



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



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

Pamuklu Kumaşların Ozon-Hidrojen Peroksit Kombinasyonu ile Ağartılması ve Doğal Boyalar ile Renklendirilmesi

Bleaching of Cotton Fabrics with Ozone-Hydrogen Peroxide Combination and Coloration with Natural Dyes

Hüseyin BENLİ¹, M. İbrahim BAHTİYARİ²

¹Erciyes Üniversitesi, Mustafa Çıkrıkçıoğlu MYO, Kimya Tek. Bölümü, Kayseri, Türkiye

²Erciyes Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 01 Ekim 2016 (01 October 2016)

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

Hüseyin BENLİ, M. İbrahim BAHTİYARİ (2016): Pamuklu Kumaşların Ozon-Hidrojen Peroksit Kombinasyonu ile Ağartılması ve Doğal Boyalar ile Renklendirilmesi, Tekstil ve Mühendis, 23: 103, 189-196.

For online version of the article: <http://dx.doi.org/10.7216/1300759920162310304>



Araştırma Makalesi / Research Article

**PAMUKLU KUMAŞLARIN OZON-HİDROJEN PEROKSİT KOMBİNASYONU
İLE AĞARTILMASI VE DOĞAL BOYALAR
İLE RENKLENDİRİLMESİ**

Hüseyin BENLİ^{1*}
M. İbrahim BAHTİYARİ²

¹Erciyes Üniversitesi, Mustafa Çıkrıkçıoğlu MYO, Kimya Tek. Bölümü, Kayseri, Türkiye
²Erciyes Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 19.02.2016
Kabul Tarihi / Accepted: 25.07.2016

ÖZET: Hidrojen peroksit ve ozon yükseltgen özellikleri çok iyi bilinen iki önemli ağartma maddesidir. Özellikle de hidrojen peroksidin geleneksel tekstil ön terbiye işlemlerinde pamuklu kumaşların beyazlatılmasında ağartma maddesi olarak kullanımı oldukça yaygındır. Geleneksel hidrojen peroksit ağartma reçeteleri çeşitli kimyasal maddeler içerirler ve iyi ağartma etkileri ise genelde yüksek sıcaklıklarda ve/veya sürelerde sağlanabilir. Ağartma işleminde yoğun kimyasal kullanımı atık su yükünü artırırken genellikle bu prosesler önemli miktarda enerji de tüketirler. Bu çalışmada, pamuklu kumaşların ön terbiyesi farklı hidrojen peroksit - ozon kombinasyonları ile gerçekleştirilmiş ve ağartılmış kumaşların renklendirilmeleri seçilen doğal boyarmadde kaynakları ile sağlanmıştır. Sonuç olarak ozon-hidrojen peroksit kombinasyonunun pamuklu kumaşların ağartılmasında alternatif olabileceği ve seçilmiş doğal boya kaynaklarının pamuklu kumaşların renklendirilmesinde kullanılabilmesi gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelime: Pamuklu kumaş, ağartma, ozon, hidrojen peroksit, doğal boya

**BLEACHING OF COTTON FABRICS WITH OZONE-HYDROGEN PEROXIDE COMBINATION
AND COLORATION WITH NATURAL DYES**

ABSTRACT: Hydrogen peroxide and ozone, whose oxidizing features are well-known, are the two important bleaching agents. Especially use of hydrogen peroxide as an oxidizing agent in conventional textile pretreatment processes to bleach the cotton fabrics is very common. Conventional hydrogen peroxide bleaching recipes contains various chemicals and for the sufficient bleaching effect higher temperatures and/or durations are needed. The intensive use of chemicals in bleaching increases the waste water load and generally these processes consume significant amounts of energy. In this study cotton fabrics were pretreated with different ozone-hydrogen peroxide combinations and the coloration of the bleached fabrics were conducted by the use of selected natural dye sources. Finally it was observed that ozone-hydrogen peroxide combination can be an alternative for the bleaching of cotton fabrics and the selected natural dye sources can be used for the coloration of the cotton fabrics.

