

ENZİMATİK ÖN İŞLEMİN POLİESTER LİFLERİNİN DÜŞÜK SICAKLIKTA BOYANMASI İÇİN KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Rıza Atav¹, Osman Namırtı², Kaya Karabulut¹

¹Tekstil Mühendisliği Bölümü, Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

²Yünsa Yünlü San. ve Tic. A.Ş., Çerkezköy, Tekirdağ, Türkiye
ratav@nku.edu.tr

1. GİRİŞ

Son yıllarda, çeşitli tekstil mamullerinin terbiyesinde enzimlerin kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu artışın nedeni, enzimatik terbiye proseslerinin çevre kirliliğine neden olmamasıdır [1]. Enzimler yalnızca belli maddelerde belli reaksiyonları gerçekleştirmekte ve kendileri bir değişime uğramamaktadır [2]. Enzimler, canlı ve cansız ortamdaki reaksiyonları ılımlı koşullarda katalizleyerek katalizörsüz yürüyen bir reaksiyonun hızını 10^{12} - 10^{20} kadar arttırabilmektedir [3].

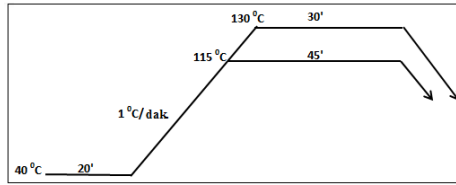
Tekstil endüstrisinde poliester lifleri, yüksek mukavemet, çekme dayanımı, kirlenmeye karşı dayanım, makinede yıkanabilirlik, kırışmazlık ve aşınma dayanımı gibi çok önemli avantajlara sahiptir [4]. Bu lifler çoğu düşük hidrofilitelerine dayandırılan (Nem oranı: %0.4) çeşitli dezavantajlara sahiptir. Düşük hidrofiliteleri nedeniyle, PET kumaşların yüzeyi kolaylıkla ıslanmamakta ve bu da bitim işlemleri, yıkama ve boyama proseslerinde bazı zorluklara yol açmaktadır [5]. Bu nedenle, liflerin boyanabilirliğini ve kuvvetli hidrofobik yapısıyla ilişkili diğer özelliklerini geliştirmek için poliesterin yüzey karakteristiklerini iyileştirecek yöntemler geliştirilmiştir. Fakat bununla birlikte genellikle bu yöntemler, kimyasal maliyetleri, kullanılan cihazların enerji ve yatırım maliyetleri, materyalin mukavemeti ve diğer estetik özellikleri üzerindeki negatif etkileri gibi çeşitli eksiklikler içermiştir [4].

Son çalışmalar kimyasal işlemler için yeni alternatifler sunmaktadır. Bunlardan birisi çevre dostu işlem için enzimlerin kullanımını içermektedir [5]. Polimer modifikasyonunda enzimlerin kullanımının diğer kimyasal yöntemler ile karşılaştırıldığında en önemli avantajları reaksiyon koşullarının daha ılıman olması ve lifin yüzeyine odaklanmış yüksek derecede spesifik tahribatsız değişimlerin gerçekleşmesidir [6]. Potansiyel olarak poliester liflerinin hidrolizinde kullanılan enzimlerden bazıları: lipazlar, esterazlar ve kutinazlardır. Ester bağlarında bu enzimler tarafından gerçekleştirilen hidroliz liflerin yüzeyinde hidroksil ve karboksil grupları açığa çıkarmakta ve böylece PET kumaşların yüzey hidrofilitesi gelişmektedir. Poliester lifleri bu tür enzimler ile işleme tabi tutuldukları takdirde, bunların kirlenme dayanımı artmakta, ıslanma ve boyanma özellikleri gelişmektedir [5].

Genel olarak poliester liflerinin enzimatik modifikasyonu ile ilgili çeşitli çalışmalar olmakla birlikte [4, 5, 8], liflerin daha düşük sıcaklıkta boyanabilirliğini sağlamak üzere enzimatik işlemin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı boyama öncesi enzimatik modifikasyon uygulayarak PES liflerinin sıkı yapısını gevşetmek ve liflerin verim kaybına yol açmadan daha düşük sıcaklıklarda boyanabilirliğini sağlamaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada öncelikle inceliği 19 mikron olan poliester liflerine lipaz enzimi ile ön işlem uygulanmıştır. Enzimatik ön işlemler, enzimin maksimum aktiviteye sahip olduğu sıcaklık (40°C) ve pH değerinde (pH 8) 5 farklı konsantrasyonda (%0,5-1-2-4-8) 30 dak. süreyle gerçekleştirilmiştir. Daha sonra işlem görmüş ve işlemsiz numuneler Şekil 1’de verilen grafiğe göre %3’lük konsantrasyonda Bemacron Navy S2GL boyarmaddesi ile boyanmışlardır.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan boyama grafiği

