



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



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

Seçilmiş Denim Kumaşta Yıkama Türünün Kumaş Mukavemeti ve Uzaması Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Investigation of Effects of Washing Processes on Fabric Strength and Elongation for Selected Denim Fabric

Ece KARAZİNCİR, Pınar DURU BAYKAL
Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Balcalı-Adana, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Haziran 2014 (30 June 2014)

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

Ece KARAZİNCİR, Pınar DURU BAYKAL (2014): Seçilmiş Denim Kumaşta Yıkama Türünün Kumaş Mukavemeti ve Uzaması Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Tekstil ve Mühendis, 21: 94, 18-30.

For online version of the article: <http://dx.doi.org/10.7216/130075992014219403>



Araştırma Makalesi / Research Article

SEÇİLMİŞ DENİM KUMAŞTA YIKAMA TÜRÜNÜN KUMAŞ MUKAVEMETİ VE UZAMASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ece KARAZİNCİR
Pınar DURU BAYKAL*

Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Balcalı-Adana, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 04.03.2014

Kabul Tarihi / Accepted: 16.06.2014

ÖZET: Çalışmada ağır gramajlı denim kumaşa rinse, enzim ve enzimli taş olmak üzere üç farklı türde yıkama uygulanmıştır. Yıkamalar öncesi ve sonrası kumaş mukavemet ve uzaması ölçülmüş, elde edilen veriler SPSS istatistiksel veri analizi paket programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yıkama türünün denim kumaş üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yıkama işlemlerinin kumaşta mukavemet kaybına neden olduğu ve en fazla mukavemet kaybının enzimli taş yıkama sonrası olduğu gözlemlenmiştir. Rinse yıkama işleminin kumaş mukavemeti ve uzama yüzdeleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki yaratmadığı, enzim ve enzimli taş yıkama işlemlerinin ise hem atkı hem de çözgü yönünde uzama değerlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Denim, kumaş mukavemeti ve uzaması, rinse yıkama, enzim yıkama

INVESTIGATION OF EFFECTS OF WASHING PROCESSES ON FABRIC STRENGTH AND ELONGATION FOR SELECTED DENIM FABRIC

ABSTRACT: In this study, the effects of different washing types on the selected denim fabric's strength and elongation were researched. For this aim, 3 different washing processes (rinse, enzyme and enzymatic stone washing) were determined. Fabric strength and elongation values were measured before and after washing. The test results were statistically analysed with SPSS and the effects of washing types on denim fabrics were interpreted. According to the results, each washing processes decreased the fabric strength and, maximum strength loss was observed after enzymatic stone washing. Rinse washing process did not have significant effect on the strength and elongation values but enzyme and enzymatic stone washing processes decreased fabric elongation in both warp and weft directions.

Keywords: Denim, fabric strength and elongation, rinse washing, enzyme washing

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: pduru@cu.edu.tr

DOI: 10.7216/130075992014219403, www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Moda akımının önemli bir kısmını oluşturan denim giysiler, rahat giyim konusunda büyüyen dünya pazarında söz sahibidir. İlk blue jean üretimi 1873 yılında Levi Strauss tarafından yapılmıştır. Levi Strauss'un başlattığı denim giysi akımı 1950'lerde ilk fermuarlı jeanlerle birlikte dünya çapında ilerleyişe geçmiştir. Günümüzde ise genç yaşlı her kesimden herkesin denim giysisi bulunmaktadır. Bunun sebebi; görünümün ötesinde denim kumaşların rahatlığı ve dayanıklılığı, estetik ve moda anlayışına uygun farklılıklar kazandırılabilmesidir. Denim kumaşlara uygulanan bazı yıkama işlemlerinin hedefinde de denime farklılık kazandırma amacı yer almaktadır.

Literatürde denim yıkama işlemi ile ilgili var olan çalışmalar burada özetlenmiştir. Karal, denim kumaşlarda, yıkama işleminin kumaş dayanımında etkili olduğu, atkı ve çözgü yönünde dikiş kopma dayanımlarının bütün numuneler için yıkama sonrasında düşüş gösterdiği sonucuna varmıştır. Çalışmada, yıkama sonrası bütün kumaşların gramajı azalmıştır [1]. Kunt'un denim kumaşlarda konfeksiyon sonrası yapılan işlemlerin kumaş mekaniği üzerinde etkisini araştırdığı çalışmada; uygulanan ön yıkama, taş yıkama, ağartma ve tint işlemleri içinde kumaş mukavemetindeki en büyük kayba neden olan işlem taş yıkama olmuştur. Taş yıkamadan sonra yapılan ağartma ve tint işlemlerinin mukavemette çok büyük bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Yapılan tüm yıkama işlemleri sonucunda, atkı ipliği elastan karışımli olan kumaş numunesinin atkı yönündeki mukavemet değerleri en düşük ve mukavemetteki kayıpları ise en yüksek çıkmıştır. Gramajı en yüksek olan kumaş numunesi tüm yıkama işlemlerinden sonra en yüksek mukavemet değerlerini vermiştir [2].

Aslan'ın çalışmasında; farklı denim kumaş tiplerinin, enzim ile yıkama işlemleri sonrasında birbirinden farklı performanslar sergiledikleri görülmüştür. Denim ürünlerin enzim ile yıkama prosesleri öncesinde haşıl sökmenin yapıp yapılmadığı ile yıkama prosesinin gerçekleştiği pH ve işlem süresinin kumaş performansı üzerinde etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Denim ürünlerin enzimatik yıkama işlemlerinde istenen renk açılma oranlarının ve daha iyi tutumun eldesi için haşıl sökme işlemi önerilmektedir [3, 4]. Card ve

arkadaşları, %100 pamuk denim kumaştan hazırlanan jeanlere enzim ve taş yıkama işlemleri uygulamış, yıkama öncesi ve yıkamalar sonrasındaki boncuklanma ve aşınma dayanımlarını incelemiştir. Yıkama öncesi boncuklanma oranı enzim ve taş yıkamalardan fazla çıkmıştır. Nedeni ise enzim ve taş yıkama sırasında kumaş yüzeyinde boncuk oluşturabilecek liflerin enzimle parçalanarak ya da taşla aşınarak uzaklaşması olarak belirtilmiştir. Enzim ve taş yıkamalar sonrası boncuklanma sonuçları benzerdir denilmiştir [5].