Keywords: Cotton fabric, bleaching, ozone, hydrogen peroxide, natural dye

* **Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** hbenli@erciyes.edu.tr
DOI: 10.7216/1300759920162310304, www.tekstilmuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde birçok bilim insanı ve çeşitli kuruluşlar çevreye zarar vermeden üretim işlemlerinin gerçekleştirilmesi için çaba harcamaktadırlar. Bu bağlamda; Moore vd. 2004 yılında yaptıkları derleme çalışmasında Birleşik Devletlerdeki tekstil endüstrisinin çevreye verdiği toksik atık maddelerden bahsederek, çevreye verilen bu atıkların çözümü için bazı önerilerde bulunmuşlardır. Çevreye zarar veren tekstil kimyasalları yerine daha çevre dostu kimyasal maddelerin kullanılması gerektiği üzerine temel önerilerini de rapor etmişlerdir [1]. Bu bağlamda çalışmada alternatif-çevreye duyarlı bir üretim yönteminin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Ozon (O₃) ilk defa 1840 yılında Alman bir bilim adamı olan *Schonbein* tarafından yeni bir madde olarak öne sürülmüştür. Ozon açık mavi renkli, keskin kokulu tahriş edici bir gazdır. Yunanca bir kelime olan *Ozein*'den yani kokmak anlamına gelmektedir. Ozon gazı, yüksek oksidasyon potansiyelinden dolayı yüksek derecede oksitleyici bir maddedir [2]. Ozonun güçlü oksidatif özelliği nedeniyle ekolojik olarak çok farklı alanlarda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu alanlar; kimya, kozmetik, ilaç, parfümeri, selüloz, kağıt, şeker, flotasyon, veteriner ilaçları, tarım, tekstil, gıda sanayi gibi endüstri dallarıdır [3]. Balousek (1979), ozonun ağartma maddesi olarak odun hamurunun ağartılmasında kullanıldığını fakat kağıt endüstrisinde ozonun faydalarının daha sonraları ortaya çıktığını bildirmiştir [4]. Bugün ise ozon gazının tekstil uygulamalarına yönelik farklı çalışmalara ulaşmak mümkündür. Selülozik elyafların işlenmesinde ozon gazı kullanılarak yapılan çalışmalar ise bu bağlamda önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, Prabakaran ve Rao (2003) ozonu ham pamuklu dokumanın ağartılmasında kullanmış ve kumaşın nem miktarının ve pH düzeyinin çok önemli olduğunu bildirmiştir [5]. Başka bir çalışmada ise pamuklu kumaşların ağartılmasında ozon gazının yüksek oksitleme kapasitesinden yararlanarak ağartma çalışmaları yapılmış ve çok kısa bir sürede pamuklu kumaşların ağartılabileceği, aynı zamanda ozonlama etkisinin oda sıcaklıklarında daha etkili olabileceğini bildirilmiştir [6]. İnkaya vd. 2007 yılında yaptıkları çalışmada enerji ve su tüketiminin fazla olduğu pamuklu tekstil mamullerinin ön terbiyesinde enzimatik ağartma proseslerinin hidrojen peroksit ağartma yerine geçiş geçemeyeceği üzerine denemeler yapmışlar ve saf *lakkaz* enziminin mediatör ve ozon gazı ile kombine denemelerinde pamuklu kumaşların beyazlık derecelerinin oldukça yükseldiğini bildirmişlerdir [7]. Eren ve Ozturk (2011) haşılı sökülmüş ve pişirilmiş pamuklu kumaşı ozon gazı ile ağartmışlar ve geleneksel hidrojen peroksit ağartması ile karşılaştırmışlardır [8]. Keten kumaşlar üzerine yapılan bir çalışmada ise keten kumaşların hidrojen peroksit ağartmasından önce 15 dakika ozon gazı ile muamele edilmesi ile iyi derecede beyazlık elde edilebileceği ve kimyasal maddelerden de tasarruf sağlanabileceği bildirilmiştir [9]. Bir önceki çalışmamızda ise ozon gazının ultrason teknolojisi ile kombine edilerek uygulanması incelenmiş ve elde edilen işlenmiş kumaşların doğal boya kaynakları ile renklendirilme olanakları sergilenmiştir [10]. Bu çalışmada ise pamuklu kumaşların ağartılmasında ozon gazı ile diğer bir yükseltgen madde olan hidrojen peroksidin kombine edilebilirliği araştırılarak renklendirmelerde yine doğal boya kaynaklarının kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Geçmişini hemen hemen dokumanın tarihi kadar eski olan doğal boyamacılık sentetik boyarmaddelerin neden olduğu bazı sakıncalar nedeniyle yeniden ilgi çekmeye başlamıştır [11]. Doğal boya kavramı bitki, hayvan ve mineral gibi doğal kaynaklardan üretilen bütün boyaları kapsamaktadır [12]. Boyamada kullanılacak olan bitki içeriği çok farklılık gösterebilmektedir. Bitkinin tamamı kullanılabilirliği gibi yaprakları, kökleri, çiçekleri, meyveleri, kabukları veya derisi kullanılabilir [13]. Bitkilerde yaygın olarak bulunan ve ikincil metabolizma ürünü olarak ifade edilen fenolik bileşikler; fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılırlar [14]. Bunlardan flavonoidler, bitkilerin renkleri ile ilişkili ve sorumludurlar. Bunun yanında flavonoidlerin üretimi bitkilere ışığa karşı korunma, antioksidant, antifungal ve antimikrobiyal özellikler sağlamaktadır [15]. Bu çalışmada doğal boya kaynağı olarak Nar Kabuğu, Fındıkka- buğu, Portakal Ağacı Yaprağı ve Havacıya bitkisinin kökü kullanılmıştır. Konvansiyonel hidrojen peroksit ağartma reçeteleri çeşitli kimyasal maddeler içerirlerken genelde iyi ağartma etkileri de yüksek sıcaklıklarda ve/veya sürelerde elde edilmektedir. Öte yandan güçlü bir yükseltgen madde olan ozon gazı ile konvansiyonel peroksit ağartmaları kadar iyi beyazlıklar elde edilememektedir. Bu çalışmada oda sıcaklığında iki yükseltgen maddenin birleştirilerek ağartmada kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu sayede daha az enerji tüketen kısa süreli ağartma proseslerinin geliştirilmesine çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Tablo 1'de detaylandırılmış olan ham pamuklu kumaş kullanılmıştır.

