



Ozon Gazı İle Aşındırmanın Farklı Yapıdaki Örme Kumaşların Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Semiha EREN¹, Cansu Betül ÖZDEN², Seray DURGUNLU³, İdil YİĞİT⁴,
Hüseyin Aksel EREN⁵

¹B. U. Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKEY, ORCID ID 0000-0002-2326-686X

²B. U. Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKEY, ORCID ID 0000-0003-0512-7935

³B. U. Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKEY, ORCID ID 0000-0003-0581-5607

⁴B. U. Ü., Orhaneli MYO, Giyim Üretim Teknolojisi Bölümü, Bursa, TURKEY, ORCID ID 0000-0002-1552-8612

⁵B. U. Ü., Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, TURKEY, ORCID 0000-0003-3908-51395

Corresponding Author: İdil YİĞİT, idiyigit@uludag.edu.tr

Özet

Ozon gazı; güçlü oksidatif özelliği sayesinde; selülozik mamüllere uygulanan ön işlemlerde, poliester boyama ve temizlemede, çeşitli liflerin (yün, polilaktik asit, vb) terbiyesinde, renk sökmede, tekstil atık sularının temizlenmesinde ve denim uygulamaları gibi pek çok tekstil alanında kullanılmaktadır. Özellikle son günlerde eskitme/aşındırma etkili ürünlerin kullanımına olan ilgi artmaktadır. Bu efekt, farklı örgü yapıları ile üretilen tişört ve sweatshirt çeşitlerinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada dört farklı yapıda örme kumaş, 5l/dk ve 10 l/dk olmak üzere 2 farklı ozon akış oranında 10 dk süreyle ozonlanmışlardır. Ozonlanan numunelerin renk farkı, yıkama haslığı, ağırlık ve kalınlık değişimi, pürüzlülük, kontür netliği gibi değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar; ozon akış oranı arttıkça numunelerin K/S değerlerinin arttığını, kumaş kalınlığı fazla olan numunelerin (iki ve üç iplik) kontür netliklerinin daha belirgin olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Article Info

Research Article

Received: 07/12/2021

Accepted: 21/12/2021

Anahtar Kelimeler

Ozon Gazı, Çevre Dostu, Ekolojik, Aşındırma, Kontür netliği

Öne Çıkanlar

- Klasik aşındırma işlemlerine göre ekonomik, hızlı ve ekolojik yöntem sunmak.
- Ekolojik, ekonomik ve etkili yöntemler kullanılmasına katkıda bulunmak

The Effects of Ozone Gas Discharging on the Physical Properties of Knitted Fabrics of Different Structures

Abstract

Ozone gas thanks to its strong oxidative property, is used in many textile fields such as pre-treatments applied to cellulosic products, polyester dyeing and clearing, treatment of various fibres (wool, polylactic acid, etc.), colour removal, cleaning of textile wastewater and denim applications. In recent days, the interest in the use of products with vintage/discharge effects has been increasing. This effect is used in types of T-shirts and sweatshirts that are produced with different knitting structures. In this study, knitted fabrics in four different structures were ozonated for 10 minutes at 2 different ozone flow rates, 5 l/min and 10 l/min. Values such as colour difference, washing fastness, weightiness and thickness, roughness, contour sharpness of ozonated samples were examined. Obtained results; It was concluded that the K/S values of the samples increased as the ozone flow rate increased, and the contour sharpness of the samples with higher fabric thickness (two and three threads) was more pronounced.

Keywords

Ozone Gas, Eco-Friendly, Ecological, Discharging, Contour sharpness

Highlights

- To offer an economical, fast and ecological method compared to classical discharge
- Contributing to the use of ecological, economical and effective methods

1. Giriş / Introduction

Tekstil terbiye işlemleri çok fazla su ve kimyasal tüketen proseslerden oluşmaktadır. Özellikle boyama ve bitim işlemlerinin yarattığı kirlilik çevre için büyük bir atık yükü oluşturmaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda tekstil terbiyesi, boyama ve baskı üzerine yapılan çalışmalar, daha çevre dostu işlemlere odaklanmıştır (1,2).

Tekstil endüstrisinin sebep olduğu çevresel etkilere bakıldığında; yüksek kimyasal yüke sahip suyun alıcı ortamlara aktarılması sırasında enerji tüketimi, hava kirliliği, katı atıkların oluşumu ve koku oluşumu da önemli unsurlar olarak sıralanmaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)'e göre temiz üretim; "insanlara ve çevreye karşı risklerin düşürülmesini sağlamak amacıyla yapılan üretim" şeklinde tanımlanmaktadır (3). Bu amaçla çevreye duyarlı pek çok yenilikçi proses geliştirilmektedir. Ozon gazı ile yapılan işlemlerde bu proseslere örnektir (4).

