

TEKSTİL TERBİYESİNDE BİYOPARLATMA UYGULAMALARI VE PAMUKLU ÖRME KUMAŞLARIN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Serin MAVRUZ-R.Tuğrul OĞULATA
Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Biyoparlatma işleminin örme kumaşların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisinin incelendiği bu çalışmada %100 pamuklu süprem kumaşlar kullanılmıştır. Piyasada yaygın olarak kullanılan üç farklı biyoenzim türü 3 farklı konsantrasyonda ön terbiye aşamasında kumaşlara ilave edilmiş, ardından gelen boyama ve apre işlemleri ise standart olarak uygulanmıştır. Daha sonra kumaşlara çeşitli fiziksel ve kimyasal (haslık) testler yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalara göre; patlama mukavemeti ve gramaj değerlerinde biyoenzim türünün ve konsantrasyonun anlamlı etkisi görülmüş, biyoenzim konsantrasyonunun pilling değerlerini etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca numunelerin yüzey görünümlerinin ve haslık değerlerinin de etkilendiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler :Örme kumaş, biyoparlatma, selüloz enzimi.

BIOPOLISHING TREATMENTS IN TEXTILE FINISHING AND EFFECT ON SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF COTTON KNITTED FABRICS

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate the influence of biopolishing treatment on the knitted fabrics where 100% cotton single jersey fabrics were used. The commonly used three different bioenzymes with three different concentrations (%) were applied to the fabrics in pretreatment processes while the successive dyeing and finishing processes were carried out in a standard way. Afterwards, physical and chemical tests (color fastness) were applied to the fabrics. In conclusion, it was indicated that, the effect of the type of bioenzyme and its concentration on bursting strength, fabric weight and pilling degree was meaningful and the microscopic surface and the colour fastness of the fabrics were also influenced.

Keywords :Knitted fabric, biopolishing, cellulase enzyme.

1. GİRİŞ

Enzimler yanlış bir ifadeyle, bakteri ya da mikroba benzer canlıların bir türü olarak tanımlanmaktadır. Oysaki enzimler canlı olmayan fakat canlıların ve çoğu zaman bakterilerin doğal metabolizma ürünleridir (Duran ve Ayaz, 1999). Enzimatik prosesler konvansiyonel kimyasal maddeler kullanılarak oluşturulan proseslerle kıyaslandığında düşük sıcaklık ve basınçta kolayca spesifik reaksiyonlar vermekte, daha kontrollü proses, zaman ve enerji tasarrufu sağlamaktadır (Khoddami ve diğerleri, 2002). Enzimatik proseslerden kalan atık su bakterilerle ayrıştırılabilir. Bu durum; enzimleri konvansiyonel olarak kullanılan kimyasallardan daha çok çekici yapmaktadır (Sarkar ve diğerleri, 2001).

Enzimler tekstil endüstrisinde elyaf, kumaş hatta giysi imalatı sırasında kullanılabilir. Kullanılan bazı enzimler ve işlevleri aşağıda sıralanmıştır.

Amilaz - nişasta haşılını uzaklaştırmada

Selülaz - biyoparlatmada

Pektinaz - bitkisel liflerin kaynatma işleminde

Katalaz - hidrojen peroksit uzaklaştırmada

Proteaz - ipekte serisinin uzaklaştırılmasında (Oltulu ve Menciloğlu, 1999 - Duran ve Ayaz, 1999 - Alkış, 2003).

Biyoparlatma işlemi, pamuklu ürünlerin işlenmesinde kullanılan enzimatik bir bitim prosesi olup, selülaz enzimi kullanılmaktadır. Enzimlerin kullanılmasıyla sağlanan etkiler; daha düşük tüylülükte temiz bir yüzey, pilling oluşma eğiliminde azalma, daha iyi tutum, ticari yumuşatıcılarla kombine edildiğinde benzersiz bir yumuşaklık olarak sıralanabilmektedir (Ciechanska ve diğerleri, 2002). Biyoparlatma işlemi ilk kez 1988 yılında Japonya'da geliştirilmiş ve dokuma kumaşlara uygulanmıştır. Bu uygulamada, dökümlü bir görünüme sahip kumaş yaratılmaya ve bu kumaşa yüksek bir yumuşaklık derecesi kazandırılmaya çalışılmıştır (Sreenath ve diğerleri, 1996 - Khoddami ve diğerleri, 2002).

