haşıl sökölme derecesi ve hidrofilitite üzerinde bir fark yaratmadığı görülmüştür. Ağartma sonuçlarına bakıldığında; H₂O₂ ile yapılan ağartma sonuçlarının 65 Berger civarında olduğu, lakkaz ile yapılan ağartma sonuçlarının ise 20.55 Berger seviyesinde kaldığı görülmüştür. Lakkaz enzimi ile yapılan ağartmada beyazlık 20.40 seviyesinden, ancak 20.55 seviyesine iyileşebilmiş; yani lakkaz enzimi ağartmada tek başına etkili olamamış; H₂O₂ ile yapılan ağartma sonuçları istenilen beyazlık seviyesine ulaşılmıştır.

Tablo 4 incelendiğinde, özellikle ağartmaya kadar süreçte tamamen enzimlerle prosesin gerçekleştirilebileceği, ayrıca enzimlerin kombine olarak tek banyoda uygulanabileceği tespit edilmiştir.

3.2. Boyanmış Kumaşların Renk Ölçüm Sonuçları

Yapılan çalışma sonucu elde edilen boyalı kumaşların renk ölçüm sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Ölçüm yapılırken, konvansiyonel ön işlem ile ön terbiyesi yapıp boyanan proses aşaması referans olarak kabul edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen boyalı kumaşların CIELab sonuçları karşılaştırıldığında, enzimatik ön işlemlerin en büyük renk farkını en açık renklerde, en az renk farkını ise koyu renk-

lerde oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu durum açık renklerin özellikle, ön terbiye sonrasında kumaşların beyazlık derecesine olan hassasiyetiyle ilgili olabilmektedir. Ağartma işlemi lakkaz ile yapıldığında kumaş istenen şekilde beyazlamamış ve daha sarı ve daha koyu olan zemin rengi renkte farklılık yaratmıştır. Uygulama açısından Proses 3'ün en uygulanabilir olduğu düşünülürse, Proses 1'e göre renk farkları değerlerinin kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

3.3. Boyanmış Kumaşın Haslık Sonuçları

Yapılan çalışma sonucu, elde edilen numunelerin asidik ve bazik ter haslığı sonuçları hemen hemen aynı ve yüksek

çıkıştır. Yıkama haslığı sonuçları da koyu renklerde, açık ve orta renklere göre biraz daha düşük; ancak kabul edilebilir seviyelerde çıkmıştır. Haslık sonuçları uygulanan ön işleme göre farklılık göstermemiş, sadece kumaş üzerindeki boyarmadde miktarına göre değişiklik göstermiştir. Ön terbiye işlemlerinin direkt olarak, bir kumaşın boya alımını ve dolayısıyla haslık performansını etkileyebileceği düşünülürse, kombine proseslerin haslıklar üzerinde etkili olmadığı ve performansı düşürmediği belirlenmiştir.

Tablo 4. Boyamaya hazır kumaşların hasıl sökölme durumu, hidrofilit ve beyazlık değerleri

PROSES NO	UYGULANAN İŞLEM	HAŞIL DURUMU	HİDROLİFİTE (saniye)	BEYAZLIK (Berger)
Referans	Ham kumaş	Var	>15 (Hidrofof)	15.50
1 (Konvansiyonel Proses)	Kaynar Yıkama	Var	>15 (Hidrofof)	15.55
	Bazik İşlem	Var	15	16.00
	H ₂ O ₂ Ağartması	Var	15	60.38
2	Amilaz İle Haşıl Sökme	Yok	>15 (Hidrofof)	15.68
	Pektinaz İle Hidrofilleştirme	Yok	14	20.40
	Lakkaz İle Ağartma	Yok	14	20.55
3	Amilaz+Pektinaz Kombinasyonu İle Haşıl Sökme ve Hidrofilleştirme	Yok	13	20.40
	H ₂ O ₂ Ağartması	Yok	13	65.65
4	Amilaz+Pektinaz Kombinasyonu İle Haşıl Sökme ve Hidrofilleştirme	Yok	13	20.40
	Lakkaz İle Ağartma	Yok	13	20.55