Korkmaz çalışmasında, farklı gramajlarda denim kumaş üzerinde enzim-taş yıkama uygulamış, kumaş gramajı azaldıkça yıkamanın kumaş mukavemetine olumsuz etkilerinin arttığını belirtmiştir [6]. Khedher ve arkadaşlarının, denim kumaşlar üzerinde yıkama ve endüstriyel bitim işlemlerinin etkilerini inceledikleri çalışmada, 4 farklı yıkama (rinse, enzim, taş, enzimli taş) ve 5 farklı özel uygulama (fırçalama, zımpara, reçine, ağartma, permanganat sprey ile yumuşatma) üzerinden kombin çalışmalar yürütülmüştür. Yıkama işlemlerinin kumaşın mekanik özelliklerini olumsuz etkilediği görülmüştür. En çok mukavemet kaybı enzimli taş yıkama sonrasında görülmüştür. Rinse yıkama ise en az etki eden yıkama olmuştur. Bütün kumaşlarda çözgü yönü atkı yönünden daha fazla etkilenmiştir. Enzim ve taş yıkamalar kumaşı zayıflatmış, enzim ve taş bir arada uygulandığında bu etki daha da fazla olmuştur. Reçine uygulamaları denim kumaşa en çok zarar veren işlem olmuştur. Reçine uygulamaları ve enzimli taş yıkama işlemlerinden kaçınılması gerektiği belirtilmiştir [7]. Özgüney ve arkadaşları, lazer işleminin denim kumaşların kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, sürtünme mukavemeti gibi özellikleri üzerine etkisini araştırmışlar ve optimum çalışma koşullarını belirlemişlerdir. Kumaş kopma mukavemetinin işlem görmemiş kumaşlara nazaran düşüş gösterdiği tespit edilmiştir [8]. Kan ve Yuen çalışmalarında; elastanlı denim kumaşlarda ev tipi tekrarlı yıkamaların kumaş performans özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Farklı oranlarda elastan içeren 4 denim kumaşa 1, 3, 5 ve 25 kez tekrarlı ev tipi yıkama yapılmıştır. Yıkama öncesinde ve yıkamalar sonrasında denim kumaşların boyutsal kararlılık, mukavemet, hava geçirgenliği, sertlik ve kütle değişimleri tespit edilip karşılaştırılmıştır. Yıkama işleminin bütün bu özellikler üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir [9].

Çetinaslan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, çeşitli yıkama işlemlerinin denim kumaşların kopma ve yırtılma mukavemetleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kumaş gramajı arttıkça kopma ve yırtılma mukavemet kayıp oranının azaldığı tespit edilmiştir [10]. Toksöz ve Mezarciöz yaptıkları çalışmada, seçilmiş denim kumaşlara uyguladıkları yıkama işlemlerinin kumaşların kopma mukavemeti ve boyut değişimi özelliklerine etkilerini istatistiksel olarak incelemişlerdir. Boyut değişimi değerlerinde hem örgü tipinin hem de yıkama işleminin etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, hem atkı hem de çözgü yönünde rinse yıkamanın en düşük mukavemet kaybına, taş yıkamanın ise en yüksek mukavemet kaybına neden olduğu vurgulanmıştır [11]. Öztürk ve Eren tarafından yapılan çalışmada, günümüzde denim yıkama sektöründe eskitme ve desen oluşturma amacıyla ozon kullanımı anlatılmıştır. Çalışmada, ozonun diğer ağartıcı kimyasallara göre artık madde açığa çıkarmaması, çevreye zararlı olmaması, düşük sıcaklıklarda da etkin olması gibi avantajları vurgulanmıştır [12].

Bu çalışmada seçilmiş bir denim kumaş üzerinde rinse, enzim ve enzimli taş yıkamalar sonrasında kumaş mukavemetinde ve uzamasında oluşan değişimler incelenmiş, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan denim kumaş, işletmede yaygın olarak üretilen bir tip olup, özellikleri Tablo 1’de verilmiştir [13]. TS 2791’e göre numune denim kumaş ağır gramajlı denim grubuna girmektedir.

Tablo 1. Numune kumaş özellikleri

Örgü	Dimi 3/1 Z
Hammadde	%98 Pamuk %2 Elastan
Gramaj	355 g/m ²
Çözgü sıklığı	33,11 tel/cm
Atkı sıklığı	18,3 tel/cm

Denim kumaş üretiminde atkıda 78 dtex elastan içeren Ne 13 özlü ring ipliği (core-spun) kullanılmıştır. Çözgüde ise %50 Ne 10 Ring karde iplik ile %50 Ne11 Ring şantuklu iplik kullanılmıştır. Atkı ve çözgü ipliklerine ait mukavemet ve uzama özellikleri ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Atkı ve çözgü ipliklerinin mukavemet ve uzama özellikleri

		Mukavemet (Rkm)	Kopma uzaması (%)
Atkı ipliği		15,9	6,9
Çözgü ipliği	Ring karde	18,7	6,2
	Ring şantuklu	16,4	5,8

2.2. Metot

Numuneler yıkama durumuna göre toplamda 4 gruba ayrılmıştır. Yıkama öncesi numuneler herhangi bir işleme tabi tutulmadan direk test edilmek üzere ayrılmıştır. Yıkama numuneleri ise ayrı ayrı rinse yıkama, enzim yıkama ve enzimli taş yıkama işlemlerinden geçirilmiştir. Bu yıkama türleri, işletmede denim kumaşa en sık uygulanan yıkama türleri arasından seçilmiştir. Her yıkama grubu için TS EN ISO 13934-2:1999 standardına göre atkı ve çözgü yönlerinde 5’er tane olmak üzere toplamda 10 adet numune hazırlanmıştır.

