



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



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

Farklı Endüstriyel Yıkama Proseslerinin Denim Kumaşların Mukavemet ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Effects of Different Industrial Washing Processes on Strength and Physical Properties of Denim Fabrics

Tuğba ARIKAN, Büşra ÇAVUŞOĞLU, Yasemin ALVER, Zübeyde Ece ÇİL, M. Şahin AKAYA, Burçak KARAGÜZEL KAYAOĞLU
İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Aralık 2015 (30 December 2015)

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

Tuğba ARIKAN, Büşra ÇAVUŞOĞLU, Yasemin ALVER, Zübeyde Ece ÇİL, M. Şahin AKAYA, Burçak KARAGÜZEL KAYAOĞLU (2015): Farklı Endüstriyel Yıkama Proseslerinin Denim Kumaşların Mukavemet ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi, Tekstil ve Mühendis, 22: 100, 54-68.

For online version of the article: <http://dx.doi.org/10.7216/1300759920152210007>



Araştırma Makalesi / Research Article

FARKLI ENDÜSTRİYEL YIKAMA PROSESLERİNİN DENİM KUMAŞLARIN MUKAVEMET VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Tuğba ARIKAN
Büşra ÇAVUŞOĞLU
Yasemin ALVER
Zübeyde Ece ÇİL
M. Şahin AKKAYA
Burçak KARAGÜZEL KAYAOĞLU*

İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul; Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 07.08.2015

Kabul Tarihi / Accepted: 07.12.2015

ÖZET: Bu çalışmada, sektörde en çok kullanılan yıkama türlerinin denim kumaşların mukavemet özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, dokuz farklı endüstriyel denim kumaş seçilerek paça formuna getirilmiş ve kumaşlara rins, enzim, random, taş ve reçine şeklinde beş farklı yıkama işlemi endüstriyel yıkama makinasında uygulanmıştır. Yıkama öncesi ve sonrası kumaşların kopma ve yırtılma mukavemetleri, boyutsal değişimi, kalınlıkları ve gramajları ölçülmüş ve kumaşların fiziksel performansları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en çok mukavemet kaybı “random” yıkamada tespit edilmiştir. Standart random yönteminin ilk yıkama aşamasında kullanılan enzim miktarı yarıya düşürülmek suretiyle gerçekleştirilen alternatif random yıkama ile istenen renk efekti elde edilirken kumaş mukavemet kayıpları azaltılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denim kumaş, yıkama, taş, enzim, random, rinse, reçine

EFFECTS OF DIFFERENT INDUSTRIAL WASHING PROCESSES ON STRENGTH AND PHYSICAL PROPERTIES OF DENIM FABRICS

ABSTRACT: In this study, effects of the most widely used types of washing processes in the industry, on strength properties of denim fabrics were investigated. For this purpose, nine different denim fabrics were selected and prepared in trotter form and five different washing processes namely, rinse, enzyme, random, stone and resin washing were applied to the fabrics using an industrial washing machine. Tensile and tear strength, dimensional stability, thickness, and weight of fabrics were measured before and after washing and fabrics' physical performances were evaluated. Maximum strength loss was obtained after random washing. Reducing the amount of enzyme used by half in the first washing stage of a standard random washing in a so called “alternative random washing” process, led to a reduction in the strength loss where the desired color effect was obtained.

Keywords: Denim fabric, washing, stone, enzyme, random, rinse, resin

* *Sorumlu Yazar/Corresponding Author: bkayaoglu@itu.edu.tr*

DOI: 10.7216/1300759920152210007, www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

19. yüzyılın ortasında Levi Strauss tarafından üretilen denim ya da bilinen adıyla 'Blue Jean', ilk kez Amerika'da maden işçileri için üretilmiş olan pantolon çeşididir. Sağlamlılığı ve kiri saklama özelliği sayesinde kısa sürede diğer çalışma alanlarında da kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle 2. Dünya Savaşı döneminde, sadece çalışma alanlarında değil, günlük hayatta da kullanılmaya başlanmıştır. 1970'li yıllara kadar, denim kumaşlar hiçbir yıkama işlemi gerçekleşmeden sadece haşılı sökülerek satışa sunulmaktaydı. Bu işlem de denim kumaşlardaki sert tutumu ortadan kaldırmamaktaydı [1]. Tekstil sanayisindeki teknolojik gelişmeler ve yeni yıkama yöntemleri ile birlikte çeşitli renklerde, farklı görünüş ve tuşelerde denim giysiler elde edilmiştir. Günümüzde denim giysilerin üretiminde sadece %100 pamuklu iplikler değil, poliamid, Lycra®, poliester gibi iplikler de kullanılmaktadır. Denim kumaşlara konfeksiyon sonrası istenilen görünüm efektleri çeşitli yıkamalarla verilmektedir [1]. Yıkama işlemleri esnasında kumaş, yıkama çözeltisi, sürtme, kırışma, ısı ve çeşitli kimyasallar gibi birçok faktöre maruz kalmaktadır [2].

Literatürdeki mevcut çalışmalarda genellikle yüzde yüz pamuklu denim kumaşların yaygın olarak kullanılan rins, enzim, taş ve ağartma gibi yıkamalar sonucundaki fiziksel özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Yang ve arkadaşları [3] yüzde yüz pamuklu denim kumaşlara selülaz enzimi ile yapılan işlemin kumaşın çekme dayanımına negatif etki ettiğini, kumaşın kayma rijitliğinin ise hem atkı hem çözgü yönünde arttığını tespit etmiştir. Selülaz enzimi ile işlemin iplikler arası sürtünmeyi artırarak kumaşın sertliğinde artışa neden olduğu raporlanmıştır. Yüzde yüz pamuklu denim kumaşların enzim-ponza taşı yıkamalarında kumaş ve ponza taşı arasındaki sürtünme sonucu aşınma ve enzimlerin kumaş yüzeyindeki lif uçlarını hidrolize etmesi sonucu mukavemet ve ağırlık kaybı oluştuğu tespit edilmiştir [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8]. Yıkama esnasında selülaz enziminin liflerin bir kısmına zarar verdiği, taş ve lifler arasındaki sürtünme sonucu iplik mukavemetinde azalma meydana geldiği ve sonuç olarak iplik bükümünün de bir miktar azalmasıyla birlikte denim giysinin sertliğinde azalma olduğu tespit edilmiştir [7].

Yıkama esnasında kumaşta oluşan boyutsal çekme ipliğin kesitindeki şişme ile ilişkilendirilmiştir [1]. Denim kumaşın yıkama esnasındaki relaksasyon çek-

mesi sonucunda yıkama sonrası birim alan ağırlığında artış gözlenmiştir, ipliklerdeki çekmenin dokuma esnasında daha yüksek gerilime maruz olan çözgü yönünde daha çok olduğu (%4,5'e kadar) tespit edilmiştir [2, 8, 9, 10].

Yüzde yüz pamuklu denim kumaşların rins yıkaması sonucunda hem atkı hem de çözgü yönünde kopma dayanımında minimum kayıp oluşurken, taş-ağartma kombinasyon yıkaması sonrası maksimum kayıp gözlenmiştir. Ağartma yıkamasının kumaştaki pigmenti uzaklaştırırken lif yapısına zarar verdiği, yüzde yüz pamuklu denim kumaşın mukavemetinin yaklaşık 60 dakikalık hipoklorit ağartması sonucu yaklaşık %40 oranında azaldığı raporlanmıştır [1, 5, 11, 12].

Denim kumaşa reçine uygulaması ve ardından yapılan yıkama sonrası, kumaşın reçine uygulaması ile ekstra dayanım kazanmasından kaynaklı olarak, kopma dayanımında önemli bir kayıp gözlenmediği raporlanmıştır [2]. Ancak bir diğer çalışmada ise [4] reçine işleminin denim kumaşın mekanik özelliklerini en çok azaltan; örn. kopma dayanımını yarıya düşüren, işlem olduğu tespit edilmiştir. Reçine ile işlemin lifte çapraz bağlanmaya neden olduğu, bunun sonucu olarak lifi oluşturan molekül zincirleri ve fibrillerin mekanik zorlamaya karşı birbirine göre kayarak bir araya gelemediği ve yüke daha az sayıda lifin maruz kaldığı ve lifin yapısal elemanlarına etki eden yükün arttığı tespit edilmiştir [4].

Dokuma kumaşın yırtılma dayanımına lif ve iplik mukavemeti, kumaş konstrüksiyonu ve bitim işlemleri etki etmektedir [1]. Yırtılma direnci kumaş içerisinde ipliklerin hareket edebilme yeteneği ile ilişkilidir. İpliklerin kayarak grup halinde hareket edebilmesi yırtılma direncini arttırmaktadır. Enzim-taş yıkama sonucu tespit edilen yüksek yırtılma direnci, enzim işleminin pamuk liflerini gevşetmesi ve fibrillerin ana lif zincirinden koparak uzaklaşması sonucu kumaş yumuşaklığının artması ve ipliklerin birbiri üzerinden daha kolay kayabilmesi ile ilişkilendirilmiştir [5]. Denim kumaşların taş-ağartma kombinasyon yıkaması ise lif ve iplik yapısına hem kimyasal hem de mekanik zarar vererek yırtılma direncini en çok düşüren yıkama tipi olarak tespit edilmiştir [1, 2, 7].

