

## Denim Kumaşlarda Farklı Yıkama İşlemlerinin Kumaşların Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Eylen Sema DALBAŞI<sup>\*1</sup>, Gonca ÖZÇELİK KAYSERİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Emel Akın Meslek Yüksek Okulu, Bornova, İzmir

Geliş tarihi: 03.01.2018

Kabul tarihi: 14.03.2018

### Öz

Bu çalışmada, denim terbiyesinde uygulanan çeşitli yıkama ve ağartma işlemlerinin denim kumaşların gramaj, en büyük kopma kuvveti, eğilme dayanımı, yüzey sürtünme katsayısı ve renk değişimi gibi fiziksel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla; denim kumaşlara taş yıkama, enzim yıkama, taş ve enzim yıkama, peroksit ağartma, hipoklorit ve potasyum permanganat ağartması gibi çeşitli yıkama işlemleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Denim kumaşlarda istenen soldurma etkisi en fazla taş yıkama, enzim yıkama ve peroksit ağartma ile elde edilmiştir. Ancak mukavemet kayıpları dikkate alındığında peroksit ağartma uygulanan kumaşlarda mukavemet kaybı yüksek olduğu için en uygun denim yıkama prosesinin taş ve enzim yıkama olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Denim kumaş, Taş yıkama, Enzim yıkama, Ağartma, Fiziksel özellikler

## Investigation of the Different Washing Processes on the Physical Characteristics of Denim Fabrics

### Abstract

In this study, the effect of various washing and bleaching treatments on the physical properties of denim fabrics such as weight, breaking strength, bending rigidity, surface friction coefficient and color change were investigated. For this purpose; the various washing processes such as stone washing, enzymatic washing, stone and enzyme washing, peroxide bleaching, hypochlorite and potassium permanganate bleaching were applied to denim fabrics. The results obtained were evaluated statistically. The desired fading effect in denim fabrics was obtained by maximum stone washing, enzyme washing and peroxide bleaching. Considering the strength losses, however, it was determined that the most suitable washing processes were stone washing and enzyme washing because of the high loss of strength in bleached fabrics with peroxide.

**Key words:** Denim fabric, Stone wash, Enzymatic washing, Bleaching, Physical properties

---

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Eylen Sema DALBAŞI, sema.namligoz@ege.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Moda akımının önemli bir kısmını oluşturan denim giysiler, ilk olarak 19. yüzyılın ortasında üretilmiştir. Amerika'da önceleri köylü ve işçilerin giydiği bir pantolon çeşidi olan denim ya da yaygın kullanım adıyla blue-jean, II. Dünya Savaşı sırasında tüm dünyaya yayılmıştır. İlk denim kumaş üretimi 1873 yılında Levi Strauss & Co tarafından yapılmıştır. Firmanın başlattığı denim giysi akımı, 1950'lerde ilk fermuarlı jeanlerle birlikte dünya çapında giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüzde denimden yapılan giysiler, genç yaşlı her kesimden insanın tercih ettiği giysilerdir. Bunun sebebi; görünümün ötesinde denim kumaşların rahatlığı, dayanıklılığı, estetik ve moda akımına uygun olmasıdır [1].

Denim kumaşlar konfeksiyon alanında katma değeri yüksek ürünler olup dimi konstrüksiyonunda ve genellikle pamuktan üretilmektedirler. Denim kumaşlara uygulanan farklı yıkama işlemleri ile moda uygun çok çeşitli efektler elde edilmektedir. Denim kumaşlarda atkı ipliği olarak boyanmamış, çözgü ipliği olarak da indigo boyarmaddeyle boyalı iplikler kullanılmaktadır ve yıkama işlemleri sırasında kumaşın rengi ve tonu değişmektedir [2-5].

Denim kumaşlara yapılan işlemler enzim yıkama, taş yıkama, rinse yıkama, moon yıkama, kumla işlem, ağartma şeklinde sıralanabilir [6-8]. Taş yıkama, denim kumaşlarda en sık kullanılan yıkama uygulamalarından biridir. Taş yıkama işleminde amaç, denim ürünlere, uzun süre giyilmiş ve birçok kez yıkanmış efekti kazandırmaktır. Taş yıkama sırasında kullanılan ponza taşları aşındırma etkisiyle kumaşın renginin açılmasını sağlamaktadırlar. Ayrıca denim kumaş solmuş görünüm kazanmaktadır. Ancak kullanılan ponza taşları makine parçalarına zarar vermekte, drenaj sistemlerinin tıkanmasına sebep olmakta ve taş parçacıklarının uzaklaştırılması zor olmaktadır. Ayrıca, taş yıkama sonrasında kumaşın dikiş, kemer ve kenar kısımları zarar görebilmektedir [9,10]. Enzimlerle işlem sonrasında selülozik kumaşların yüzeyindeki lifler uzaklaştırılmakta, pilling oluşumu azalmakta ve tuşe yumuşamaktadır [11]. Denim ürünlerde ise, selüloz