Oksidatif özelliği ön plana çıkan ozon gazı, konvansiyonel terbiye işlemlerine göre daha düşük enerji ve su tüketimine sahip olmasıyla çevre dostu, oldukça belirgin bir temiz üretim yöntemidir (5,6).

Ozon, tekstilde; atık su arıtımı ve renk sökme, selülozik liflerin ağartılması ve desenlendirilmesi, poliesterin temizlenmesi, denim yıkama gibi farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (7,8).

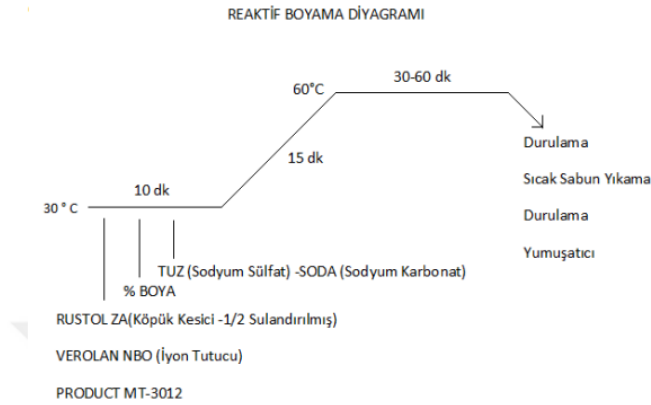
Son yıllarda yıpranmış, eski görünümlü, rengi solmuş tekstil ve hazır giyim ürünleri genç müşteriler arasında giderek daha popüler hale gelmektedir(6,9,10). Ancak bu görünümleri elde etmek için yapılan işlemler çevreyi olumsuz etkileyen, çok fazla su ve kimyasal tüketen verimsiz yöntemlerle sağlanmaktadır. Kullanılan yöntemler çevre kadar tüketicilerin ve çalışanların ciltleri için de sağlıksızdır (6,11,12).

Ozon kullanılarak boyanmış tekstillerin renk sökme/ağartması çalışmaları, ağartma etkili, yıpranmış görünümlü veya vintage/eskitme tarzı tekstil ürünlerinin moda pazarında önemli bir pay kazanması nedeniyle giderek daha fazla yayınlanmaktadır (9-14). Yapılan çalışmalar çevresel açıdan atık yükü olmayan ozon ile renk sökme/ağartma işlemlerini desteklemektedir. Bu çalışmada; farklı yapıdaki örme kumaşlara ozon ile aşındırma işlemi yapılmış, renk, haslık, pürüzlülük ve kontür netliği incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem / Material and Method

2.1. Materyal / Material

Çalışmada farklı yapı ve gramajda % 100 pamuklu örme kumaşlar kullanılmıştır. Kullanılan kumaşlara ait özellikler Tablo 2.1’de verilmiştir. Kumaşlar CI Reactive Blue 221 ile % 5 boyama koyuluğunda Ataç Marka bobin boyama numune makinesinde boyanmıştır. Boyama prosesi Şekil 2.1’de verilmiştir. Boyama ve boyama sonrası yıkamalarda kullanılan kimyasallar Tablo 2.2’de yer almaktadır.



Şekil 2.1. Kumaşların boyanmasında kullanılan reaktif boyama diyagram

Tablo 2.1 Örne kumaşlara ait özellikler

KUMAŞ YAPISI	GRAMAJ (g/m ²)	SIKLIK		KALINLIK, (mm)	İPLİK NUMARASI
		Çubuk Sıklığı (Çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (Sıra/cm)		
Süprem	160	20	17	0,59	Nm 30/1
Ribana	210	12	13	0,98	Nm 30/1
İki İplik	240	14	18	1,03	Nm 20/10
Üç İplik	260	12	14	1,57	Nm 20/16/10

Tablo 2.2 Boyamada kullanılan boyarmadde ve yardımcı kimyasallar

FİRMA	BOYARMADDE/ YARDIMCI KİMYASALLAR
EVERZOL	CI Reactive Blue 221
TEKKİM	Sodyum Karbonat
TEKKİM	Sodyum Sülfat
RUDOLF DURANER	Köpük Kesici (Non-iyonik RUSTOL ZA)
RACL	İyon Tutucu (Verolan NBO)
BOZZETTO GROUP	Sabun (Lavoral RSZ)

Çalışmada kullanılan numunelerin kısaltılmış isimleri Tablo 2.3.'de verilmiştir.