Kumaş yüzeyinde çözgünün hakim olduğu kumaşlarda (örneğin (3/1 dimi) enzim-taş gibi yıkamalar sonucunda kopma ve yırtılma kuvveti değerlerindeki azalma mekanik sürtme ve kimyasal etkilere daha çok

maruz kalan çözgü yönünde daha çok olduğu tespit edilmiştir [2, 5].

Bu çalışmada, atkısında Elastan iplik içeren endüstriyel denim kumaşlara taş, rins, enzim, reçine ve taşenzim-ağartma kombinasyon yıkama (piyasada kullanılan terimi ile “random” yıkama) şeklinde endüstriyel yıkama işlemleri uygulanmıştır. Yıkanan kumaşlara mukavemet testleri ve çeşitli fiziksel testler yapılarak kumaşların yıkama öncesi ve sonrası fiziksel performansları değerlendirilmiştir. Uygulanan yıkama yöntemleri arasında random yıkama, son zamanlarda en çok tercih edilen, trend olan, diğer yıkama işlemlerine kıyasla görsel çeşitliliği fazla olan bir yıkama yöntemidir. Ancak elde edilen sonuçlar, diğer yıkama türleriyle kıyaslandığında, kumaş mukavemeti kayıplarının yüksek olduğu bir yıkama türü olduğunu göstermiştir. Standart random yönteminin ilk yıkama aşamasında kullanılan enzim miktarı yarıya düşürülmek suretiyle gerçekleştirilen alternatif random yıkama ile kumaş mukavemet kayıpları azaltılmış, iplik yapısında oluşan zarar aza indirgenmiştir. Elde edilen sonuçlar yıkamada kullanılan enzim miktarının mukavemet kayıplarında etkili olduğunu göstermiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Dimi 3/1 Z örgü yapısında 9 farklı tipte endüstriyel denim kumaşın yapısal parametreleri ve üretimde

kumaşlara uygulanan apre işlemleri Tablo 1 ve Tablo 2’de özetlenmiştir. Kumaş numuneleri Kipaş Holding A.Ş., Türkiye firması tarafından tedarik edilmiştir. Kumaş seçiminde atkıda Elastan karışımı olması ve müşteri tercihi açısından öne çıkan tipler göz önünde bulundurulmuştur. Denim kumaşların çözgü ipliklerinin tamamı %100 pamuktur. Atkı ipliklerinde ise pamuk, poliester, elastan, Lycra® T400®, PBT (polibütillen tereftalat) karışımları kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlar kısmında kumaş tipleri Tablo 1’de verilen kod numaraları ile adlandırılmıştır. Tüm kumaşlar (1-9 nolu) iplik-halat formunda Indigo boyanmış ipliklerden dokunmuştur. Tablo 1’de verilen 7, 8 ve 9 nolu kumaşlara ise farklı bitim işlemleri uygulanmış ve ek olarak bu kumaşlara kumaş formunda kükürt boyama işlemleri yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, 9 farklı tipte endüstriyel denim kumaşa taş, rins, enzim, reçine ve taş-enzim-ağartma kombinasyon yıkama (piyasada kullanılan terimi ile “random” yıkama) şeklinde endüstriyel yıkama işlemlerinin herbiri uygulanmıştır ve her bir yıkama tipinin yıkanmamış kumaşa kıyasla kumaşın mukavemet ve fiziksel performansına etkisi incelenmiştir. Yıkamamış kontrol grubu ile birlikte toplamda 54 tip kumaş numunesi elde edilmiştir. Bu numuneler paça formuna getirilmiş ve yıkama işlemleri uygulanmıştır (Şekil 1). Daha sonra numunelerin çeşitli fiziksel özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Tablo 1. Endüstriyel denim kumaşların yapısal özellikleri (R.Ş.: Ring şantuk, R: Ring)

Kumaş Kodu	Çözgü (Ne)	Atkı (Ne)	Çözgü Sıklığı (tel/cm)	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Gramaj (g/m ²)
1	8,5/1 RŞ 10,6/1 RŞ	10/1 R + 78 dtex Elastan	29	19	368
2	8,2/1 RŞ	14/1 R + 78 dtex Elastan	29	20	379
3	8,1/1 RŞ 9/1 R	10/1 R + 50 Denye PBT + 78 dtex Elastan	23	19	340
4	8,1 PenyeŞ	10/1 R + 50 Denye PBT + 78 dtex Elastan	32	20	422
5	12/1 R	150 Denye PES + 78 dtex Elastan	38	26	300
6	8,5/1 RŞ	150 Denye PES + 44 dtex Elastan	32	21	320
7	8,5/1 RŞ 10,6/1 RŞ	10/1 R + 78 dtex Elastan	30	19	366
8	10/1 Penye	10/1 R + 78 dtex Elastan	34	20	406
9	14/1 RŞ 14/1 R	18/1 R + 55 dtex Lycra® T400® + 78 dtex Elastan	40	19	293

Tablo 2. Denim kumaşlara üretim aşamasında uygulanan bitim işlemleri

NUMUNE NO				
1, 2, 4, 5	3	6	7, 9	8
Fırçalama Yakma Merserizasyon Yıkama Apre Kurutma Ram Sanfor Renk Testi Kalite Kontrol	Fırçalama Yakma Yıkama Kurutma Apre Sanfor Apre Sanfor Renk Testi Kalite Kontrol	Fırçalama Yakma Yıkama Apre Kurutma Ram Sanfor Renk Testi Kalite Kontrol	Fırçalama Yakma Merserizasyon Ram Boyama Apre Sanfor Renk Testi Kalite Kontrol	Fırçalama Yakma Durulama Kurutma Merserizasyon Yıkama Kurutma Ram Boyama Yıkama Kurutma Apre Renk Testi Kalite Kontrol



(a)



(b)

Şekil 1. (a) Paça formuna getirilen denim kumaş numunelerinin yıkama öncesi (alt sıra) ve sonraki (üst sıra) görüntüleri (b) 3 numaralı kumaşın yıkama öncesi ve sonrası görüntüleri

2.1. Metod

2.1.1. Endüstriyel Yıkama İşlemleri

Endüstriyel denim kumaşlara Beşyol Konfeksiyon Yıkama ve Geliştirme Merkezi A.Ş.'de bulunan

endüstriyel yıkama makinelerinde random, taş, enzim, rins ve reçine işlemleri olmak üzere 5 farklı tipte yıkama işlemi uygulanmıştır. Piyasada kullanılan adı ile random yıkama diğer yıkamalar ile kıyaslan-

dığında daha yeni ve son zamanlarda popüler olan taş-enzim-ağartma kombinasyonundan oluşan bir yıkama çeşididir.

Yıkama işlemlerinde Danış Makine, Türkiye, DCN 029 numune yıkama makinesi kullanılmıştır (Şekil 2). Makinenin kapasitesi 50 kg, çalışma devri 1-30 rpm, motor gücü 7,5 kW, sıkma devri 450 rpm, tambur çapı 1050 mm, tambur boyu 750 mm ve tambur hacmi 40 lt şeklindedir. Taş yıkama işlemlerinde ise Danış Makine, Türkiye, MKM 310 yıkama makinesi (Şekil 2) kullanılmıştır. Makinenin kapasitesi 250 kg, taşlı kapasitesi 125 kg, çalışma devri 10-40 rpm, motor gücü 11 kW, sıkma devri 200 rpm, tambur çapı 1500 mm ve tambur boyu 1250 mm'dir.

Denim kumaş yıkamalarında uygulanan işlemlerin detayları Tablo 3'te verilmiştir. Taş yıkama işleminde, öncelikle ponza taşı kullanılarak denim kumaşlar aşındırılmıştır. Ponza taşlarının yıkama ortamından uzaklaştırılmasına müteakip uygulanan durulama, sıkma ve kurutma adımları ile taş yıkama işlemi tamamlanmıştır.

Enzim yıkama işleminde, öncelikle nötr tüy dökücü selüloz enzimi kullanılarak denim kumaşların yüzeyindeki tüylerin azaltılarak pürüzsüz, düzgün bir görünüm elde edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca dispers edici kimyasal madde ilavesi ile yıkama sırasında geri boyama engellenerek, yüzeyde düzgün bir renk görünümü sağlanmıştır. Durulama, sıkma ve kurutma adımları ile enzim yıkama işlemi tamamlanmıştır.

