

# BİYOPARLATMA UYGULANMIŞ ÖRME KUMAŞLARA TEKRARLI (ÇOKLU) YIKAMALARIN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

## INVESTIGATION OF EFFECTS OF REPEATED LAUNDERING ON THE KNITTED FABRICS WITH BIOPOLISHING TREATMENT

Serin MAVRUZ

Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

R. Tuğrul OĞULATA

Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

e-mail: ogulata@cu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, biyoparlatma işlemi uygulanmış örme kumaşların bazı özelliklerine tekrarlı (çoklu) yıkamaların etkisi araştırılmıştır. Kumaş numunelerine 10 ve 20 defa olmak üzere ev tipi çamaşır makinesinde çoklu yıkama işlemleri yapılmıştır. Deneysel çalışma sonuçlarına göre, en büyük boyutsal değişimler ilk 10 yıkamadan sonra elde edilmiş, artan yıkama devirleriyle patlama mukavemeti ve pilling değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Ayrıca çoklu yıkamaların kumaş yüzeyinde deformasyonlara neden olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Örme kumaşlar, Enzim, Biyoparlatma, Tekrarlı (çoklu) yıkama, İstatistiksel analiz.

### ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate the effects of repeated laundering on the knitted fabrics with biopolishing treatment. The fabric samples were subjected to laundering process in a domestic washing machine following 10 and 20 times. With respect to the experimental results, maximal dimensional variations were determined after ten laundering cycles. Increasing laundering cycles decreased the fabric bursting strength and pilling values, but increased some deformations on fabrics surface.

**Key Words:** Knitted fabrics, Enzyme, Biopolishing, Repeated laundering, Statistical analysis.

Received: 10.10.2008

Accepted: 31.03.2009

### 1. GİRİŞ

Örme kumaşlar, ipliklerin tek başına ya da topluca çözümler halinde örücü iğne ve yardımcı elemanlar vasıtasıyla ilmekler haline getirilmesi, bu ilmeklerin de yan yana ve uzunlamasına bağlantılar oluşturması ile elde edilmektedir. Yüksek elastikiyet, konfor, yumuşaklık, rahat dokunma hissi vb. özellikler sunmasından ötürü örme kumaşlar, oldukça tercih edilen bir ürün grubudur (1, 2).

Yıkama işlemi, ortak olarak tüm tekstil mamullerinin kullanım süresince maruz kaldığı bir işlemdir. Yıkama esnasında kumaşlar; yaş ve kuru şartlarda termal, mekanik ve fiziksel etkilere maruz kalabilmekte ve yüzeysel özellikleri ile birlikte bazı performans özellikleri de etkilenebilmektedir. Yıkama işlemi; kullanılan suyun sertliği, deterjan ve eklenen diğer maddeler tarafından belirlenen kimyasal bir durumu içer-

mekte, ayrıca yıkama sıcaklığı ve mekanik etkiler de kumaş özelliklerini değiştirebilmektedir. Pek çok tekstil mamulü için yıkama işlemi kaçınılmazdır. Örneğin bir gömleğin kullanım ömrü boyunca 30-40 defa yıkama işlemine maruz kaldığı söylenebilmektedir (3).

Sağladığı avantajlarla konvansiyonel olarak kullanılan kimyasallardan daha çekici olan enzimler, tekstil endüstrisinde son dönemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Biyoparlatma işlemi de, pamuklu ürünlerin işlenmesinde kullanılan enzimatik bir proses olup, bu süreçte selüloz enzimi kullanılmaktadır. Enzimlerin kullanılmasıyla sağlanan etkiler; daha düşük tüylülükte temiz bir yüzey, pilling oluşma eğiliminde azalma, daha iyi tutum ve yumuşaklık olarak sıralanabilmektedir (4). Ayrıca enzimatik prosesler konvansiyonel kimyasal maddeler kullanılarak oluşturulan proseslerle kıyas-

landığında düşük sıcaklık ve basınçta kolayca spesifik reaksiyonlar vermekte, daha kontrollü proses, zaman ve enerji tasarrufu sağlamaktadır (5).

Literatürde, enzimlerin örme kumaşlara etkisinin incelendiği çalışmalar yer almaktadır (4, 6-11). Yıkamaların örme kumaşlara etkisinin incelendiği çalışmalar ise aşağıda özetlenmiştir.

Mackay ve diğerleri (1996), akrilik, pamuk ve yün 1x1 rib kumaşların 50'den fazla çeşitli yıkama ve kurutma devirlerinden sonraki boyutsal özelliklerini incelemiş, diğer bir çalışmada ise (1999), dokunsal ve mekanik özelliklerini objektif ve subjektif değerlendirme metodlarıyla incelemişlerdir (12, 13).