Tablo 2.3 Çalışmada kullanılan kısaltmaların açıklamaları

Kısaltma	İşlem
Süprem 5_10	Süprem kumaşa 5 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem
Süprem 10_10	Süprem kumaşa 10 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem
Ribana 5_10	Ribana kumaşa 5 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem
Ribana 10_10	Ribana kumaşa 10 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem
İki İplik 5_10	İki İplik kumaşa 5 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem
İki İplik 10_10	İki İplik kumaşa 10 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem
Üç İplik 5_10	Üç İplik kumaşa 5 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem
Üç İplik 10_10	Üç İplik kumaşa 10 l/dk ozon akış oranında, 10 dk süreyle işlem

2.2. Yöntem / Method

Boyanmış kumaşlar % 40 nemlendirme oranında, su ile ıslatılmıştır (2,6). Islatma işlemi sprey ile yapılmıştır. Kumaşların eşit oranda istenilen nemlendirme oranına

getirilebilmesi için laboratuvar tipi Mathis fulard kullanılmıştır. Kumaşlar 3 bar basınç ile fulardan geçirilmiştir. Aşındırma işlemi için ProOzon jeneratörü (Ankara, Türkiye) 25 g/h kapasiteli cihazdan elde edilen ozon gazı Şekil 2.3'te verilen 5x10 cm boyutlarında desenli baskı şablonlarının olduğu cihaza verilerek aşındırma işlemi yapılmıştır.



Şekil 2.3. Ozon aşındırma ekipmanı şeması (1.Ozonlama Kabini, 2.Tahliye Borusu, 3.Ozon İletim Borusu, 4. Ozon Jeneratörü, 5. Şablon, 6. Tahliye Fanı)

Ozonlama İşlemi

Farklı yapıdaki nemlendirilmiş örme kumaşlar Şekil 2.3.'de görülen ekipman içine yerleştirilerek, 5 l/dk ve 10 l/dk olmak üzere 2 farklı ozon gaz akış oranında 10 dakika süre ozon gazı uygulanmıştır. Buradaki değerler literatürdeki çalışmalar referans alınarak seçilmiştir (2,6).

Renk Ölçümleri

Deneysel çalışmalardan sonra elde edilen numunelerin spektral değerleri, Konica Minolta CM3600d spektrofotometre cihazında, D65 ışık kaynağı-10° gözlem açısı kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümlerde Color Mission programı kullanılmıştır. Renk ölçümleri, kumaşın boyalı ve aşındırılmış desen bölgesindeki 4 farklı noktadan ölçüm alınarak yapılmıştır.

Renklerde farklılık ve sapma olma olasılığı sebebiyle tek bir dalga boyuna karşılık gelen K/S değeri yerine ölçülen tüm dalga boylarına karşılık gelen toplam K/S değerleri alınmıştır. Denklem 2.1 'de görülen formülde kullanılanlar toplam K/S değeridir.

$$\% \text{ Renk Giderimi} = \frac{\text{K/S boyalı numune} - \text{K/S sökülmiş}}{\text{K/S boyalı numune}} \times 100 \quad (2.1)(15)$$

Elde edilen numunelerin fotoğrafları TERMAL marka ışık kabini içinde D65 ışık altında çekilmiştir.

Yıkama Haslığı Testi

Yıkama haslığı yapılırken TEST Laboratuvar Cihazları 412 NB HT makinesi kullanılmıştır. Numunelerin yıkama haslığı testi ISO105: C06-B2S test metoduna göre yapılmıştır.

Pürüzlülük Testi

Yüzey modifikasyon yöntemlerinden biri olan ozonlama işleminin, yüzey pürüzlülüğünü etkileyip etkilemediğini görmek amacıyla numunelere pürüzlülük testi yapılmıştır.

Numunelerin pürüzlülük ölçümleri Accretch Surfcom 130A cihazında, ISO 4287-1997 (ISO 4287-1997:2005. Geometrical product specification (GPS) - Surface texture: profile method – terms, definitions and surface texture parameters) kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirilirken yüzey yapısının değerlendirilmesinde en yaygın değer olan Ra (yüksekliğin aritmetik ortalaması, μm) değeri üzerinde değerlendirme yapılmıştır(16,17). Numunelere çubuk yönünde 5 ölçüm yapılmıştır.

Ağırlık Kaybı

Numunelerin ozonlama öncesi ve ozonlama sonrası metrekare ağırlığının belirlenmesi TSE (1965) standartına göre yapılmıştır. Numunelerin farklı bölgelerinden 100 cm^2 alanlı iki numune kesilerek ortalamaları alınmıştır. Kesilen deney numuneleri 0,001 hassasiyete sahip Mettler marka elektronik tartı yardımıyla tartılmıştır. Numuneler arasındaki ağırlık değişimi % olarak verilmiştir.

