

PAMUK İPLİKLERİN BOBİN FORMUNDA AĞARTILMASINDA ÇEVRE DOSTU YÖNTEM OLARAK OZON KULLANIM OLANAĞININ ARAŞTIRILMASI

*Semiha EREN**
*Erhan Kenan ÇEVEN***

Alınma:08.01.2018 ; düzeltme: 15.01.2018 ; kabul: 23.01.2018

Öz: Bu çalışmada bobin formundaki pamuk ipliklerin ozon gazı ile ağartılması incelenmiştir. Böylece klasik hidrojen peroksit ağartmasına göre daha çevre dostu ve daha ekonomik bir proses geliştirilmesi amaçlanmıştır. Numunelere referans işlem olarak klasik peroksit ağartması yapılmış, ozonla ağartma denemelerinde işlem süresi değiştirilmiştir. Çalışmada atık banyoların KOİ yükleri, beyazlık değerleri, ozonlama süreleri ve iplik düzgünsüzlükleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca ipliklerin SEM analizi yapılarak lif yüzeyindeki etki izlenmiş ve ipliklere mukavemet testleri uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, İplik, Bobin, Ağartma, Ozon

Investigation of Ozone Usage as an Environmentally Friendly Method for Bleaching Cotton Yarns in Cheese Form

Abstract: In this study, ozone bleaching of cotton yarns in cheese form has been examined. Thus, a more eco-friendly and economic bleaching process compared to conventional peroxide bleaching was aimed. Conventional peroxide bleaching was applied as the control treatment and ozone treatment was the tested treatment type with the time as variable. COD values of the bleaching bath effluents, sample whiteness values, treatment times and yarn evenness were compared. Furthermore, yarn strength tests and SEM analysis were performed.

Keywords: Cotton, Yarn, Bobbin, Bleaching, Ozone

1. GİRİŞ

Pamuk iplik ve kumaşların ağartılmasında yaygın kullanımı olan klasik yöntem hidrojen peroksit ağartmasıdır (Kumbasar ve diğ.,2011, Tarakçioğlu, 1979). Hidrojen peroksit ağartmasında genel çalışma şekli stabilizatör, ıslatıcı ve alkali banyoda kaynama noktası seviyesinde ya da üzerinde banyolarda muamele şeklindedir. Dolayısıyla ısıtma nedeniyle enerji tüketimi ile birlikte kullanılan kimyasallardan dolayı atık yükü de oluşmaktadır.

Ozon gazı da tıpkı hidrojen peroksit gibi oksidatif bir maddedir. Ozon (O₃) oksijenin üç atomlu bir allotropudur ve 2.07 V oksidasyon potansiyeline sahiptir (Duran ve diğ., 2006, www.ozoneapplications.com, 2017). Bu değer hidrojen peroksitin 1.77 V olan oksidasyon potansiyelinden daha yüksektir

(Iglesias, 2002, www.airozon.com, 2017)]. Endüstriyel olarak ozon üretimi için başlıca iki metottan birincisi 185 nm de Ultraviyole kullanımı, ikincisi Corona Discharge olarak bilinen ve

* Uludağ Üniversitesi Orhangazi Yeniköy Asil Çelik MYO, 16800, Orhangazi, Bursa.

** Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği, 16120, Görükle, Bursa

İletişim Yazarı: Semiha EREN (semihaeren@uludag.edu.tr)

kendi içerisinde farklı uygulamaları bulunan dielektrik metodudur. ((Duran ve diğ., 2006, www.ozoneapplications.com, 2017, Strickland, 1995) Enerji, süre, su ve kimyasal yükünü azaltmak için pamuğun ozonla ön terbiyesine yönelik pek çok çalışma yapılmıştır (Sando ve diğ., 1995, Prabaharan, 2000, Prabaharan, 2001, Prabaharan, 2003, Eren, 2008, Eren, 2009). Pamuk kumaşların ağartılması üzerine literatürde rapor edilen çalışmalarda başarılı sonuçlar rapor edilmiştir (Prabaharan, 2000, Prabaharan, 2001, Prabaharan, 2003, Eren, 2008, Eren, 2009, İnkaya, 2008, Perinçek, 2007, Perinçek, 2009). Ozon gaz formunda tekstil materyali katı formunda olduğu için etkileşimin artırılması muameledeki ana problemlerden birisidir. Bu çalışmada literatürdekinden farklı olarak kumaş yerine bobin kullanılmasının muameledeki efektif tekstil materyali yüzey alanını artıracığı ve daha hızlı bir ozon ağartması gerçekleşeceği düşünülmüştür.