enzimi kullanılarak yapılan biyoparlatma olarak adlandırılan bu yıkama işlemi ile indigo boyarmadde kumaştan uzaklaştırılmakta ve denim kumaşa eskitme efekti kazandırılmaktadır. Bu işlemde daha çok asidik veya nötral selülozlar tercih edilmektedir [1,9]. Denim kumaşlarda ağartma, görünümü kar beyazlığına kadar ulaşabilen rengi tanımlamaktadır. Denim kumaşlarda haşıl söküldükten sonra taş yıkama yapılıp veya taş yıkama yapılmadan ağartma işlemi uygulanarak kumaşın rengi istenilen tonda açılmaktadır. Genellikle ağartma işlemlerinde sodyum hipoklorit ağartması, potasyum persülfat ağartması, enzimatik ağartma, permanganat ağartması ve peroksit ağartması olmak üzere beş yöntem uygulanmaktadır [12].

Bu çalışmada, denim terbiyesinde uygulanan çeşitli yıkama ve ağartma işlemlerinin denim kumaşların gramaj, en büyük kopma kuvveti, eğilme dayanımı, yüzey sürtünme katsayısı ve renk değişimi gibi fiziksel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, denim kumaşlara taş yıkama, enzim yıkama, taş ve enzim yıkama, peroksit ağartması, hipoklorit ve potasyum permanganat ağartması gibi çeşitli yıkama ve ağartma işlemleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar üzerine uygulanan yıkama, ağartma işlemlerinin ve yıkama sayısının etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada, denim kumaşlar bir firmadan temin edilmiştir. Bu kumaşlara haşıl sökme işleminden sonra taş yıkama, taş ve enzim yıkama, enzim yıkama, peroksit, hipoklorit ve potasyum permanganat olmak üzere 6 farklı parça yıkama işlemi yapılmıştır. Çizelge 1'de kumaşın fiziksel özellikleri ve Çizelge 2'de parça yıkama işlemleri ve kumaş kodları verilmektedir.

Çizelge 1. Denim kumaşın fiziksel özellikleri

Doku tipi	3/1 dimi	
Gramaj (g/m <sup>2</sup> )	416	
Sıklık	Çözgü sıklığı (tel/cm)	26
	Atkı sıklığı (tel/cm)	16

**Çizelge 2.** Parça yıkama işlemleri ve kumaş kodları

İşlem adı	Kodlar
İşlemsiz	İG
Taş yıkama	1
Taş yıkama + 10 defa yıkama	1A
Taş yıkama + 20 defa yıkama	1B
Enzim yıkama	2
Enzim yıkama + 10 defa yıkama	2A
Enzim yıkama + 20 defa yıkama	2B
Taş ve enzim yıkama	3
Taş ve enzim yıkama + 10 defa yıkama	3A
Taş ve enzim yıkama + 20 defa yıkama	3B
Peroksit ağartması	4
Peroksit ağartma + 10 defa yıkama	4A
Peroksit ağartması + 20 defa yıkama	4B
Hipoklorit ağartması	5
Hipoklorit ağartması + 10 defa yıkama	5A
Hipoklorit ağartması + 20 defa yıkama	5B
Potasyum permanganat ağartması	6
Potasyum permanganat ağartması + 10 defa yıkama	6A
Potasyum permanganat ağartması + 20 defa yıkama	6B

Çizelge 3’de denim kumaşlara uygulanan yıkama ve ağartma işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelere ait bilgiler verilmektedir.