Chiweshe (1999), kumaş yumuşatıcılarının; pamuk, pamuk/poliester, %100 poliester ve %100 tencel örme ve dokuma kumaşlarda, pilling, ağırlık kaybı ve mukavemet kaybı değerleri üzerin-

deki etkisini incelemiş, ayrıca enzimli ve enzimsiz deterjan tipinin ev tipi kumaş yumuşatıcılarıyla kombinasyonunun pilling eğilimi, ağırlık kaybı ve mukavemet kaybına etkisini araştırmışlardır (14).

Quaynor ve diğerleri (1999), yıkamayla gerçekleşen deformasyonu, değişik lineer yoğunluktaki ipek ve pamuklu ipliklerden oluşan süprem ve 1x1 rib kumaşlarda incelemişlerdir. Kumaşlar; relaksasyon, yıkama ve kurutma işlemlerinden geçirilmiştir. Diğer bir çalışmada ise (2000), tekrarlı yıkamanın ve yıkama sıcaklığının süprem yapıdaki pamuk, ipek ve poliester kumaşların yüzey özellikleri ve boyutsal stabilitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir (15, 16).

Lau ve diğerleri (2002), çalışmalarında buruşmazlık apresi görmüş ve görmemiş %100 pamuklu polo örme kumaşların mekanik ve konfor özelliklerine tekrarlı yıkamaların etkisini incelemişlerdir (17).

Önal ve Candan (2003), pamuk ve pamuk/polyester karışimli, çeşitli sıklık, iplik tipi ve elyaf karışımlarından oluşan üç farklı örme kumaşı birçok yıkama ve kurutma işlemlerinden geçirdikten sonra boyutsal özelliklerindeki değişimleri incelemiş, varyans analiziyle değerlendirmiştir (18).

Bu çalışmada, yapılan araştırmalardan farklı olarak, ön terbiyede enzimle işlem görmüş kumaşlara 10 ve 20 defa olmak üzere çoklu (tekrarlı) yıkama yapılarak, günlük yaşamda karşılaşılan yıkama işlemlerine benzerlik kurulmaya çalışılmış ve bu işlemlerin sonucunda kumaşlarda oluşan boyut değişimi, patlama mukavemeti ve pilling değerleri ile yüzey görünümleri incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışmada % 100 pamuklu Ne 30/1 ring iplikten örülmüş süprem kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşlar 32 inch çapında 28 E incelikte yuvarlak örme makinesinde üretilmiştir. Terbiye işleminde kullanılan selüloz enzimi ise konsantre enzim olup, suda kolay çözünebilir. Kahverengi renkli ve pH 5-6 çalışma aralığına sahiptir (19).

### 2.2. Yöntem

Çalışmada, Adana'da faaliyet gösteren bir işletmede örme kumaşların üretimi ve enzim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Makine farklılığının kumaşlar üzerindeki etkisini engellemek için bütün terbiye işlemleri aynı jet boyama makinesinde yapılmıştır. Numunelere

Tablo 1. Enzimlerin uygulanma tablosu

İşlem	Uygulama miktarı	Tanım
Kasar	0,5 g	Islatıcı
	0,5 g	Yağ sökücü
	1,0 g	Yağ sökücü
	3,0 g	Sodyum hidroksit 38 Be'
	2,0 g	Hidrojen peroksit
	0,5 g	İyon tutucu
	0,8 g	Peroksit enzimi
	1,0 g	Asit
(%) Enzim	0,6 / 0,8 / 1,0	Biyoenzim
Hazırlık	1,0 g	İyon tutucu
Boyama	1,034 %	Everzol Yellow 3RS H/C 150%
	3,940 %	Everzol Red ED
	0,804 %	Everzol Red ED-4B
	80,0 g	Pudra Sodyum Sülfat
	20,0 g	Soda
Yıkama	1,20 g	Asit
	0,75 g	Haslık Arttırıcı
	0,10 g	Asit
	0,75 g	Haslık Arttırıcı
	0,10 g	Asit
Apres	6,0 %	Katyonik yumuşatıcı

Tablo 2. Numuneler ve kodlanması

Numune no	İşlem		Numune kodu
	Uygulanan enzim konsantrasyonu (%)	Yıkama sayısı	
1	0,6	Yıkılmamış	0YK06
2	0,6	10 kez yıkanmış	10YK06
3	0,6	20 kez yıkanmış	20YK06
4	0,8	Yıkılmamış	0YK08
5	0,8	10 kez yıkanmış	10YK08
6	0,8	20 kez yıkanmış	20YK08
7	1,0	Yıkılmamış	0YK1
8	1,0	10 kez yıkanmış	10YK1
9	1,0	20 kez yıkanmış	20YK1

uygulanan çoklu yıkama işlemleri ve testler Çukurova Üniversitesi'nde bulunan laboratuvarlarda yapılmış olup, detayları aşağıda açıklanmıştır.

#### Enzimatik işlemler

Kullanılan selüloz enzimi, pamuklu kumaşa, % 0,6, %0,8 ve %1 konsantrasyonlarında Tablo 1'deki programa göre uygulanmıştır. Görüldüğü gibi enzim kumaşlara ön terbiye aşamasında verilmiş olup, ardından gelen boyama ve apres işlemleri ise standart olarak devam etmiştir. Tüm terbiye prosesleri için flote oranı 1:20, uygulama sıcaklığı 50°C'dir.