Rinse yıkama sadece su ile yapılırken, enzim yıkamada ek kimyasallar kullanılmıştır. Enzimli taş yıkamada ise enzimle birlikte kumaşta aşındırma sağlayacak küçük ponza taşları kullanılmıştır. Yıkama işlemlerine ait reçeteler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 3. Rinse yıkama (durulama) reçetesi

İşlem sırası	İşlem adı	Flotte oranı (kg/l)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	pH
1	Rinse yıkama	1/14	20	5	6-7
2	Boşaltma				
3	Sıkma				
4	Kurutma		70	60	

Tablo 4. Enzim yıkama reçetesi

İşlem sırası	İşlem adı	Flotte oranı (kg/l)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	pH	Kimyasal	
						Adı	Miktarı
1	Haşıl sökme	1/8	45	14	6-7	-Amilaz enzimi LAVAZYME AEN 01 KAISER (DYSTAR)	0.4 cc/l
						-Dispergator LAVASPERSE KKC KAISER (DYSTAR)	1.25 cc/l
2	Boşaltma						
3	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
4	Boşaltma						
5	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
6	Boşaltma						
7	Sıkma						
8	Enzim yıkama	1/8	45	25	6-7	-Nötr taş enzimi ATB 96L (GARMON)	1.25 cc/l
						-Dispergator LAVASPERSE KKC KAISER (DYSTAR)	1.25 cc/l
						-Köpük kesici ANTISPUMIN DNF (BOZZETTO)	0.4 cc/l
9	Boşaltma						
10	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
11	Boşaltma						
12	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
13	Sıkma						
14	Kurutma		70	60			

Yıkanan numuneler tamburlu kurutma makinelerinde kurutulup ılık ütüyle düzeltilmiştir. Sonrasında tüm numunelerin kumaş mukavemeti ve uzama yüzdeleri Titan mukavemet cihazında test edilmiştir [14]. Elde edilen sonuçlar SPSS istatistiksel veri analizi progra-

mında analiz edilmiş ve değerlendirme yapılmıştır. İstatistiksel analizde uzama ve mukavemet değerleri bağımsız değişken, yıkama grupları ve kumaş yönleri ise bağımlı değişken olarak alınmıştır. Çok değişkenli genel lineer model uygulanmıştır.

Tablo 5. Enzimli taş yıkama reçetesi

İşlem sırası	İşlem adı	Flotte oranı (kg/l)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	pH	Kimyasal	
						Adı	Miktarı
1	Haşıl sökme	1/8	45	14	6-7	-Amilaz enzimi LAVAZYME AEN 01 KAISER (DYSTAR)	0.4 cc/l
						-Dispergator LAVASPERSE KKC KAISER (DYSTAR)	1.25 cc/l
2	Boşaltma						
3	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
4	Boşaltma						
5	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
6	Boşaltma						
7	Sıkma						
8	Enzimli taş yıkama	1/8	45	30	6-7	-Nötr taş enzimi (selülaz) ATB 96L (GARMON)	1.25 cc/l
						-Dispergator LAVASPERSE KKC KAISER (DYSTAR)	1.25 cc/l
						-Köpük kesici ANTISPUMIN DNF (BOZZETTO)	0.4 cc/l
						-Yeni ponza taşı	%70
						-Eski ponza taşı	%70
9	Boşaltma						
10	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
11	Boşaltma						
12	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
13	Boşaltma						
14	Sıkma						
15	Taş ayıklama						
16	Rinse yıkama	1/14	20	2	6-7		
17	Boşaltma						
18	Sıkma						
19	Kurutma		70	60			

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kumaş mukavemeti ve uzaması test sonuçlarının ortalama değerleri ile % CV'leri Tablo 6'da verilmiştir.

3.1. Kumaş Mukavemeti Test Sonuçları ve Analizi

Kumaş mukavemeti testi ortalama değerleri Şekil 1.'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Şekil 1'deki grafiğe göre; yapılan üç farklı yıkama sonrasında yıkama öncesine göre kumaş atkı ve çözgü mukavemet değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Özellikle enzim ve enzimli taş yıkama sonrası bu düşüşler daha belirgindir. Farklı yıkama türlerinin kumaş mukavemeti üzerindeki etkileri istatistiksel olarak da incelenmiştir. Verilerin parametrik test koşullarını sağlayıp sağlamadığı Kolmogorov Smirnov (normal-

lik) testi ile belirlenmiş, analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Kolmogorov Smirnov normallik testinin sonuçlarına göre Asymp. Sig. (p) değerinin 0.05’ten yüksek olması durumunda verilerin normal dağılıma uygun olduğu kabul edilir. Kumaşın hem atkı hem çözgü mukavemeti verilerinin normal dağılıma uyduğu görülmektedir (Asymp sig.>0.05).

Atkı ve çözgü yönü mukavemet değerlerinin normal dağılım gösterdiği Şekil 2’de verilen atkı ve çözgü mukavemet histogramlarıyla da desteklenmektedir.

Kumaş mukavemeti verilerinin varyanslarının homojen dağılımda olup olmadığının belirlenmesi için veriler üzerinde homojenlik testi uygulanmıştır (Tablo 8).