**Çizelge 3.** Kullanılan kimyasal maddeler

Kimyasal maddenin adı	Kimyasal maddenin yapısı
Islatıcı	Sülfone edilmiş alkan ve yağ alkolü etoksilatları karışımı, anyonik
Selüloz enzimi	Endoca zengin asidik selüloz enzimi
Amilaz enzimi	Bakteri amilazı
Yıkama maddesi	Yağ alkolü etoksilatlarının karışımı, noniyonik
Dispergator	Yüksek moleküllü etoksilatların sinerjetik karışımı
Potasyum permanganat	KMnO <sub>4</sub>
Asetik asit	CH <sub>3</sub> COOH
Sodyum bisülfid	NaHSO <sub>3</sub>
Sodyum karbonat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Hidrojen peroksit	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (% 50’lik)
Sodyum hipoklorit	NaOCl
Ponza taşı	

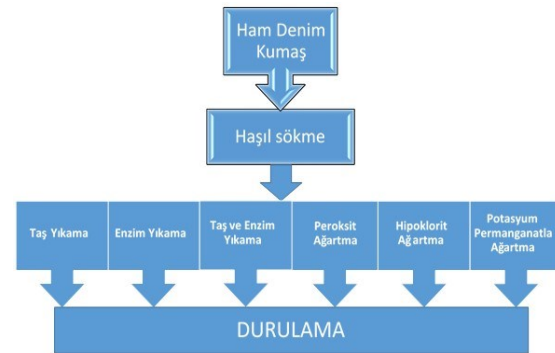
## 2.2. Metot

Yapılan tüm parça yıkama ve ağartma işlemleri, Rapid Laborteks marka tamburlu numune parça yıkama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Parça yıkama işlemlerinden önce tüm kumaşlarda haşıl sökme işlemi aynı makinede yapılmıştır. Kullanılan haşıl sökme reçetesi Çizelge 4’de verilmektedir.

**Çizelge 4.** Haşıl sökme reçetesi

Haşıl sökme
% 4 Amilaz enzimi
% 4 Islatıcı
Çektirme yöntemi, 70°C-20 dk Flotte oranı 1/20 Durulama, 25°C-15 dk

Parça yıkama ve ağartma işlemlerinden sonra kumaşlar oda sıcaklığında asarak kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra kumaşlar 3 gruba ayrılmıştır. 1. grup kumaşlara sadece parça yıkama ve ağartma işlemleri yapılmış ve ardından testler gerçekleştirilmiştir. 2. grup kumaşlara parça yıkama ve ağartma işlemleri yapıp ardından Wascator standart yıkama makinesinde 10 yıkama yapıldıktan sonra testler gerçekleştirilmiştir. 3. grup kumaşlara parça yıkama ve ağartma işlemleri yapıp ardından Wascator standart yıkama makinesinde 20 defa yıkanmıştır. Yıkamalar sonrasında testler gerçekleştirilmiştir. Şekil 1’de, iş akış şeması, parça yıkama ve ağartma işlemlerine ait aplikasyon şartları ve Çizelge 5’de ise reçeteler verilmektedir.

**Şekil 1.** İş akış şeması

**Çizelge 5.** Parça yıkama ve ağartma işlemlerine ait reçeteler

Taş yıkama	Enzimle biyoparlatma	Taş ve Enzimle yıkama
%1 Ponza taşı Çektirme, 50 °C-30 dk Flotte oranı 1/30 Durulama, 25 °C-15 dk	2 g/l Selülaz enzimi 1 g/l Islatici 1 g/l Dispergator pH: 4,5-5 Çektirme, 40 °C-30 dk Flotte oranı 1/30 Durulama, 25 °C-15 dk Nötralizasyon (1 g/l NaHSO <sub>3</sub> ) 25 °C-10 dk	%1 Ponza Taşı 2 g/l Selülaz enzimi 1 g/l Islatici 1 g/l Dispergator pH: 4,5-5 Çektirme, 40 °C-30 dk Flotte oranı 1/30 Durulama, 25 °C-15 dk Nötralizasyon (0,5 g/l Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) 25 °C-10 dk
Peroksitle ağartma	Hipokloritle ağartma	Potasyum permanganatla ağartma
15 g/l H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 4 g/l NaOH 4 g/l Stabilizatör 1 g/l Lyon tutucu Çektirme, 95 °C-60 dk Flotte oranı 1/20 Yıkama (1 g/l Tensid) 25 °C-10 dk	20 g/l NaOCl 1,5 g/l Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 1 g/l Islatici Çektirme, 50 °C-15 dk Flotte oranı 1/20 Nötralizasyon, 45 °C-5 dk Durulama, 25 °C-5 dk	0,3 g/l KMnO <sub>4</sub> Çektirme, 55 °C-20 dk Flotte oranı 1/20 Nötralizasyon (3 g/l NaHSO <sub>3</sub> ) 45 °C-5 dk Durulama, 25 °C-5 dk