İncelenen literatürde bobin formundaki pamuk ipliklerin ozonla ağartılması üzerine bir çalışma görülmemiştir.

Çalışma bu açıdan da yenilikçi bir yön taşımaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Ne 6 numara ham pamuk ipliği (open end rotor) herbiri 200 gramlık gevşek sarımlı olarak delikli bobinlere sarılmıştır.



Şekil 1:

Pamuk iplik bobinleri

Çalışmada iplik bobinlerini ozonlamak için Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuvarında bulunan ozon jeneratörü kullanılmıştır.

Ağartmalarda hidrojen peroksit ve ozon yanında asetik asit (Tekkim), sodyum hidroksit NaOH, iyon tutucu (Rudolf Duraner) ve Lava Jeans Pro (Dystar) yardımcı maddeleri kullanılmıştır.

Klasik hidrojen peroksit ağartması 3 ml/l hidrojen peroksit, 2 g/l NaOH, 1 ml/l iyon tutucu 95°C 45 dk reçetesi ile gerçekleştirilmiştir.

Ozonlama çalışmaları 1 ml/l asetik asit ile 5 l/dk gaz akış oranında soğuk su içerisinde 1:50 çözelti oranında farklı muamele sürelerinde gerçekleştirilmiştir. Ozon jeneratöründe üretilen ozon özel olarak tasarlanan bobin boyama makinesinde çözelti sirkülasyon hattı üzerine bağlanan venturi enjektörü ile beslenmiştir. Makine tasarımındaki kısıtlama nedeniyle ozonlu çalışmada çözelti sadece içten-dışa sirküle edilmiştir.



Şekil 2:
Ozon jeneratörü ve entegre edilmiş bobin boyama makinesi

İşlem sonrası yaş bobinlerin kurutulması için Türkün Tekstil A.Ş.'de Dettin marka santrifüj makinası ve Stalam marka RF (radyofrekans) kurutucu kullanılmıştır.



a.

b.

Şekil 3:
a. Santrifüj makinası (Dettin , Türkün Tekstil A.Ş.) **b.** RF kurutucu (Stalam, Türkün Tekstil A.Ş.)

Atık banyoların KOİ yükleri ölçümü Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarındaki UV-visible spektrofotometre ve termoreaktör kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Ağartma Uludağ Üniversitesi laboratuvarındaki Konica Minolta marka spektrofotometrede beyazlık (Stensby), sarılık (ASTM D 1925) ölçüm sonuçları ile değerlendirilmiştir.

SEM analizi ile ozon ve peroksitin lif yüzeyindeki etkisi izlenmiştir. SEM analizinde Uludağ Üniversitesi Fizik Bölümü'nde bulunan CARL ZEISS EVO 40 mikroskop proje kapsamında hizmet alımı yapılarak kullanılmıştır.

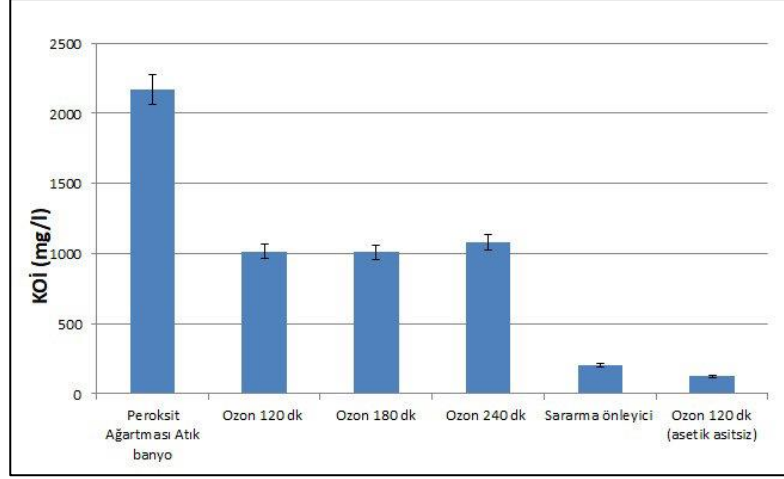
Çalışmada mukavemet testleri Coats Industrial, Bursa firmasında, ISO 2062 standardına göre yapılmıştır.

Düzensüzlük testleri Coats Industrial, Bursa firmasında Uster Tester 5 cihazında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler ISO 16549:2004 standardına göre yapılmıştır.