Tablo 5. Renk ölçüm değerleri

PROSES NO (Tablo 2)	RENK ŞİDDETİ	L*	a*	b*	ΔE CMC (2:1)
1	Açık(%0.5)	52.04	-8.41	-19.5	-
	Orta (%1.5)	37.52	-7.55	-21.85	-
	Koyu(%3)	28.22	-5.42	-20.68	-
2	Açık(%0.5)	50.62	-8.64	-17.61	1.44
	Orta (%1.5)	37.41	-7.6	-21.07	0.48
	Koyu(%3)	27.73	-5.18	-20.54	0.38
3	Açık(%0.5)	51.89	-8.4	-19.8	0.21
	Orta (%1.5)	37.07	-7.48	-22.03	0.28
	Koyu(%3)	28.17	-5.44	-20.94	0.16
4	Açık(%0.5)	50.58	-8.64	-17.99	1.23
	Orta (%1.5)	37.24	-7.65	-20.95	0.59
	Koyu(%3)	28.02	-5.32	-20.48	0.18

Tablo 6. Yıkama Haslığı Sonuçları

PROSES NO (Tablo 2)	RENK ŞİDDETİ	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
1	Açık(%0.5)	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5
2	Açık(%0.5)	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
3	Açık(%0.5)	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5
4	Açık(%0.5)	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5

Tablo 7. Bazik Ter Haslığı Sonuçları

PROSES NO (Tablo 2)	RENK ŞİDDETİ	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
1	Açık (%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu (%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
2	Açık (%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu (%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
3	Açık (%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu (%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
4	Açık (%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu (%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Tablo 8. Asidik Ter Haslığı Sonuçları

PROSES NO (Tablo 2)	RENK ŞİDDETİ	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
1	Açık(%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta(%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
2	Açık(%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
3	Açık(%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
4	Açık(%0.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta (%1.5)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Koyu(%3)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

4. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, pamuklu dokuma kumaşların ön terbiyesinde tamamen enzim kullanılarak çevre dostu bir ön terbiye prosesi uygulama, amilaz ve pektinaz enzimlerini kombine çalışarak işlem adımlarını kısaltma ve ağartma işlemlerinde lakkaz enzimi kullanılması araştırılmıştır. Çalışma sonuçları, pektinaz ve amilaz enziminin kombine çalışarak, renk, haslık gibi kalite parametrelerinden ödün vermeden işlem adımlarının kısaltılabileceği, dolayısıyla proses maliyetlerinin düşürülebileceği gösterilmiştir.

Amilaz enzimi ile yapılan haşıl sökme ve pektinaz enzimi ile yapılan hidrofilleştirme işlemlerinin ayrı ayrı uygulandığı prosesler ile tek banyoda uygulandığı proseslerde elde edilen haşıl uzaklaşma durumu ve hidrofilitte değerleri hemen hemen aynı çıkmıştır. Bu nedenle, pamuklu dokuma kumaşların ön terbiyesinde haşıl sökme ve hidrofilleştirme işlemlerini tek banyoda yapmak ayrı ayrı uygulamaktan

daha optimum olacak ve böylece önemli ölçüde su, enerji ve zaman tasarrufu sağlanabilecektir.