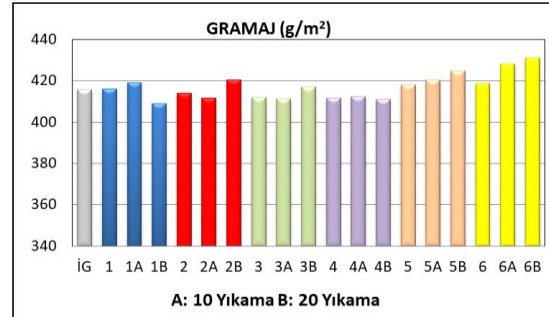
### 2.3. Testler

Parça yıkama ve ağartma işlemleri yapılmış kumaşlar standart atmosfer koşullarında (20±2 °C sıcaklık, %65±4 bağıl nem) kondüsyonlandıktan sonra kumaş gramajları, en büyük kopma kuvvet değerleri, yüzey sürtünme katsayıları, eğilme dayanımları ve renk farklılıkları ölçülmüştür. Kumaşların gramajları, TS 251 Madde 6'ya göre tespit edilmiştir [13]. Kumaşların atkı ve çözgü yönündeki en büyük kopma kuvvet değerleri Zwick/Roell Z010 kopma mukavemeti test cihazında TS EN ISO 13934-1 standardına göre yapılmıştır [14]. Kinetik ve statik sürtünme katsayıları, Frictorq cihazında ölçülmüştür [15]. Eğilme dayanımı testi, TS 1409 standardına göre Shirley sertlik ölçer cihazında yapılmıştır [16]. İşlem görmemiş kumaş ile işlem gören kumaşların aralarındaki renk farklılığı ( $\Delta E$  değerleri) HunterLab marka spektrofotometre cihazında ölçülmüştür.

## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 3.1. Gramaj Testi Sonuçları

Şekil 2'de yıkama ve ağartma prosesleri uygulanmış ve herhangi bir işlem uygulanmamış kumaşlara ait gramaj değerleri verilmektedir.

**Şekil 2.** Kumaşların gramaj değerleri

Şekil 2'de görüldüğü gibi işlem görmemiş kumaşa göre işlem gören ve yıkanan tüm numunelerin gramajlarının genel olarak arttığı görülmektedir. Hipoklorit ağartması (5 numaralı işlem) ve potasyum permanganat ağartması (6 numaralı işlem) uygulanan kumaşların gramajları işlemsiz ve diğer kumaşlara göre yaklaşık 10-15 g/m<sup>2</sup> kadar daha yüksektir. İşlemsiz kumaş gramaj değeri dikkate alındığında uygulamada bu farklılığın (yaklaşık %3'lük artış) çok önemli olmadığı düşünülmektedir. Kumaş gramajlarındaki artışın sebebi yıkama sayısının artmasıyla birlikte artan mekaniksel etki ile suyun liflerin kesitlerini çok fazla şişirmesi ve dolayısıyla kumaşlarda meydana gelen boyutsal çekmedir.

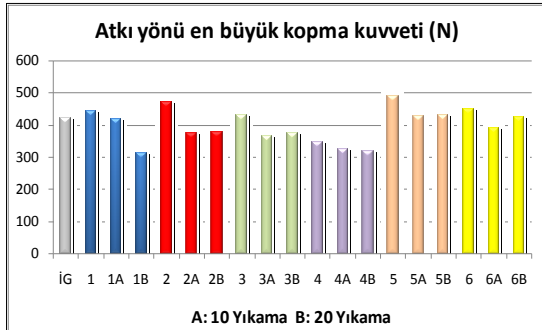
Kumaşlara uygulanan farklı yıkama, ağartma ve yıkama işlemlerinin sayısının, kumaşların gramaj değerleri üzerine etkisini istatistiksel olarak belirlemek amacıyla varyans analizi testi gerçekleştirilmiştir. Test sonucuna göre uygulanan tüm işlemlerin etkisi  $\alpha=0,05$  önem derecesiyle önemli iken ( $p=,000$ ), yıkama sayısının etkisinin önemsiz olduğu ( $p=,139$ ) belirlenmiştir. Çizelge 6'da kumaş gramaj testine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmektedir. Uygulanan yıkama ve ağartma prosesleri üç alt gruba ayrılmıştır. Aynı alt grupta yer alan gramaj değerleri, bu kumaşlara uygulanan yıkama ve ağartma işlemleri arasında istatistik olarak bir farklılık olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, en belirgin ve istatistiksel olarak önemli farklılık peroksit ağartması uygulanan kumaşların gramaj değerleri ile potasyum permanganat ağartması uygulanan kumaşların gramaj değerleri arasındadır.