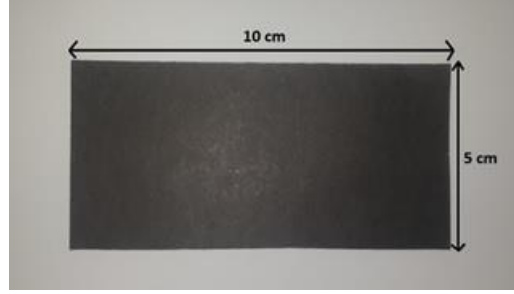
Kalınlık Değişimi

Kumaş kalınlığı kumaşın en yüksek ve en düşük yüzeyleri arasındaki mesafenin belirli bir basınç altında ölçülmesiyle tespit edilmektedir. Ölçümde ASTM D1777 (1975) standardına uygun olarak, (test alanı 1 cm^2 , hassasiyeti ise 0.01 mm) James Heal marka ölçüm aletinde, en düşük basınç değeri olan 5 gf/cm^2 de ölçülmüştür.

Kontür Netliği

Kontür netliği ölçümü, ozon gazı ile aşındırma yapılmış kumaşlar üzerinde ilk olarak gözle subjektif bir şekilde yapılmıştır. Ancak subjektif ölçümü sayısal verilere dökmek için aşındırmada kullanılan şablon boyutlarında ($5\text{ cm} \times 10\text{ cm}$) kesilmiş bir karton, ozon gazı ile aşındırılmış alan üzerine konularak aşındırılmış bölgenin alanı işaretlenmiştir. Karton şablonun dışında kalan alanın şablonun hatlarından uzaklaştığı bölgeler cetvel ile çizilerek ölçülmüş ve sayısal olarak bir değer elde edilmiştir. Numunelerin sıra ve çubuk

yönünde en fazla dışarıda kalan alanlar hesaplanarak kontür netliği ile ilgili objektif bir veri elde edilmiştir. Subjektif ölçümde kullanılan baskı şablonu boyutundaki ekipman Şekil 2.4’de görülmektedir.



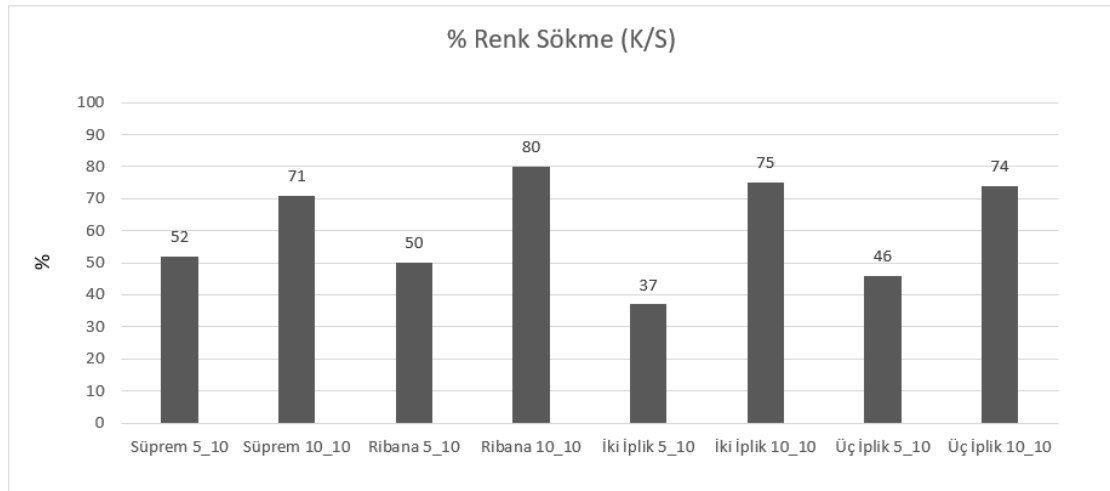
Şekil 2.4. Subjektif ölçümü sayısal verilere dökmek için kullanılan ekipman

3. Bulgular ve Tartışma / Results and Discussion

3.1. Renk Ölçümü Sonuçları

Boyama sonrası numunelerin % renk sökme (K/S) değerleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Şekil 3.1 incelendiğinde; 10 l/dk ozon gaz akış oranında ve 10 dakika süreyle ozon gazı ile aşındırma yapılmış örme kumaş numunelerinin aşınma değerlerinin 5 l/dk ozon gaz akış oranındakilere göre daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. 10 l/dk ozon gaz akış oranı ve 10 dakika işlem süresi ile ozon ile aşındırılan örme kumaşların renk sökme K/S değerlerinin % 70 in üzerinde çıktığı görülmüştür.