Lakkaz enzimi, açık renk boyanacak kumaşlar için yeterli bir beyazlık sağlayamadığından kumaştan iyi bir beyazlık istendiğinde peroksit ağartması ve dolayısıyla katalaz enzimi kullanımı kaçınılmaz olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Körlü, A., Altay, P., (2009), *Enzimlerle Yün Terbiyesi*, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(2), 81-91
2. Kan, C. W., Yuen, C. W. M., Lam, Y. L., (2009), *Effect of Enzyme Treatment and Dyeing on the Mechanical Properties of Linen*, *Society of Dyers and Colourists*, Coloration Technology, 125, 269-276
3. Yang, C. Q., Zhou, W., Lickfield, G. C., Parachura, K., (2003), *Cellulase Treatment of Durable Press Finished Cotton Fabric: Effects on Fabric Strength, Abrasion Resistance, and Handle*, *Textile Research Journal*, 73, 1056-1062
4. Balcı, O., Asker, G., Kurtoğlu, N., (2010), *Biyoparlatma ve Reaktif Boyama İşlemlerinin Kombine Uygulaması ile Hızlı*

- Boyama Prosesi*, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 1(1), 39-48
5. Khoddami, A., Siavashi, M., Ravandi, A. H. S., Morshed, M., (2002), *Enzymatic Hydrolysis of Cotton Fabrics with Weft Yarns Produced by Different Spinning Systems*, Iranian Polymer Journal, 11(2), 99-106
 6. Körlü E. A., Duran, K., Bahtiyari, M. İ., Perinçek, S., (2008), *Selülaaz Enziminin Selülozik Esaslı Kumaşlar Üzerine Etkisi*, Tekstil ve Konfeksiyon, 1, 35-41
 7. Duran, N., Duran, M., (2000), *Enzyme Application in the Textile Industry*, Rev. Prog. Colouration, 30, 41-44
 8. Duran, K., Bozacı, E., Karahan, A. H., (2007), *Protein Esaslı Mamüllerin Enzimatik Ön Terbiyesi*, Tekstil ve Konfeksiyon, 3, 187-191
 9. Erenler, A., (2009), *Biyoenzimler ve Biyoenzimlerin Örme Kumaş Özelliklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 19
 10. Ayaz Y., Ö., (2000), *Selülaazların Rejenere Selüloz Liflerine Etkilerinin Sistemik Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, 2
 11. Kumar, V. S., Meenakshisundaram, S., Selvakumar, N., (2008), *Conservation of cellulase enzyme in biopolishing application of cotton fabrics*, Journal of the Textile Institute, 99(4), 339-346
 12. Sarkar, A. K., Eters, J. N., (2004), *Enzymatic Hydrolysis of Cotton Fibers: Modeling Using an Empirical Equation*, The Journal of Cotton Science, 8, 254-260
 13. Örtlek, H. G., Yolaçan G., Bilget, Ö. Bilgin S., (2010), *Effects of Enzymatic Treatment on the Performance of Knitted Fabrics Made From Different Yarn Types*, Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 115-119
 14. Anış, P., Davulcu, A., Eren A., H., (2008), *Enzymatic Pre-Treatment of Cotton. Part 1. Desizing and Glucose Generation in Desizing Liquor*, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 16(4), 100-103
 15. Duran, K, *Tekstil Terbiyesinde Enzim Kullanımı Ders Notları*
 16. Stanescu, M. D., Dochia, M., Radu, D., Sirghie, C., (2010), *Green Solution for cotton Scouring*, Fibres & Textiles in Eastern Europe 2010, 18(3), 109-111.
 17. Arık, B., Körlü E., A., Duran, K., (2008), *Lakkaz Enzimlerinin Tekstilde Kullanım Alanları*, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 17-22
 18. İnkaya, T., (2006), *Pamuklu Mamullerin Ağartılmasında Enzim Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, s.38
 19. Tzanov, T., Costa, S., Guebitz, G. M., Cavaco-Paulo, A., (2001), *Effect of Temperature and Bath Composition on the Dyeing of Cotton with Catalase-treated Bleaching Effluent*, Coloration Technology, 117, 166-170
 20. Tzanov, T., Costa, S., Guebitz, G. M., Cavaco-Paulo, A., (2001), *Dyeing in Catalase-treated Bleaching Baths*, Coloration Technology, 117, 1-5