**Çizelge 6.** Kumaş gramaj testine ait çoklu karşılaştırma analizi

İşlem	N	Alt grup		
		1	2	3
Peroksit ağartması		411,61		
Taş ve enzim yıkama	9	413,38	413,38	
Taş yıkama	9	414,77	414,77	
Enzim yıkama	9	415,32	415,32	
İşlemsiz	9	415,83	415,83	
Hipoklorit ağartması	3		421,03	421,03
Potasyum permanganat ağartması	9			425,93
Sig.		,648	,111	,118
Yıkama sayısı	N	Alt grup		
		1	2	3
Yıkama yapılmamış	21		415,13	
10 yıkama	18		417,12	
20 yıkama	18		418,89	
Sig.			,120	

### 3.2. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

Şekil 3 ve Şekil 4'de parça yıkama ve ağartma işlemleri yapılmış ve yapılmamış kumaşların sırasıyla atkı ve çözgü yönü en büyük kopma kuvveti değerlerine ait grafikler verilmektedir.

**Şekil 3.** Atkı yönü kopma kuvveti sonuçları

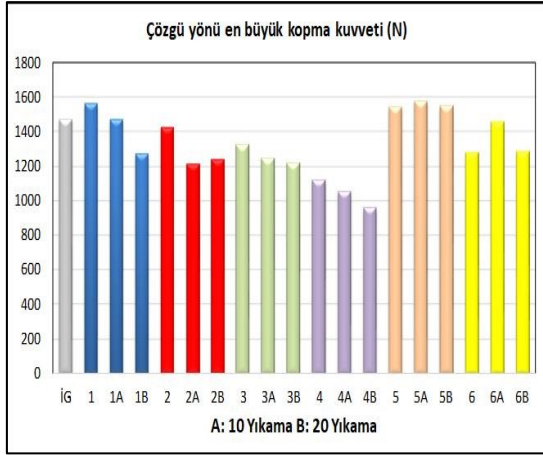
Şekil 3'de görüldüğü gibi işlem görmemiş kumaşa göre işlem gören kumaşların bazılarında kopma kuvveti kumaştaki çekme sebebiyle artmıştır. Hipoklorit ağartması (5 numaralı işlem) sonrasında kumaşların atkı kopma kuvveti değerleri diğer kumaşlara göre çok daha yüksektir. Yıkama sayısı arttıkça mekanik etki nedeniyle lif kaybı oluşmakta ve dolayısıyla mukavemet düşmektedir. Mukavemet kaybı bakımından incelendiğinde; 20 yıkama sonrası taş yıkama (1 numaralı işlem) ve peroksit ağartması (4 numaralı işlem) sonrası en fazla mukavemet düşüşü saptanmıştır.

Kumaşların atkı yönü kopma kuvveti ölçüm sonuçları üzerine farklı yıkama, ağartma işlemlerinin ve yıkama işlemi sayısının etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi testinde incelenen her iki parametrelerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p=,000$ ). Çizelge 7'de kumaşların atkı yönü kopma kuvveti testine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmektedir. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de peroksit ağartması diğer proseslere göre önemli bir farklılığa yol açarken, diğer işlemlerin aynı grupta olduğu belirlenmiştir. 10 ve 20 yıkama arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir, ancak yıkamanın yıkama yapılmamış kumaşa göre atkı yönü kopma kuvveti değerinde önemli bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 7.** Kumaş atkı yönü kopma mukavemeti testine ait çoklu karşılaştırma analizi

İşlem	N	Alt grup	
		1	2
Peroksit ağartması	9	327,07	
Taş yıkama	9		390,68
Enzim yıkama	9		406,45
Taş ve enzim yıkama	9		409,26
İşlemsiz	3		420,20
Potasyum permanganat ağartması	9		420,84
Hipoklorit ağartması	9		449,57
Sig.		1,000	,194
Yıkama sayısı	N	Alt grup	
		1	2
20 yıkama	18	381,51	
10 yıkama	18	382,73	
Yıkama yapılmamış	21		435,20
Sig.		,936	1,000

Şekil 4'de görüldüğü gibi yıkama ve ağartma işlemleri uygulanmış kumaşlarla kıyaslandığında işlem gören kumaşların bazılarında kopma mukavemeti artmıştır. Hipoklorit ağartması yapılmış (5 numaralı kumaş) kumaşların çözgü yönü en büyük kopma kuvveti değerleri diğer kumaşlara göre çok daha yüksektir. Genel olarak yıkama sayısı arttıkça mukavemet değerleri azalmıştır. Mukavemet kaybı açısından sonuçlar incelendiğinde, 20 yıkama sonrası peroksit ağartmasından (4 numaralı işlem) sonra en fazla mukavemet düşüşü saptanmıştır.



