



## Tekstil Terbiye İşletmesi Dispers Boyanmış Poliester Üretim Örneklerinin Ozonla Temizlenmesinin İncelenmesi

Semiha EREN<sup>1\*</sup>, Gizem BAYAÇLI<sup>2</sup>, İrem ÖZYURT<sup>3</sup>, Doğan DEREN<sup>4</sup>, Merve ÖZTÜRK<sup>5</sup>, Aliye AKARSU<sup>6</sup>, Hüseyin Aksel EREN<sup>7</sup>

<sup>1</sup> B.U.Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKIYE, ORCID ID 0000-0002-2326-686X

<sup>2</sup> RB Karesi Tekstil Ar-Ge Merkezi, Bursa, TURKIYE, ORCID ID 0000-0001-9676-5531

<sup>3</sup> RB Karesi Tekstil Ar-Ge Merkezi, Bursa, TURKIYE, ORCID ID 0009-0005-6630-5346

<sup>4</sup> RB Karesi Tekstil Ar-Ge Merkezi, Bursa, TURKIYE, ORCID ID 0009-0002-8323-6563

<sup>5</sup> B.U.Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKIYE, ORCID ID 0000-0001-8356-2321

<sup>6</sup> B.U.Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKIYE, ORCID ID 0000-0001-5603-5913

<sup>7</sup> B.U.Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKIYE, ORCID ID 0000-0003-3908-5139

Corresponding Author: Semiha EREN, [semihaeren@uludag.edu.tr](mailto:semihaeren@uludag.edu.tr)

### Özet

RB Karesi tekstil fabrikasının ticari seri üretim yelpazesinden bir tip dört farklı renk dispers boyalı PET/EA numunesi seçilmiştir. Redüktif yıkama prosedürü ile ozonlama yöntemi uygulanmıştır. Redüktif yıkama yapılmış ve ozon uygulanmış kumaş numunelerinin renk ve yıkama haslık özellikleri karşılaştırılarak raporlanmıştır. Sonuçlar, ozonla işlenmiş numuneler için redüktif yıkama ile temizlenmiş numunelerinkilerle karşılaştırılabilir, kabul edilebilir renk ve yıkama haslığı sonuçları göstermiştir. Ozon işlemi, geleneksel redüktif yıkama işlemine kıyasla çok daha kısa sürelerde herhangi bir kimyasal madde eklenmeden soğuk suda uygulanmıştır. Ozon ile temizleme daha düşük çevresel etkinin yanı sıra önemli miktarda enerji ve kimyasal tasarruf sağlama potansiyeline sahiptir.

### Article Info

Research Article

Received: 08/05/2023

Accepted: 30/06/2023

### Anahtar Kelimeler

Dispers Boyarmadde,  
Poliester,  
Ozon

### Öne Çıkanlar

Daha hızlı proses  
Daha çevre dostu  
Daha düşük maliyetli

## Investigation On Cleaning of Disperse Dyed Polyester Production Samples of A Textile Finishing Mill By Ozone

### Abstract

Disperse dyed PET/EA samples in four different colors were selected from the commercial mass production range of RB Karesi textile mill. Reductive clearing and ozonation method

### Keywords

Disperse Dye,  
Polyester,  
Ozone

### Highlights

*were applied. The color and wash fastness properties of reductive cleared and ozone treated fabric samples were compared and reported. The results showed acceptable color and wash fastness results for ozone-treated samples, comparable to those of the samples cleaned by reductive clearing. Ozone treatment was applied in cold water without the addition of any chemicals for much shorter times compared to conventional reductive clearing. Ozone treatment carry the potential of significant energy and chemical savings as well as lower environmental impact.*

*Faster process  
Environmentally  
friendly  
Economical*

## 1. Giriş

Dünyada en çok üretilen sentetik lif poliesterdir. Poli(etilen tereftalat) (PET) liflerinin dispers boyanması, PET liflerinin boyanmasında kullanılan en yaygın yöntemdir. Boyama prosesleri hayli su tüketen proseslerdir ve proses sonunda atık olarak atılan su hem renkli boyarmadde hem de birçok kimyasal içerir [1,2].