Selülaz enzimleri, kumaş yüzeyindeki kısa tüycüklerin ve pillinglerin temizlenmesi için büyük bir yardımcıdır. Bu işlem yumuşaklığın artmasını sağlar. Biyoparlatma işlemi ile giysilerin kullanım ömrü uzar ve pek çok yıkama işleminden sonra bile orijinal görüntüsünü yitirmez (Ankeny, 2002). Tekstil sektöründe biyoparlatma işleminde kullanılan çok sayıda selülaz enzimi bulunmaktadır. Bu kadar çok çeşitli tiplerin olması uygulayıcının en uygun ürünü seçebilmesini

zorlaştırmakta ve terbiyeciyi kullanacağı en uygun enzimi seçebilmek için iyi bir araştırma yapmak zorunda kalmaktadır.

Bu çalışmada; biyoparlatma işleminin örme kumaşların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bunun için 30/1 iplikten üretilmiş süprem kumaşlar kullanılmıştır. Piyasada yaygın olarak kullanılan 3 farklı biyoenzim türünün 3 farklı konsantrasyonu ön terbiye aşamasında kumaşlara ilave edilmiş, bu işlemin ardından gelen boyama ve apre işlemleri standart olarak uygulanmıştır. Bütün işlemler aynı makinede işletme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmelerde referans olarak kullanılacak kumaş ise aynı şartlarda enzimsiz olarak muamele edilmiştir.

Literatürde konu ile ilgili rastlanan bazı çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Sreenath ve diğerleri (1996), çalışmalarında jüt/pamuk karışımı kumaşta selülaz, xylanases ve pektinaz enzimlerinin ayrı ayrı ve çeşitli konsantrasyonlardaki kombinasyonlarıyla denemeler yapmıştır. Sonuçta; enzimle muamele edilmiş kumaş yüzeyi işlem görmemiş kontrol numune ile kıyaslandığında daha yumuşak olarak belirlenmiştir. Enzim kombinasyonlarıyla muamele edilmiş olan numuneden elde edilen etkinin, tek başına selülaz kullanımından elde edilenden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Öktem ve diğerleri (2003), çalışmalarında penye, karde ve open-end olmak üzere üç farklı sistemde eğrilmiş %100 pamuk ipliklerinden ribana ve single jersey konstrüksiyonunda kumaşlar kullanarak, değişik aşamalarda yapılan tüylenmeyi azaltıcı enzimatik işlemlerin bu kumaşların mukavemet, ağırlık kaybı ve boyanma özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre; pamuklu mamullere uygulanan biyoparlatma işlemi ile kumaş yüzeyindeki tüycükler önemli ölçüde giderilmekte, boncuklanma eğilimi azalmakta, kumaşın yumuşaklık, dökümlülük, esneklik ve parlaklık özellikleri geliştirilmektedir.

Örgü yün kumaşların pilling davranışları üzerinde enzim etkisini inceleyen Mazzuchetti ve Vinels (2005), aynı örtme faktörü, iplik numarası ve büküme sahip iki adet örme kumaşla çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Tek değişken yün lifinin çapıdır. İki numune farklı konsantrasyonlardaki proteaz enzimiyle muamele edilmiş, bu işlem sonucundaki pilling değerleri pilling box test cihazıyla ölçülmüştür. Verilen konsantrasyonlardaki proteaz enziminin pilling box test cihazıyla ölçülmüştür.

proteaz enziminin pilling davranışını etkilediğini tespit etmişlerdir. McCloskey ve Jump (2005), çalışmalarında % 100 poliester dokuma kumaşı iki farklı katinaz enzimi ile muamele etmişlerdir. Bu çalışma; % 100 poliester kumaşın biyoparlatma bitim işleminde katinazla muamele edilebileceğini ve poliester/pamuk karışımı kumaşın biyoparlatma bitim işleminde katinaz enzimiyle kombine halde selülaz enziminin de kullanılabilirliğini göstermiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada Ne 30/1 iplikten üretilmiş, ham eni 105 cm, ham gramajı 130 gr/m² olan % 100 pamuklu süprem kumaşlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan selülaz enzimlerinin bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan enzim türleri ve özellikleri