Şekil 3.1. Numunelerin % Renk Sökme (K/S) değerleri

3.2. Yıkama Haslığı Sonuçları

Ozon gazı ile aşındırılmış numunelerin yıkama haslığı sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Yıkama haslığı test sonuçları

Numune	YÜN	AKRİLİK	POLİESTER	POLİAMİD	PAMUK	ASETAT
Süprem İşlemsiz	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5
Ribana İşlemsiz	4	4	4-5	4	3-4	4
İki İplik İşlemsiz	4	4	4-5	4	3-4	4
Üç İplik İşlemsiz	4	4-5	4-5	4-5	4	4
Süprem 5_10	4-5	4-5	5	4-5	4-5	4-5
Ribana 5_10	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
İki İplik 5_10	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4
Üç İplik 5_10	4	4-5	4-5	4	4	4-5
Süprem 10_10	4-5	4-5	5	4-5	4-5	4-5
Ribana 10_10	4-5	4-5	5	4-5	4-5	4-5
İki İplik 10_10	4-5	4-5	5	4-5	4-5	4-5
Üç İplik 10_10	4-5	4-5	5	4-5	4-5	4-5

Ozon ile işlem görmüş numunelerin yıkama haslığı test sonuçları, işlemsiz kumaşların haslık test sonuçları ile kıyaslandığında; ozonlanmış kumaşların haslık değerlerinde beklendiği gibi iyileşme olduğu sonucunu vermiştir. Renk sökme oranı (% K/S) 10 l/dk ve 10 dk ozonlanan kumaşlarda daha yüksek olmasına rağmen haslık değerleri her iki parametrede üretilen numunelerde de iyi çıkmıştır.

3.3. Pürüzlülük Ölçüm Sonuçları

Bu çalışmada numunelerin ozon gazı ile aşındırılması sonucunda yüzeylerindeki pürüzlenme oranlarına bakılmıştır. Pürüzlülük ölçümünde özellikle Ra değeri dikkate alınmıştır. Ra, yüzey yapısını analiz etmek için en kullanışlı, iyi bilinen ve yaygın parametre olan değer yorumlanmıştır (16).

Tablo 3.5’de ki veriler; ozon gazı ile aşındırma işlemi yapılmış ve işlem yapılmamış yüzeylerin arasında pürüzlülük bakımından anlamlı bir değişim olmadığını göstermektedir. Bu sonuç ozon gazı ile aşındırma işlemi yaparken beklendiği gibi renk sökmenin meydana geldiği ancak yüzeyin pürüzlülüğünün değişmediğini göstermektedir.

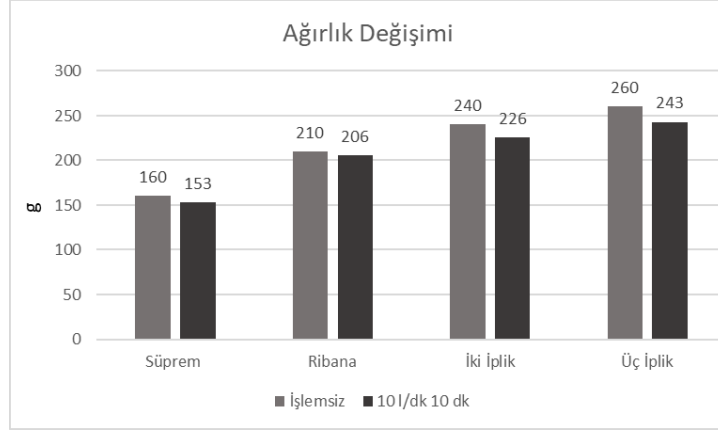
Tablo 3.5. Numunelerin pürüzlülük (Ra) değerleri

Kumaş Tipi	Ra	Kumaş Tipi	Ra (µm)
	İşlemsiz		Ozon ile Aşındırılmış
Süprem	11,83	Süprem 5-10	11,55
		Süprem 10-10	11,83
Ribana	14,85	Ribana 5-10	11,80
		Ribana 10-10	13,00
İki İplik	11,35	İki İplik 5-10	14,27
		İki İplik 10-10	10,87
Üç İplik	12,88	Üç İplik 5-10	13,10
		Üç İplik 10-10	12,97

3.4. Ağırlık Kaybı

Kumaşların ozonlama öncesi ve ozonlama sonrası ağırlık değişimleri en iyi % K/S sonuçlarının alındığı 10 l/dk ve 10 dk ozonlama işlemi yapılmış numunelerden alınmıştır.

Ağırlık değişimlerine ait grafik Şekil 3.2.'de verilmiştir.