Şekil 4. Çözgü yönü kopma kuvveti sonuçları

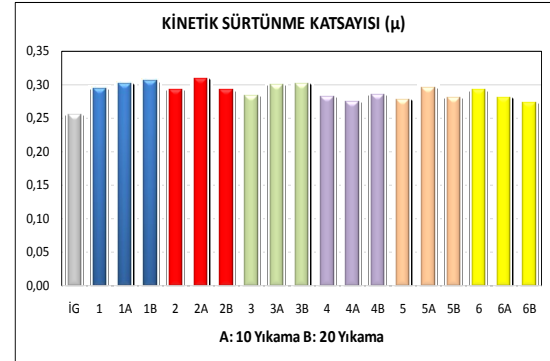
Çözgü yönü en büyük kopma kuvvet değerlerinin değişken parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde, denim kumaşlara uygulanan 6 farklı yıkama ve ağartma işleminin istatistiksel olarak etkili olduğu ( $p=,000$ ), ancak yıkama sayısının etkisinin önemsiz olduğu ( $p=,126$ ) belirlenmiştir. Çizelge 8’de verilen çoklu karşılaştırma analizine göre denim kumaşlara uygulanan yıkama ve ağartma işlemleri 3 alt gruba ayrılmaktadır. En fazla kumaşa zarar veren işlem peroksit ağartmasıdır.

Çizelge 8. Kumaş çözgü yönü kopma mukavemeti testine ait çoklu karşılaştırma analizi

İşlem	N	Alt grup		
		1	2	3
Peroksit ağartması	9	1041,74		
Taş ve enzim yıkama	9		1264,91	
Enzim yıkama	9		1289,04	1289,04
Potasyum permanganat ağartması	9		1338,19	1338,19
Taş yıkama	9		1432,13	1432,13
İşlemsiz	3		1469,15	1469,15
Hipoklorit ağartması	9			1554,05
Sig.		1,000	,227	,060
Yıkama Sayısı	N	Alt grup		
		1		
20 yıkama	18	1249,48		
10 yıkama	18	1325,82		
Yıkama yapılmamış	21	1380,70		
Sig.		0,066		

### 3.3. Sürtünme Katsayısı Ölçüm Sonuçları

Şekil 5’de yıkama ve ağartma işlemi uygulanan ve işlemsiz kumaşların kinetik sürtünme katsayılarına ait grafik verilmektedir.



Şekil 5. Kinetik sürtünme katsayısı değerleri

Şekil 5’de işlem görmemiş kumaşa göre işlem gören kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin genel olarak arttığı görülmektedir. Bu sonucun, parça yıkama işlemleri sonrasındaki oluşan lif kaybı sebebiyle kumaş yüzey pürüzlülüğünün artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yıkamanın etkisi açısından değerlendirildiğinde ise belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.

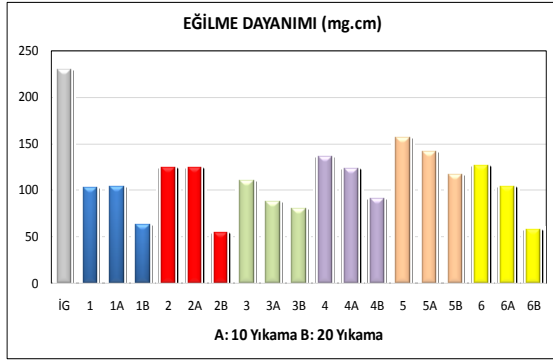
Çizelge 9. Kinetik sürtünme katsayısı testine ait çoklu karşılaştırma analizi

İşlem	N	Alt grup			
		1	2	3	4
İşlemsiz	3	,2546			
Peroksit ağartması	9		,2798		
Potasyum permanganat ağartması	9		,2807		
Hipoklorit ağartması	9		,2841	,2841	
Taş ve enzim yıkama	9			,2940	,2940
Enzim yıkama	9				,2976
Taş yıkama	9				,2996
Sig.		1,000	,676	,055	,505
Yıkama sayısı	N	Alt grup			
		1		2	
Yıkama yapılmamış	21	,2818			
20 yıkama	18			,2888	
10 yıkama	18			,2927	
Sig.	1,000	,211			

Denim kumaşların Frictorq cihazında ölçülen kinetik sürtünme katsayısı değerlerine uygulanan yıkama, ağartma işlemlerinin ve yıkama sayısının etkisinin istatistiksel olarak belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda işlemlerin etkisinin istatistiksel olarak önemli ( $p=,000$ ), yıkama sayısının ( $p=,140$ ) ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çizelge 9'da verilen çoklu karşılaştırma analizine göre kumaşlar dört alt gruba ayrılmıştır. İşlemsiz kumaşlara göre diğer tüm yıkama ve ağartma işlemleri ayrı birer grupta yer almaktadır.