Poliester elyafın yüzeyindeki fikse olmamış dispers boyarmadde molekülleri yıkama haslığı, ter haslığı vb. gibi özelliklerini düşürür. Yüzeyde biriken dispers boyarmaddelerin indirgenerek temizlenmesi, istenen yıkama haslığı özelliklerini elde etmek için kullanılan geleneksel bir yöntemdir. Yüzeylerde biriken artık dispers boyarmadde molekülleri, redüktif temizleme ile daha küçük, renksiz ve suda daha kolay çözünen parçalara ayrılır [3,4]. Redüktif temizleme için genellikle sodyum ditiyonit ve kostik soda tercih edilir; ancak büyük miktarda su ihtiyacı ve atık suya sülfür deşarjı bu yöntemin dezavantajlarıdır. Diğer indirgeyici maddeler arasında tiyoüre dioksit, inorganik tuzlar, alkali gerektirmeyen indirgeyici maddeler ve sıvı indirgeyici maddeler bulunmaktadır. PET'in hidrojen peroksit veya ozon gibi oksidatif maddelerle oksidatif olarak temizlenmesi de literatürde rapor edilmiştir [5,6].

Geleneksel redüktif temizleme işlemi, poliester boyamadan sonra ayrı olarak yapılır ve bu da önemli miktarda su, kimyasal madde ve işlem süresi harcanmasına neden olur. Bu da üretim maliyetinin artmasına neden olmaktadır. Koyu renkler ile boyamalarda redüktif temizleme işlemi iki kez yapılmaktadır. Ekoloji ve çevre dostu üretim anlayışları şirketleri daha temiz üretim yapmaya zorlamaktadır. Yeterli su kaynakları giderek endişe verici bir şekilde azaldığından, tekstil ıslak işleme endüstrileri de dahil olmak üzere tüm üretim tesisleri, çevresel ve ticari kaygılar nedeniyle proses değişiklikleri yaparak suyu en iyi şekilde kullanmaya çalışmaktadır [7,8].

Dispers boyalı PET kumaşların temizlenmesi için ozon kullanımı tekstil endüstrisi için yeni bir yaklaşımdır. Ozon, oksidasyon potansiyeline sahip oksidatif bir gazdır. Ozon, sulu ortamda  $\text{OH}^{\bullet}$ ,  $\text{HO}_2^{\bullet}$ ,  $\text{HO}_3^{\bullet}$  ve  $\text{HO}_4^{\bullet}$  gibi ikincil oksidanlara ayrışır. Literatürde dispers boyalı poliesterin temizlenmesi için başarılı ve avantajlı ozon işlemi denemeleri rapor edilmiştir [9,10,11]. Dispers boyalı PET'in sonradan temizlenmesi sırasında ozonun kullanılması çevre kirliliğinin azalmasına, su ve enerji tasarrufuna yol açmaktadır.

Bu çalışmada, dispers boyalı PET/EA (polietilen teraftalat/elastan) kumaşa ozon ile ard işlem uygulanmış ve seri üretim hattındaki geleneksel ard işlem yapılmış kumaşlar ile karşılaştırılması yapılmıştır. Ozonun oda sıcaklığında, konvansiyonel redüktif yıkamasına kıyasla daha kısa işlem süreleri için yeterli olduğu ve ozon işlemleri için tatmin edici renk farkı değerleri ve yıkama haslığı sonuçları rapor edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

RB Karesi tekstil fabrikasının ticari seri üretim yelpazesinden 1 tip 4 farklı dispers boyarmadde ile boyanmış PET/EA numunesi seçilmiştir. Kumaş, 75/72 Poliester 40 EA KİMG YM iplikten 244,09 g/m<sup>2</sup> dokunmuştur. Kullanılan dispers boyarmaddeler Tablo 1'de verilmiştir. Boyama ve redüksiyon temizleme sırasında kullanılan kimyasallar ticari kalitelere ve boyarmaddeler saflaştırılmadan kullanılmıştır.