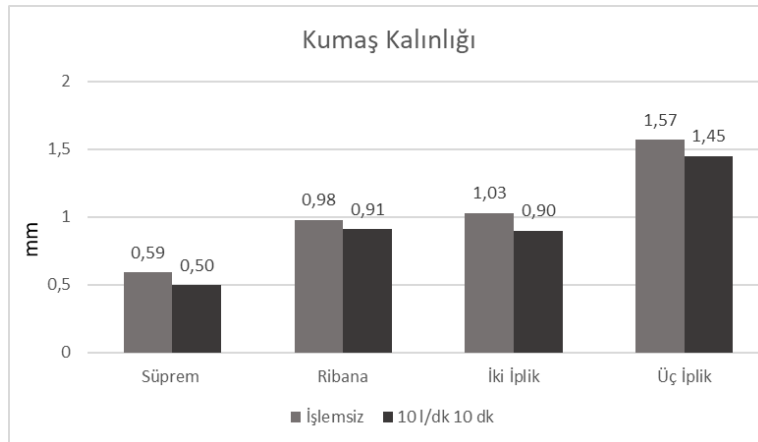


Şekil 3.2. Kumaşların ozonlama sonrası ağırlık değişimleri

Şekil 3.2.'de de görüldüğü üzere numunelerde ozonlama işlemi sonrası numunelerde ortalama % 5'lik bir ağırlık değişimi söz konusudur. Ozon gazının uygulandığı bölgede boyaların dekolorize olması nedeniyle meydana gelen ağırlık değişimi, beklenen bir değişimdir.

3.5. Kalınlık Değişimi

Kumaşların ozonlama öncesi ve ozonlama sonrası kalınlık değişimleri en iyi % K/S sonuçlarının alındığı 10 l/dk ve 10 dk ozonlama işlemi yapılmış numunelerden alınmıştır. Ağırlık değişimlerine ait grafik Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Kumaşların ozonlama sonrası kalınlık değişimleri

Şekil 3.3.'den de görüldüğü üzere numunelerde ozonlama işlemi sonrası bir kalınlık değişimi söz konusudur. Ağırlık değişimi başlığının altında da bahsedildiği gibi ozon gazının uygulandığı bölgelerde boya dekolorizasyonun kumaşlarda neden olduğu ağırlık değişimi, kumaş kalınlıklarında da azalmaya sebep olmuştur.

3.6. Kontür Netliği

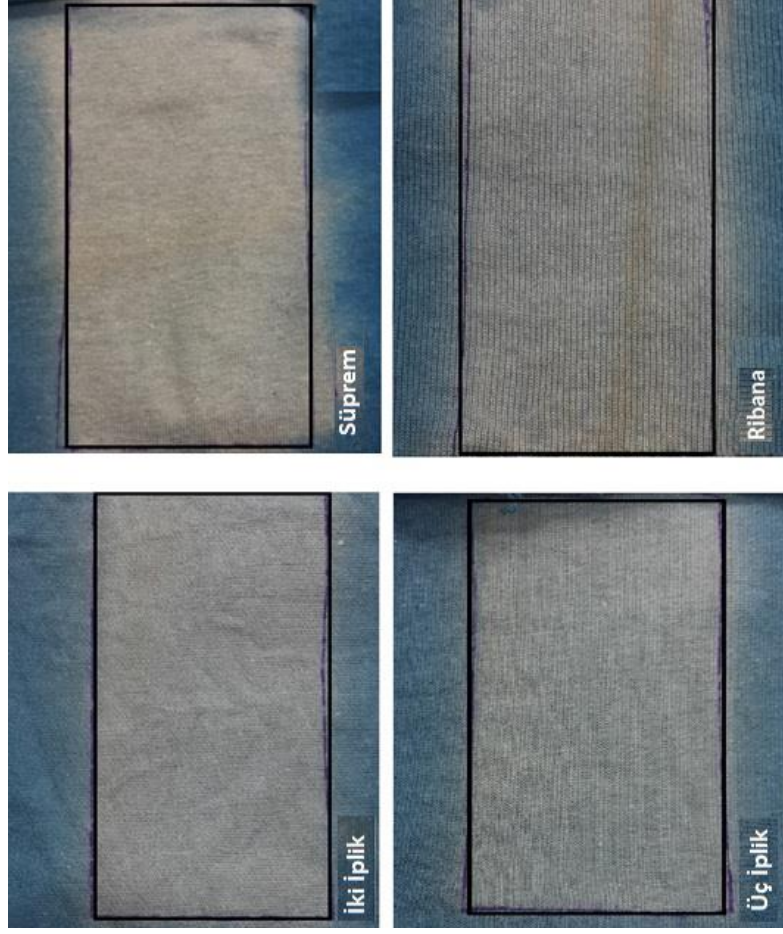
Kontür netliği ölçümleri renk sökölme değerlerine göre en iyi çıkan 10 l/dk ve 10dk'lık numunelerde yapılmıştır. Kontür netliği ile ilgili analiz için alınan yayılma oranı sayısal verileri Tablo 3.6.'da verilmiştir.