Tablo 1. Denemelerde kullanılan ham pamuklu kumaş özellikleri

Gramajı (g/m²)		200
Elyaf Cinsi		% 100 pamuk
Haşıl Cinsi		Nişasta
Sıklığı	Atkı	50 tel/inç
	Çözüğü	80 tel/inç
Örgü Cinsi		3/1 S Dimi

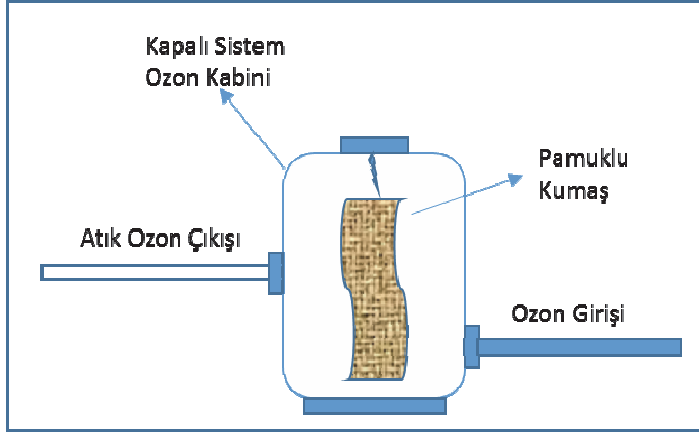
Denemelerde ozonlama işlemleri için gerekli olan ozon gazı Prodozon marka ozon jeneratörü kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca denemelerde analitik saflıkta hidrojen peroksit (% 35) kullanılmıştır. Renklendirme amacıyla ise dört farklı doğal boyarmadde kaynağı; nar kabuğu (NK), fındık sert kabukları (FK), portakal ağacının yeşil yaprakları (PAY) ve havacıya bitkisinin kökü (HC) kurutulduktan sonra değirmenden geçirilerek öğütülmüş ve ekstraksiyon işleminden sonra boyama işlemlerinde kullanılmışlardır.

2.2. Metot

2.2.1. Ozon-Peroksit ağartması

Pamuklu kumaşların ağartılmasında ozon-peroksit kombinasyonunun etkinliğini araştırmak için yapılan çalışmalarda Şekil 1'de gösterilen düzenek kullanılmıştır. Bu sistemde kumaşlar deney

planı (Şekil 2) kapsamında belirlenen peroksit içerikli banyolarla emdirildikten sonra sisteme yerleştirilmiş ve kumaşların ozonlanması 25 g/saat O₃ gazı üretimi kapasiteli ozon jeneratörü kullanılarak ozon gazı besleme hızı 5 lt/dakika olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Ozon gazının pamuklu kumaşlara uygulama yöntemi

Denemeler kapsamında ozonlama öncesi kumaşlara yapılan banyo emdirme işlemlerinde alınan flotte oranının %50 olacak şekilde sıkılması sağlanmıştır. Bilindiği üzere ozonlama esnasında kumaşların belli oranda nem içermeleri ozonlama etkinliğini arttırmak açısından önemlidir. Bu amaçla bir çok çalışmada kumaşların ozonlama öncesinde belli oranda su ile emdirilmeleri önerilmektedir. Bu kapsamda çalışma esnasında farklı reçete içeriği ile (Şekil 2) hazırlanan sulu banyolarla

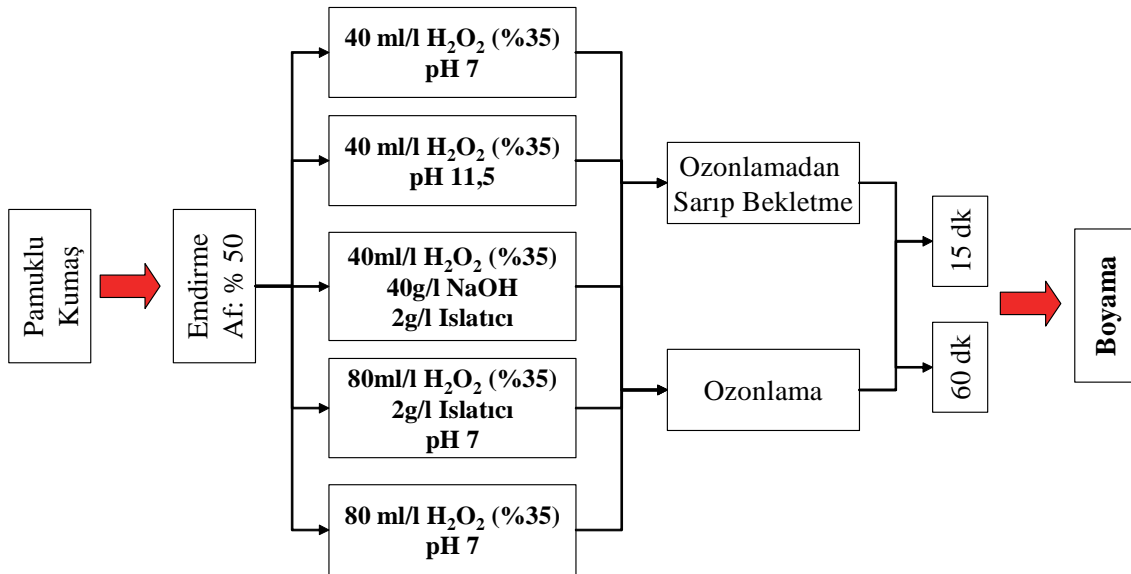
kumaşların emdirilmeleri ve ardından ozonlanmaları yürütülmüştür. Emdirme oranı (alınan flotte oranı) çalışılan kumaş için yapılan ön denemeler sonunda belirlenmiştir [16].

Ozonlama işlemleri sonrasında kumaşlar gerektiğinde nötralizasyon/antiperoksit ile beraber 45°C'de 5-10 dakika su ile yıkama işlemine tabi tutulmuş ve ardından oda sıcaklığında kurutulmuşlardır. Kumaşlarda işlemler sonrasında meydana gelen değişimler takip edilmiş ve sonuçlar ilgili tablolarda sunulmuştur.