Verilerin istatistiksel olarak analizinde SPSS 23 istatistik programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)

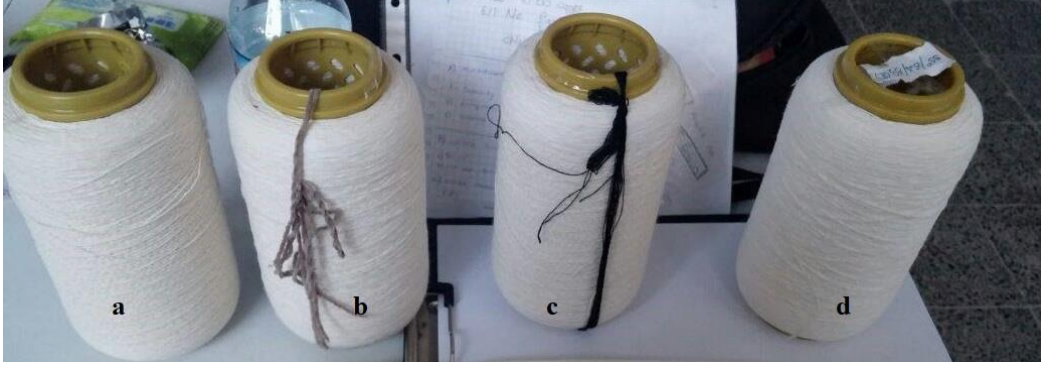


Şekil 4:
KOİ değerleri

En yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı peroksit atık banyosunda tespit edilmiştir. Ozon ile muamele işleminde bu değer anlamlı olarak düşük çıkmıştır. Bunun nedeni ozon klasik kimyasal kullanımını ikame etmekte ve kendisi de hiçbir artı yük oluşturmadan oksijene bozunmaktadır. Dolayısıyla KOİ yükü daha düşük çıkmaktadır. Ozonlama işlemleri herhangi bir kimyasal madde kullanmadan sadece su ile gerçekleşirken klasik peroksit ağartmasında kimyasal maddeler kullanılmıştır. Bu kimyasalların ve yüksek işlem sıcaklığının da etkisiyle pamuktaki safsızlıklar da suya daha fazla geçmektedir. Buna karşın ozon kendi kendine oksijene ayrıştığı için ve işlem sıcaklığı düşük olduğundan daha az safsızlığın işlem banyosuna geçtiği için ozon muamele banyolarının KOİ değerleri, geleneksel peroksit ağartma atığına kıyasla çok daha azdır. (Benli ve Bahtiyari, 2016, Eren ve diğ.,2014, Gümüş, 2009, Kayacan, 2010)

3.2. Beyazlık

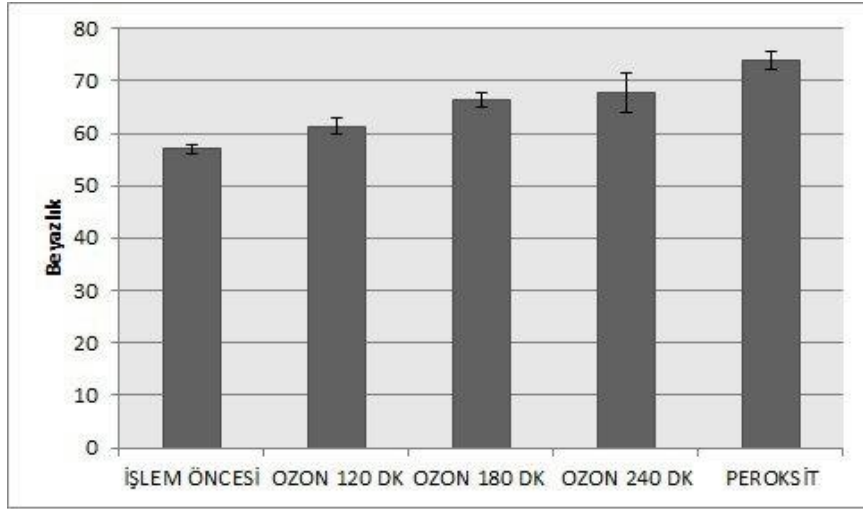
Ozonlama yapılmamış ve yapılmış bobinler Şekil 5’de görülmektedir. Spektrofotometrede yapılan beyazlık ve sarılık ölçümü sonuçları Şekil 6 ve 7’de verilmiştir.