PET kumaşlar Tablo 1'de verilen dispers boyarmaddeler ve reçeteler ile boyanmıştır. Boyamalar RB Karesi tekstil fabrikasının 200 kg kumaş kapasiteli seri üretim jet boyama makinelerinde 1:10 flote oranında gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** Kullanılan dispers boyarmaddeler ve reçete oranları

Boyanan PET kumaşların rengi	Reçetede kullanılan dispers boyarmaddeler ve oranları
Kırmızı	Syncron Yellow Brown CERN % 0,78 Syncron Red TT % 1,3 Syncron Orange 2R.FS % 150 % 1,44
Haki	Syncron Red 3BLS % 0,12 Syncron Navy Blue RFL % 0,68 Syncron Yellow Brown CERN % 0,18
Siyah	Syncron Red TT % 0,18 Syncron Black Netro SBL % 5 Syncron Yellow Brown CERN % 0,7
Lacivert	Syncron Red TT % 0,2 Syncron Navy Blue CERN % 2,5

### 2.2. Yöntem

#### Boyama Reçeteleri

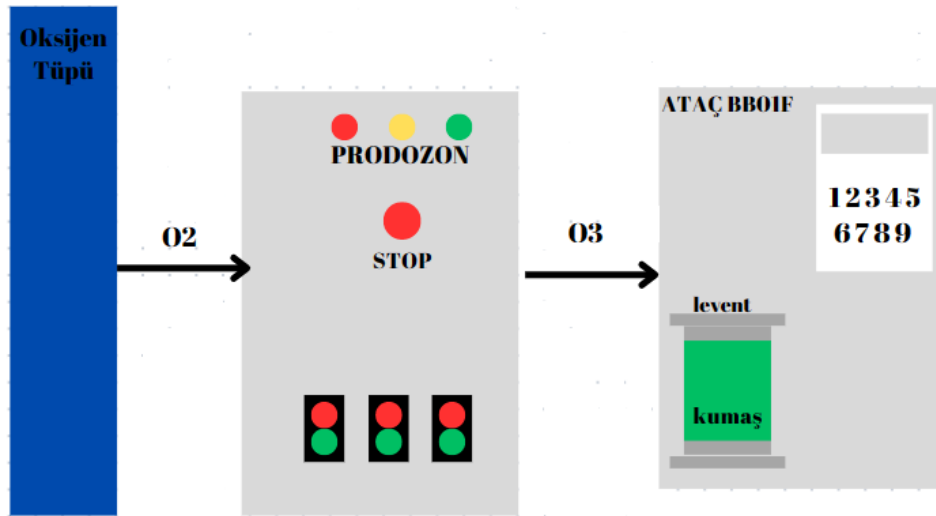
PET kumaş numuneleri 3 koyu (siyah, lacivert ve haki) ve bir orta (kırmızı) olmak üzere 4 renk derinliğine boyanmıştır. (Tablo 1) Boyama sonrasında yüzey dispers boyarmaddesini gidermek için geleneksel redüktif yıkama ve ozon uygulaması yapılmıştır.

## Konvansiyonel Yıkama

Seri üretim jet makinelerinde konvansiyonel redüktif yıkama (2 g/l NaOH ve 2 g/l hidrosülfid kullanılarak 80°C’de 20 dk) yapılmıştır. Ozon işlemi Bursa Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuvarında uygulanmıştır. Ozon işlemi, konvansiyonel redüktif yıkamalı referans numunelerle aynı seri üretimden alınan numunelere uygulanmıştır; ozon işlemi için numuneler redüktif yıkama yapılmadan alınmıştır.

## Boyalı Kumaşların Ozon ile Temizlenmesi

Seri üretim yıkama hatlarındaki jet makinelerinden boyamadan sonra ama redüktif yıkamadan önce alınan kumaş numunelerinin ozon ile ard işlemi; 25g/h kapasiteli PRO DO25 model ozon jeneratörünün entegre edildiği Ataç BB01F marka bir numune boyama makinesine levende sarılarak gerçekleştirilmiştir [12]. Şekil 1’de şematize edilen düzenekte gerçekleştirilen çalışmada 5 g/min gaz akış oranında 5, 10 ve 15 dk boyunca çalışılmıştır. Levende sarılan boyalı kumaş oda sıcaklığındaki su ile dolu numune boyama makinesine yerleştirilmiş, ozon beslemesi çözelti sirkülasyon hattı üzerine yerleştirilmiş bir venturi enjektörü ile gerçekleştirilmiştir. İşlem sonunda numune soğuk su ile durulanmış ve asılarak kurutulmuştur.