Random yıkama işleminde, 2 aşamalı yıkama gerçekleştirilmiştir. İlk aşama ön yıkama işlemi olup, perlit taşı ve nötr tüy dökücü selüloz enzimi ile kumaş muamele edilmiştir. İkinci aşama ise asıl efektin sağlandığı işlem olup, potasyum permanganat ile emdirilmiş havlular denim kumaşlara uygulanmıştır. Durulama, sıkma ve kurutma adımları ile random yıkama işlemi tamamlanmıştır. Çalışma kapsamında ayrıca endüstriyel random yıkama prosesinin ilk aşamasında değişiklik yapılarak, diğer şartlar aynı kalmak üzere, kullanılan nötr tüy dökücü enzim miktarı yarıya düşürülüp, işlem süresi 10 dakika arttırılmıştır, bu sayede kumaşta istenen efekt elde edilmek suretiyle, mukavemet kaybını azaltma imkanı araştırılmıştır. Bu şekilde değişiklik yapılan yıkama süreci "alternatif random yıkama" olarak adlandırılmıştır.

Rins yıkama işlemi en basit yıkama çeşidi olup, bu yıkama ile denim kumaşların yumuşaması sağlanmıştır ve geri boyamayı önlemek için sadece hidrofob silikon ve dispers maddesi kullanılmıştır. Durulama, sıkma ve kurutma adımları ile random yıkama işlemi tamamlanmıştır.

Reçine yıkama işleminde ise, öncelikle reçine ve akrilat malzemeleri iki tur şeklinde denim kumaşa uygulanmıştır. Sonrasında 140°C' lik fırında uygulanan kimyasalların kumaşa fiksesi sağlanmıştır. Rins yıkama ile reçine işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 2. Numune yıkama makinesi (soldaki resim), taş yıkama makinesi (sağdaki resim)

Tablo 3. Denim yıkama reçeteleri

Yıkama Türü	Malzeme(Kimyasal/ Taş/Havlu)	Miktar	Zaman	Sıcaklık	Su Kullanımı	
Taş yıkama	Ponza taşı	25-30 kg	10 dk.	25 °C	60 lt	
Enzim yıkama	Dispers edici madde	250 ml	30 dk.	45 °C	60 lt	
	Tüy dökücü enzim	100 ml				
Random yıkama	Perlit taşı	10 kg	20 dk.	45 °C	60 lt	
	Tüy dökücü enzim	100 ml				
	Havlu miktarı	1200	20 dk.	45 °C		
	KMnO ₄	1 kg				
Rinse yıkama	Dispers edici madde	250 ml	10 dk.	25 °C	60 lt	
	Hidrofil Silikon	500 ml				
Reçine yıkama	Reçine	200 g	20 dk.	140°C (fırın)		60 lt
	Akrilat	100 g				
	Hidrofil Silikon		5 dk.	25 °C		

2.1.2. Kumaşlara Uygulanan Fiziksel Testler

Numune kumaşlar testler öncesinde 20±2°C ve 65±2% bağıl nem şartlarında 24 saat kondüsyonlanmıştır. Kondüsyonlanan numune kumaşların yıkamalar öncesinde ve sonrasında fiziksel özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla kopma ve yırtılma mukavemeti, kalınlık, gramaj ve boyutsal değişim testleri yapılmıştır.

Numunelerin kopma testleri James H. Heal- Titan test cihazında TS ISO 13934-1 (Şubat, 2002) standardına göre yapılmıştır. 30 cm x 5 cm boyutlarında, atkı ve çözgü yönlerinde deney numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler kopma mukavemeti ölçümü için çeneler arasına yerleştirilerek 5 N ön gerilim uygulanmıştır. Daha sonra 3000 N kapasiteli yük hücresi kullanılarak kumaş atkı ya da çözgü iplikleri kopana kadar test devam etmiştir. Her bir kumaş numunesinden atkı ve çözgü yönlerinde 5'er ölçüm yapılarak ortalama değerleri alınmıştır.

Kumaşların yırtılma mukavemeti testleri yine James H. Heal- Titan test cihazında ISO 13937-2 (Mart, 2002) standardına göre yapılmıştır. Atkı ve çözgü yönlerinde 20 cm x 5 cm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Numune kumaşın 20 cm'lik kenarına paralel olarak, kumaş ortasından iç kısma doğru 5 cm kesilmiştir. Bu kesikten 5 cm ilerisine kalemle işaret koyulmuştur. Numune iki ucundan makinenin çeneleri arasına yerleştirilerek deneye başlanmıştır. Kumaş yırtılmaya devam ederken işaretlenen kısma gelindiğinde manuel olarak makine durdurulmuştur ve ölçü-

len yırtılma mukavemet değeri kaydedilmiştir. Her bir kumaş numunesinden atkı ve çözgü yönlerinde 5'er ölçüm yapılarak ortalama değerleri alınmıştır.

Kumaşların kalınlık testleri R&B Cloth Thickness test cihazında ISO 5084 standardına göre yapılmıştır. Cihazın ölçüm hassasiyeti 0,01 mm'dir. Test alanı olarak 1 cm²'lik kumaş yüzeyi alınmıştır. Her bir kumaş tipi için 5 ölçüm yapılarak ortalaması tespit edilmiştir.

Kumaşların boyutsal değişim testlerinde 50 cm x 50 cm boyutlarında boyutsal değişim şablonu kullanılmıştır. Yıkama öncesinde kumaşlar bu şablon üzerinde bulunan referans noktalarına göre işaretlenmiştir. Yıkama sonrasında kumaştaki en ve boy yönündeki çekme ve uzama değişimleri yüzde olarak belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kumaşlara ait kopma, yırtılma mukavemeti, kalınlık, gramaj ve boyutsal değişim değerleri yıkama öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. Elde edilen yıkama sonrası değerler yıkama öncesi değerlere göre yüzde olarak kıyaslanmıştır. Ölçümlere ait yüzde değişim miktarları grafiklerle ifade edilmiştir.

3.1. Kopma Mukavemeti

Kopma mukavemeti sonuçları değerlendirilirken, uygulanan bitim işlemlerine göre kumaşlar gruplandı-

rılmıştır. Buna göre 1, 2, 4, 5 ve 6 no'lu kumaşlara benzer bitim işlemleri uygulandığı için birlikte gruplandırılmıştır ve ana grup olarak seçilmiştir. Farklı bitim işlemleri gören 7, 8 ve 9 nolu kumaşlar ise benzer bitim işlemleri uygulanan ana grup içerisindeki (1-6 nolu) benzer özellikli kumaşlar ile kıyaslanmıştır. Kontrol gruplarına kıyasla yıkama sonrası kopma mukavemetindeki yüzde değişim değerleri Şekil 3-5'de gösterilmiştir.

Şekil 3 ve 4'de görüldüğü gibi genel olarak, diğer kumaşlardan farklı olarak reçine ile bitim işlemi görmüş olan 3 nolu kumaş hariç, random yıkamanın çözgü yönünde en çok mukavemet kaybına neden olduğu belirlenmiştir. En çok mukavemet kaybı atkısında poliester içeren 6 nolu kumaşın random yıkamasında % 41,71 olarak, en az mukavemet kaybı ise 7 nolu kumaşın rins yıkamasında % 0,38 olarak tespit edilmiştir.

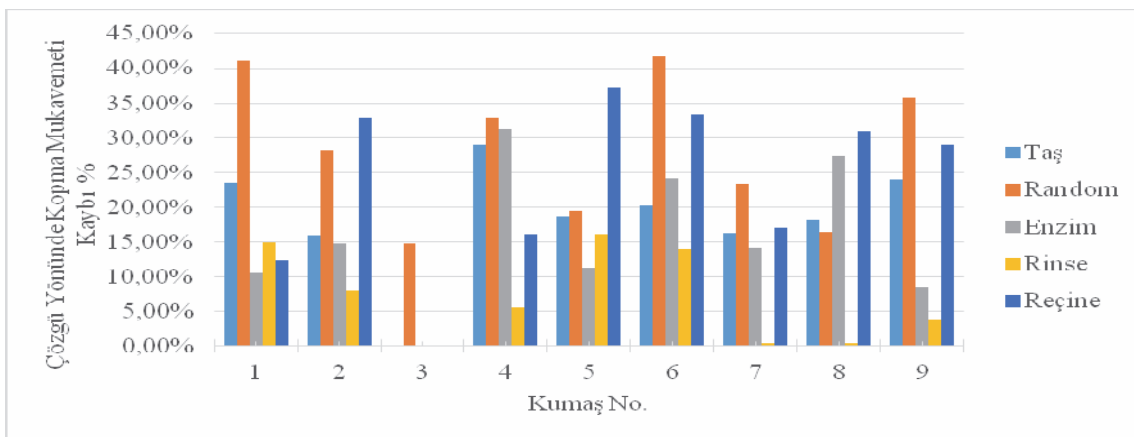
Benzer bitim işlemi gören ana grup kumaşlar (1-6 nolu) kendi arasında kıyaslandığında, random ve reçine yıkamada en yüksek mukavemet kaybı gözlenmiştir (Şekil 3). Ana grup (1-6 nolu kumaşlar) içerisindeki 1 numaralı kumaş ile 7 numaralı kumaş aynı konstrüksiyona sahip olmalarına rağmen, her yıkama işlemi içerisinde farklı mukavemet kayıp yüzdeleri göstermişlerdir. Bu farklılık kumaşlara uygulanan bitim işlemlerinin farklı olması ile ilişkilidir. 7 nolu kumaşa, 1 nolu kumaştan farklı olarak, kumaş formunda kükürt boyama işlemleri uygulanmıştır. Kükürt boyalı 7 nolu kumaştaki çözgü yönündeki mukavemet kaybının 1 nolu kumaşa göre daha az olmasının

nedeninin, atkı yönündeki boyutsal değişime bağlı olarak (Şekil 16) ölçüm kumaşındaki çözgü sıklığının artışıyla kaynaklandığı düşünülmektedir.