Ağartma işlemleri sonrasında kumaşlardan çekilen çözgü ipliklerinin kopma kuvvetleri ve kopma uzamaları Instron 4411 marka mukavemet cihazı ile ISO 2062 [17] standardına göre belirlenmiştir. Ayrıca ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri Stensby formülüne (Eşitlik 1) göre Konica Minolta 3600d marka spektrofotometre yardımıyla tespit edilmiştir [24].

$$\text{Stensby Beyazlık Derecesi} = L^* - 3a^* - 3b^* \quad (1)$$

İşlemler sonrasında kumaşların hidrofilite değerlerindeki değişimi analiz etmek için DIN 53924 standardı [18] kullanılmış ve hazırlanan çözeltiye daldırılmış kumaşlarda çözeltinin 90. saniyedeki yükselme seviyesi (çekim hızı) milimetre olarak kumaş üzerinden ölçülmüştür. Ayrıca nişasta haşılı kumaş üzerinde kalan nişasta haşıl maddesi miktarı I₂/KI çözeltisi damlatılarak TEGEWA Skalası yardımı ile kalitatif olarak tespit edilmiştir. Skala 1 ile 9 arasında olup 1: Çok kötü (Kumaş üzerinde çok miktarda nişasta haşıl maddesi var.), 9: Çok iyi (Kumaş üzerinde nişasta esaslı haşıl maddesi yok) anlamını taşımaktadır.



Şekil 2. Ozon gazı ile hidrojen peroksit kombinasyonu ile yapılan denemeler ve reçeteleri

2.2.2 Doğal boyarmadde kaynakları ile boyama:

Boyama işlemleri HT laboratuvar tipi boya makinelerinde çektirme metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Flotte oranı 1/40 olarak çalışılmıştır. Boyamaya oda sıcaklığında başlayıp dakikada 1,5-2°C ısıtma hızı ile 100°C'ye kadar çıkılmış ve bu sıcaklıkta 60 dakika boyama işlemine devam edilmiştir. Boyama öncesinde veya sonrasında kumaşlara herhangi bir mordanlama işlemi yapılmamıştır. Önceden kurutulmuş ve öğütülmüş boyarmadde kaynakları daha önceki çalışmalarımızda [10, 23] detaylandırıldığı gibi ekstrakte edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla 1 gram boyanacak materyal için 1 gram boyarmadde kaynağı ekstrakte edilmiştir. Ekstrakte işleminde su kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi bitkilerden renk gelmeyinceye kadar devam etmiştir. Boyarmaddelerin ekstrakteleri alındıktan sonra bu ekstrakteler boya banyosu olarak kullanılmıştır.

Boyama işlemleri sonrasında boyanmış numunelerinin renk verimlilikleri (K/S) eşitlik 2'deki Kubelka Munk formülüne hesaplanmıştır ayrıca CIE $L^* a^* b^*$ renk değerleri Konica Minolta 3600d marka spektrofotometre yardımıyla belirlenmiştir [25].

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

Burda K: absorpsiyon katsayısı; S: saçılma katsayısı; R: reflectansdır.

Ayrıca yapılan boya denemeleri sonunda kumaşların Işık Haslığı (ISO 105-B02 standardına göre [19], Yıkama Haslığı (ISO 105-C10 standardına göre) [20], Sürtme Haslığı (ISO 105-X12 standardına göre) [21], Ter Haslığı (ISO 105-E04 standardına göre) [22] test edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hidrojen peroksit ve ozon gazı ile yapılan kombinasyon uygulamaları ile pamuklu kumaşların ön terbiye işlemlerinin gerçekleştirilme olanakları çalışma kapsamında incelenmiş ve elde edilen sonuçlar ışığı altında seçilen en uygun kombinasyon ile ön terbiyesi yapılmış kumaşların doğal boya kaynakları ile boyanabilirlikleri araştırılmıştır. Bu bağlamda çalışma iki adımda yürütülmüştür. İlk adımda ozon-peroksit uygulama koşulları belirlenmiş ikinci adımda ise bu koşullarda ön terbiyesi yapılmış kumaşların seçilen doğal boya kaynakları renklendirilebilirlikleri araştırılmıştır.

3.1. Ozon-Peroksit Kombinasyonu ile Ağartma:

1.deneme: 40 ml/L H₂O₂ (%35) konsantrasyonda ve pH=7 değerinde hazırlanmış olan çözelti ile emdirilen kumaş kapalı sistemde ozon gazına maruz bırakılmıştır. Denemeler sonunda elde edilen veriler Tablo 2'de sunulmuştur.

Mukavemet açısından sonuçlar değerlendirilecek olursa; 4.80 N olan ham kumaştan çekilen ortalama iplik kopma kuvveti, 15 ve 60 dakika ozon-peroksit kombinasyonu ile çalışma sonunda sırasıyla 4.10 N ve 4.00 N'a düşmüştür. Bu mukavemet kaybı kabul edilebilir sınırlar içindedir. Ozon-hidrojen peroksit kombinasyonu oda sıcaklığında gerçekleştiği için selülozun oksidatif parçalanma etkisinin de sınırlı kaldığı düşünülmektedir.