Enzim adı	Ticari firma	Özellikleri
Enpilase 2XL	Enkim	Selülaz enzimi, açık kahverengi sarı renkte, pH 4.9-5.3 çalışma aralığı, 2800 CMCU/g aktivite, 1,17-1.27 g/mL yoğunlukta
Gempil 4L CONC	Gemsan	Sıvı selülaz tipi, Koyu kahverengi sıvı renkte, pH 4.5-6,0 çalışma aralığı, min.2800 CMCU/g aktivite, 1,2 g/mL yoğunlukta.
Biopolish 300	Eksoy	Konsantr selülaz enzimi, suda kolay çözünbilmekte, kahverengi renkli, pH 5-6 çalışma aralığı

2.2. Metot

Çalışmada, Adana'da faaliyet gösteren bir işletmede % 100 pamuklu süprem örme kumaşın üretimi ve enzim denemeleri gerçekleştirilmiştir. Makine farklılığının kumaşlar üzerindeki etkisini engellemek için bütün işlemler aynı jet boyama makinesinde uygulanmıştır. Böylece işlem parametrelerinin etkileri dahil edilmeden sadece kullanılan enzimlerin örme kumaşlara etkisi tespit edilebilecektir. Ayrıca kumaşlardan bir bölümü diğer kumaşlarla aynı şartlarda sadece enzimsiz olarak muamele edilmiş olup, değerlendirmelerde referans kumaş olarak kullanılmıştır.

Selülaz enzimi uygulanan kumaş numunelerine çeşitli fiziksel ve kimyasal (haslık) testler, Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezi (ÜSAM) Tekstilde Ölçme ve Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda, Orze Tekstil'de ve Ç.Ü Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde uygulanmıştır.

3 farklı selülaz enziminin her biri %0,6, %0,8 ve %1,0 konsantrasyonlarında Tablo 2'deki programa göre örme kumaşlara uygulanmıştır. Bu şekilde, enzim türünün kumaş özelliklerine etkisiyle birlikte enzim konsantrasyonunun da etkisi incelenebilmiştir. Bütün

prosesler için flotte oranı 1:20, uygulama sıcaklığı 50°C'dir.

Tablo 2. Biyoenzimlerin uygulanması

Uygulama İşlem	Enpilase 2XL	Gempil 4L CONC	Biopolish 300	Tanım
Kasar	0,5 g	0,5 g	0,5 g	Gemsol Kombijet HK (Islatıcı)
	0,5 g	0,5 g	0,5 g	Solvipol ECK (Yağ sökücü)
	1,0 g	1,0 g	1,0 g	Setawash DL (Yağ sökücü)
	3,0 g	3,0 g	3,0 g	Payet Kostik 38 Be'
	2,0 g	2,0 g	2,0 g	Hidrojen peroksit (Peroksit)
	0,5 g	0,5 g	0,5 g	Tekstab BBY (İyon tutucu)
	0,8 g	0,8 g	0,8 g	Enperase FG (Peroksit enzimi)
	1,0 g	1,0 g	1,0 g	Asetik asit (Asit)
(%) Enzim	0,6 / 0,8 / 1	0,6 / 0,8 / 1	0,6 / 0,8 / 1	Bivoenzim
Hazırlık	1,0 g	1,0 g	1,0 g	Tekstab BBY (İyon tutucu)
Boyama	1,034 %	1,034 %	1,034 %	Everzol Yellow 3RS H/C 150%
	3,940 %	3,940 %	3,940 %	Everzol Red ED
	0,804 %	0,804 %	0,804 %	Everzol Red ED-4B
	80,0 g	80,0 g	80,0 g	Pudra Sodyum Sülfat
	20,0 g	20,0 g	20,0 g	Soda
Yıkama	1,20 g	1,20 g	1,20 g	Asetik asit (Asit)
	0,75 g	0,75 g	0,75 g	Mesg Quest New (Haslık Arttırıcı)
	0,10 g	0,10 g	0,10 g	Asetik asit (Asit)
	0,75 g	0,75 g	0,75 g	Mesg Quest New (Haslık Arttırıcı)
	0,10 g	0,10 g	0,10 g	Asetik asit (Asit)
Apré	6,0 %	6,0 %	6,0 %	Genamin KP/I/Y (Katyonik yumuşatıcı)

DeneySEL çalışma sonuçlarının daha net görülebilmesi ve yorumlanabilmesi için uygulanan enzim denemeleri Tablo 3'deki gibi kodlanmış olup, çalışmanın geri kalanında bu kodlamalar kullanılmıştır.