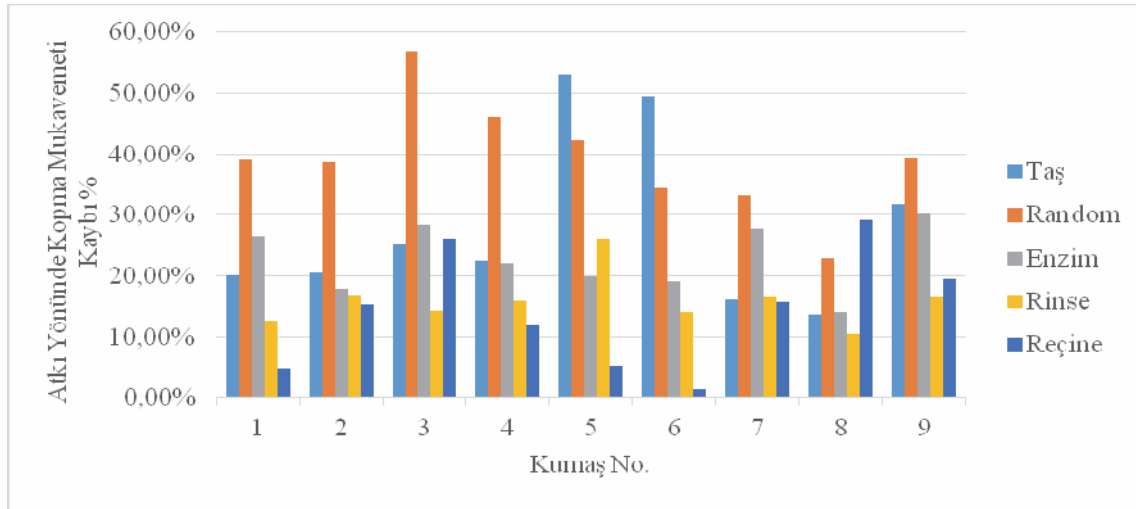
Aynı bitim işlemlerine sahip 7 ve 9 nolu kumaşlar ise farklı mukavemet kayıpları göstermiştir. Bu farklılığın sebebi, iplik numaralarının farklı olmasıdır. 9 nolu kumaşta çözgü ipliği daha ince olduğu için mukavemet kaybının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Reçine ile bitim işlemi görmüş olan 3 nolu kumaşta random yıkama haricindeki diğer yıkama tiplerinde (taş, enzim, rinse ve reçine) kopma mukavemeti yerine mukavemet artışı (%3-33 arasında değişen oranda) gözlenmiştir. 3 nolu kumaşa diğer kumaşlardan farklı olarak, bitim işlemi olarak akrilat ve polietilen reçine kimyasalları uygulanarak lifte çapraz bağ oluşturulmuştur. Önceki çalışmada da raporlandığı gibi [2] denim kumaşa reçine uygulaması ile kumaşın ekstra dayanım kazanmasından kaynaklı olarak, kopma dayanımında genel olarak kayıp gözlenmediği düşünülmektedir.

Şekil 4'de görüldüğü gibi genel olarak random yıkamanın atkı yönünde en çok mukavemet kaybına neden olduğu belirlenmiştir. En çok mukavemet kaybı 3 nolu kumaşın random yıkamasında % 56,71 olarak tespit edilmiştir. En az mukavemet kaybı 6 nolu kumaşın reçine yıkamasında % 1,32 olarak tespit edilmiştir. Atkısında poliester içeren 5 ve 6 nolu kumaşlarda ise en çok mukavemet kaybı random yıkama yerine taş yıkamada gözlenmiştir. Bu kumaşların atkısındaki poliester ipliğinin taş yıkamadan zarar gördüğü düşünülmektedir (Şekil 4).



Şekil 3. Çözgü yönünde yıkama sonrası kopma mukavemeti yüzde kayıp değerleri

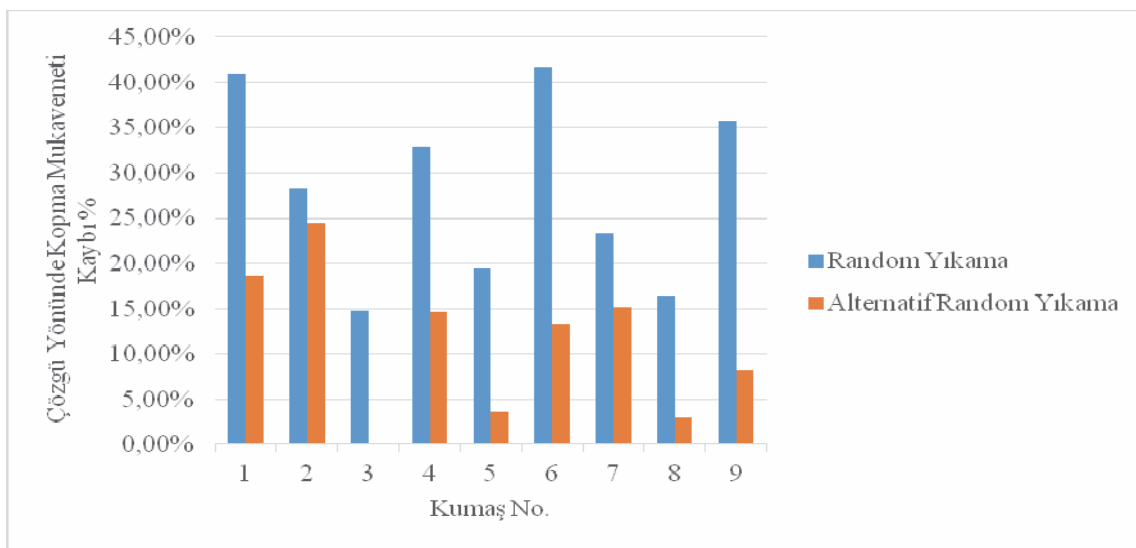


Şekil 4. Atkı yönünde yıkama sonrası kopma mukavemeti yüzde kayıp değerleri

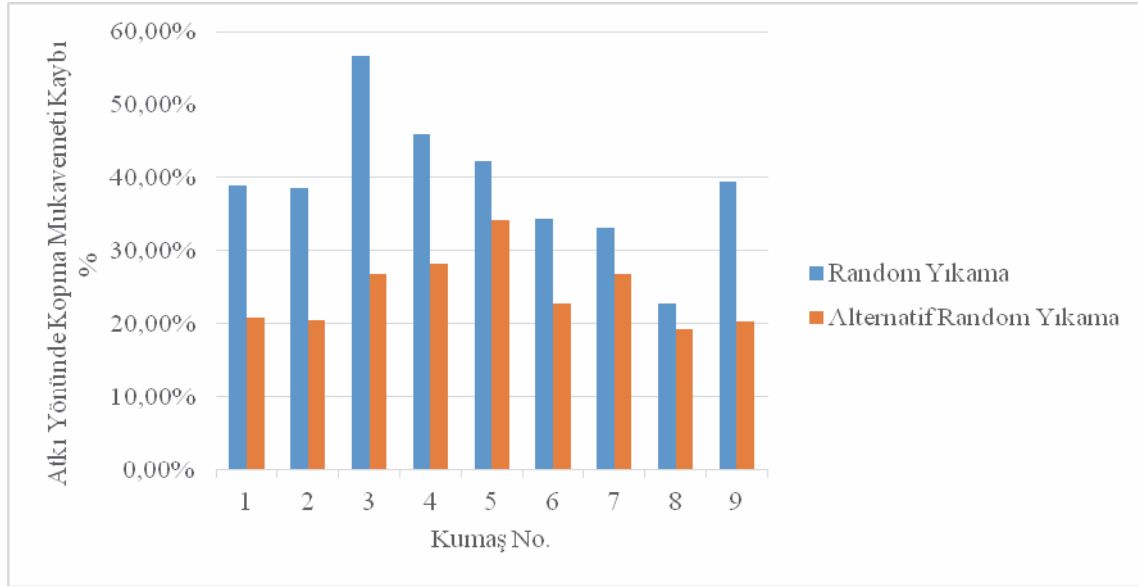
Çalışma kapsamında ayrıca endüstriyel random yıkama prosesinin ilk aşamasında değişiklik yapılarak kullanılan nötr tüy dökücü enzim miktarı yarıya düşürülüp, işlem süresi 10 dakika arttırılarak gerçekleştirilen “alternatif random yıkama” sonucunda elde edilen kumaş kopma mukavemet sonuçları standart yıkama yöntemi ile kıyaslanarak Şekil 5’de gösterilmiştir. Alternatif yöntemle kumaşta istenen efekt elde edilmiş olup, hem çözgü hem de atkı yönünde mukavemet kaybı değerlerinin standart random yıkamaya göre azaldığı gözlenmiştir. Çözgü yönündeki en yüksek mukavemet kaybı standart yöntemde 6 nolu kumaşta % 41,71 iken, alternatif random yıkama ile

mukavemet kaybı % 13,33’e düşürülmüştür. Alternatif random yıkamada en yüksek mukavemet kaybı 2. kumaşta % 24,43’tür.