Şekil 5:

Pamuk iplikleri (a: İşlem görmemiş pamuk ipliği; b: 120 dk ozonlama ile ağartma yapılmış pamuk ipliği; c: 180 dk ozonlama ile ağartma yapılmış pamuk ipliği; d: Hidrojen peroksit ile ağartma yapılmış pamuk ipliği)

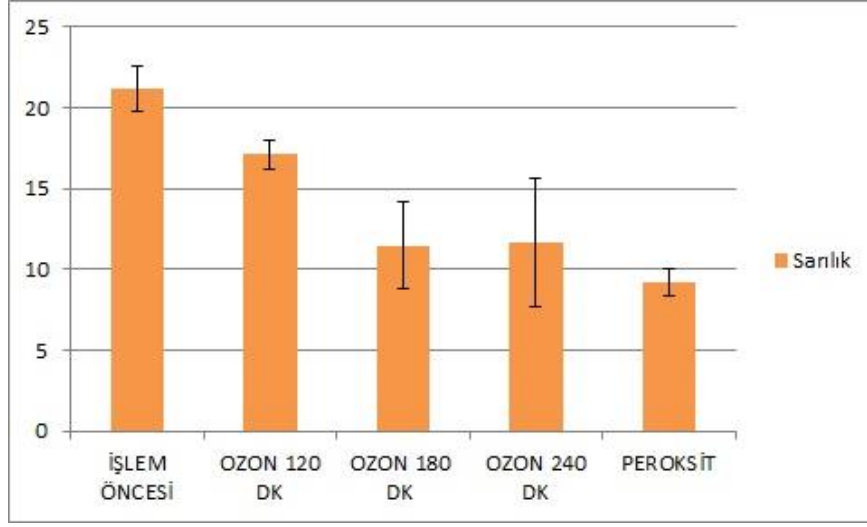
Ölçüm sonuçlarına tüm ipliklerde bobin dışı, ortası ve içinde beyazlık ve sarılık değerleri değişkenlik göstermiştir. Aslında hidrojen peroksitle yapılan denemelerde sirkülasyon alışlageldiği şekilde içten dışa ve dıştan içe dönüşümlü gerçekleşmiş, ozonlamada ise sistem tasarımındaki sınırlama nedeniyle sadece içten dışa sirkülasyon ile çalışılmıştır. Ancak sadece ozonlu numunelerde değil hidrojen peroksit ile ağartılmış numunelerde de aynı sonuçlar görüldüğünden bunun makine kaynaklı sirkülasyon etkisinden kaynaklandığı görüşüne varılmıştır.



Şekil 6:

Bobinlerin işlem öncesi ve ozonlama sonrası beyazlık değerleri

Beyazlık değerleri incelendiğinde işlem öncesine göre ozonla ağartma sağlandığı ve bunun işlem süresi ile arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 7:

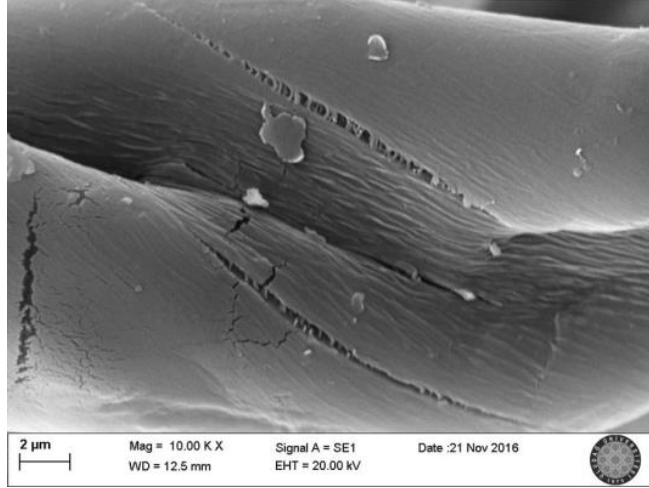
Bobinlerin işlem öncesi ve ozonlama sonrası sarılık değerleri

180 dk işlem süresi ile 240 dk işlem süresi arasında istatistiksel fark olmayıp, işlem süresinin 60 dk fazla olmasının bir önemi yoktur.

Ozonun beyazlatmada çevre dostu bir sistem olarak alternatif teşkil edeceği düşünülmektedir.