Tablo 3. Pamuklu kumaşlara uygulanan biyoenzim denemeleri

Numune kodu	Uygulanan enzim adı	Enzim kodu	Konsantrasyon
K0	Enzimsiz (Referans numune)		
K1	Enpilase 2XL	E	% 0,6
K2		E	% 0,8
K3		E	% 1,0
K4	Gempil 4L CONC	G	% 0,6
K5		G	% 0,8
K6		G	% 1,0
K7	Biopolish 300	B	% 0,6
K8		B	% 0,8
K9		B	% 1,0

2.2.1. Uygulanan Testler

Enzimsiz numuneye (1 adet) ve E, G ve B enzimleriyle muamele edilen numunelere (9 adet) Tablo 4'de isimleri ve standartları verilen testler uygulanmıştır. 10 adet kumaş numunesine 8 farklı test uygulanarak toplam 80 adet test yapılmıştır.

Tablo 4. DeneySEL çalışmada uygulanan testler

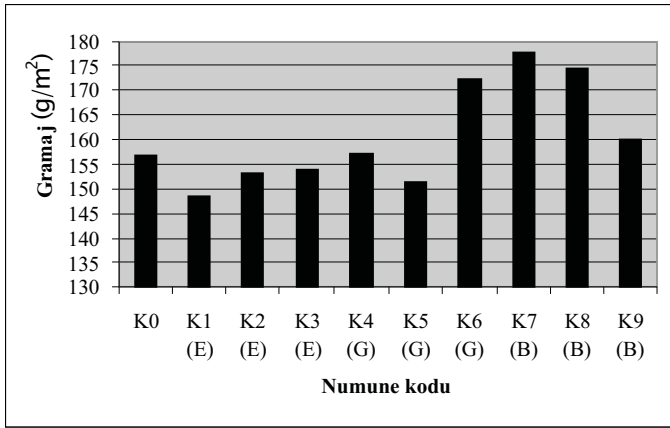
Test türü	Test no	Test adı	Test standardı
Fiziksel	1	Gramaj tayini	TS 251
	2	Martindale pilling	TS EN ISO 12945-2
	3	Patlama mukavemeti	BS EN ISO 13938-2
	4	Yüzey görünümünün incelenmesi	--
Kimyasal (Haslık)	5	Yıkama haslığı	TS EN ISO 105-C06
	6	Ter haslığı	BS EN ISO 105-E04
	7	Tükürük haslığı	DIN 53160
	8	Sürtme haslığı	TS EN ISO 105-X12

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

Yapılan testler ve değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

3.1. Gramaj Tayini Test Sonuçları

Enzimsiz ve enzimli kumaş numunelerinin gramaj tayini her bir numuneden 5 ölçümün ortalaması alınarak yapılmış olup, test sonuçları Şekil 1'de verilmiştir.

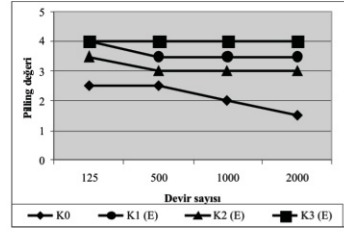


Şekil 1. Gramaj tayini test sonuçları

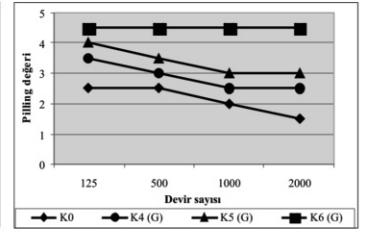
Biyoparlatma işleminde selüloz enzimi kumaş yüzeyindeki tüycüklere etki etmekte, tüycükler banyo içerisine geçirilip yıkamayla birlikte uzaklaştırılmaktadır. Kumaş yüzeyinden tüycüklerin uzaklaştırılmasıyla bir miktar ağırlık kaybı meydana gelmektedir. Ancak örme kumaşların oldukça esnek olan yapılarından dolayı ıslak işlemlerde lifler şişmekte, boyut değişimi meydana gelmekte ve kumaş gramajı artabilmektedir. Çalışmada kullandığımız kumaşın ham halde 130 gr/m² olan ağırlığının, enzimle muamele sonucunda değişken bir biçimde arttığı Şekil 1'den görülmektedir. Kumaşlarda biyoparlatma işlemi ile çekme yönünde oluşan boyut değişiminin, yüzeyden ayrılan lifler sebebiyle oluşan ağırlık kaybına göre birim alanda daha fazla olmasının böyle bir sonuca sebebiyet verdiği düşünülmektedir. En fazla gramaj artışı B biyoenzimi ile işlem gören numunelerde tespit edilmiştir.