Subjektif olarak değerlendirilen kontür netliği testlerinde, ozon gazı ile aşındırılmış kumaşların işlem sonrası incelemesi yapılmıştır. Numuneler, farklı gaz akış oranlarında ve 10 dakika ozonlama süresinde ozonlanmış ve yayılma miktarlarına bakılmıştır. 10 l/dk-10 dk ozonlama yapılan iki iplik kumaşta en iyi aşındırma sonuçları alındığı ve en yüksek yayılmanın süprem kumaşta olduğu görülmüştür. Kumaşların kontür netliği Şekil 3.4.'de verilmiştir.

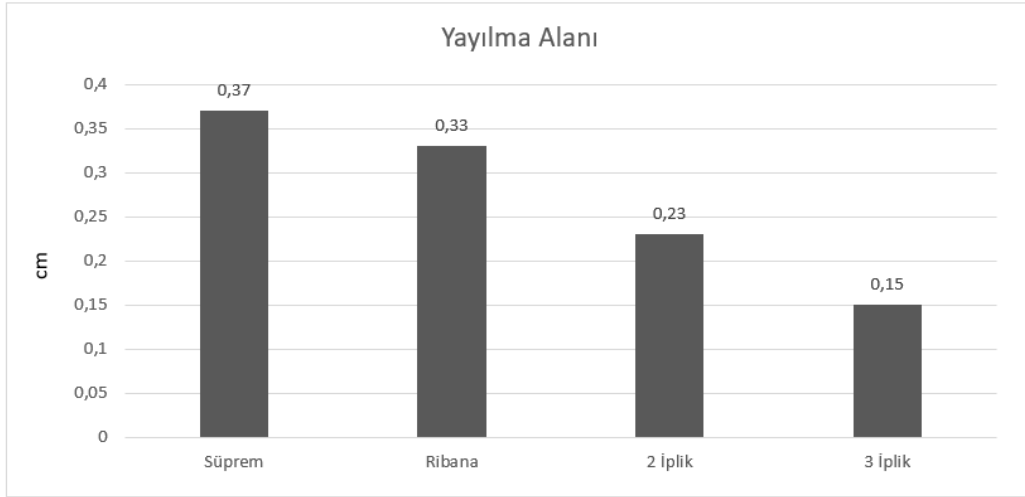
Numunelerin kontür netliklerinin iki iplik ve üç iplikte hem subjektif hem de objektif değerlendirmede daha iyi olması kumaş kalınlıklarına bağlanmıştır. Kalınlık yükseldikçe kontür netliğinin aynı oranda nemlendirilmiş kumaşlarda daha iyi olduğu görülmüştür.

Tablo 3.6. Numune kumaşların kontür netliği için alınan yayılma alanı ölçümleri (cm)

Numune	Çubuk Yönü Ortalama	Sıra Yönü Ortalama	Toplam Ortalama
Süprem	0.3	0.45	0,38
Ribana	0,24	0,41	0,33
2 İplik	0,25	0,2	0,23
3 İplik	0,2	0,1	0,2



Şekil 3.4. Kontür netlikleri



Şekil 3.3. Numunelerin yayılma alanı ortalama grafikleri

Numunelerin hepsi aşındırma işleminden önce aynı oranda (% 40) nemlendirilmektedirler. Ancak nemlendirme sırasında kumaşa emdirilen su damlasının

yayılma hızı kumaş kalınlığı ile birlikte azalma göstermektedir (18,19). Dolayısı ile kumaş kalınlığı en az olan süprem (0.59 mm) kumaşlarda yayılma daha hızlı olmakta, bu nedenle ozon gazı daha geniş alana yayılmaktadır.

Daha kalın ipliklere sahip kumaşlarda, sıvının ipliğe nüfuz etmesi için gereken süre daha fazla olduğundan, iplikten ipliğe sıvı geçiş hızı daha düşük olmaktadır(18,19). Bu nedenle, daha kalın ipliklere sahip iki iplik ve üç iplik kumaşlarda yayılma alanı daha düşük olmuş, aşınma alanı kontürü daha net gözükmiştir.

4. Sonuç / Conclusion

Ozon gazı tekstil sektöründe çeşitli alanlarda kullanılan güçlü oksidatif etkiye sahip bir gazdır. Uygulandığı işlemlerde kullanılan su, enerji ve kimyasal kullanımından tasarruf sağlayan çevreci bir yöntemdir.