Şekil 6’da görüldüğü gibi atkı yönündeki kopma mukavemeti kayıpları alternatif random yıkamada azaltılmıştır. En yüksek mukavemet kaybı 3 nolu kumaşta % 56,71 iken alternatif random yıkama ile mukavemet kaybı % 26,79’a düşürülmüştür. Alternatif random yıkamada en yüksek mukavemet kaybı 5 nolu kumaşta % 34,34’tür. Elde edilen sonuçlardan yıkamada kullanılan enzim miktarının mukavemet kayıplarında etkili olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. Çözgü yönünde random yıkama ve alternatif random yıkama kopma mukavemeti kayıp yüzde değerleri



Şekil 6. Atkı yönünde random yıkama ve alternatif random yıkama kopma mukavemeti kayıp yüzde değerleri

Sonuç olarak, genelde tüm kumaş tiplerinde her iki yönde en çok mukavemet kaybının random yıkamada, ez az kaybın ise rinse yıkamada olduğu tespit edilmiştir. İplik numarası, iplik tipi gibi kumaş parametrelerinin ve kumaşa üretim aşamasında uygulanan bitim işlemlerinin, örneğin reçine uygulaması, kumaş formunda yapılan kükürt boyama gibi, mukavemet kayıplarında etkili olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, aynı bitim işlemlerine sahip olmasına rağmen, çözgü iplik numaraları farklı olan kumaşlarda, çözgü ipliği daha ince olan kumaşta mukavemet kaybının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Özellikle atkıda kullanılan poliester ipliğinin taş yıkamadan zarar gördüğü tespit edilmiştir.

3.2. Yırılma Mukavemeti

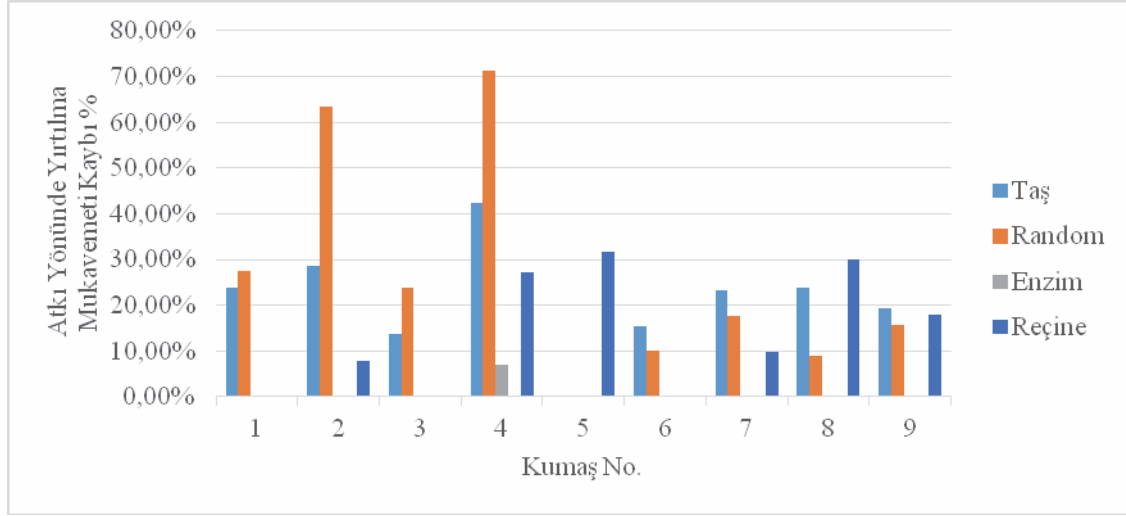
Her bir kumaş numunesinde atkı ve çözgü yönlerinde yırtılma mukavemeti ölçümleri yapılarak kontrol gruplarına göre yırtılma mukavemetindeki yüzde değişim değerleri hesaplanarak Şekil 7-12'de gösterilmiştir. Atkı yönündeki yırtılma çözgü ipliklerinin kopması, çözgü yönünde yırtılma ise atkı ipliklerinin kopmasına karşılık gelmektedir.

Şekil 7 ve 8'de görüldüğü gibi, atkı yönünde farklı test sonuçları gözlenmiştir. En yüksek mukavemet

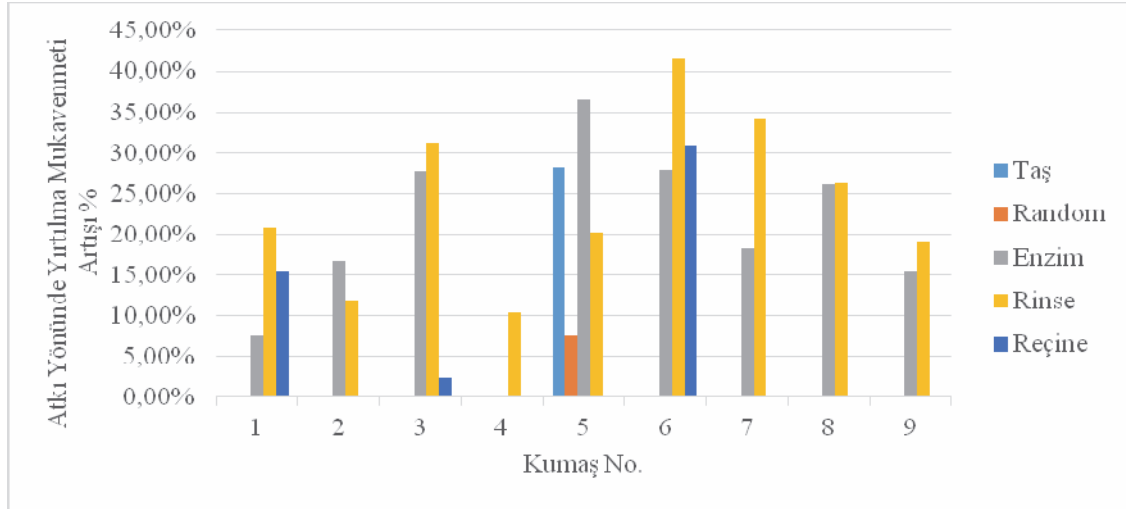
kaybı 4. kumaşın random yıkamasında % 71,20 olarak hesaplanmıştır (Şekil 7). Random yıkamadan sonra genel olarak, en yüksek mukavemet kaybı taş yıkamada gözlenmiştir. Random ve taş yıkamadaki mekanik etkiler iplik yapısına zarar verdiği için yırtılma mukavemeti kaybına yol açmıştır [1, 2].

Rins ve enzim yıkama ise yırtılma mukavemet artışına sebep olmuştur (Şekil 8). Altıncı kumaşın rins yıkamasında % 41,49 olarak en yüksek mukavemet artışı gözlenmiştir. Enzim ve rins yıkamadaki yumuşatma etkisi kumaştaki iplik hareketliliği arttırmış, bu da yırtılma mukavemetinde artışa sebep olmuştur [5].