Haşıl sökme açısından değerlendirilecek olursa 15 ve 60 dakika süreyle ozon gazına maruz kalan peroksit ile emdirilmiş numunelerde haşıl sökme değeri 5/6 Tegewa iken, sadece ozon gazı kullanılması durumunda ise 15 dakika çalışma sonunda 4 Tegewa değeri elde edilmişti. Ozon-hidrojen peroksit kombinasyonu ile 60 dakika çalışıldığında haşıl sökme değeri 1-2 puanlık bir artış göstermektedir. Bu esnada hidrojen peroksidin nişasta makromoleküllerinin parçalanmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Hidrofilite açısından değerlendirilecek olursa 15 ve 60 dakika süreyle ozon gazına maruz kalan peroksit emdirilmiş numunelerde sütun yükseklikleri sırayla 1 mm ve 20 mm/90 saniyeye olarak tespit edilmiştir. Özellikle 60 dakikalık çalışma süresinde (20 mm) dikkate değer bir artış söz konusudur. Burada da hidrojen peroksidin yükseltgen etkisi ile yapıda bulunan yağların, vaksların, pektinin vb. diğer yapıların yükseltgenmesi sonucu meydana geldiği düşünülmektedir. Kör işlemde yani peroksit ile emdirip 60 dakika bekletme yapıldığında hidrofilite değeri 11mm/90s olarak karşımıza çıkmaktadır.

Beyazlık açısından değerlendirme yapıldığında ise çalışma süresine bağlı olarak beyazlık derecesinin arttığı görülmüştür. Ozon-hidrojen peroksit kombinasyonunda 15 dakika çalışma sonunda 63,48, 60 dakika çalışıldığında ise 66,00 Stensby'a yükselmiştir. Hidrojen peroksidin oksidatif etkisi bu çalışmada net olarak görülmüştür. Öte yandan hidrojen peroksit ile emdirme ve ardından ozonlama yerine bekletmenin yapıldığı durumlarda beyazlık dereceleri 15 ve 60 dakikalık oda sıcaklığındaki bekletmeler sonrasında sırasıyla 57,8 ve 58,3 Stenby olmuşlardır.

Tablo 2. Pamuklu kumaşlara H₂O₂ ile hazırlanmış ağartma flottelerinin emdirilmesi ve ozon gazı uygulama sonuçları (Ağartma banyosu pH=7)

		Ozonlama Süre/ Bekletme Süresi (dakika)	Kopma Kuvveti (N)	Haşıl Sökme (Tegewa)	Hidrofilite (mm/90 saniye)	Beyazlık (Stensby)
40 ml/L H ₂ O ₂ (%35) Emdirme	Bekletme (Kör)	15	4,40	3	0	57,82
	Ozonlama	15	4,10	3-4	1	63,48
	Bekletme (Kör)	60	4,41	3-4	11	58,36
	Ozonlama	60	4,00	5-6	20	66,00

2. deneme: Bu çalışmada ise ortam bir miktar alkali hale getirilmiştir. 40 ml/L H₂O₂ (%35'lik) konsantrasyonda ve 11,5 pH değerinde hazırlanmış olan çözelti ile emdirilen kumaş numuneleri kapalı sistemde ozon gazına maruz bırakılmıştır.

1.denemeye göre daha bazik bir çözelti ile 15 ve 60 dakika çalışmalarında 4.80 N olan ortalama iplik kopma kuvveti, peroksit- ozon kombinasyonu sonunda sırasıyla 4.07 N ve 3.96 N'a düşmüştür. Haşıl sökme değeri ise 6/7 Tegewa değeri olarak karşımıza çıkmış olup geleneksel yöntemlerle elde edilebilecek sonuçlar civarındadır.

Hidrofilite değeri 60 dakika ozon-peroksit işlemi sonunda sütun yüksekliği 19 mm/90 saniyeye ulaşmıştır. Hem hidrojen peroksit aktivitesinin, hem de bazik ortamın yapıda bulunan yağları, vaksları vb. uzaklaşması kumaşın su emme yeteneğinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Öte yandan kör işlemde bu değer 15 mm/90s olmuştur.

Ozon-peroksit ile 60 dk işlem sonrasında beyazlık değeri 63.51 Stensby civarında çıkmıştır. Alkali ortam verileri nötr ortam verilerine (66 Stensby) göre daha düşük bulunmuştur. Banyodaki alkali ile hidrojen peroksitin hızla parçalanmasıyla oluşan etkinin selülozun parçalanmasında kullanılmış olabileceği ve böylece de nötr ortama göre mukavemetin (3.96 N) bir miktar daha düşmesine neden olabileceği düşünülmektedir.

3. deneme: Bu çalışmada ise ortam daha da alkali hale getirilmiştir. 2 gr/L ıslatıcı ile 40 ml/L H₂O₂ (%35) ve 40 g/L NaOH konsantrasyonda hazırlanmış olan çözelti ile emdirilen kumaş kapalı sistemde ozon gazına maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur. 1.ve 2. denemelere göre çok daha bazik bir çözelti ile 15 ve 60 dakika peroksit – ozon çalışmalarında 4.80 N olan ortalama iplik kopma kuvveti, işlemler sonunda sırasıyla 3.98 N ve 3.96 N'a düşmüştür. Bazik ortamın artmasıyla birlikte nişasta makromolekülleri parçalanmanın da arttığı ve haşıl sökme derecesinin 60 dakika çalışma ile 8 Tegewa'ya kadar yükseldiği görülmüştür.

Ayrıca hidrofilite değerleri de 60 dakika peroksit ile emdirme ardından ozonlama sonunda sütun değeri 90 saniye sonunda 25 mm'ye ulaşmıştır. Bu esnada beyazlık değerleri ise 63 Stensby olarak gerçekleşmiştir.