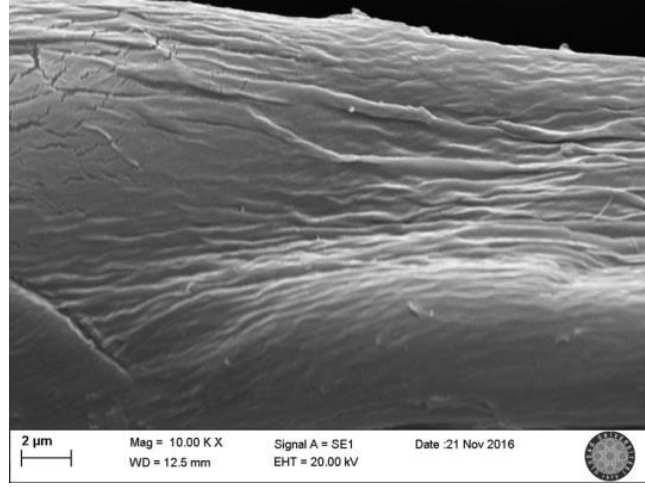
3.3.SEM Analizi

Numunelere ait SEM fotoğrafları 10000x büyütme olarak Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12’de verilmiştir.SEM çekim sonuçlarına göre ozonlamada işlem süresi uzadıkça ve peroksit ağartması sonucunda lif üzerindeki etkinin arttığı fotoğraflardan gözlenebilmektedir.

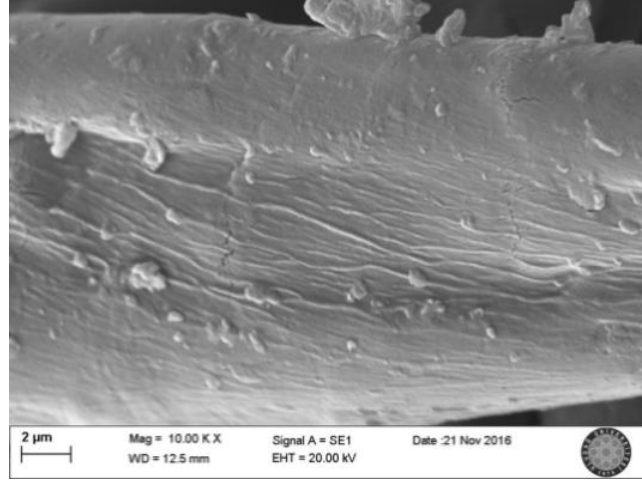


Şekil 8:

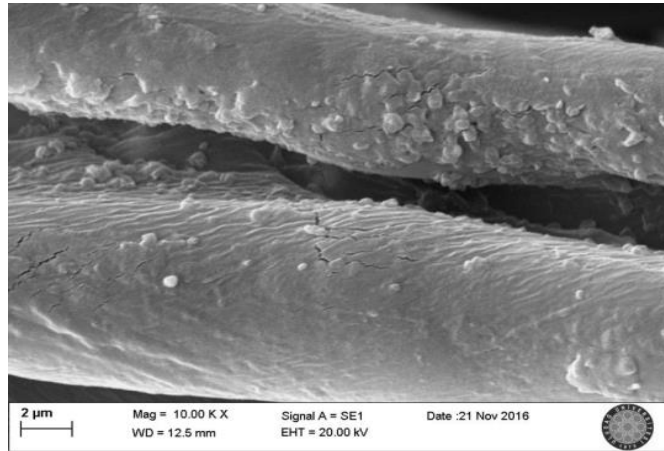
İşlem görmemiş pamuk ipliği



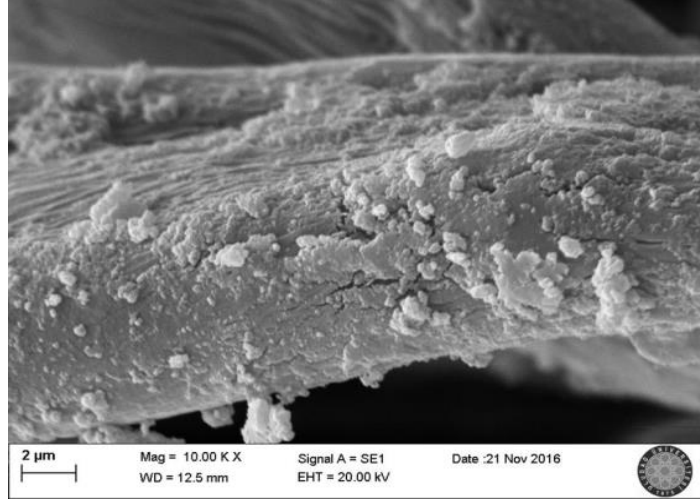
Şekil 9:
120 dk ozonlama ile ağartma yapılmış pamuk ipliği;



Şekil 10:
180 dk ozonlama ile ağartma yapılmış pamuk ipliği;



Şekil 11:
240 dk ozonlama ile ağartma yapılmış pamuk ipliği;



Şekil 12:

Hidrojen peroksit ile ağartma yapılmış pamuk ipliği

3.4. Mukavemet

Bobinlerin dış, orta ve iç kısımlarına ait mukavemet ve uzama değerleri Tablo 1 'de verilmiştir. Bobin dışı için mukavemet sonuçları incelendiğinde kopma mukavemeti değerleri arasında anlamlı bir fark görülmezken bobin ortası için mukavemet sonuçları incelendiğinde 180 dk ozonlama işlemi sonucunda kopma mukavemetinin azaldığı görülmüştür. Bobin içi için mukavemet sonuçları incelendiğinde işlem görmemiş pamuk ipliği mukavemet değeri 10,71 cN/tex ölçülürken, 120 dk ozonlama işlemi sonucunda kopma mukavemetinin 8,61 cN/tex'e düştüğü görülmüştür. 180 dk işlem süresi için azalmanın devam ettiği tespit edilmiştir. Kopma uzaması değerleri de benzer şekilde azalmıştır. Bu durum literatürle de uyumludur. Nitekim Prabakaran ve diğ.(2000) ve Prabakaran ve Rao (2003) pamuk ağartmasında ozon gazının etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında kumaşlarda en az mukavemet kaybı ve en iyi beyazlık derecesinin eldesi için, yüksek ozon konsantrasyonu için düşük uygulama süresinin gerekmekte olduğunu göstermişlerdir. Pamuklu kumaşlar için yapılan bir başka çalışmada pamuklu kumaş numuneleri çeşitli sürelerde oda sıcaklığında ozonlanmış ve elde edilen beyazlık ve mukavemet değerleri klasik hidrojen peroksit ağartmasında elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda ozonlanmış numunelerin beyazlığında kayda değer artışlar sağlandığını, yapılan mukavemet testlerinde ozonlama işleminin pamuklu kumaşın mukavemetinde ciddi hasarlar oluşturmadığını göstermişlerdir. (Eren ve diğ., 2008) Eren ve diğ. (2009) yaptıkları bir çalışmada düşük ozon gazının pamuklu kumaş mukavemetini etkilemediğini göstermişlerdir.

Tablo 1. Bobinlere ait dış, orta ve iç kısım mukavemet değerleri

				Dış			Orta			İç		
İşlem	Size		N	x	s	CV	x	s	CV	x	s	CV
İşlem görmemiş	978	Uzama (%)	5	8,75	0,18	2,04	9,16	0,07	0,79	9,15	0,28	3,04
		Mukavemet (cN/tex)	5	10,4	0,0185	3,62	10,16	0,23	2,3	10,71	0,17	1,62
120 dk	990	Uzama (%)	5	9,40	0,41	4,38	9,84	0,4	4,1	6,89	0,24	3,45
		Mukavemet (cN/tex)	5	10,77	0,03	7,4	10,98	0,48	4,4	8,61	0,66	7,64
180 dk	996	Uzama (%)	5	9,14	0,15	1,62	7,51	0,4	5,27	6,97	0,22	3,16
		Mukavemet (cN/tex)	5	11,06	0,02	4,47	8,45	0,41	4,82	8,41	0,24	2,82

Bobin dış, orta ve içi için ölçülen değerler kullanılarak yapılan SNK test sonuçları Tablo2, Tablo 3 ve Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 2: Kopma yükü için SNK sonuçları

Student-Newman-Keuls ^{a,b}			
İşlem tipi	N	Subset	
		1	2
180 dk	3	926,8333	
120 dk	3	1001,8700	
İşlem görmemiş	3	1019,6300	

Çizelge incelendiğinde kopma yükü değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Çizelge incelendiğinde kopma uzaması değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Çizelge incelendiğinde kopma mukavemeti değerleri arasında istatistiksel olarak fark vardır. 180 dk ozonlama işlemi sonucunda pamuk ipliğin mukavemetinin anlamlı olarak düştüğü görülmüştür.

Tablo 3: Kopma uzaması için SNK sonuçları

Student-Newman-Keuls ^{a,b}			
İşlem tipi	N	Subset	
		1	2
180 dk	3	7,8733	
120 dk	3	8,7100	
İşlem görmemiş	3	9,0200	

Tablo 4. Kopma mukavemeti için SNK sonuçları

Student-Newman-Keuls^{a,b}			
İşlem tipi	N	Subset	
		1	2
180 dk	3	9,3067	
120 dk	3		10,1200
İşlem görmemiş	3		10,4233

3.5. Düzensüzlük

Düzensüzlük için % U SNK testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. % U düzensüzlük için SNK sonuçları

% U				
Student-Newman-Keuls^{a,b}				
İşlem tipi	N	Subset		
		1	2	3
180 dk ozon	3	8,3567		
120 dk ozon	3	8,7133		
Hidrojen peroksit	3		9,5267	
İşlem görmemiş	3		9,5933	
240 dk ozon	3			14,3700

SNK testine göre en düşük % U değeri 180 dk ozonlama için ölçülmüştür. Düzensüzlük için % CV SNK testi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. SNK testine göre en düşük % CV değeri 180 dk ozonlama için ölçülmüştür.