#### Yıkama işlemi

Kumaşların yıkanması normal ev tipi yıkamalara benzer şekilde gerçekleş-

tirilmiştir. Numuneler üç farklı konsantrasyonda enzimle işlem gördükten sonra ev tipi otomatik çamaşır makinesinde 40°C'de 50-55 dk'lık yıkama programında yıkanmış, kısa bir sıklıktan (santrifuj) sonra serbest olarak kurutulmuştur. Bu işlem 10 ve 20 kere tekrarlanmıştır. Yıkama işleminde deterjan olarak piyasada popüler olan bir deterjan markası seçilmiştir. Söz konusu deterjan içerik olarak; %5'den az noniyonik aktif, polikarboksilat, fosfonat, sabun, %5-15 anyonik aktif, oksijen bazlı ağartıcı, %15-30 fosfat, enzim ve parfüm içermektedir. Üç farklı konsantrasyonda işlem gören kumaşların her birinden bir bölümü de yıkanmadan ayrılmıştır. Tablo 1'deki uygulamaya ve yıkama işlemlerindeki tekrar sayısına göre dokuz farklı kumaş elde edilmiş olup, söz konusu

kumaşlar Tablo 2'deki gibi sıralanarak kodlanmıştır. Kodlamada; ilk rakamlar yıkama sayısını, son rakamlar da uygulanan enzim konsantrasyonunu göstermektedir (örneğin; 20YK08 ifadesi; 20 kere yıkanmış %0,8 enzim uygulanmış kumaşı göstermektedir).

### Uygulanan testler

Tüm numuneler 24 saat standart atmosfer koşullarında kondisyonlandıktan sonra aşağıdaki testler uygulanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Deneysel çalışmada uygulanan testler ve standartları (20-23)

Test adı	Test standardı
Boyut değişimi	TS 4073 EN ISO 3759, TS 392 EN 25077
Patlama mukavemeti	BS EN ISO 13938-2
Pilling	TS EN ISO 12945-2
Yüzey görünümlerinin incelenmesi	-

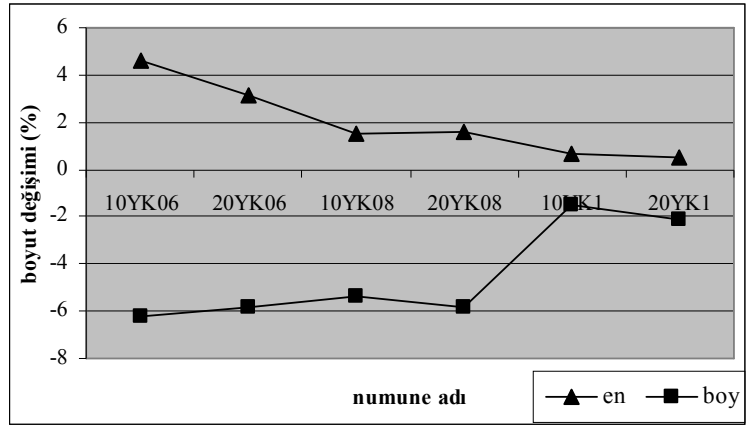
### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan testler ve değerlendirmeleri aşağıda sıralanmıştır.

#### 3.1. Boyut Değişimi Sonuçlarının Değerlendirmesi

Tekstilde boyut stabilitesi denilince ilk olarak materyalin yıkamayla boyut değişimi düşünülmektedir. Bu nedenle TS 4073 EN ISO 3759 Tekstil-Boyut değişiminin tayini için deneylerde kullanılan kumaş parçaları ile giysilerin hazırlanması, işaretlenmesi ve ölçülmesi standardına göre numuneler işaretlenmiş ve TS 392 EN 25077 Tekstil mamulleri- Yıkama ve kurutmadan sonra boyut değişiminin tayini standardına göre boyut değişimi testi uygulanmıştır. Yıkamaların boyut değişimi üzerindeki etkisi tespit edilmek istendiğinden, söz konusu deney, sadece çoklu yıkama yapılmış numunelere uygulanmıştır. Her numune üzerinde, en (ilmek) ve boy (çubuk) yönünde 3'er adet ölçüm alınarak ortalama boyut değişimi değeri elde edilmiştir. Sonuçlar Şekil 1'de görülmekte olup, grafik üzerindeki pozitif değerler uzamayı (bollaşma), negatif değerler ise çekmeyi (kısılma) göstermektedir.

Şekil 1'den de görüldüğü gibi yıkamalarda genelde kumaş eni yönünde artma, kumaş boyu yönünde ise çekme gözlenmiştir. İlk 10 yıkamadan sonra elde edilen boyut değişimi değerleri 20 yıkama sonrasında elde edilen değerlerden daha fazla olarak tespit edilmiş



**Şekil 1.** Boyut değişimi değerleri

**Tablo 4.** Enzim konsantrasyonunun boyut değişimine etkisi

Faktör	Bağımlı değişken	F	Önemlilik
Enzim konsantrasyonu	Kumaş eni yönünde boyut değişimi	50,336	,000*
	Kumaş boyu yönünde boyut değişimi	355,687	,000*

\*:  $\alpha = 0,05$  e göre önemlidir.