### 3.4. Eğilme Dayanımı Sonuçları

Şekil 6'da yıkama ve ağartma işlemleri yapılmış ve işlemsiz kumaşların eğilme dayanımlarına ait grafik verilmektedir.



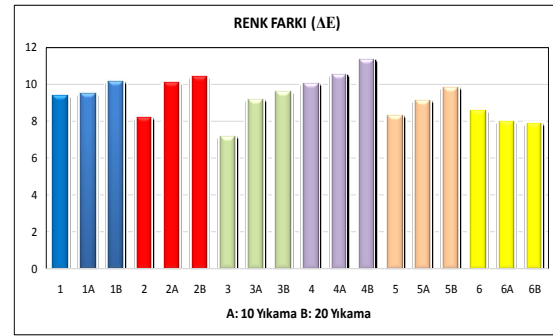
Şekil 6. Eğilme dayanımı değerleri

İşlem görmemiş kumaşa göre genel olarak işlem sonrasında eğilme dayanımlarında azalma olmuştur, yani kumaşların tuşesinin yumuşadığı söylenebilmektedir. Yumuşatma açısından en etkili işlemler, sadece taş (1 numaralı işlem) ve taş, enzim (3 numaralı işlem) birlikte olan yıkamalardır. Yıkama sayısı arttıkça yumuşaklık da artmıştır. Özellikle 20 yıkama yapılan numunelerin eğilme dayanımları oldukça düşük çıkmıştır. Taş yıkama (1B), enzim yıkama (2B) ve Potasyum permanganat (6B) ile aplikasyon yapılmış numuneler ile en düşük eğilme dayanımı değerleri elde edilmiştir (Şekil 6). Denim kumaşlara uygulanan yıkama, ağartma işlemlerinin ve yıkama sayısının kumaş tuşesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen

eğilme dayanımı test sonuçlarına ait varyans analizinde her iki parametrenin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p=,000$ ).

### 3.5. Renk ölçümü sonuçları

Şekil 7'de işlem görmemiş ve görmüş kumaşların renk farklılığına ( $\Delta E$ ) ait grafik verilmektedir.



Şekil 7.  $\Delta E$  değerleri

Şekil 7'de görüldüğü gibi tüm yıkama ve ağartma işlemleri sonucunda kumaşların renk farklılık değerlerine bakıldığında, işlem görmemiş kumaşa göre önemli bir renk açılması söz konusudur. Yıkama öncesi numunelerin  $\Delta E$  değerlerine göre etkili olan yani rengin en çok açıldığı işlemlerin taş yıkama (1 numaralı işlem), enzim yıkama (2 numaralı işlem) ve peroksitle yapılan ağartma (4 numaralı işlem) olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi kimyasal işlemlerin lifin üzerindeki boyanın belirli bir kısmını liften koparmasıdır. Yıkama arttıkça renk açılması artmıştır. Yıkama sırasında uygulanan mekanik etkinin yanı sıra hem sıcaklığın hem de kullanılan deterjanın etkisi nedeniyle kumaştaki boyarmadde miktarı fazladır ve bu sebeple de renk açılması daha fazla olmuştur. Yıkama etkisi, en çok 20 yıkamada ve peroksitle yapılan ağartma işleminde görülmüştür.

## 4. SONUÇLAR

Denim terbiyesinde yapılan farklı yıkama ve ağartma işlemleri ile kumaşların fiziksel özellikleri ve renkleri değişmektedir. Bu çalışmada, denim terbiyesinde uygulanan çeşitli yıkama ve ağartma işlemlerinin denim kumaşların gramajları, en