Tablo 6. % CV düzensüzlük için SNK sonuçları

% CV				
Student-Newman-Keuls^{a,b}				
İşlem tipi	N	Subset		
		1	2	3
180 dk ozon	3	10,5700		
120 dk ozon	3	10,9433		
Hidrojen peroksit	3		11,9067	
İşlem görmemiş	3		11,9100	
240 dk ozon	3			18,0400

Düzensüzlük için ince yer SNK testi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. SNK testine göre en yüksek ince yer 240 dk ozonlama için ölçülmüştür. Diğerleri arasında fark yoktur.

Tablo 7. İnce yer için SNK sonuçları

İnce Yer				
Student-Newman-Keuls^{a,b}				
İşlem tipi	N	Subset		
		1	2	3
180 dk ozon	3	200,0000		
120 dk ozon	3	240,0000		
Hidrojen peroksit	3	306,6667		
İşlem görmemiş	3	573,3333		
240 dk ozon	3			6640,0000

Düzensüzlük için kalın yer SNK testi sonuçları Tablo 8’da verilmiştir.

Tablo 8. Kalın yer için SNK sonuçları

Kalın Yer			
Student-Newman-Keuls^{a,b}			
İşlem tipi	N	Subset	
		1	2
180 dk ozon	3	66,6667	
120 dk ozon	3	106,6667	
Hidrojen peroksit	3	160,0000	
İşlem görmemiş	3	253,3333	
240 dk ozon	3		1853,3333

SNK testine göre en yüksek kalın yer 240 dk ozonlama için ölçülmüştür. Diğerleri arasında fark yoktur.

Numunelerin neps değerleri için SNK testi sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Neps için SNK sonuçları

Neps				
Student-Newman-Keuls ^{a,b}				
İşlem tipi	N	Subset		
		1	2	3
180 dk ozon	3	,0000		
120 dk ozon	3	40,0000		
Hidrojen peroksit	3	40,0000		
İşlem görmemiş	3	240,0000		
240 dk ozon	3		3733,333	

SNK testine göre en yüksek neps 240 dk ozonlama için ölçülmüştür. Diğerleri arasında fark yoktur.

4. SONUÇ

Yapılan deneylerde pamuk iplik bobinlerinde beyazlıklar geliştirilmiştir. Ancak klasik hidrojen peroksit ağartmasında ulaşılan beyazlık değerleri daha yüksektir. Yine de ozonlama işlemiyle beyazlık değerlerinde (Stensby) kayda değer gelişmeler sağlanmıştır.

Bununla birlikte ozonla ağartılmış bobinlerde bekleme sırasında sonradan sararma olduğu fark edilmiş ve bunu önlemek için Dystar firmasının ozonla muamele edilmiş denim mamullerinin sonradan sararmasını önlemek için kullandığı ürünü (Lava Jeans Pro) ozonla ağartma işlemi sonunda banyoya ilave edilerek muamele gerçekleştirilmiş, böylece sonradan sararmanın önüne geçilmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda bobinlerin mukavemet değerlerinde kayda değer bir düşme görülmemiştir.

Beyazlık değerleri yanında çevresel yük değerlendirilmesi açısından KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) testleri de gerçekleştirilmiş olup ozonla muamelenin klasik hidrojen peroksit ağartmasına göre daha düşük sonuçlar dolayısıyla daha düşük çevresel etki verdiği görülmüştür. Dolayısıyla bobin formunda ipliklerin ağartma işleminde ozon çevre dostu bir sistem olarak alternatif teşkil edeceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma HDP(MH)-2016/20 numaralı proje ile Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Benli, H., Bahtiyari, İ. (2016) Pamuklu Kumaşların Ozon-Hidrojen Peroksit Kombinasyonu İle Ağartılması Ve Doğal Boyalar İle Renklendirilmesi, *Tekstil Ve Mühendis*, 23(103), 189-196. doi.org/10.7216/1300759920162310304
2. Duran, K., Namlıgöz, S. ve Özdemir, D. (2006) Yünün Ağartılmasındaki Güncel Gelişmeler, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, 262-267.