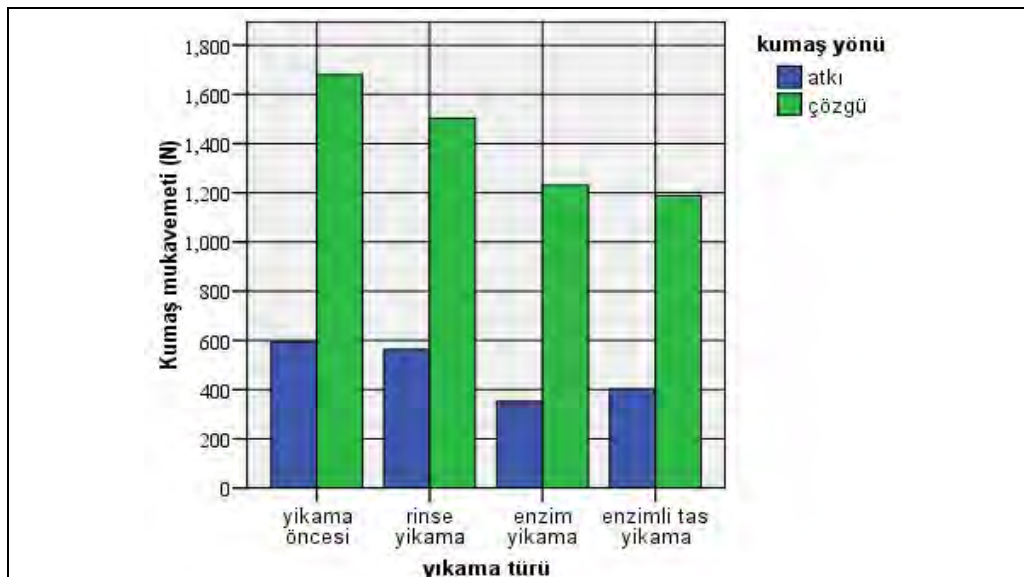
Homojenlik test sonuçlarına bakıldığında atkı yönü kumaş mukavemeti verilerinin varyanslarının homojen dağılım göstermediği (Sig.<0.05), çözgü yönünde ise varyansların homojen dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır (Sig.>0.05).

Kumaş mukavemeti verilerine çok değişkenli varyans analizi testleri uygulanmıştır. Atkı yönünde mukavemet değerlerinin varyansları homojen dağılım göstermediğinden Tamhane testi sonuçları, çözgü yönünde ise varyanslar homojen dağılımda olduğundan Tukey HSD testi sonuçları değerlendirilmiştir.

Kumaş mukavemeti için değişkenler arası ilişki testi sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 6. Yıkama öncesi ve sonrasında kumaş mukavemeti ve uzaması test sonuçları

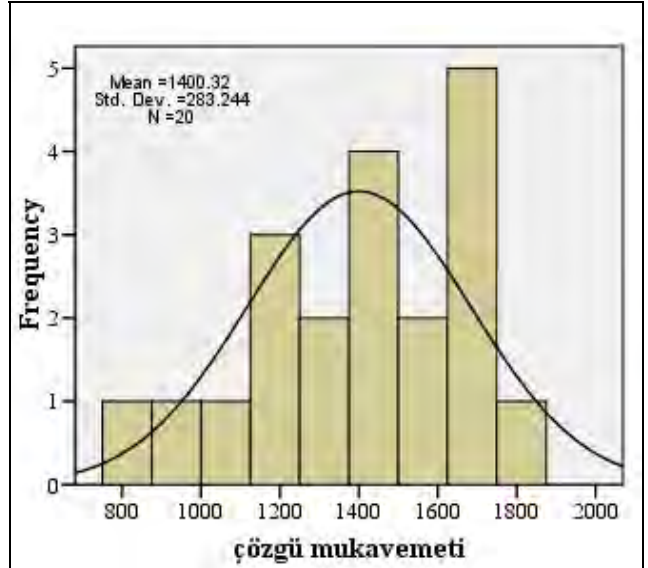
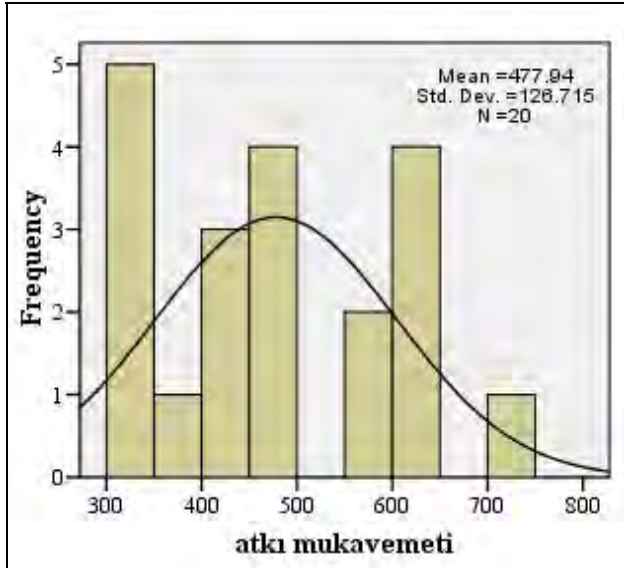
İşlem adı		Kumaş Yönü			
		Atkı		Çözgü	
		Kopma kuvveti (N)	Uzama (%)	Kopma kuvveti (N)	Uzama (%)
Yıkama öncesi	Ortalama	594.12	26.51	1679.89	20.40
	%CV	18.36	5.87	6.56	3.13
Rinse yıkama sonrası	Ortalama	563.23	27.56	1502.72	19.28
	%CV	11.64	2.54	13.46	4.54
Enzim yıkama sonrası	Ortalama	352.17	14.44	1230.41	13.28
	%CV	10.25	11.36	18.69	25.72
Enzimli taş yıkama sonrası	Ortalama	402.25	15.07	1188.27	13.00
	%CV	19.05	13.33	22.59	13.23



Şekil 1. Yıkama öncesi ve yıkamalar sonrası kumaş mukavemetleri

Tablo 7. Kumaş mukavemeti için Kolmogorov Smirnov (normallik) testi sonuçları

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
	Atkı mukavemeti	Çözümlü mukavemeti
N	20	20
Normal Parameters	Mean	477.941
	Std. Deviation	126.715
Most Extreme Differences	Absolute	0.133
	Positive	0.115
	Negative	-0.133
Kolmogorov-Smirnov Z	0.596	0.553
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.869	0.920

**Şekil 2.** Atkı ve çözümlü kumaş mukavemeti histogramları**Tablo 8.** Kumaş mukavemeti için homojenlik testi sonuçları

Levene's Test of Equality of Error Variances				
	F	df1	df2	Sig.
Atkı mukavemeti	3.416	3	16	0.043
Çözümlü mukavemeti	0.855	3	16	0.484

Değişkenler arasındaki etkileşimin anlamlı olup olmadığı önem düzeyi (Sig., anlamlılık, p) değerlerine bakılarak belirlenir. Tablo 9 incelendiğinde atkı ve çözümlü mukavemetlerinin yıkamaya bağlı değişiminin ($p=0.00$, $p=0.006$; $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre yıkama türünün atkı ve çözümlü mukavemetleri üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu sonucu çıkmaktadır.