10 l/dk ozon akış oranı ve 10 dk ozonlama süresi sonucunda farklı yapıdaki örme kumaşların renk sökme oranlarını % 70'in üzerinde olduğu görülmüştür. Aynı zamanda numunelere yapılan yıkama haslığı test sonuçları başarılıdır. Numunelerde ozonlama işlemi sonrası az miktarda ağırlık ve kalınlık değişimleri görülmüştür. Pürüzlülük ile ilgili yapılan ölçüm sonuçları; ozon gazı ile aşındırma işleminin yüzeyin pürüzlülüğünde anlamlı bir değişim yapmadığı yönündedir.

Kontür netliği ile ilgili yapılan değerlendirmede, numunelerin kalınlıklarının kontür netliğini etkilediği görülmektedir.

Finansal Destek

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 5190033 proje numarası ile desteklenmiştir. Yazarlar, değerli destekleri için TÜBİTAK'a teşekkür eder.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkısı

Fikir – İ.Y.; Tasarım – İ.Y., S.E., H.A.E.; Malzemeler – H.A.E., S.E., E.A.; Veri toplanması ve/veya işlemesi – İ.Y., S.E., C.B.Ö, S.D.; Analiz ve/veya yorum – İ.Y., S.E., C.B.Ö, S.D.; Literatür taraması – İ.Y., C.B.Ö., S.D.; Yazıyı yazan –İ.Y., C.B.Ö.; Eleştirel İnceleme – İ.Y., S.E., H.A.E.

5. Kaynaklar / References

1. S Gundogan and H A Eren, Color. Technol., 130 (2014) 357.
2. Yigit, I., et al. (2018). "Ozone utilisation for discharge printing of reactive dyed cotton." Coloration Technology 134(1): 13-23.

3. Eren, H., Öztürk, D., 2010. Tekstil Terbiyesinde Ozon Kullanımı, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15, Sayı 2, 2010.
4. Bursa Tekstil ve Konfeksiyon AR-GE Merkezi BUTEKOM, Tekstilde Çevre, Uludağ İhracatçı Birlikleri Bursa Tekstil ve Konfeksiyon, Teknoloji, Eğitim, Araştırma, Danışmanlık ve Enerji Verimliliği Hizmetleri Limited Şirketi, Bursa, Ocak 2014.
5. H A Eren, S Gundogan, S Eren and B Kocaman, Ozone Sci. Eng., 35 (2013) 196.
6. Yiğit, İ., Eren, S., Karalı, R., Yıbar, M. F., & Eren, H. A. (2021). Comparison of the colour fading effects of sodium hypochlorite and ozone treatments. *Coloration Technology*.
7. Eren, H. A., Yiğit, İ., Eren, S., Avinc, O., 2020. Ozone: An Alternative Oxidant for Textile Applications, *Sustainability in the Textile and Apparel Industries* pp 81-98.
8. Körlü, A. (2018). Use of ozone in the textile industry. *Textile Industry and Environment*, 1-23.
9. Card, A., Moore, M. A., & Ankeny, M. (2005). Performance of Garment Washed Denim Blue Jeans. *AATCC review*, 5(6).
10. He, Z., Li, M., Zuo, D., & Yi, C. (2018). The effect of denim color fading ozonation on yarns. *Ozone: Science & Engineering*, 40(5), 377-384.
11. Sarkar, J., & Khalil, E. (2014). Effect of industrial bleach wash and softening on the physical, mechanical and color properties of denim garments. *IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering*, 1(3), 46-49.
12. Paul, Roshan. 2015. *Denim: Manufacture, Finishing and Applications*. Cambridge, UK: Elsevier.
13. Cheung, H. F., Kan, C. W., Yuen, C. W. M., Yip, J., & Law, M. C. (2013). Colour fading of textile fabric by plasma treatment. *Journal of Textiles*, 2013.
14. Kan, Chi Wai. 2014. "CO₂ Laser Treatment as a Clean Process for Treating Denim Fabric." *Journal of Cleaner Production* 66 (2):624–31.
15. Ali, S, Chathaa, S, Asghera, M, Ali, SK, & Hussain, AI. (2012). Biological color stripping: a novel technology for removal of dye from cellulose fibers. *Carbohydr Polym*, 87(2), 1476–1481.
16. Gadelmawla, E. S., Koura, M. M., Maksoud, T. M., Elewa, I. M., & Soliman, H. H. (2002). Roughness parameters. *Journal of materials processing Technology*, 123(1), 133-145.

17. Becerir, B., Akgun, M., & Alpay, H. R. (2016). Effect of some yarn properties on surface roughness and friction behavior of woven structures. *Textile Research Journal*, 86(9), 975-989.
18. Mhetre, S. K. (2009). Effect of fabric structure on liquid transport, ink jet drop spreading and printing quality. Georgia Institute of Technology.
19. King, K. M. (2009). Emerging technologies for digital textile printing. *AATCC review*, 8, 34-36.