3. Eren, H.A, Anış, P., Günay, A.B. ve Demirhan, Ö, (2008) Pamuklu Dokuma Kumaşın Ozon İle Oda Sıcaklığında Ağartılması Olanağının Araştırılması, *IV Ulusal Tekstil Boya ve Kimyasalları Kongresi*, Denizli, Türkiye.
4. Eren, H.A, Anış P., Yılmaz, D., Kirişçi Ş. ve İnkaya, T. (2009) Pamuğun Ağartılmasında Lakkaz, Ozon Ve Hidrojen Peroksitin Kombine Kullanımı, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19(4), 299-303.
5. Eren, H.A., Avinç, O., Erişmiş, B., Eren, S. (2014) Ultrasound-assisted ozone bleaching of cotton, *Cellulose*, 2014, 21 (6), 4643–4658. doi:10.1007/s10570-014-0420-2
6. Gümüş, D., (2009) Bir Tekstil Fabrikası Atıksuyunun Süperkritik Su Oksidasyonuyla Arıtımı, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
7. Eren, H.A, Anış, P., Günay, A.B. ve Demirhan, Ö, (2008) Pamuklu Dokuma Kumaşın Ozon İle Oda Sıcaklığında Ağartılması Olanağının Araştırılması, *IV Ulusal Tekstil Boya ve Kimyasalları Kongresi*, Denizli, Türkiye.
8. Eren, H.A. , Anış,P., Günay, A.B., ve Demirhan, Ö. (2008) Pamuklu Dokuma Kumaşın Ozon İle Oda Sıcaklığında Ağartılması Olanağının Araştırılması, *IV Ulusal Tekstil Boya ve Kimyasalları Kongresi*, 30-31 Ekim 2008 Denizli, Pamukkale Üni-BUTAL, Denizli.
9. [http:// www. airozon.com/ozon-o3/ozonun-ozellikleri](http://www.airozon.com/ozon-o3/ozonun-ozellikleri), Erişim Tarihi: 21.08.2017, Konu: *Ozonun Özellikleri*.
10. [http:// www.ozoneapplications.com](http://www.ozoneapplications.com), Erişim Tarihi: 05.10.2017, Konu: *Ozon*
11. Iglesias, S.C. (2002) Degradation and Biodegradability Enhancement of Nitrobenzene and 2,4-Dichlorophenol by Means of Advanced Oxidation Processes Based on Ozone, *PhD Thesis*, Universitat De Barcelona, Barcelona, İspanya.
12. İnkaya, T., Eren, H.A. ve Anış, P. (2008) Pamuk Ağartılmasında Lakkaz/Mediatör Sistemlerinin Oksijen ve Ozon ile Kombine Edilmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 77-82.
13. Kayacan, M.B. (2010) Pamuklu Tekstil Endüstrisi Atıksularının Membran Proseslerle Geri Kazanımının Araştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
14. Kumbasar, P., Körlü, A. ve Can, C. (2011) The Effects Of Activator On Whiteness And Hydrophilicity During The Hydrogen Peroxide Bleaching, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 22(1), 50 - 57.
15. Prabaharan, M., Rao,J,V., (2003) Combined Desizing, Scouring and Bleaching of Cotton Using Ozone, *Indian J. of Fibre & Tex. Res.*, 28(12), 437-443.
16. Prabaharan, M., Rao,J,V., (2001) Study on Ozone Bleaching of Cotton Fabric Process Optimisation, Dyeing And Finishing Properties, *Coloration Technology*, 117(2), 98-103. doi: 10.1111/j.1478-4408.2001.tb00342.x
17. Perincek, S., Duran, K., Körlü, A. ve Bahtiyari I. (2007) An Investigation in the Use of Ozone Gas in the Bleaching of Cotton Fabrics, *Ozone: Science and Engineering*, 29, 325-333. doi.org/10.1080/01919510701509578
18. Perinçek, S., Bahtiyari, I., Körlü, A. ve Duran, K. (2009) New Techniques in Cotton Finishing, *Textile Research Journal*, 79(2), 121-128. doi: 10.1177/0040517508092022
19. Prabaharan, M., Rao, J.V., Nayar, R. ve Selvakumar, N. (2000) A Study on The Advanced Oxidation of a Cotton Fabric By Ozone, *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 116(3), 83-86. doi: 10.1111/j.1478-4408.2000.tb00024.x

20. Strickland, A.F. ve Perkins W.S. (1995) Decolorization Of Continious Dyeing Wastewater by Ozonation, *Textile Chemist and Colorist*, 27(5), 11-15.
21. Sando, Y., Nakano, E., Ishidosfiro, H. ve Sando, K. (1995) Method and apparatus for the pretreatment of a cloth, *US Patent 5407446*.
22. Tarakçioğlu, I. (1979) *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*, Ege Üniversitesi, İzmir.