Değişkenler arasındaki çoklu karşılaştırmalar Tablo 10'da görülmektedir. Değişkenler arası çoklu karşılaştırma sonuçlarında ortalama fark sütunundaki değerlerin yanında "*" işaretinin bulunması, o gruplar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu sonuç p (Sig., anlamlılık) değerlerinin bulunduğu sütundan da takip edilebilir.

Tablo 9. Kumaş mukavemeti değişkenler arası ilişki testi

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Atkı mukavemeti	211596.93 ^a	3	70532.31	12.07	0.000
	Çözümlü mukavemeti	812404.08 ^b	3	270801.36	6.09	0.006
Intercept	Atkı mukavemeti	4568551.99	1	4568551.99	781.95	0.000
	Çözümlü mukavemeti	39218034.07	1	39218034.07	881.41	0.000
Yıkama	Atkı mukavemeti	211596.93	3	70532.31	12.07	0.000
	Çözümlü mukavemeti	812404.08	3	270801.36	6.09	0.006
Error	Atkı mukavemeti	93479.98	16	5842.50		
	Çözümlü mukavemeti	711913.31	16	44494.58		
Total	Atkı mukavemeti	4873628.90	20			
	Çözümlü mukavemeti	40742351.46	20			
Corrected Total	Atkı mukavemeti	305076.91	19			
	Çözümlü mukavemeti	1524317.39	19			

a: R Squared = .694 (Adjusted R Squared = .636)
b: R Squared = .533 (Adjusted R Squared = .445)

Tablo 10. Kumaş mukavemeti için değişkenler arası çoklu karşılaştırma analizi

Multiple Comparisons					
Test	Dependent variable	Yıkama türü(I)	Yıkama türü(J)	Mean difference (I-J)	Sig.
Tamhane	Atkı mukavemeti	Yıkama öncesi	Rinse	30.888	.996
			Enzim	241.948*	.034
			Enzimli taş	191.872	.082
		Rinse	Enzim	211.060*	.004
			Enzimli taş	160.984*	.045
			Enzim	Enzimli taş	-50.076
Tukey HSD	Çözümlü mukavemeti	Yıkama öncesi	Rinse	177.164	.559
			Enzim	449.482*	.018
			Enzimli taş	491.618*	.010
		Rinse	Enzim	272.318	.214
			Enzimli taş	314.454	.126
			Enzim	Enzimli taş	42.136

Kumaş atkı mukavemeti değerleri incelendiğinde yıkama öncesi atkı mukavemeti ile rinse yıkama sonrası atkı mukavemeti arası anlamlılık düzeyinin ($p=0.996$) 0.05 'ten büyük olduğu görülmektedir. Buna göre yıkama öncesi ile rinse yıkama sonrası ölçülen atkı mukavemet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur denilebilir. Rinse yıkama sadece suyla yapılan kısa bir işlem olduğundan her ne kadar kumaş atkı mukavemetini düşürse de bu etki istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Yıkama öncesi ile enzim yıkama sonrası atkı mukavemetlerinin ilişkisine bakıldığında $p<0.05$ 'tir. Bu durum yıkama öncesi atkı mukavemeti ile enzim yıkama sonrası atkı mukavemeti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu belirtir. Enzim yıkamada kimyasalların kumaş yapısını olumsuz etkilediği düşünülürse bu beklenen bir durumdur.

Rinse yıkama sonrası ile enzim ve enzimli taş yıkamalar sonrası atkı mukavemeti karşılaştırıldığında

$p < 0.05$ olduğu görülür. Buna göre atkı mukavemetinde rinse yıkama ile enzim ve enzimli taş yıkamalar arasında anlamlı fark vardır. Rinse yıkama sadece su ile yapılırken, enzim yıkamada çeşitli kimyasalların kullanılmasının, enzimli taş yıkamada ise küçük taşlarla fiziksel sürtünme yaratılmasının kumaş yapısını olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Enzim ve enzimli taş yıkama sonrası atkı mukavemetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). Enzim ve enzimli taş yıkama işlemlerinin kumaş üzerinde benzer etkiler bıraktığı söylenebilir. Kumaş mukavemeti üzerindeki en büyük olumsuz etkiyi, yıkamada kullanılan enzimin selülozu parçalaması oluşturmuştur.

Tablo 10'a göre yıkama öncesi ve rinse yıkama sonrası çözgü kumaş mukavemetleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($p > 0.05$).

Diğer yandan, enzim ve enzimli taş yıkama sonrası çözgü mukavemetlerinin yıkama öncesi çözgü mukavemetiyle olan farkları istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

Rinse yıkama sonrası ile enzim ve enzimli taş yıkama sonrası çözgü mukavemetlerinin ilişkisinde p değerlerinin 0.05 'ten büyük olduğu görülmektedir. Buna göre rinse yıkama sonrası çözgü mukavemeti ile enzim ve enzimli taş yıkama sonrası çözgü mukavemetleri arasında anlamlı bir fark yoktur. Rinse yıkama sonrası çözgü mukavemetinin diğer yıkama türlerinden hiçbiri ile istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmaması dikkat çekicidir.

Enzim yıkama sonrası kumaş çözgü mukavemeti ile enzimli taş yıkama sonrası kumaş çözgü mukavemeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). Her iki yıkama türü de kumaş mukavemetinde düşüş yaratmıştır ve etkileri benzerdir denilebilir.

Şekil 1.'de verilen grafiğe göre, yıkama öncesi kumaş mukavemeti sonuçlarına göre atkı yönünde mukavemet ortalaması $594,12$ N iken çözgü yönünde bu ortalama $1679,89$ N'dur. Çözgü yönünde mukavemetin daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Aynı durum yıkamalar sonrasında da görülmektedir.