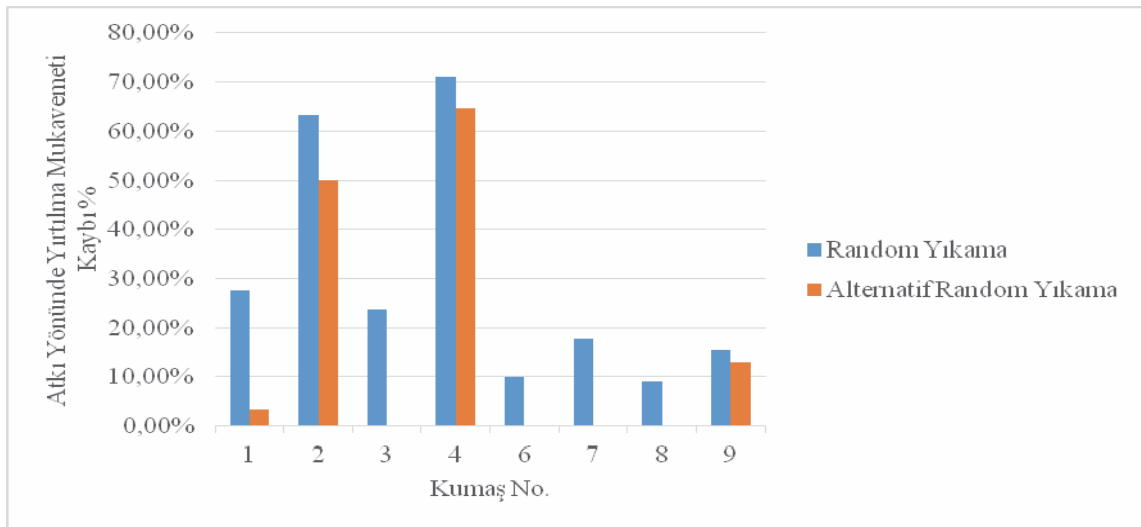
Şekil 9 atkı yönünde çözgü ipliklerinin yırtılma mukavemeti sonuçlarını standart ve alternatif random yıkama yöntemleri için kıyaslamalı olarak göstermektedir. Yırtılma mukavemet kayıplarının alternatif random yıkama sonucunda azaldığı gözlenmiştir (Şekil 9). Standart random yıkamadaki en yüksek mukavemet kaybı 4 nolu kumaşta % 71 iken alternatif random yıkama ile % 65'e düşürülmüştür. Diğer kumaş tiplerinde (3, 5, 6, 7 ve 8 nolu) alternatif random yıkama sonucunda kumaş yırtılma mukavemetlerinde kayıp yerine artış gözlenmiştir. İlk yıkamada kullanılan enzim miktarı alternatif random yıkamada yarıya düşürüldüğü için iplik yapısında oluşan zarar aza indirgenmiştir.



Şekil 7. Atkı yönünde yıkama sonrası yırtılma mukavemeti yüzde kayıp değerleri



Şekil 8. Atkı yönünde yıkama sonrası yırtılma mukavemeti yüzde artış değerleri

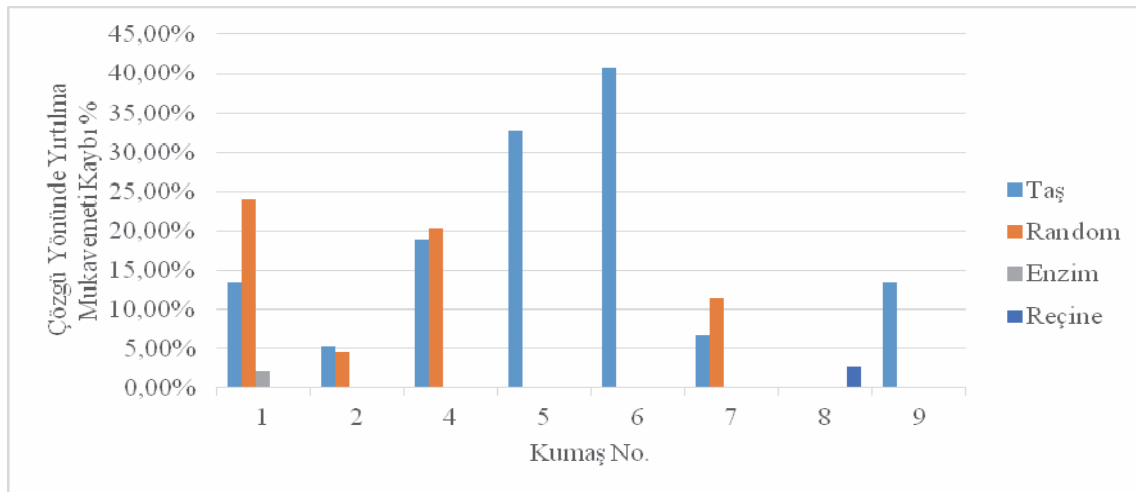


Şekil 9. Atkı yönünde random yıkama ve alternatif random yıkama yırtılma mukavemeti kayıp yüzde değerleri

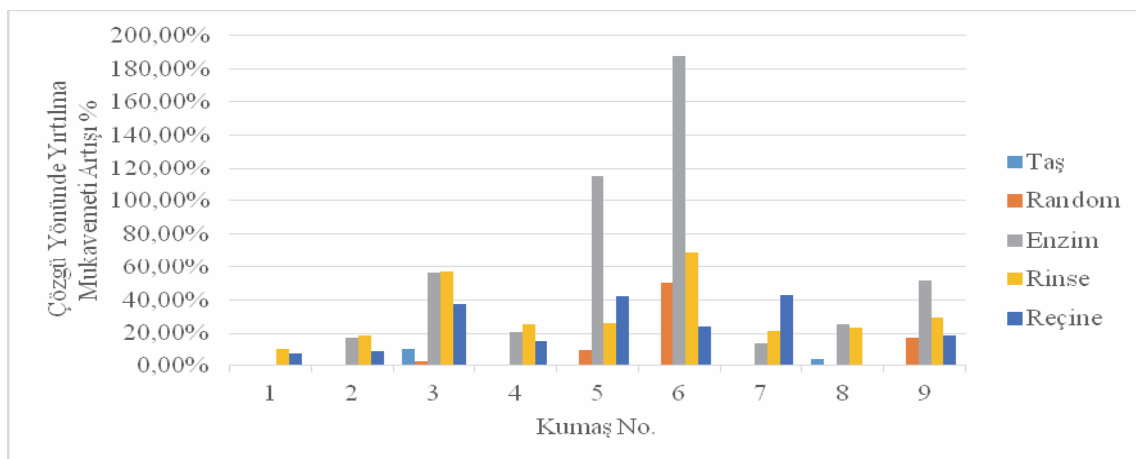
Şekil 10’da görüldüğü gibi kumaş numunelerinin çözgü yönünde, genel olarak, taş ve random yıkama sonunda en yüksek yırtılma mukavemeti kaybı gözlenmiştir. En yüksek mukavemet kaybı 6 nolu kumaşın taş yıkamasında % 40,74 olarak tespit edilmiştir. Random ve taş yıkamada kullanılan perlit ve ponza taşlarının kumaş yüzeyini aşındırmasıyla en yüksek yırtılma mukavemet kaybına sebep olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 11’de, 5 ve 6 nolu kumaşların enzim yıkamasında en yüksek yırtılma mukavemeti artışı görülmektedir, bunun nedeni bu kumaşların atkı ipliklerinin poliester içermesidir. Poliester ipliği pürüzsüz yüzeye sahip olduğu için iplikler birbiri üzerinden kayma eğilimindedir. Tek tek yırtılmayan iplikler kayma etkisinden dolayı grup haline geldikleri için yırtılmaya karşı dayanımları artmaktadır.

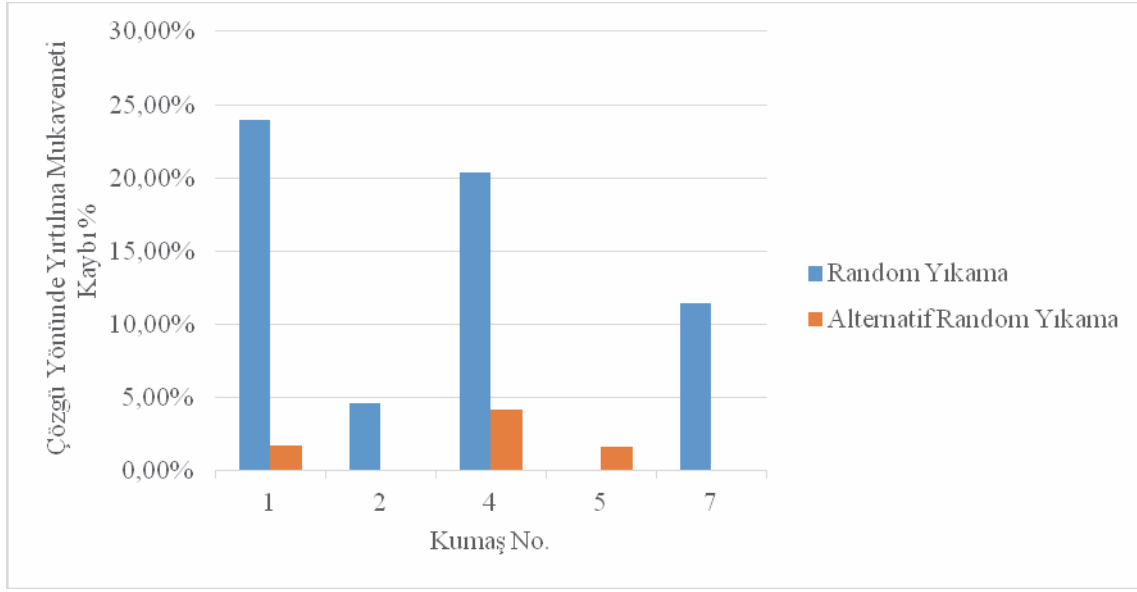
Şekil 12’de çözgü yönünde atkı ipliklerinin yırtılma mukavemeti sonuçları standart ve alternatif random yıkama yöntemleri için kıyaslamalı olarak gösterilmektedir. Yırtılma mukavemet kayıplarının alternatif random yıkama sonucunda standart yöntemle göre azaldığı gözlenmiştir. Standart random yıkamadaki en yüksek mukavemet kaybı 1 nolu kumaşta % 23,95 iken alternatif random yıkama ile % 1,72’ye düşürülmüştür. İlk yıkamada kullanılan enzim miktarı alternatif random yıkamada yarıya düşürüldüğü için iplik yapısında oluşan zarar azalmıştır. Diğer kumaş tiplerinde hem standart, hem de alternatif random yıkama sonucunda kumaş yırtılma mukavemetlerinde kayıp yerine artış gözlenmiştir. İlk yıkamada kullanılan enzim miktarı alternatif random yıkamada yarıya düşürüldüğü için iplik yapısında oluşan zarar azalmıştır.