3.2. Martindale Pilling Test Sonuçları

Martindale pilling testi 2 ölçümün ortalaması alınarak yapılmış olup, test sonuçları Şekil 2-4'de verilmiştir.

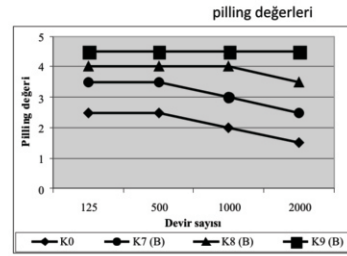


Şekil 2. E biyoenzimi ile işlem gören numunelerin



Şekil 3. G biyoenzimi ile işlem gören numunelerin

pilling değerleri



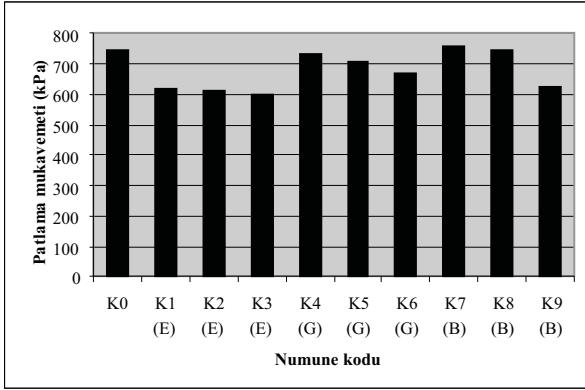
Şekil 4. B biyoenzimi ile işlem gören numunelerin

pilling değerleri

Şekil 2-4 incelendiğinde biyoenzim ile işlem gören bütün numunelerin pilling sonuçları enzimsiz numuneye göre oldukça iyi değerlerde olup, devir sayısı arttıkça değerlerde düşüş gözlenmiştir. Biyoparlatma işlemi ile kumaş yüzeyinden tüycüklerin uzaklaştırılması sonucu pilling değerlerinde iyileşme gözlenmiştir. Uygulanan biyoenzim maddesinin ve konsantrasyonunun pilling sonuçlarını etkilediği tespit edilmiştir. En kötü pilling değerleri 2000 devirdeki değerler göz önüne alındığında K4 ve K7 numunelerinde görülmüştür. En iyi pilling değerleri ise K6 ve K9 numunelerinden elde edilmiştir. Özellikle G ve B biyoenzimleriyle yapılan işlemlerde uygulanan biyoenzim konsantrasyonu arttıkça boncuklanma eğiliminde düşüş gözlenmiş olup (uygulanan tüm devirlerde), genel olarak B enziminin diğer iki enzime göre daha az boncuklanmaya neden olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca uygulanan yaş işlemle, çekme yönünde boyut değişimi gösteren numunelerde oluşan sıkı yapının da pilling oluşumunu azalttığı düşünülmektedir.

3.3. Patlama Mukavemeti Test Sonuçları

Patlama mukavemeti testi 5 ölçümün ortalaması alınarak yapılmış olup, test sonuçları Şekil 5'de verilmiştir.