Çözgü yönünde en yüksek mukavemet yıkama öncesinde görülmüş ve yıkama işlemleri kumaşta mukavemet kaybına neden olmuştur. En çok mukavemet kaybı enzimli taş yıkama işlemiyle olmuştur. Literatürde yer alan benzer bir çalışmada da tüm yıkama prosesleri içinde kumaş mukavemetindeki en büyük kayba neden olan işlem enzimli taş yıkama olarak ifade edilmiştir [7].

Rinse yıkama sonrası her iki kumaş yönünde de kumaş mukavemetinde bir miktar düşüş gözlenmiştir. Ancak mukavemetteki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Bu durum rinse yıkamanın sadece su ile yapılan basit bir işlem olmasından kaynaklanmaktadır.

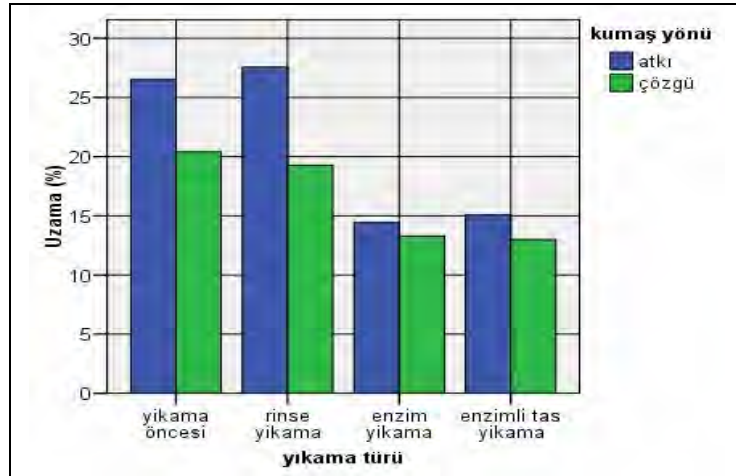
Atkı mukavemeti üzerindeki en büyük etki enzim yıkama sonrası oluşmuştur. Bunu enzimli taş yıkama takip etmiş ve rinse yıkama en az etki eden uygulama olmuştur. Enzim yıkamanın atkı mukavemeti üzerindeki bu etkisi uygulama sırasında kullanılan kimyasalların lif yapısını ve özellikle de atkı ipliği içeriğindeki elastan yapısını etkilemesi ile açıklanabilir. Enzimli taş yıkamanın etkisi fiziksel sürtünme ağırlıklı bir işlem olmasındandır.

Enzimli taş yıkamanın kumaş atkı ve çözgü mukavemetleri üzerindeki etkisi karşılaştırıldığında, çözgü yönünde daha fazla mukavemet düşüşü olduğu görülmektedir. Bu durum çözgü ipliklerinin dimi örgü yapısı nedeniyle daha yüzeyde olmasından ve ayrıca daha gergin olmasından kaynaklıdır. Aynı zamanda çözgü sıklığının daha fazla olması ile yüzeydeki çözgü oranının daha yoğun olmasının çözgü ipliklerinin sürtünmeden daha fazla etkilenmesine sebep olduğu söylenebilir.

3.2. Kumaş Uzaması Test Sonuçları ve Analizi

Kumaşların yıkama türlerine göre ortalama uzama yüzdeleri Şekil 3.'te grafik olarak verilmiştir.

Şekil 3'teki grafikte atkı yönünde uzamalar incelendiğinde en yüksek uzama oranı % 27.56 ile rinse yıkama (durulama) sonrası, en düşük uzama oranı ise % 14.44 ile enzim yıkama sonrasında görülmektedir. Çözgü yönünde uzamalar incelendiğinde ise en yüksek uzama oranı % 26.51 ile yıkama öncesinde, en düşüğü ise % 13 ile enzimli taş yıkama sonrasında görülmektedir.



Şekil 3. Yıkama öncesi ve yıkamalar sonrası kumaş uzama yüzdeleri

Grafikte görüldüğü gibi enzim ve enzimli taş yıkama işlemleri her iki kumaş yönünde de uzama değerlerini olumsuz etkilemiştir.

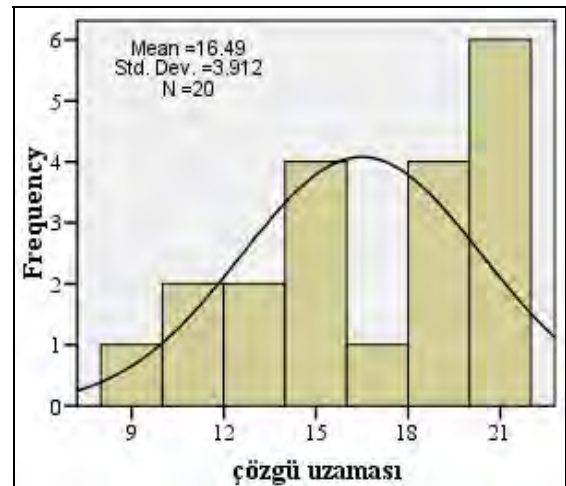
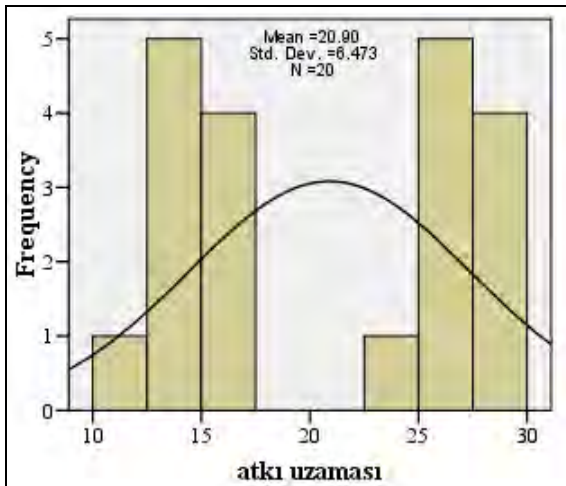
Kumaş uzama yüzdeleri verilerinin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için Kolmogorov Smirnov testi yapılmış ve sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Normallik testi sonuçlarına bakıldığında hem atkı hem çözgü yönü uzama değerlerinin normal dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır ($p>0.05$). Normal dağılımı destekleyen kumaş atkı ve çözgü uzama histogramları ise Şekil 4.’te görülmektedir.