Şekil 10. Çözgü yönünde yıkama sonrası yırtılma mukavemeti yüzde kayıp değerleri



Şekil 11. Çözgü yönünde yıkama sonrası yırtılma mukavemeti yüzde artış değerleri



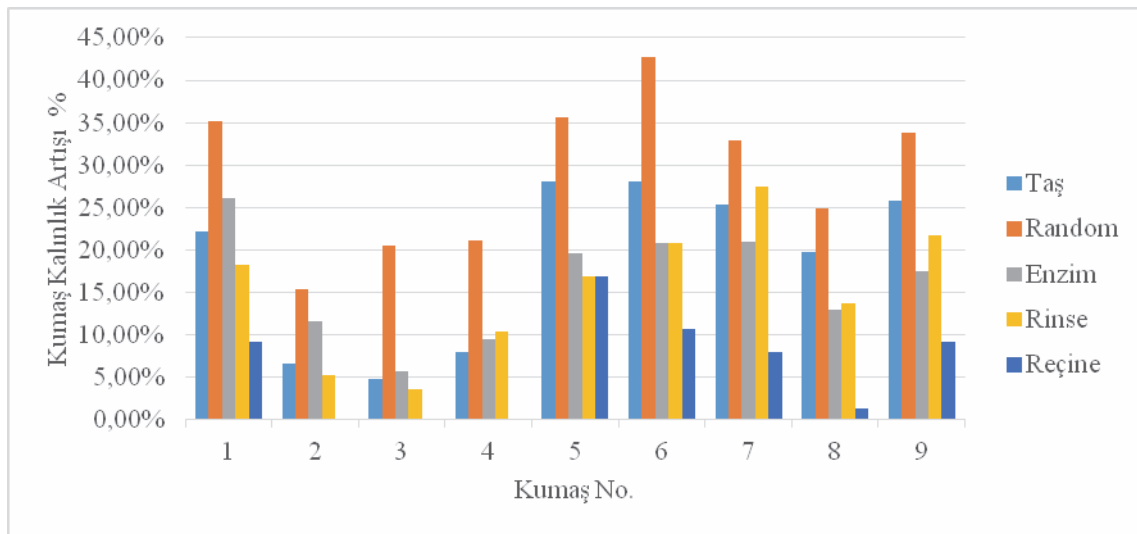
Şekil 12. Çözgü yönünde random yıkama ve alternatif random yıkama yırtılma mukavemeti kaybı yüzde değerleri

3.3. Kalınlık

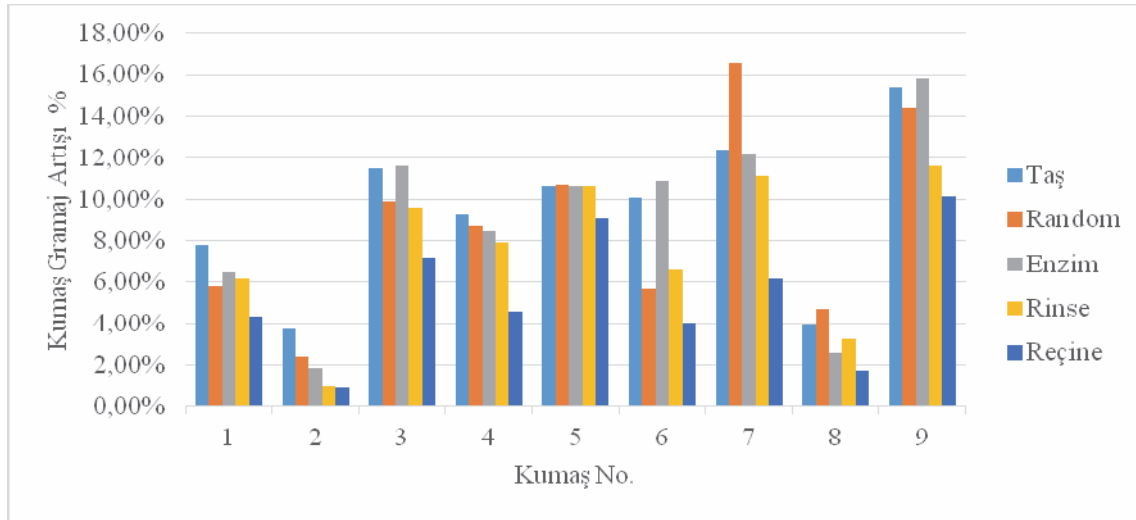
Her bir kumaş numunesi için kontrol gruplarına göre kalınlık yüzde değişim değerleri Şekil 13’de gösterilmiştir. Tüm kumaş tiplerinin random yıkamasında en yüksek kalınlık artışı gözlenmiştir. Kumaşların yıkama esnasındaki boyutsal çekmesi kalınlık artışına neden olmuştur. Ayrıca yıkama işlemi boyunca, haşıl maddesi söküldüğü için lif ile su daha kolay etkileşimde bulunmakta ve ipliğin kesitindeki şişme kalınlık artışına sebep olmaktadır [1].

3.4. Gramaj

Her bir yıkanmış kumaş numunesinin kontrol gruplarına göre gramaj yüzde değişim değerleri Şekil 14’de gösterilmiştir. Tüm yıkama tipleri gramaj artışına neden olmuştur. Yıkama işlemi sırasındaki çekme sebebiyle m^2 ye düşen iplik sayısındaki artış gramajın artmasına sebep olmuştur [2, 8, 9, 10]. Reçine yıkama kumaş üzerinde en düşük gramaj artışına yol açmıştır. Reçine işleminin uygulanmasıyla yıkama boyunca kumaş stabilitesi korunmaktadır.



Şekil 13. Farklı yıkamalar sonrası kumaş kalınlık yüzde artış değerleri



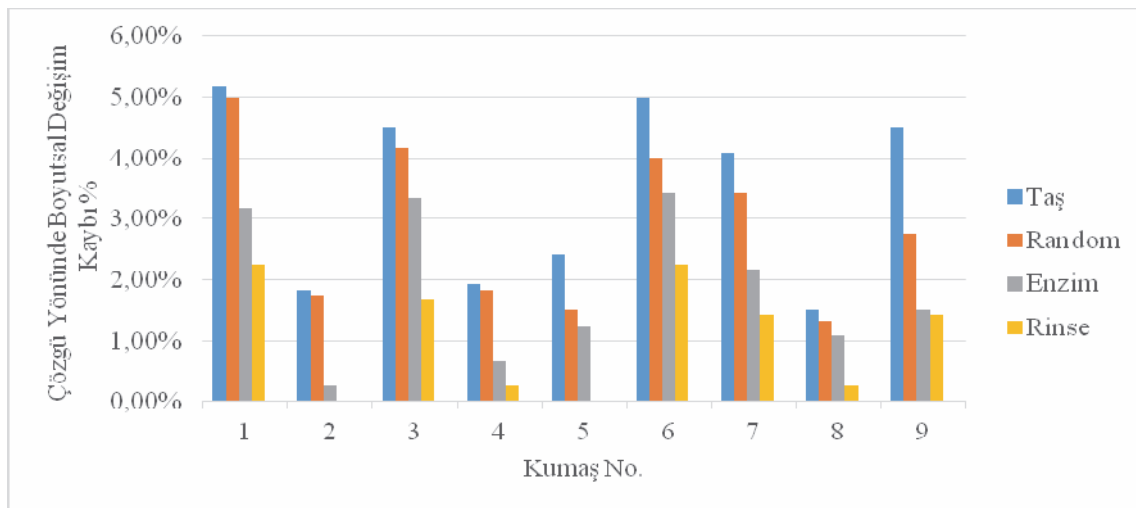
Şekil 14. Yıkama sonrası kumaş gramajı yüzde artış değerleri