Şekil 1. Ozonlama işlemi için kullanılan makinenin şematik gösterimi

## KOİ testleri

Proses atıklarının kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerlendirmesi, standart kolorimetrik yöntemlere (Standard Methods 5220 D: Closed reflux, colorimetric method) göre ölçülmüştür.

## Renk Derinliđi ve Renk Farkı Ölçümleri

Her bir numunenin rengi Xrite icolor spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür. Ozon ile temizlenmiş numunelerin rengi, işletmenin geleneksel yıkamalı numune kumaşları ile karşılaştırılmıştır.

### Haslık Testleri

Yıkama haslığı, James H. Heal Gyrowash yıkama haslığı test cihazında ISO 105:C06 test yöntemine [12] göre belirlenmiştir (Test, 40 °C'de 30 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir.) Ter haslığı ISO 105-E04 [14] test yöntemine göre belirlenmiştir. Yırtılma mukavemeti ISO 13937-1 test yöntemine [15] göre belirlenmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### Boyanmış Kumaşların Renk Ölçüm Değerleri

Boyanmış kumaşların ozon ile temizlenmesi sonrası renk ölçümleri, kumaşların geleneksel redüktif yıkama sonrası renk ölçüm değerleri referans alınarak ölçülmüştür. Redüktif yıkamalı numune kumaşlar renk ölçüm değerleri Tablo 2'de ve redüktif yıkamalı numuneler referans alınarak ölçülmüş 5, 10 ve 15 dakikalık ozon uygulanmış kumaşların renk farklılık değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Boyanmış kumaşların geleneksel redüktif yıkama sonrası renk ölçüm değerleri

	L*	a*	b*	C*	h°
Lacivert	16,15	1,39	-7,32	7,45	280,72
Haki	26,07	-1,39	6,39	6,54	102,31
Siyah	15,64	1,24	-0,82	2,21	304,28
Kırmızı	29,86	43,63	16,68	46,71	20,92

**Tablo 3.** Boyanmış kumaşların ozonlama sonrası renk ölçüm değerleri

	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$	
LACİVERT	5 dk ozonlama	0,47	0,23	-0,19	0,23	0,19	0,57
	10 dk ozonlama	0,94	-0,03	0,37	-0,37	0,04	0,98
	15 dk ozonlama	1,08	0,25	-0,16	0,21	0,21	1,11
HAKİ	5 dk ozonlama	2,84	0,06	1,26	1,23	-0,3	2,32
	10 dk ozonlama	4,86	-0,27	2,43	2,36	-0,67	4,18

	15 dk ozonlama	4,47	0,13	1,82	1,76	-0,46	3,56
SİYAH	5 dk ozonlama	-0,03	-0,12	0,41	-0,4	0,15	0,55
	10 dk ozonlama	0,27	-0,13	0,09	-0,15	-0,05	0,33
	15 dk ozonlama	0,01	-0,09	0,05	-0,09	-0,04	0,13
KIRMIZI	5 dk ozonlama	1,20	1,75	0,34	1,75	-0,3	1,05
	10 dk ozonlama	3,45	2,85	0,47	2,83	-0,56	2,5
	15 dk ozonlama	2,20	1,93	0,62	2,03	-0,11	1,6

DE\* =1,0'lık bir renk farkı değeri sınır olarak kabul edilmiştir. Lacivert ve siyah renk boyanmış kumaş numunelerinde, ozon uygulama sonucunun başarılı olduğu görülmüştür. Kırmızı renk boyanmış kumaş numunesinde ise ozon uygulama sonucunun sınır değerde olduğu görülmüştür. Hâkî renk kumaşta ise, geleneksel redüktif yıkama yapılmış numune dahil olmak üzere tüm numuneler için DE\*=1.0 limitinin üzerindedir. Ancak, 5 dakika ozonla temizlenmiş numunelerin geleneksel redüktif yıkama yapılmış numuneye göre renk farklılıkların daha az olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, Tabloda sunulan  $\Delta E$  değerleri dikkate alınarak, tüm numuneler için 5 dakika ozon temizleme işlemi süresi onaylanmıştır. Ozon temizleme işleminin etkisi hakkında daha ayrıntılı bilgi sağlamak için DL\*, Da\*, Db\* DC\* ve DH\* değerleri de DE değerlerinin yanında Tablo 3'de sunulmuştur.