büyük kopma kuvveti, sürtünme katsayısı, eğilme dayanımı ve renk değişimi özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. 6 farklı işlem ve 2 farklı yıkama sayısı ile toplamda 19 kumaş elde edilmiştir. Bu kumaşların yukarıda belirtilen ölçümleri sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Uygulanan yıkama ve ağartma işlemleri sonrasında işlem görmemiş kumaşa göre kumaş gramajlarında artış görülmüştür.
- Uygulanan işlemler arasında atkı yönünde kopma mukavemet düşüşü en fazla taş yıkama ve peroksit ağartma işlemlerinde saptanırken çözgü yönünde sadece peroksit ağartma işleminden sonra mukavemet düşüşü en fazladır. Tüm işlemlerde yıkama sayısı arttıkça mekanik etki nedeniyle lif kaybı oluşmakta ve dolayısıyla mukavemet düşmektedir.
- İşlem görmemiş kumaşa göre işlem gören kumaşların sürtünme katsayısı değerleri genel olarak incelendiğinde artmıştır. Yıkamalar sonucunda kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinde belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.
- İşlem görmemiş kumaşa göre genellikle işlemlerden sonrasında eğilme dayanımı değerlerinde oldukça fazla azalma olmuştur. Yani kumaşlar yumuşak tuşe kazanmıştır. Özellikle 20 yıkama sonrasında taş yıkama, enzim yıkama ve potasyum permanganat ile ağartma işlemleri sonrasında en düşük eğilme dayanımı değerleri elde edilmiştir.
- İşlem görmemiş kumaş ile işlem gören tüm kumaşların arasındaki renk farklılık değerleri önemlidir. Denim sektöründe uygulanan yıkama ve ağartma işlemlerinden beklenen en önemli etki, solma efektinin olabildiğince fazla olmasıdır. Bu açıdan düşünüldüğünde çalışmada yapılan tüm işlemler denimdeki solma efektinin elde edilmesinde etkili olmuştur.  $\Delta E$  değerlerine bakıldığında da bu solma etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Rengin en çok açıldığı işlemler, taş yıkama,

enzim yıkama ve peroksitle yapılan ağartma işlemleridir. Yıkama sayısı arttıkça renk açılması daha da artmıştır.

Bu çalışmada uygulanan yıkama ve ağartma işlemleri arasında en fazla renk açılmasının taş yıkama, enzim yıkama ve peroksitle ağartma ile gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ancak peroksitle işlem sonrasında diğer işlemlere göre mukavemet kayıpları daha fazla olduğundan denim kumaşların yıkama işlemleri için en uygun prosesler taş ve enzim yıkama olarak önerilmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

1. Aslan, M., Körlü A., 2009. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(1), 11-23.
2. Oğulata, R.T., Nergis A., 2017. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(4), 87-98.
3. Karazincir, E., Baykal, P.D., 2014. Tekstil ve Mühendis, 21(94), 18-30.
4. Khalil, E., 2015. AASCIT Communications, 2(5), 159-163.
5. Khedher, F., Dhouib, S., Msahli, S., Sakli, F., 2009. Autex Research Journal, 9(3), 93-100.
6. Jucienė, M., Dobilaitė, V., Kazlauskaitė, G., 2006. Materials Science (Medžiagotyra), 12, (4), 355-359.
7. Toksöz, M., Mezarcıöz, S., Çukurova Üniversitesi 2013. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(2), 141-147.
8. Hasan, M.Z., Mamun, M.A.A., Siddiquee, M.A.B., Asif, A.K.M.H., Kauser, M.A., 2017. American Journal of Engineering & Natural Sciences, 1(2), 14-28.
9. Agrawal, B.J., 2017. Current Trends Biomedical Engineering & Biosciences, 3(3)1-3.
10. Nergis, A., Oğulata, T., 2017. Tekstil ve Mühendis, 24(107), 160-171.
11. Munna K.H., Chinyerenwa A.C., Kamruzzaman, M., Asaduzzaman, Hossain, A., Rumi, T.M., 2016. Science Research, 4(6), 146-152.
12. Çakır, N., 2010. Kot Pantolon Üretiminde Bitim İşlemlerinin ve Farklı Denim Kumaşların Fit Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi,



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

13. Türk Standartları Enstitüsü, 2008. TS 251 Standardı-Dokunmuş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlesinin Tayini, <https://intweb.tse.org.tr>, 11.12.2017.
14. Türk Standartları Enstitüsü, 2002. TS EN ISO 13934-1 standardı-Tekstil-Kumaşların gerilme özellikleri-Bölüm 1: En Büyük Kuvvetin ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Şerit Yöntemiyle Tayini, <https://intweb.tse.org.tr>, alıntı tarihi:11.12.2017.
15. Lima, M., Hes, L., Vasconcelos, R., Martins, J., 2005. AUTEX Research Journal, 5(4), 194-201.
16. Türk Standartları Enstitüsü, 1973. TS 1409 Standardı-Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımı Tayini, <https://intweb.tse.org.tr>, alıntı tarihi:11.12.2017.