Boyanmış liflerin Data Color Spectraflash SF600 marka spektrofotometre (D 65/10°) ile remiyon (%R) değerleri ölçülmüş ve Kubelka/Munk formülüne göre K/S değerleri hesaplanmıştır;

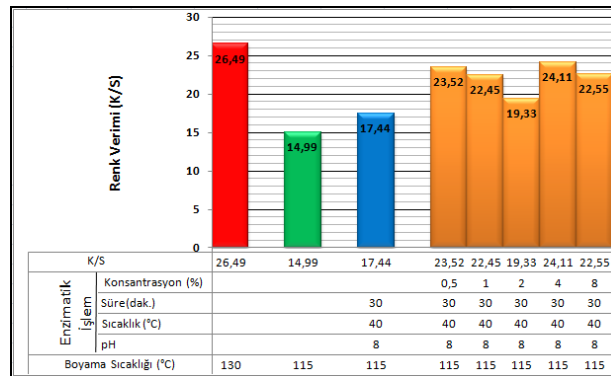
$$K/S = (1-R)^2 / 2R$$

R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki reflektans değeri
K: Absorpsiyon katsayısı
S: Yansıma katsayısı

Daha sonra numunelere sırasıyla ISO 105 C06-A1S, ISO 105-X12 ve ISO 105-B02 standartlarına göre yıkama, sürtme ve ışık haslığı testleri yapılmıştır. Ayrıca enzimatik işlemin lif mukavemeti üzerine etkisini saptamak için işlemsiz ve işlemlili numunelere Prowhite marka tek lif mukavemet ölçüm cihazında kopma mukavemeti testleri yapılmıştır.

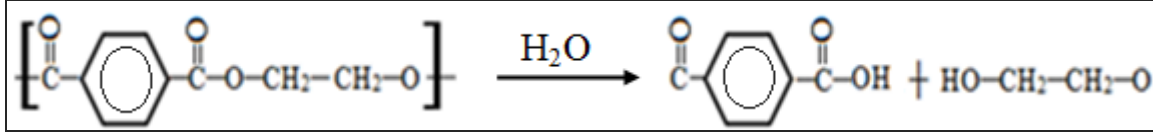
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dispers boyarmadde ile boyanan işlemsiz ve enzimatik işlem görmüş (lipaz ile) numunelerin renk verimi değerleri Şekil 2’de verilmektedir.



Şekil 2. İşlemsiz ve enzimatik işlem görmüş numunelerin renk verimi değerleri

Şekil 2’den, enzimatik işlem görmüş numuneler işlemsize göre daha koyu boyandığı, yani enzimatik işlem görmüş PES liflerinin boyanabilirliğinin artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bilindiği gibi lipaz enzimleri ester bağlarını hidrolize uğratan biyokatalizörlerdir (Şekil 3).



Şekil 3. Lipaz enzimlerinin etkisiyle ester bağlarının hidrolizi

Şekil 3’de verildiği üzere, lipaz enzimlerinin etkisiyle poliestер liflerinin yapısındaki ester bağlarının kopması, lif yapısının gevşemesini ve böylece de boya moleküllerinin lif içerisine difüzyonunun kolaylaşmasını sağlamaktadır.

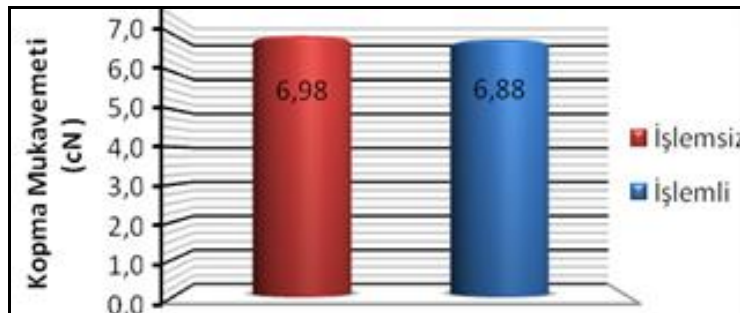
Enzim konsantrasyonunun etkisi incelendiğinde %2’lik konsantrasyona kadar enzim miktarı arttıkça renk veriminin düştüğü, bunun üzerindeki konsantrasyonlarda tekrar artmaya başladığı görülmektedir. Ancak yine de sonuçlar analiz edildiğinde, optimal sonuçların %0.5’lik enzim konsantrasyonunda alındığı söylenebilir. Optimum koşullarda enzimatik ön işlem sonrası 115°C’da boyanmış numunenin haslıklarının konvansiyonel olarak 130°C’da boyanmış işlemsiz numuneyle karşılaştırılması Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. İşlemsiz ve enzimatik işlemlili liflerin haslık değerleri