Kumaş uzama verilerinin varyanslarının homojenlik testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 11. Kumaş uzaması için Kolmogorov Smirnov (normallik) testi sonuçları

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		Atkı uzaması	Çözgü uzaması
N		20	20
Normal Parameters(a,b)	Mean	20.896	16.490
	Std. Deviation	6.473	3.912
Most Extreme Differences	Absolute	0.224	0.173
	Positive	0.220	0.114
	Negative	-0.224	-0.173
Kolmogorov-Smirnov Z		1.003	0.772
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.267	0.589



Şekil 4. Atkı ve çözgü kumaş uzaması histogramları

Tablo 12. Kumaş uzaması için homojenlik testi sonuçları

Levene's Test of Equality of Error Variances				
	F	df1	df2	Sig.
Atkı uzaması	1.229	3	16	0.332
Çözümlü uzaması	5.434	3	16	0.009

Homojenlik test sonuçlarına göre, atkı yönü kumaş uzaması verilerinin varyansları homojen dağılım gösterirken (Sig.>0.05), çözgü yönünde kumaş uzaması varyansları homojen dağılım göstermemektedir (Sig.<0.05). Buna bağlı olarak çok değişkenli analizde atkı uzama yüzdeleri için Tukey HSD, çözgü uzaması yüzdeleri için Tamhane test sonuçları değerlendirilmiştir. Kumaş uzaması için değişkenler arası ilişki

testi sonuçları Tablo 13'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde yıkama türünün hem atkı hem çözgü uzamasında önem düzeyi $p < 0.05$ 'tir. Buna göre yıkama türü ile atkı ve çözgü yönlerindeki uzama oranlarının ilişkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Tablo 14 ise uzama için değişkenler arası çoklu karşılaştırmaları içermektedir.

Tablo 13. Kumaş uzaması değişkenler arası ilişki testi

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Atkı uzaması	757.391 ^a	3	252.464	104.574	0.000
	Çözgü uzaması	227.567 ^b	3	75.856	19.207	0.000
Intercept	Atkı uzaması	8732.438	1	8732.438	3617.085	0.000
	Çözgü uzaması	5438.072	1	5438.072	1376.977	0.000
Yıkama	Atkı uzaması	757.391	3	252.464	104.574	0.000
	Çözgü uzaması	227.567	3	75.856	19.207	0.000
Error	Atkı uzaması	38.628	16	2.414		
	Çözgü uzaması	63.189	16	3.949		
Total	Atkı uzaması	9528.457	20			
	Çözgü uzaması	5728.828	20			
Corrected Total	Atkı uzaması	796.019	19			
	Çözgü uzaması	290.756	19			

a: R Squared = .951 (Adjusted R Squared = .942)
b: R Squared = .783 (Adjusted R Squared = .742)

Tablo 14. Kumaş uzaması için değişkenler arası çoklu karşılaştırma analizi

Multiple Comparisons					
Test	Dependent variable	Yıkama türü(I)	Yıkama türü(J)	Mean difference (I-J)	Sig.
Tukey HSD	Atkı uzaması	Yıkama öncesi	Rinse	-1.056	.709
			Enzim	12.062*	.000
			Enzimli taş	11.436*	.000
		Rinse	Enzim	13.118*	.000
			Enzimli taş	12.492*	.000
			Enzim	-.626	.918
Tamhane	Çözgü uzaması	Yıkama öncesi	Rinse	1.116	.277
			Enzim	7.112	.051
			Enzimli taş	7.398*	.002
		Rinse	Enzim	5.996	.088
			Enzimli taş	6.282*	.002
			Enzim	.286	.999

Değişkenler arası çoklu karşılaştırmalar incelendiğinde, atkı yönündeki yıkama öncesi ve rinse yıkama sonrası uzama oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülür ($p>0.05$). Rinse yıkama uzama değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamıştır.

Atkı yönünde yıkama öncesi ile enzim ve enzimli taş yıkamalar sonrası uzamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p<0.05$). Benzer şekilde rinse yıkama sonrası ile enzim ve enzimli taş yıkamalar sonrası uzamalar arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$). Enzim ve enzimli taş yıkamalar kumaş atkı yönünde bulunan elastan yapısını olumsuz etkilemiş ve uzamada düşüşe neden olmuştur.

Atkı yönünde uzamada enzim yıkama ile enzimli taş yıkama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$). Enzim ve enzimli taş yıkamanın uzamaya olan olumsuz etkileri benzerdir.

Çözgü yönü uzama değerlerinde, yıkama öncesi ile rinse ve enzim yıkamalar sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yok iken, yıkama öncesi uzama ile enzimli taş yıkama sonrası uzamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır.

Enzim yıkama işlemi, yıkama öncesi ve rinse yıkamaya göre atkı uzaması üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yaratırken, çözgü uzaması üzerinde anlamlı fark yaratmamıştır. Bu durumun, kumaşın atkı yönünde bulunan elastanın kullanılan kimyasallardan daha fazla zarar görmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Çözgü yönünde uzama karşılaştırmalarında rinse yıkama ile enzim yıkama arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır ($p>0.05$). Rinse yıkama ile enzimli taş yıkama arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$). Çözgü yönü uzamalarda enzim yıkama işlemi, yıkama öncesi ve rinse yıkama ile istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmazken, enzimli taş yıkama işlemi anlamlı fark yaratmıştır. Enzim yıkama ile enzimli taş yıkama işlemlerinin uygulamada tek farkı kullanılan taşlar olduğundan, enzimli taş yıkamada kullanılan taşların ağırlıkla çözgü ipliklerinde aşınmaya neden olması bu sonucu açıklayabilir.

Çözgü yönünde enzim yıkama ile enzimli taş yıkama sonrası uzama değerleri arasında $p>0.05$ ilişkisi var-

dır. Buna göre çözgü yönünde uzamada enzim yıkama ile enzimli taş yıkama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Enzim ve enzimli taş yıkamaların yarattığı etkiler atkı yönünde de çözgü yönünde de benzerdir.