4.deneme: Bu çalışmada ise 1.denemeden farkı olarak kullanılan hidrojen peroksit konsantrasyonu iki katına çıkartılmıştır. 80 ml/L H₂O₂ (%35) konsantrasyonda ve 7 pH değerinde hazırlanmış olan çözelti ile emdirilen kumaş 15 ve 60 dakika süresince kapalı sistemde ozon gazına maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'da sunulmuştur.

15 ve 60 dakika çalışmalarında 4.80 N olan ham kumaşın kopma kuvveti peroksit ile emdirme ve ozonlama sonrası sırasıyla 4.1 N ve 3.96 N'a düşmüştür.

Tablo 3. Pamuklu kumaşlara H₂O₂ ile hazırlanmış ağartma flottelerinin emdirilmesi ve ozon gazı uygulama sonuçları (Ağartma banyosu pH=11,5)

		Ozonlama Süre/ Bekletme Süresi (dakika)	Kopma Kuvveti (N)	Haşıl Sökme (Tegewa)	Hidrofilite (mm/ 90 saniye)	Beyazlık (Stensby)
40 ml/lt H ₂ O ₂ (%35) Emdirme	Bekletme (Kör)	15	4,29	5	5	60,62
	Ozonlama	15	4,07	6-7	19	63,32
	Bekletme (Kör)	60	4,00	5-6	15	60,62
	Ozonlama	60	3,96	6-7	19	63,51

Tablo 4. Pamuklu kumaşlara H₂O₂ ve NaOH ile hazırlanmış ağartma flottelerinin emdirilmesi ve ozon gazı uygulama sonuçları

		Ozonlama Süre/ Bekletme Süresi (dakika)	Kopma Kuvveti (N)	Haşıl Sökme (Tegewa)	Hidrofilite (mm/90 saniye)	Beyazlık (Stensby)
40 ml/lt H ₂ O ₂ (%35) + 40 g/lt NaOH + 2 g/lt ıslatıcı Emdirme	Bekletme (Kör)	15	4,21	6-7	13	62,02
	Ozonlama	15	3,98	8	15	64,11
	Bekletme (Kör)	60	3,98	6-7	14	61,46
	Ozonlama	60	3,96	8	25	63,06

Tablo 5. Pamuklu kumaşlara 80 ml/L H₂O₂ ile hazırlanmış ağartma flottelerinin emdirilmesi ve ozon gazı uygulama sonuçları (Ağartma banyosu pH=7)

		Ozonlama Süre/ Bekletme Süresi (dakika)	Kopma Kuvveti (N)	Haşıl Sökme (Tegewa)	Hidrofilite (mm/ 90 saniye)	Beyazlık (Stensby)
80 ml/t H ₂ O ₂ Emdirme	Bekletme (Kör)	15	4,46	3	15	57,92
	Ozonlama	15	4,10	3-4	11	64,33
	Bekletme (Kör)	60	4,34	3-4	16	59,21
	Ozonlama	60	3,96	5-6	15	67,23

Hidrojen peroksit konsantrasyonunun 2 katına çıkartılması ile materyalin beyazlık değeri ilk duruma göre 66.00 Stensby'dan 67.23 Stensby'a yükselmiştir. Haşıl sökölme ve hidrofilite açısından değerlendirilecek olursa peroksit ile emdirme ve 60 dakika süreyle ozon gazına maruz kalan numunelerde bu değerler sırasıyla 5/6 Tegewa değeri ve 15mm/90s hidrofilite değeri olarak karşımıza çıkmıştır.

5.deneme: Bu çalışmada ise 4. denemeden farkı olarak çözeltiye 2 gr/L ıslatıcı ilave edilmesidir. 80 ml/L H₂O₂ (%35) konsantrasyonda ve 7 pH değerinde hazırlanmış olan çözelti ile emdirilen kumaş kapalı sistemde ozon gazına maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 6'de sunulmuştur.

Peroksit ile emdirme ve 15 ve 60 dakika ozonlama çalışmalarında 4.80 N olan ham kumaşın kopma kuvveti işlemler sonunda sırasıyla 4.02 ve 3.85 N'a düşmüştür. Hidrojen peroksit konsantrasyonunun 2 katına çıkartılması ile materyalin beyazlık değeri ilk duruma göre 67.26 Stensby'a yükselmiştir. Aynı işlemin köründe ise (peroksit emdirme 60 dk bekletme) 60 Stensby beyazlık derecesi elde edilmiştir.

Haşıl sökölme ve hidrofilite açısından değerlendirilecek olursa 15 ve 60 dakika süreyle peroksit ile emdirme sonrası ozon gazına maruz kalan numunelerde bu değerler sırasıyla Banyoya ıslatıcı ilavesi sonrasında hidrofilite haricindeki ön terbiye etkileri

ıslatıcı kullanılmaması durumundaki değerler ile hemen hemen aynı kalmasına rağmen, ıslatıcı kullanımı ile kumaşın hidrofilite değeri bir miktar artmıştır (sütun yüksekliği 15 mm/90 saniye'den 20 mm/90 saniye yükselmiştir). Bu etkinin yalancı hidrofiliteden de ileri gelebileceği unutulmamalıdır.

Peroksit-Ozon denemeleri neticesinde en iyi ön terbiye etkisinin ve optimum kimyasal kullanımınının 40 ml/litre H₂O₂ (%35'lik) içeren pH 7'deki ağartma banyosu ile kumaşın % 50 Af olacak şekilde emdirilmesi ardından kapalı sistemde oda sıcaklığında 60 dakika ozon gazına maruz bırakılması ile elde edilebileceği tespit edilmiştir. Tespit edilen ve önerilen bu kombinasyon ile ön terbiyesi yapılmış kumaşlar çalışma kapsamında ayrıca seçilen doğal boya kaynakları kullanılarak renklendirilmişlerdir.