3.5. Boyutsal Değişim

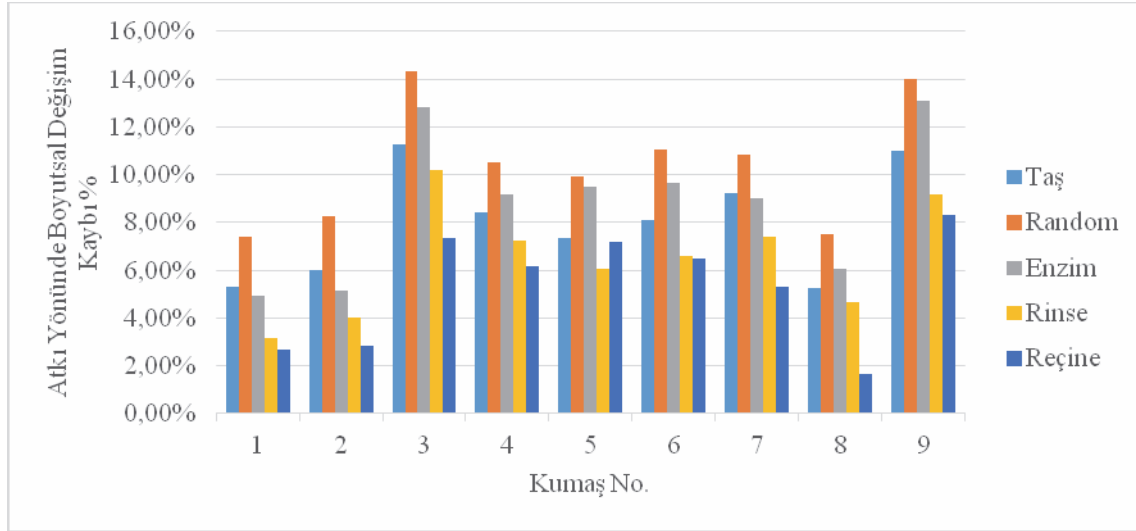
Her bir yıkanmış kumaş numunesinin kontrol gruplarına göre boyutsal değişim yüzde değerleri Şekil 15 ve 16'da gösterilmiştir. Hem çözgü, hem de atkı yönünde tüm yıkamalar kumaşta çekmeye sebep olmuştur. Test sonuçlarına göre çözgü yönünde (Şekil 15) özellikle taş yıkama kumaş boyutunda en yüksek çekmeye sebep olmuştur. 1 nolu kumaşın taş yıkamasında % 5,17 şeklinde en yüksek çekme gözlenmiştir.

Şekil 16'da görüldüğü üzere, atkı yönünde çözgü yönüne göre daha çok çekme meydana gelmiştir. Yüzde yüz pamuklu denim kumaşlarla yapılan çalışmalarda dokuma esnasında daha yüksek gerilime

maruz olan çözgü yönünde daha çok çekme gözlenirken [2, 8, 9, 10], mevcut çalışmada kullanılan denim kumaşlarda atkıdaki elastan ipliği varlığı daha çok çekmeye neden olmuştur. Genel olarak random yıkama kumaşlarda en yüksek çekmeye sebep olmuştur. 3 nolu kumaşın random yıkamasında % 14,33 şeklinde en yüksek çekme gözlenmiştir. Reçine yıkama çözgü yönünde olduğu gibi atkı yönünde de genel olarak en düşük kısılmaya neden olmuştur. Random yıkamayı, enzim yıkama takip etmektedir. Random yıkama 2 aşamadan oluşmaktadır ve ilk aşaması enzim yıkama ile aynıdır. Bu farklılıktan dolayı, random yıkama enzim yıkamadan daha etkili olmuştur.



Şekil 15. Çözgü yönünde boyutsal değişim yüzde kayıp değerleri



Şekil 16. Atkı yönünde boyutsal değişim yüzde kayıp değerleri

Test sonuçları incelendiğinde, random yıkamanın genel olarak en çok mukavemet kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Bu kayıpları azaltma imkanını ortaya koymak için standart random yıkama şartları değiştirilerek gerçekleştirilen çalışma sonucunda, kumaşta aynı efekt elde edilerek, büyük ölçüde mukavemet kayıplarında azalma sağlanmıştır. Kullanılan nötr tüy enzim miktarı yarıya indirilmesiyle iplikteki deformasyonlar azaltılmıştır.

4. SONUÇ

Endüstriyel denim kumaşlara uygulanan yıkama işlemleri öncesi ve sonrasında elde edilen kopma ve yırtılma mukavemeti sonuçlarına göre, en yüksek mukavemet kayıplarının görüldüğü yıkama çeşidi random yıkama olarak gözlenmiştir. İki aşamalı bu yıkama türünde kumaş taş, enzim ve ağartıcı madde ile muameleye maruz kalmaktadır. İplik numarası, iplik tipi gibi kumaş parametrelerinin ve kumaşa üretim aşamasında uygulanan bitim işlemlerinin mukavemet kayıplarında etkili olduğu tespit edilmiştir.

Enzim ve rins yıkamada gözlenen yırtılma mukavemet değerlerindeki artış ipliklerin hareketliliğinin artmasından kaynaklanmıştır. Random ve taş yıkamadaki yırtılma mukavemeti kaybının ise kullanılan perlit ve ponza taşının iplik yapısında yol açtığı fiziksel deformasyonlardan [11] kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüm yıkamalar sonucunda kumaş kalınlığında artış gözlenmiştir. Bu artışın yıkama sonrasında kumaş kısalmalarından kaynaklandığı gözlenmiştir. Random yıkama ve enzim yıkama sonrası, kumaşlarda en fazla kısalma tespit edilmiştir. Kumaşlarda atkıdaki elastan ipliğinin varlığı atkı yönündeki çekmenin çözgü yönünden daha yüksek olmasına neden olmuştur.

En çok mukavemet kaybı oluşturan standart random yönteminin ilk yıkama aşamasında kullanılan enzim miktarı yarıya düşürülmek suretiyle gerçekleştirilen alternatif random yıkama ile kumaş mukavemet kayıpları azaltılmıştır. Bu ön çalışma sonuçları doğrultusunda, çalışmanın ileriki aşamasında, alternatif random yıkama prosesindeki, maliyet unsuru da göz önünde bulundurularak kumaşta istenen renk efektini sağlayacak şekilde, optimum çalışma parametreleri belirlenecektir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan denim kumaşları tedarik eden Kipaş Holding A.Ş. ve çalışma kapsamındaki endüstriyel yıkama işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan Beşyol Konfeksiyon Yıkama ve Geliştirme Merkezi A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Mezarciöz, S., Toksöz, M. (2014), “*Investigation of effect of special washing processes on denim fabrics’ properties*”, Tekstil ve Konfeksiyon, 24(1), 86-91.
2. Sular V., Kaplan, S. (2011), “*Effects of different finishing processes on some performance characteristics of denim fabrics*”, Industria Textilă, 62(6), 283-288.
3. Yang, R. H., Kan, C. W., Wong, W. Y. and Law, M. C. (2013), “*Comparative study of cellulase treatment on low stress mechanical properties of cotton denim fabric made by torque-free ring spun yarn*”, Fibers and Polymers, 14 (4), 669-675.
4. . Khedher, F., Dhouib, S., Msahli, S., Sakli, F. (2009), “*The influence of industrial finishing treatments and their succession on the mechanical properties of denim garment*”, Autex Research Journal, 9(3), 93-100.
5. Tarhan, M., Sarıışık M. (2009), “*A comparison among performance characteristics of various denim fading processes*”, Textile Research Journal, 79(4), 301-309.
6. Rahman, M. M. (2011), “*Effects of industrial enzyme wash on denim apparel characteristics*”, Pakistan Textile Journal, January, 46-48.
7. Mir, S., Hossain, M., Biswas, P., Hossain A., Idris, M.A. (2014), “*Evaluation of Mechanical Properties of Denim Garments after Enzymatic Bio-Washing*”, World Applied Sciences Journal 31(9), 1661-1665.
8. Sarkar, J., Khalil, E. Solaiman, M. (2014a), “*Effect of enzyme washing combined with pumice stone on the physical, mechanical and color properties of denim garments*”, International Journal of Research in Advent Technology, 2(9), 65-68.
9. Jucienė, M., Dobilaitė, V., Kazlauskaitė, G. (2006), “*Influence of industrial washing on denim properties*”, Materials Science (Medžiagotyra) 12(4), 355-359.
10. Khalil, E., Sarkar, J., Rahman, M., Solaiman, M. (2014), “*Influence of enzyme and silicone wash on the physico-mechanical properties of non-denim twill garments*”, International Journal of Scientific & Technology Research, 3(10), 231-233.
11. Khan, M.M.R., Mondal, M.I.H. (2013), “*Physico-mechanical properties of finished denim garment by stone-bleach treatment*”, Journal of Chemical Engineering, IEB 28(1), 36-40.
12. Sarkar, j. Khalil, E. (2014b), “*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.