**Tablo 5.** Enzim konsantrasyonları arasında çoklu karşılaştırma sonuçları

Bağımlı değişken	(I) Konsantrasyon	(J) Konsantrasyon	Ortalama fark (I-J)	Önem durumu
Kumaş eni yönünde boyut değişimi	0,6	0,8	3,1333	0,000*
		1,0	3,9000	0,000*
	0,8	0,6	-3,1333	0,000*
		1,0	0,7667	0,112
Kumaş boyu yönünde boyut değişimi	0,6	0,8	-0,8000	0,005*
		1,0	-4,7000	0,000*
	0,8	0,6	0,8000	0,005*
		1,0	-3,9000	0,000*
1,0	0,6	4,7000	0,000*	
	0,8	3,9000	0,000*	

\*:  $\alpha = 0,05$  seviyesinde ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

tır. Quaynor ve diğerlerinin de (2000) çalışmalarında belirttiği gibi, en büyük boyutsal değişimler ilk yıkamalardan sonra elde edilmiş, devam eden yıkama işlemlerinde ise daha az değişiklikler gözlenmiştir. Benzer yorumlar; Mackay ve diğerleri (1999) ile Önal ve Candan (2003) tarafından da belirtilmiştir. Yıkama sayısı arttıkça, kumaş tamamen relakse olmakta, gerilimlerden kurtulmakta ve boyutları değişmez hale gelmektedir. Enzim konsantrasyonunun kumaş eni ve boyu yönünde boyut değişimine etkisinin olup olmadığını tespit etmek için  $\alpha = 0,05$  önem

derecesine göre varyans analizi yapılmış, ayrıca çoklu karşılaştırma testi ile de enzim konsantrasyonları arasındaki fark incelenmiştir (Tablo 4-5).

Tablo 4 ve 5 incelendiğinde, enzim konsantrasyonunun kumaşların en ve boy yönündeki boyut değişiminde anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. LSD metoduna göre yapılan çoklu karşılaştırma testinde, kumaş eni yönünde, %0,8 konsantrasyonda uygulanan enzimli kumaşla %1,0 konsantrasyonda uygulanan enzimli kumaş arasındaki fark istatistiksel olarak önemli

bulunmamıştır. Kumaş boyu yönünde ise, tüm uygulanan konsantrasyonlar arasındaki fark önemli çıkmıştır. % 0,6 konsantrasyonlu enzimli kumaşın boyut değişimi değerleri daha yüksek tespit edilmiş olup, en az boyut değişiminin % 1,0 konsantrasyonlu kumaştan elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlar enzim konsantrasyonunun boyut değişimi üzerinde etkili olduğunu, konsantrasyon arttıkça boyut stabilitesinin iyileştiğini göstermektedir.

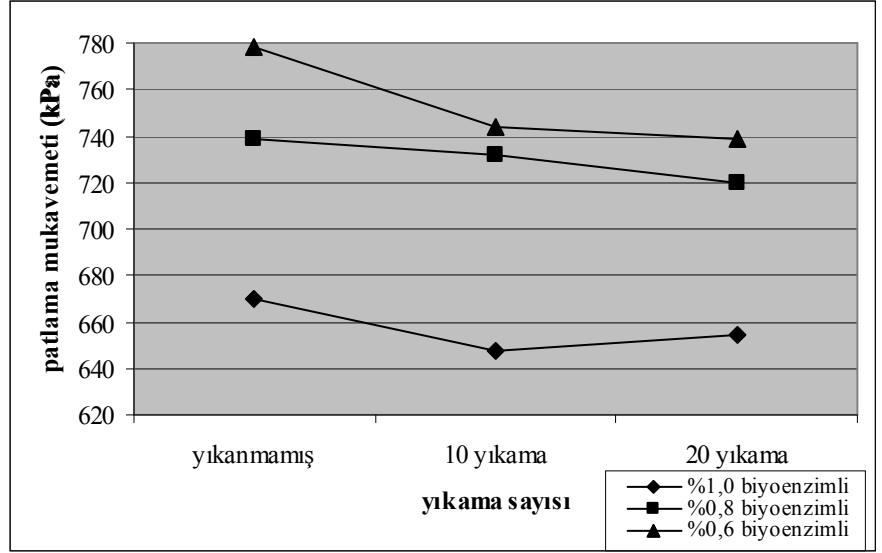
### 3.2. Patlama Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirmesi

Patlama mukavemeti, belirli şartlar altında kumaş yüzeyine dik açı ile uygulanan ve kumaşı gererek kopartmak için gereken kuvvettir. Örme kumaşlarda ilmek ve çubuk yönlü kopma mukavemetini ölçmek çok sağlıklı test sonuçları vermemekte, bu nedenle özellikle örme kumaşlarda çok yönlü kuvvetlere karşı mukavemet tayinini yapan patlama mukavemeti testi oldukça önemli olmaktadır (24). Patlama mukavemeti testi JH Truburst cihazında BS EN 13938-2 standardına göre (10 cm<sup>2</sup> test alanı; 35.7 mm çap) her bir kumaş numunesinden 5 ölçümün ortalaması alınarak yapılmış olup, test sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde, çoklu yıkama işlemiyle birlikte kumaşta oluşan deformasyonun patlama mukavemeti değerlerinde düşüşe sebep olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 2'ye göre en fazla mukavemet azalması, ilk 10 yıkama sonrasında görülmüş, 20. yıkama sonrasında ilk 10 yıkamaya göre daha az mukavemet azalması tespit edilmiştir. %1,0 konsantrasyonlu enzimle işlem görmüş kumaşta 20. yıkama sonunda çok az mukavemet artışı da gözlenmiştir. Fakat numune kumaş, bu artış sonunda bile yıkanmamış numunenin değerinden daha az mukavemet değerine sahip olmuştur.

Enzim konsantrasyonunun patlama mukavemeti değerine etkisini tespit etmek için yapılan istatistiksel analizlerin sonuçları Tablo 6 ve 7'de görülmektedir.

Tablo 6 ve 7 incelendiğinde, enzim konsantrasyonunun kumaş patlama mukavemeti değeri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Enzim prosesi, tüycükleri kumaş yüzeyinden uzaklaştırırken, lif yapısına da zarar verip mukavemet kaybına sebep olmakta, uygulanan enzim yüzdesi arttıkça bununla orantılı olarak patlama mukavemeti değerleri azalmaktadır. Özdil ve diğerleri (2004), Körlü ve diğerleri de (2008), çalışmalarında söz



Şekil 2. Patlama mukavemeti değerleri

Tablo 6. Enzim konsantrasyonunun patlama mukavemetine etkisi

Faktör	Bağımlı değişken	F	Önemlilik
Enzim konsantrasyonu	Kumaş patlama mukavemeti	69,601	,000*

\*:  $\alpha = 0,05$  e göre önemlidir.

Tablo 7. Enzim konsantrasyonları arasında çoklu karşılaştırma sonuçları

Bağımlı değişken	(I) Konsantrasyon	(J) Konsantrasyon	Ortalama fark (I-J)	Önem durumu
Kumaş patlama mukavemeti	0,6	0,8	23,8633	0,008*
		1,0	96,4500	0,000*
	0,8	0,6	-23,8633	0,008*
		1,0	72,5867	0,000*
	1,0	0,6	-96,4500	0,000*
		0,8	-72,5867	0,000*

\*:  $\alpha = 0,05$  seviyesinde ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

konusu mukavemet azalmasına dikkat çekmiş, pamuğu kısmen parçalayan biyoenzimlerin kumaş mukavemeti üzerinde negatif etkisi bulunduğunu belirtmişlerdir.

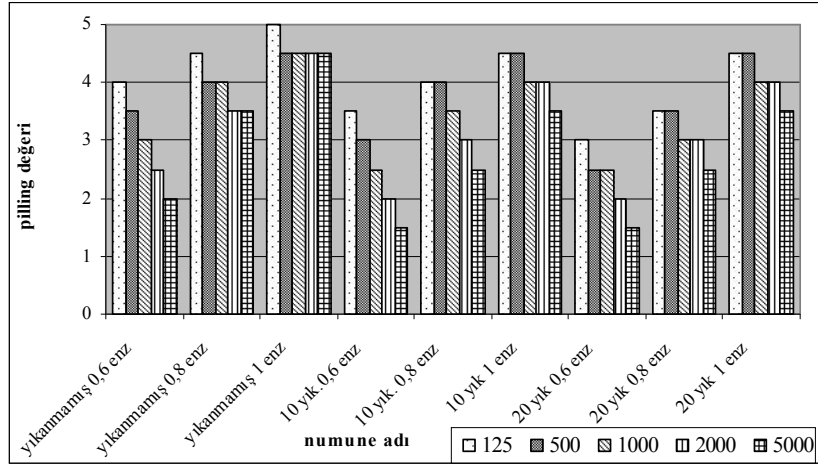
LSD metoduna göre yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, tüm enzim konsantrasyonlarının patlama mukavemeti üzerindeki etkileri arasındaki fark anlamlı çıkmıştır. En yüksek patlama mukavemeti değerleri %0,6 konsantrasyonlu proses ile elde edilirken, en düşük patlama mukavemeti ise %1,0 konsantrasyonlu proses ile elde edilmiştir.