3.2. Doğal Boyarmadde Kaynakları İle Boyama





Çalışmanın bu kısmında önerilen şartlarda ön terbiyesi yapılmış kumaşların önceden ekstrakte edilmiş olan nar kabuğu (NK), fındık sert kabukları (FK), portakal ağacının yeşil yaprakları (PAY) ve havacıva bitkisinin kökü (HC) ile mordan maddesi kullanılmadan renklendirilme olanakları incelenmiştir.

Optimize edilen ön terbiye işlemlerinden sonra dört farklı boyarmadde kaynağı ile boyanan materyale ait renk verimleri (K/S) ve CIELAB (L^* , a^* , b^* , C ve h°) koordinatları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 6. Pamuklu kumaşlara 80 ml/L H₂O₂ (+ ıslatıcı) ile hazırlanmış ağartma flottelerinin emdirilmesi ve ozon gazı uygulama sonuçları (Ağartma banyosu pH=7)

		Ozonlama Süre/ Bekletme Süresi (dakika)	Kopma Kuvveti (N)	Haşıl Sökme (Tegewa)	Hidrofilite (mm/ 90 saniye)	Beyazlık (Stensby)
80 ml/t H ₂ O ₂ + 2 g/t ıslatıcı Emdirme	Kör	15	4,34	5-6	20	59,35
	Ozon	15	4,02	6	17	64,62
	Kör	60	4,27	6	20	60,09
	Ozon	60	3,85	6	20	67,26

Tablo7. Pamuklu kumaşların Ozon-Hidrojen Peroksit-Doğal boya kombinasyonu sonucu elde edilen renkler ve CIELAB (L^* , a^* , b^* , C ve h°) ve K/S değerleri

	NK		FK		PAY		HC	
K/S		4,05		1,12		0,62		1,98
L^*		56,25		67,63		80,65		59,76
a^*		3,07		5,48		0,77		3,77
b^*		13,98		9,90		13,51		11,36
C^*		14,31		11,31		13,53		11,97
h		77,61		61,03		86,74		71,63

Buna göre;

NK ile açık kahve (a^* ve b^* değeri 3.07 ve 13.98), FK ile açık pembe (a^* ve b^* değeri 5.48 ve 9.9), PAY ile bej (a^* ve b^* değeri 0.77 ve 13.51) ve HC ile gri (a^* ve b^* değeri 3.77 ve 11.36) tonlarında renkler elde edilmiştir.

L^* değerleri incelendiğinde $PAY > FK > HC > NK$ sıralaması görülmektedir. Renk verimleri açısından ise en yüksek değere sahip boyama ise 4.05 ile NK bunu izleyen HC, FK ve PAY olarak sıralanmaktadır.

Boyama çalışmaları sonrasında peroksit ile emdirilip ozonlanmış kumaşların seçilen doğal boya kaynakları ile renklendirilebilecekleri, kullanılan doğal boya kaynağına göre farklı renklerin elde edilebileceği tespit edilmiştir. Bunun yanında boyanmış pamuklu kumaşlara ait yıkama, sürtme, ter ve ışık haslık testleri yapılmış olup sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8'da verilen haslık test sonuçları değerlendirilecek olursa; tüm boyarmadde kaynakları ile yapılan boyamalarda yıkama haslıkları lekeleme ve renk değişimi açısından 4/5-5 puan aralığında, kuru ve yaş sürtme haslıkları olarak 4/5-5 puan ve asidik ve bazik ter haslıkları açısından 4-5 puan aralığında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar seçilen doğal boya kaynaklarının boyamacılık açısından yeterli yaş haslıkları sağlayabileceğini göstermektedir.

Işık haslıkları ise NK ile yapılan boyamalarda 4/5 puan, diğer doğal boyalar için ise 2-3 aralığın da tespit edilmiştir. NK hariç diğer bitkilerden elde edilen haslık sonuçlarının sınırlı kaldığı görülmüştür.

4. SONUÇ

Bu çalışmalar ışığında; ozonlama öncesi hidrojen peroksit içeren banyolarla kumaşların emdirilmelerinin banyo pH'ına ve peroksit konsantrasyonuna göre farklılık sergilediği görülmüştür.

Genel olarak uygun pH ve peroksit konsantrasyonu ile emdirilen ve ardından ozonlanan kumaşlarda ön terbiye etkilerinin genel anlamda boyama için yeterli sonuçlar sunduğu çalışma kapsamında görülmüştür. Öte yandan seçilen doğal boya kaynaklarının pamuklu kumaşların renklendirilmelerinde kullanılabilecekleri elde edilen yaş haslıkların iyi olduğu anlaşılmıştır. Işık haslıkları açısından ise nar kabuğunun doğal boya kaynağı olarak kullanıldığı durumlarda yeterli haslıkların sağlanabileceği tespit edilmiştir.

Özetle; 40 ml/litre H_2O_2 (%35'lik) içeren pH 7'deki ağartma banyosu ile %50 alınan flotte olacak şekilde emdirilen ardından kapalı sistemde oda sıcaklığında 60 dakika ozonlanan kumaşlarda yeterli ön terbiye etkilerinin elde edileceği tespit edilmiştir. Ön terbiyesi bu şekilde yapılan numunelerin seçilen doğal boyalar ile $100^\circ C$ 'de 60 dakika çalışılarak boyama işlemleri gerçekleştirildiğinde, geleneksel yöntemler ile yapılan ön terbiye ve boyama işlemlerine yeni ve çevre dostu olarak adlandırılacak alternatif yeni bir terbiye yöntemi sunulmuş olmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FDK-2014-5156.