### Boyanmış Kumaşların Haslık Özellikleri

Konvansiyonel redüktif yıkama ve ozon uygulama işlemlerinden sonra ISO 105:C06 yıkama haslığı sonuçları Tablo 4'te gösterilmektedir.

**Tablo 4.** Boyanmış kumaşların yıkama haslık değerleri

Kırmızı renk boyalı kumaşlara ait yıkama haslığı						
	Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
5 dk ozonlama	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
10 dk ozonlama	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
15 dk ozonlama	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Redüktif yıkama	2-3	3-4	2-3	2-3	3-4	3
Siyah Renk Boyalı Kumaşlara Ait Yıkama Haslığı						
	Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
5 dk ozonlama	3	4-5	2-3	3	4-5	3-4
10 dk ozonlama	3	4-5	3	3	4-5	3-4
15 dk ozonlama	3	4-5	3	3	4-5	3-4
Redüktif yıkama	3	4-5	3	3	4-5	3-4
Haki Renk Boyalı Kumaşlara Ait Yıkama Haslığı						
	Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün

5 dk ozonlama	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5
10 dk ozonlama	4	4	4	4	4	4
15 dk ozonlama	4	4-5	4	4	4-5	4
Redüktif yıkama	4	4	4	4	4-5	4
<b>Lacivert Renk Boyalı Kumaşlara Ait Yıkama Haslığı</b>						
	<b>Asetat</b>	<b>Pamuk</b>	<b>Naylon</b>	<b>Poliester</b>	<b>Akrilik</b>	<b>Yün</b>
5 dk ozonlama	4	4-5	3	3	4	4
10 dk ozonlama	4	4-5	3	3	4-5	4
15 dk ozonlama	4	4-5	3-4	3-4	4-5	4
Redüktif yıkama	4	4	3	3	4	4

Kırmızı renkli kumaşlar incelendiğinde yıkama haslığı değerlerinin redüktif yıkamaya göre oldukça iyi olduğu görülmektedir. Hem Siyah hem haki renkli kumaşların yıkama haslıkları geleneksel redüktif yıkanmış kumaşlarla aynı olduğu, aralarında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Özellikle haki renkli kumaşlarda 5 dk ozonlama işlemi uygulanmış kumaşlarda bir miktar daha iyi haslık değerleri elde edilmiştir. Aynı şekilde lacivert renkli kumaşlarda da ozonlama işlemi uygulanmış kumaşlar genel olarak iyi haslık değerleri elde edilmiştir. Tüm kumaş numunelerinde 5 dk ozonlamanın redüktif yıkama yapılan kumaşların haslık değerleri ile aynı olduğu hatta bazı kumaşlarda daha iyi olduğu görülmektedir. Dolayısıyla birçok kimyasal maddenin ve yüksek sıcaklığın kullanıldığı geleneksel yıkamaya göre sadece ozon kullanımı ile aynı sonuçlara ulaşılması, polyester kumaşların temizlenmesinde hem enerji tasarrufu hem de çevre açısından oldukça avantajlıdır.

**Tablo 5.** Boyanmış kumaşların ter haslık değerleri

<b>Kırmızı Renk Boyalı Kumaşlara Ait Ter Haslığı</b>						
	<b>Asetat</b>	<b>Pamuk</b>	<b>Naylon</b>	<b>Poliester</b>	<b>Akrilik</b>	<b>Yün</b>
5 dk ozonlama	4	4	4	4	4	4
10 dk ozonlama	4	4	4	4	4	4
15 dk ozonlama	4	4	4	4	4	4
Redüktif yıkama	2-3	3-4	2-3	2-3	4	4
<b>Siyah Renk Boyalı Kumaşlara Ait Ter Haslığı</b>						
	<b>Asetat</b>	<b>Pamuk</b>	<b>Naylon</b>	<b>Poliester</b>	<b>Akrilik</b>	<b>Yün</b>
5 dk ozonlama	3-4	4-5	3	3-4	4-5	4
10 dk ozonlama	3-4	4-5	3	3-4	4-5	4
15 dk ozonlama	3-4	4-5	3	3-4	4-5	4
Redüktif yıkama	4	4-5	3-4	3-4	4-5	4
<b>Haki Renk Boyalı Kumaşlara Ait Ter Haslığı</b>						
	<b>Asetat</b>	<b>Pamuk</b>	<b>Naylon</b>	<b>Poliester</b>	<b>Akrilik</b>	<b>Yün</b>
5 dk ozonlama	4	4	4	4	4	4
10 dk ozonlama	4	4	4	4	4	4
15 dk ozonlama	4	4	4	4	4	4
Redüktif yıkama	4	4	4	4	4	4