### 3.3. Pilling Sonuçlarının Değerlendirmesi

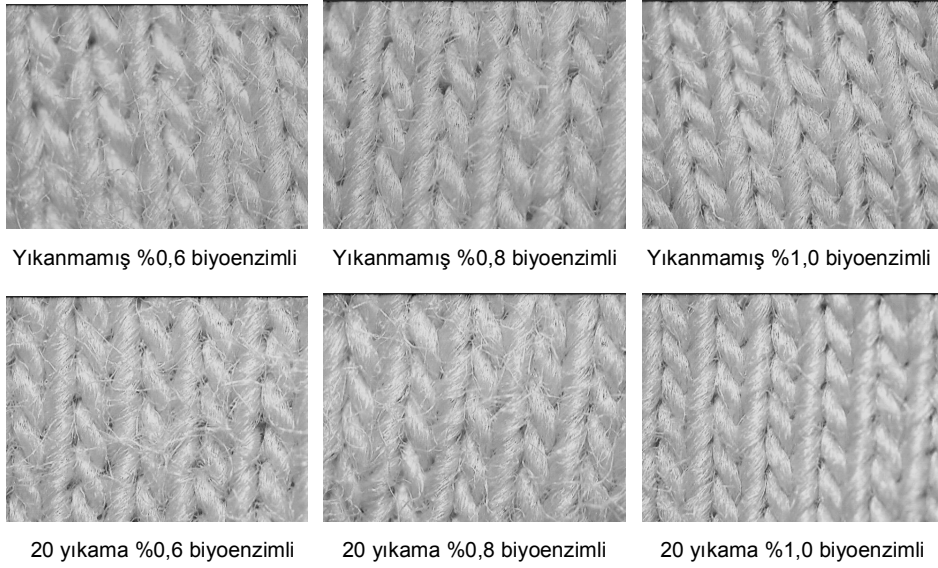
Pilling (boncuklanma) kumaş yüzeyi üzerinde, yabancı elyaf veya yabancı madde gibi kirliliklerin de ilavesiyle, liflerin küçük topaklar şeklinde bir araya

geldiği fiziksel bir işlem olarak ifade edilmektedir (25). Özellikle sıklıkla kullanılan ve yıkanan örme kumaşlarda problemleri bir görüntü oluşmasına sebep olduğundan dolayı oldukça önemli bir kalite parametresidir. Martindale pilling test cihazında TS EN ISO 12945-2 standardına göre 125, 500, 1000, 2000 ve 5000 devirlerde numunelere uygulanan pilling testinin sonuçları Şekil 3'de görülmektedir.

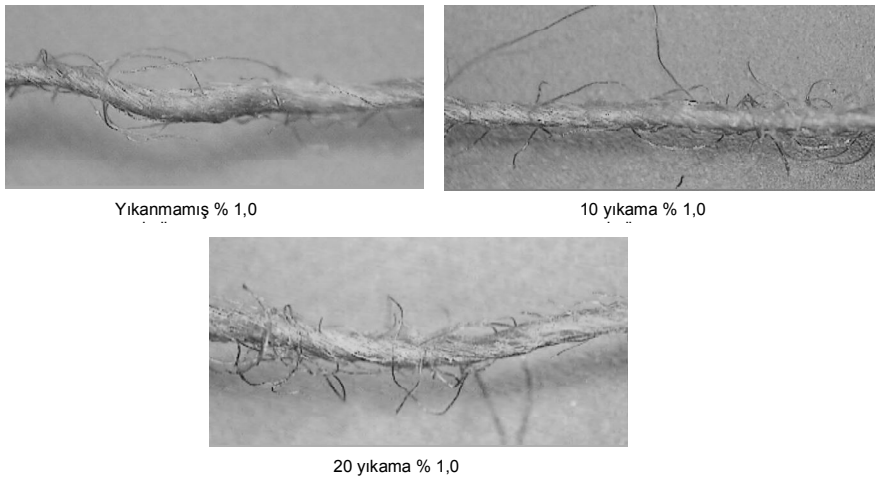
Aynı enzim konsantrasyonlarında yıkama sayısı arttıkça pilling değerlerinin kötüleştiği görülmektedir. Artan yıkama sayısı, dolayısıyla mekanik etki nedeniyle elyafın zarar görüp zayıfladığı ve sürtünme etkisiyle liflerin yüzeyden çok daha kolay ayrılıp, pilling değerlerini kötüleştiği düşünülmektedir. %1,0 enzim konsantrasyonuyla muamele edilen numunelerin pilling değerleri daha yüksek olarak tespit edilmiş, uygulanan enzim yüzdesi arttıkça, kumaş-



Şekil 3. Pilling değerleri



Şekil 4. Yıkanmamış ve 20 yıkama sonrası numunelerin mikroskopik görüntüleri (40 büyütme)



Şekil 5. İpliklerin mikroskopik görüntüleri (40 büyütme)

ların pilling değerlerinin iyileştiği gözlenmiş, artan pilling devirlerinde ise tüm değerlerde düşüş gözlenmiştir.

Özgüney ve diğerlerinin (2004) çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiş, biyoparlatma ile pilling sorununun

önemli ölçüde çözülebildiği vurgulanmıştır.