Uzama yüzdelerine bakıldığında her yıkama türünde atkı yönü uzamanın çözgü yönünden fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebi atkı yönünde %2 oranında elastan kullanılmış olmasıdır.

Rinse yıkama sonrasında, atkı yönünde uzamanın yıkama öncesi uzamadan bir miktar daha fazla olduğu, çözgü yönünde uzamanın ise az oranda düştüğü görülmektedir.

Enzim ve enzimli taş yıkama işlemleri hem atkı hem de çözgü yönünde uzama yüzdelerini düşürmüştür. Atkı yönündeki uzama yüzdesinin düşüşü çözgü yönündeki düşüşten çok daha fazladır. Özellikle atkı yönünde rinse yıkama ile enzim yıkama sonrası uzama değerleri arasında yaklaşık % 50 oranında bir fark vardır. Enzim yıkamada kimyasalların lif yapısını haliyle kumaş dokusunu etkilemesi söz konusuysen, enzimli taş yıkamada ise taş-kumaş sürtünmesi nedeniyle kumaş dokusunda bozulmalar olduğu söylenebilir.

4. SONUÇ

Çalışma sonucunda atkı ve çözgü yönünde en yüksek kumaş mukavemetleri yıkama öncesinde görülmüştür. Tüm yıkama türleri kumaş mukavemetinde düşüşe yol açmıştır. Bu sonuç literatür ile uyumludur [1, 2, 6, 7, 9, 11]. Rinse yıkamanın hem atkı hem de çözgü yönünde mukavemetler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi görülmezken, enzim ve enzimli taş yıkama işlemleri kumaş mukavemetini belirgin derecede düşürmüştür. Yıkama işlemleri kumaşta mukavemet kaybına neden olmuştur ve en çok mukavemet kaybı enzimli taş yıkama ile oluşmuştur. Atkıda kullanılan elastanın kimyasallardan çok daha fazla etkilenmesi nedeniyle atkı mukavemeti üzerinde en etkili yıkama enzim yıkama olmuştur. Çözgü mukavemeti üzerinde ise en etkili yıkama enzimli taş yıkama olmuştur. Çözgü ipliklerinin dimi örgü yapısı nedeniyle daha yüzeyde olması ve ayrıca daha gergin olması, aynı zamanda çözgü sıklığının daha fazla olması ile yüzeydeki çözgü oranının daha yoğun olması, enzimli

taş yıkama ile çözgü ipliklerinin sürtünmeden daha fazla etkilenmesine sebep olmuştur.

Uzama değerlerine bakılırsa, atkı yönündeki uzamalar denim kumaştaki elastan içeriğinden dolayı çözgü yönünden daha yüksek çıkmıştır. Hem çözgü hem atkı yönünde en yüksek uzamalar rinse yıkama sonrasında görülmüştür. Ancak rinse yıkamanın mukavemette olduğu gibi uzama değerlerinde de istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Enzim ve enzimli taş yıkama işlemleri hem atkı hem çözgü yönünde uzama değerlerini düşürmüştür. En düşük uzama değeri çözgü yönünde enzim yıkama sonrası görülmüştür. Atkı yönünde bulunan elastanın yıkamalar sırasında zarar görmesi nedeniyle uzama değerleri atkı yönünde daha fazla düşüş göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmada kullanılan denim kumaşın teminini ve yıkama işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan BOSSA T.A.Ş. Denim ve Spor Giyim İşletmesine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Karal, Ö., (1996), *Denim Kumaşlarda Yıkamanın Dikiş ve Kumaş Üzerindeki Etkisi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
2. Kunt, A., (2004), *Denim Kumaşlarda Konfeskiyon Sonrası Yapılan İşlemlerin Kumaş Mekaniği Üzerine Etkisi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
3. Aslan, M., (2004), *Denim Yıkama Prosesinde Enzim Kullanımı*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
4. Aslan, M., Körlü, A., (2009), *Selülaz Enziminin Denim Yıkamada Kullanımı*, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(1), 11-23.
5. Card, A., Moore, M.A., Ankeny, M., (2006), *Garment Washed Jeans: Impact of Launderings on Physical Properties*, International Journal Of Clothing Science and Technology, 18(1):43-52.
6. Korkmaz, Y., (2007), *Dikiş Mukavemetine Etki Eden Denim Kumaş ve Dikiş İpliği Parametrelerinin Araştırılması*, Tekstil ve Mühendis, 13(65):24-28.
7. Khedher, F., Dhoub, S., Msahli, S., Saklı, F., (2009), *The Influence of Industrial Finishing Treatments and Their Suc-*

cession on The Mechanical Properties of Denim Garment, Autex Research Journal, 9(3):93-100.

8. Özgüney, A.T., Özçelik, G. ve Özkaya, K., (2009), *Laser Soldurma Prosesinin Denim Kumaşların Renk ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*, Tekstil ve Konfeskiyon, 2(2009),133-138.
9. Kan, C.W., Yuen, C.W.M., (2009), *Evaluation of the Performance of Stretch Denim Fabric Under the Effect of Repeated Home Laundering Processes*, International Journal Of Fashion Design, Technology And Education, 2(2-3):71-79.
10. Çetinaslan, K., Mezarıcıöz, S., Çetiner, S., (2013), *Yıkama İşleminin Denim Kumaşların Kopma ve Yırtılma Mukavemetine Etkisi*, KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1), 38-42.
11. Toksöz, M., Mezarıcıöz, S., (2013), *Denim Kumaşlara Uygulanan Özel Yıkama Uygulamaları*, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(2), 141-147.
12. Öztürk, D., Eren, H.A., (2010), *Tekstil Terbiyesinde Ozon Kullanımı*, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15(2), 37-51.
13. Karazincir, E., (2014), *Denim Kumaşlarda Dikiş Performansının Araştırılması*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
14. TS EN ISO 13934-2:1999, *Tekstil- Kumaşların gerilme özellikleri - Bölüm 2: En büyük kuvvetin tayini - Kavrama metodu*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.