<b>Lacivert Renk Boyalı Kumaşlara Ait Ter Haslığı</b>						
	<b>Asetat</b>	<b>Pamuk</b>	<b>Naylon</b>	<b>Poliester</b>	<b>Akrilik</b>	<b>Yün</b>
5 dk ozon	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5
10 dk ozon	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4
15 dk ozon	4-5	4	3-4	4	4-5	4-5
Redüktif	4-5	4-5	3	3-4	4	4-5

Geleneksel redüktif yıkama ve ozon uygulama işlemlerinden sonra ISO 105-E04 ter haslığı sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir. 5, 10 ve 15 dakika ozonla muamele edilen kumaş numuneleri ile redüktif yıkama yapılan kumaşın ter haslığı değerleri karşılaştırıldığında ozon ile işlem gören kumaşlarla aynı olduğu hatta yine kırmızı renkli kumaşlarda ter haslık değerlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.

### **Boyanmış Kumaşların Mukavemet Özellikleri**

Redüktif yıkama yapılmış kumaşlar ve ozon uygulaması yapılmış kumaşların mukavemet dayanımları da test edilmiş ve sonuçlar Tablo 'da sunulmuştur. Sonuçlar, test edilen koşullar altında ozon temizleme işleminin mukavemet özelliklerinde bir kayıp yaratmadığını ve bu nedenle ozon temizleme işlemlerinin çalışmada önerildiği gibi poliester kumaşlara güvenle uygulanabileceğini göstermektedir.

**Tablo 6.** Boyanmış kumaşların yırtılma mukavemet özellikleri

<b>Yırtılma mukavemeti (N)</b>					
<b>Kumaş rengi</b>		<b>Atkı Yönü</b>		<b>Çözümlü Yönü</b>	
		<b>Ortalama</b>	<b>% CV</b>	<b>Ortalama</b>	<b>% CV</b>
<b>Lacivert</b>	5 dk ozonlama	41,42	3,81	45,60	1,27
	Redüktif yıkama	44,46	1,42	51,61	3,46
<b>Haki</b>	5 dk ozonlama	44,55	9,03	35,65	4,74
	Redüktif yıkama	41,92	1,44	50,12	1,58
<b>Siyah</b>	5 dk ozonlama	46,85	2,43	35,11	4
	Redüktif yıkama	37,73	6,15	45,33	7,62
<b>Kırmızı</b>	5 dk ozonlama	44,45	5,49	32,39	2,05
	Redüktif yıkama	39,99	5,77	51,52	1,42



## Ozon ile Temizleme İşleminin Çevresel Faydaları

KOİ ölçümlerinin sonuçları, ozon ile temizleme işleminin çevresel yükünde büyük bir ilerleme olduğunu göstermiştir. Redüktif yıkama banyosu için ölçülen 4 renk (lacivert, haki, siyah ve kırmızı) için KOİ değerleri sırasıyla 3830, 3422, 3082 ve 2617 mg/l iken ozonla temizleme banyosunun KOİ değerleri 90,5, 231, 101 ve 85 mg/l'dir. Dolayısıyla, ozonla temizleme ile geleneksel redüktif yıkamaya kıyasla kimyasal oksijen ihtiyacı açısından % 96,09'luk bir azalma sağlanmıştır.