Numune	Boyama Sıcaklığı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı		Işık Haslığı
		WO	PAC	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
İşlemsiz	130 °C	5	5	4-5	4-5	5	5	5	5	6-7
İşlemlili	115 °C	5	5	4-5	4	5	5	5	5	6-7

Tablo 1 incelendiğinde enzimatik işlem sonrası 115°C’da boyanmış numune ile enzimatik işlem görmeden 130°C’da boyanmış numunenin gerek yıkama, gerek sürtme, gerekse de ışık haslığı değerlerinde önemli bir değişim olmadığı görülmektedir.

Enzimatik işlemin liflerin mukavemeti üzerine etkisini saptamak için kopma mukavemeti testleri yapılmış (Şekil 4) ve mukavemette meydana gelen değişimin önemsiz olduğu görülmüştür.



Şekil 4. İşlemsiz ve işlemlili numunelere ait kopma mukavemeti değerleri

4. SONUÇLAR

Poliester liflerinin HT koşulları yerine verim kaybına yol açmadan daha düşük sıcaklıkta (115°C) boyanabilirliğini sağlamak amacıyla enzimatik modifikasyon yönteminin kullanılabilirliğinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada, enzimatik işlem gören liflerin boyanabilirliğinin geliştiği görülmüştür. Enzimatik işlem için optimum konsantrasyon ise %0.5 olarak bulunmuştur.

Her ne kadar 115°C’da boyanan enzimatik işlem görmüş lifin renk verimi değeri 130°C’da boyanmış işlemsiz numune ile tam olarak eşit olmasa da, oldukça yakındır. Bu sonuçlara göre eğer az bir miktar difüzyon hızlandırıcı da kullanılırsa enzimatik işlem görmüş liflerin renk veriminde kayba yol açmadan 115°C’da boyanabileceği söylenebilir. Bu durumda daha düşük sıcaklıkta boyama nedeniyle enerji tasarrufu sağlamanın ötesinde, lif özelliklerinin korunması söz konusu olabilecektir. Ayrıca bilindiği gibi poliester liflerinin boyanmasında en sık karşılaşılan oligomer sorununun temel nedeni yüksek sıcaklıklarda yapılan boyama işlemleri sırasında liflerin gözeneklerinin açılarak oligomerlerin dışarı çıkmasıdır. Bu sorunun çözümünde en etkili yol liflerin daha düşük sıcaklıklarda boyanmasıdır. Bu çalışma poliester liflerinin düşük sıcaklıkta boyanabilirliği konusunda ümit verici sonuçlar sunmaktadır.

TEŞEKKÜR

YUNSA A.Ş. ile gerçekleştirilen 3120101 kodlu TEYDEB projesi kapsamında verdiği desteklerden ötürü TUBITAK’a teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- [1] YILDIRIM, F., Selülozik Liflerin Terbiyesinde Kullanılan Çevre Dostu Enzimler, *SAGEM*, Ekim/Aralık 1998, 15-23.
- [2] ÇOBAN, S., Tekstil Terbiyesinde Enzim Kullanım Durumları, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1997, 4.
- [3] KORKMAZ, A. ve ÖKTEM, T., Enzimatik İşlem Görmüş Yünlü Mamüllerin Çeşitli Özelliklerinin Araştırılması, *IX Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu Kitapçığı*, 2003, 13-28.
- [4] DJORDJEVIC, M., PETRONIJEVIC, Z., CVETKOVIC, D., Polyester Fabric Modification by Some Lipases. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 2005, 11/4, 183-188.
- [5] LEE, S. and SONG, W., Surface Modification of Polyester Fabrics by Enzyme Treatment, *Fibers and Polymers*, 2010, 11/1, 54-59.
- [6] GUBITZ, G. and PAULO, A., New Substrates for Reliable Enzymes: Enzymatic Modification of Polymers, *Current Opinion in Biotechnology*, 2003, 14, 577-582.
- [7] SILVA C, CARNEIRO F, O’NEILL A, FONSECA L, CABRAL J, GUEBITZ G, PAULO A, Cutinase a New Tool for Biomodification of Synthetic Fibers, *Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry*, 2005, 43, 2448-2450.
- [8] HSIEH, Y. L., and CRAM, L. A., Enzymatic Hydrolysis to Improve Wetting and Absorbency of Polyester Fabrics, *Textile Research Journal*, May 1998, 68, 311-319.