### 3.4. Yüzey Görünümünün İncelenmesi

Çoklu yıkama işlemlerinin iplik yapısında ve kumaş yüzeyinde oluşturduğu etkileri görebilmek için numunelerin, yıkama işlemlerinden önceki ve 20 yıkama sonrasındaki mikroskopik yüzey görüntüleri görüntü analiz cihazıyla tespit edilmiş ve Şekil 4'de sunulmuştur.

Numune görüntüleri incelendiğinde yıkanmamış numunelerden % 1,0 biyoenzim uygulanmış kumaşın yüzey görüntüsü diğer numunelere göre daha temiz ve pürüzsüz olarak tespit edilmiştir. Kumaş üzerinde bulunan tüycüklerin artan enzim konsantrasyonu ile azaldığı görülebilmektedir. 20 yıkama sonrası numune görüntüleri incelendiğinde, artan yıkama devirleriyle mekanik etkiye bağlı olarak yüzeyde bazı deformasyonların oluştuğu, tüylülüğün arttığı tespit edilmiş, Quaynor ve diğerlerinin (1999) çalışmasında da, pamuklu kumaşlar için benzer yüzey görüntüleri elde edilmiştir.

Şekil 4'e göre, 20 yıkama sonrasında da % 1,0 enzimli numunenin en az tüylenen yüzeye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler, enzimlerin kumaş yüzeyi üzerinde 20 yıkama sonrasında da etkili olabildiğini göstermektedir.

Yüzey görüntüleriyle birlikte iplik üzerinde oluşan deformasyonları görebilmek amacıyla % 1,0 enzimle işlem görmüş yıkanmamış numune ile 10 ve 20 kere çoklu yıkanmış numunelerden iplik örnekleri alınarak incelenmiştir (Şekil 5). Artan yıkama devirleriyle oluşan söz konusu deformasyonlar iplik örnekleri üzerinde de görülebilmektedir.

### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

➤ Numunelerin boyut değişimi incelendiğinde, ilk 10 yıkama sonunda en yüksek boyut değişimi değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yıkama sayısı arttıkça kumaş relaksasyonu tam olarak sağlandığı için boyut değişimi de azalmıştır. Çoklu yıkama işleminin devam etmesiyle boyut değişimi değerlerinin daha da azalacağı tahmin edilmektedir. Yapılan istatistiksel analizlere göre, enzim konsantrasyonunun kumaşların en ve boy yönündeki boyut değişimine anlamlı bir etkisinin olduğu ve konsantrasyon arttıkça boyut değişiminin azaldığı tespit edilmiştir.

➤ Yıkama işlemi ile oluşan mekanik etkiler sebebiyle çoklu yıkama işlemleri patlama mukavemeti değerlerinin kötüleşmesine neden olmuştur. Enzim konsantrasyonunun patlama mukavemeti üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ve konsantrasyon arttıkça, kumaş patlama mukavemeti değerinin azaldığı belirlenmiştir. Enzim prosesi, tüycükleri kumaş yüzeyinden uzaklaştırırken, lif yapısına da zarar verip mukavemet kaybına sebep olmuş, uygulanan enzim yüzdesi arttıkça patlama mukavemeti değerleri azalmıştır.

➤ 125, 500, 1000, 2000 ve 5000 olmak üzere 5 farklı devirde yapılan pilling test sonuçlarına göre; artan yıkama sayısı ile numunelerin pilling değerlerinin kötüleştiği tespit edilmiştir. Artan enzim konsantrasyonu ise kumaş yüzeyinden tüycükleri uzaklaştırdığı için numunelerin pilling eğilimini azaltmıştır.

➤ Görüntü analiz cihazıyla numunelerin yüzey görüntüleri ve iplik görüntüleri incelendiğinde, artan yıkama devirleriyle birlikte kumaş yüzeyinde ve kumaşı oluşturan ipliklerin yüzeylerinde bazı deformasyonlar tespit edilmiştir. Enzim konsantrasyonunun artması ise yüzeydeki tüycükleri azaltarak daha pürüzsüz bir yüzey elde edilmesini sağlamıştır.

### KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Yakartepe, M. ve Yakartepe, Z., 1995, "Örmecilik ve Örne Teknolojisi", *Tekstil Teknolojisi Elyaf'tan Kumaş'a*, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, Cilt:8, Yayın no:45, s:2225-2226.
2. Mavruz, S. ve Oğulata, R.T., 2007, "Örme Kumaş İşletmelerinde Meydana Gelen Hataların İncelenmesi ve Örnek Bir İşletmede Yapılan Hata Analiz Çalışmaları", *Örme İhtisas*, Yıl: 4, Sayı:22, s:64-71.
3. Shurkian, O., Amirbayat, J., Gong, R.H., 2002, "Effects of Repeated Laundering and Crease-Resistant Treatment on Fabric Properties", *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, Vol.55, No.4, pp.39-42.
4. Mavruz, S. ve Oğulata, R.T., 2007, "Tekstil Terbiyesinde Biyoparlatma Uygulamaları ve Pamuklu Örme Kumaşların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi", *II. Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makineleri Kongresi*, MMO Yayın no: E/2007/440-1, s:197-207.
5. Khoddami, A., Siavashi, M., Ravandi S.A.H., 2002, "Enzymatic Hydrolysis of Cotton Fabrics with Weft Yarns Produced by Different Spinning Systems", *Iranian Polymer Journal*, Vol. 11 Number: 2, pp.99-106.
6. Körlü, A.E., Duran, K., Bahtiyari, İ., 2008, "Selülaz Enziminin Selülozik Esaslı Kumaşlar Üzerine Etkisi", *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl:18, Sayı:1, s:35-40.
7. Mazzuchetti, G. ve Vinels, C., 2005, "Study of Enzyme Treatments Effect on the Pilling Behaviour of Knitted Wool Fabrics", *AUTEX Research Journal*, Vol 5, No:1, pp.55-60.
8. Özgüney, A.T., Ekmekçi, A., Duran, K., 2004. "Pamuklu Kumaşlarda Biyoparlatmanın Boyama ve Baskı İşlemlerine Etkisi", *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl:14, Sayı:1, s:47-50.
9. Özdil, N., Özdoğan, E., Öktem, T., 2004. "Effects of Enzymatic Treatment on Various Spun Yarn Fabrics", *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, Vol:11, No.4(43), pp.58-61.
10. Gulrajani, M.L., Roy, P., Agarwal, R., 1998, "Enzymatic Treatment of Cotton Knits", *Indian Journal of Fibre&Textile Research*, Vol.23, Issue 4, pp.242-249.
11. Snyder, L.G., 1997, "Improving the Quality of 100% Cotton Knit Fabrics by Defuzzing with Singeing and Cellulase Enzymes", *Textile Chemist and Colorist*, Vol.29, Issue 6, pp.27-31.
12. Mackay, C., Anand, S.C., Bishop, D.P., 1996, "Effects of Laundering on the Sensory and Mechanical Properties of 1x1 Rib Knitwear Fabrics: Part I: Experimental Procedures and Fabric Dimensional Properties", *Textile Research Journal*, 66(3), pp.151-157.
13. Mackay, C., Anand, S.C., Bishop, D.P., 1999, "Effects of Laundering on the Sensory and Mechanical Properties of 1x1 Rib Knitwear Fabrics: Part II: Changes in Sensory and Mechanical Properties", *Textile Research Journal*, 69(4), pp.252-260.

- 
14. Chiweshe, A., 1999, "Influence of Household Fabric Softeners and Laundry Enzymes on Pilling and Strength Changes of Selected Fabrics, PhD. Thesis, University of Nebraska, p.150.
  15. Quaynor, L., Nakajima, M., Takahashi, M., 1999, "Dimensional Changes in Knitted Silk and Cotton Fabrics with Laundering", *Textile Research Journal*, 69(4), pp.285-291.
  16. Quaynor, L., Takahashi, M., Nakajima, M., 2000, "Effects of Laundering on the Surface Properties and Dimensional Stability of Plain Knitted Fabrics", *Textile Research Journal*, 70(1), pp.28-35.
  17. Lau, L., Fan, J., Siu, T., 2002, "Effects of Repeated Laundering on the Performance of Garments with Wrinkle-Free Treatment", *Textile Research Journal*, 72(10), pp.931-937.
  18. Önal, L. ve Candan, C., 2003, "Contribution of Fabric Characteristics and Laundering to Shrinkage of Weft Knitted Fabrics", *Textile Research Journal*, 73(3), pp.187-191.
  19. Eksoy Katalog, 2007.
  20. TS 4073 EN ISO 3759 Tekstil-Boyut Değişmesinin Tayini İçin Deneylerde Kullanılan Kumaş Parçaları İle Giysilerin Hazırlanması, İşaretlenmesi ve Ölçülmesi, 1999.
  21. TS 392 EN 25077 Tekstil Mamulleri- Yıkama ve Kurutmadan Sonra Boyut Değişmesinin Tayini, 1996.
  22. BS EN ISO 13938-2, Textiles – Bursting Properties of Fabrics, Part:2 Pneumatic Method for Determination of Bursting Strength and Bursting Distension, 1999.
  23. TS EN ISO 12945-2, Tekstil-Kumaşlarda Yüzey Tüyenmesi ve Boncuklanma Yatkınlığının Tayini-Bölüm 2: Geliştirilmiş Martindale Metodu, 2002.
  24. Özdil, N., 2003, "Patlama Mukavemeti", *Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri*, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Yayın no:21, s:62-65.
  25. Kırayoğlu, B., 1996, "Boncuklanmanın Tanımı", *Kumaşlarda Boncuklanma ve Boncuklanmayı Etkileyen Faktörler*, TÜBİTAK-MAM Tekstil Enstitüsü Sagem Müdürlüğü, Bursa, Yayın no: 165, s:1-2.

---

*Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.*

---