Tablo 8. Ozon-Hidrojen Peroksit-Doğal Boya kombinasyonu sonucu kumaşların haslık test sonuçları

	Yıkama		Sürtme		Ter				Işık
	L	R	K	Y	Asidik		Bazik		
					L	R	L	R	
NK	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
FK	5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	3
PAY	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	2
HC	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4	2

KAYNAKLAR

1. Moore, S.B., Ausley, L.A., (2004), *Systems thinking and green chemistry in the textile industry: concepts, technologies and benefits*, Cleaner Production, 12(6), 585-601
2. Streng, A.G., (1961), *Tables of Ozone Properties*, Journal of Chemical and Engineering Data, 6(3), 431-436
3. Rakovsky, S., Anachkov, M., Zaikov, G., (2009), *Fields of Ozone Applications*, Chemistry & Chemical Technology, 3(2), 139-161
4. Balousek, P.J., (1979), *The Effects of Ozone Upon A Lignin-Related Model Compound Containing a β -Aryl Ether Linkage*, University of Wisconsin, Platteville, M.S. 1976, Lawrence University, the degree of Doctor of Philosophy
5. Prabaharan, M., Rao, J.V., (2003), *Combined desizing, scouring and bleaching of cotton using ozone*, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 28(4), 437-443
6. Perincek, D.S., Duran, K., Körlü, A.E., Bahtiyari, M.İ., (2007), *An Investigation in the Use of Ozone Gas in the Bleaching of Cotton Fabrics*, Ozone: Science and Engineering, 29(5), 325-333
7. İnkaya, T., Eren, H.A., Anış, P., (2008), *Pamuk Ağartılmasında Lakkaz/Mediatör Sistemlerinin Oksijen Ve Ozon İle Kombine Edilmesi*, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 77-82
8. Eren, H.A., Ozturk, D., (2011), *The evaluation of ozonation as an environmentally friendly alternative for cotton preparation*, Textile Research Journal, 81(5), 512-519
9. Perincek, S., Duran, K., Körlü, A.E., (2013), *Combination of Ozonation and Hydrogen Peroxide Bleaching for Linen Fabrics: Optimization of the Process Using Experimental Design Technique*, Ozone: Science & Engineering, 35(4), 316-327
10. Benli, H., Bahtiyari, M.İ., (2015), *Combination of ozone and ultrasound in pretreatment of cotton fabrics prior to natural dyeing*, Journal of Cleaner Production, 89, 116-124
11. Karadağ, R., (2007), *Doğal Boyamacılık*, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Döner Sermaye İşletmesi Merkez Müdürlüğü, Geleneksel El Sanatları Ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü, Ankara. (http://www.turkelhalilari.gov.tr/icerik/Dogal_Boyamacilik.pdf)
12. Samanta, A.K., Konar, A., (2011), *Dyeing of Textiles with Natural Dyes*, in Akçakoca Kumbasar, E. P. (Eds.), Natural dyes, InTech, Croatia
13. Biertümpfel A., Wurl G., (2009), *Dye Plants in Europe* in Bechtold T. and Mussak R., (Eds.), Hand book of natural colorants, John Wiley and Sons, Ltd., UK
14. Nizamlıoğlu, N.M., Nas, S., (2010), *Meyve ve sebzelerde bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve önemleri*, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(1), 20-35
15. Monica Giusti M., Wallace T.C., (2009), *Flavonoids as Natural Pigments*, in Bechtold T. and Mussak R., (Eds.), Hand book of natural colorants, John Wiley and Sons, Ltd., UK
16. Benli, H., (2015), *Selüloz Esaslı Tekstil Materyalleri İçin Çevre Dostu Terbiye Proseslerinin Oluşturulması: Yeşil Fabrika*, Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi, ss.70
17. ISO 2062:2009; *Textiles-Yarns Form Packages-Determination of Single-End Breaking Force and Elongation At Break*, International Organization for Standardization, Brussels, Belgium
18. DIN 53924:1997, *Testing of textiles - Velocity of soaking water of textile fabrics (method by determining the wicking height)*, Deutsches Institut Fur Normung E.V. Berlin
19. ISO 105-B02:1994, *Textiles-Tests for color fastness, Part B02: Color fastness to artificial light*, International Organization for Standardization, Brussels, Belgium
20. ISO 105-C10:2006, *Textiles-Tests for color fastness - Part C10: Color fastness to washing with soap or soap and soda, Test Condition: Test A (1)*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland
21. ISO 105-X12:1993, *Textiles-Tests for color fastness, Part X12: Color fastness to rubbing*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland
22. ISO 105-E04:1994, *Textiles-Tests for color fastness, Part E04: Color fastness to perspiration*, International Organization for Standardization, Brussels, Belgium
23. Bahtiyari, M.İ., Benli, H., Yavaş, A. (2013), *Printing of Wool and Cotton Fabrics with Natural Dyes*, Asian Journal of Chemistry, 25(6), 3220-3224.
24. Duran, K., (2001), *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Yayın No: 17, 1. Baskı, Bornova-İzmir.
25. McDonald R., (1997), *Recipe prediction for textiles*, in McDonald R., (Eds.) Colour physics for industry (2nd Edition), Society of Dyers and Colourists, Bradford, England (ISBN 0 901956 70 8).