### 4. Sonuç

Bu çalışmada, dispers boyarmadde ile boyanmış poliesterin temizlenmesi ve seri üretim için uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla, ozon art temizleme yöntemi RB Karesi fabrikasının seri üretim numuneleri üzerinde test edilmiştir. Yapılan ozonlama çalışmaları ve süre optimizasyon çalışmaları neticesinde çalışılan şartlardaki 5 l/h ozon gaz akış oranında oda sıcaklığındaki nötr suda 5 dk ozonlama işlemi ile işletmede redüktif yıkamayla elde edilen renk haslığı sonuçlarına ulaşıldığı ve renk değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür ve bu ozon uygulaması ile temizleme yönteminin başarısını göstermiştir. Bu nedenle, ozon ile poliester kumaş temizleme, geleneksel redüktif yıkama işlemine kıyasla daha düşük su tüketimi, daha düşük enerji tüketimi, daha düşük kimyasal kullanım (dolayısıyla daha düşük çevresel etki) ve daha kısa arıtma süreleri gibi avantajlara sahiptir.

### Finansal Destek

RB Karesi Tekstil Özkaynak Finansmanı ile gerçekleştirilmiştir.

### Çıkar Çatışması

Yoktur.

### Yazar Katkısı

Semiha EREN: Deneysel planlama, metot ve test belirlenmesi, sonuçların yorumlanması, makale yazımı

Gizem BAYAÇLI: İşletmede (RB Karesi) yapılan testlerin yürütülmesi, makale yazımı

İrem ÖZYURT: İşletmede (RB Karesi) yapılan testlerin yürütülmesi, makale yazımı

Doğan DEREN: İşletmede (RB Karesi) yapılan testlerin yürütülmesi

Merve ÖZTÜRK: Ozon denemelerinin yürütülmesi ve KOİ testleri

Aliye AKARSU: Ozon denemelerinin yürütülmesi

Hüseyin Aksel EREN: Deneysel planlama, metot ve test belirlenmesi, sonuçların yorumlanması, makale yazımı

### 5. Kaynaklar

[1] Jaffe, M., Easts, A. J., Feng, X. (2020). Polyester fibers. In Thermal Analysis of Textiles and Fibers (pp. 133-149). Woodhead Publishing.

[2] Öner, E., (2001). "Boyama Teknolojisi I", Ders Notu, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- [3] Eren, H. A., Gundogan, S., Eren, S., & Kocaman, B. (2013). Substitution of reduction clearing step by ozone treatment at disperse dyeing of polyester. *Ozone: science & engineering*, 35(3), 196-200.
- [4] Kanık, M., (2020) “Boyama Teknolojisi”, Ders Notu, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- [5] Eren, H. A. (2006). Afterclearing by ozonation: a novel approach for disperse dyeing of polyester. *Coloration technology*, 122(6), 329-333.
- [6] Öztürk, D., & Eren, H. A. (2010). Tekstil terbiyesinde ozon kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 15(2).
- [7] Mıstık, S.I., (2012). Effect of Ultrasonic Energy on Reductive Cleaning of Dyed Polyester Fabrics. *Asian Journal of Chemistry*, 24(8), 3724-3728.
- [8] Balcı, O., (2011). Poliester Esaslı Örme Kumaşların Redüktif Yıkınması İçin Yeni Yaklaşımlar. *Tekstil ve Konfeksiyon*, (1), 42-49.
- [9] Eren, H. A., & Anış, P. (2006). Tekstil boyama atık sularının ozonlama ile renk giderimi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 11(1).
- [10] Eren, H. A., Öztürk, D., & Eren, S. (2012). Afterclearing of disperse dyed polyester with gaseous ozone. *Coloration Technology*, 128(2), 75-81.
- [11] Gündoğan, S., & Eren, H. A. (2014). Practical realisation of ozone clearing after disperse dyeing of polyester. *Coloration Technology*, 130(5), 357-362.
- [12] Eren, S., Özcan, H., Yiğit, İ., & Eren, H. A. (2019). Polyesterin disperse blue 79 ile klasik ve susuz boyanmasının karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 2019, 24(2), 661-670.
- [13] Yiğit, İ., & Eren, S., (2017). Haşıl Sökme İşlemine Alternatif Bir Metot; Ozon Uygulaması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(1), 139-148. doi:10.17482/uumfd.309460
- [14] Becenen, N. (2017). Azo boyarmaddelerinin yasaklanması: bebek ve çocuk giysilerinde uygulanabilirliğinin araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(10), 1-6.
- [15] Özdil, N., & Özçelik, A. G. G. (2006). Kumaşlarda Yırtılma Mukavemeti Test Yöntemlerinin Karşılaştırılması Üzerine Bir Çalışma.