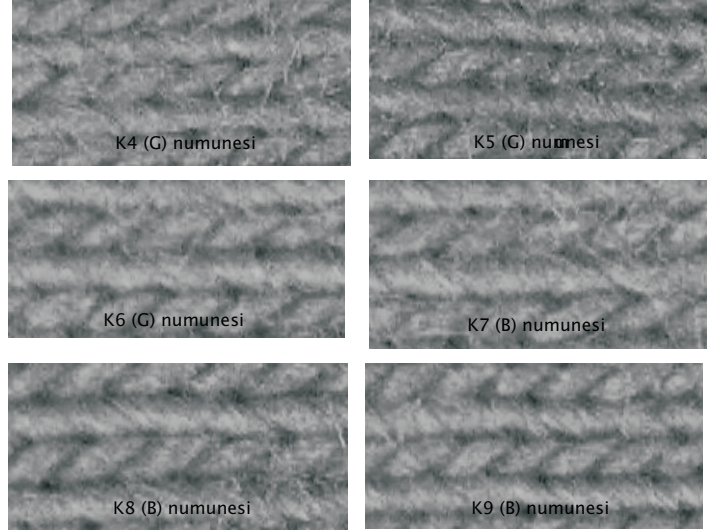
Şekil 5. Patlama mukavemeti değerleri

Şekil 5'deki patlama mukavemeti test sonuçları incelendiğinde, patlama mukavemeti değerlerinin biyoenzim türü ve konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği görülebilmektedir. K7 numunesi hariç bütün kumaşlarda biyoenzim ile muamelenin patlama mukavemeti değerini düşürdüğü gözlenmiştir. En büyük mukavemet azalmaları E enzimi ile işlem gören K1, K2 ve K3 numunelerinde tespit edilmiştir. Bütün biyoenzim uygulamaları için konsantrasyonun artmasıyla patlama mukavemetinde düşüş gözlenmiştir. Biyoparlatma işlemi, tüycükleri yüzeyden uzaklaştırırken, lif yapısına da zarar verip bir miktar mukavemet kaybına sebep olmuş, uygulanan biyoenzim yüzdesi arttıkça da bununla orantılı olarak patlama mukavemeti değerleri azalmıştır.

K7 numunesi; gramaj tayininde de en yüksek gramaj değerine sahip olarak tespit edilmiştir. Söz konusu numunenin uygulanan biyoenzim işleminde meydana gelen yüksek değerdeki çekmesinden dolayı gramajının arttığı ve bunun sonucu oluşan sıkı yapıdan dolayı da mukavemetinin arttığı düşünülmektedir.

3.4. Yüzey Görünümlerinin İncelenmesi

Biyoparlatma işleminin kumaş yüzey düzgünlüğüne etkisini tespit edebilmek için numunelerin yüzey görüntüleri incelenmiştir. Şekil 6'da söz konusu görüntüler yer almaktadır.



Şekil 6. Numunelerin yüzey görünümü (40x büyütme)

Şekil 6'daki görüntüler incelendiğinde, biyoenzimsiz numune üzerinde oldukça fazla sayıda bulunan tüycüklerin, biyoenzimle azaldığı, özellikle E, G ve B biyoenzimlerinin %1'lik konsantrasyonlarıyla muamele edilen K3, K6 ve K9 numunelerinin daha temiz ve pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu görülebilmektedir.

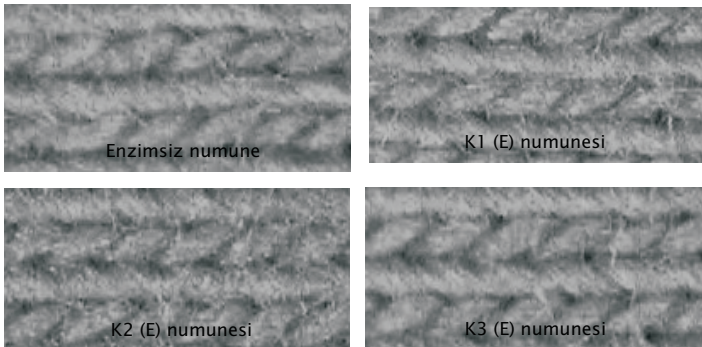
3.5. Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Tablo 5'de enzimsiz ve biyoenzimli numunelere TS EN ISO 105-C06 standardına göre 50°C'de uygulanan yıkama haslığı testi sonuçları görülmektedir.

Tablo 5. Yıkama haslığı test sonuçları

Numune kodu	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün	Solma
K0	5	5	5	5	5	5	4/5
K1 (E)	5	4/5	5	5	5	5	4/5
K2 (E)	5	4/5	5	5	5	5	4/5
K3 (E)	5	4/5	5	5	5	5	4/5
K4 (G)	5	4/5	5	5	5	5	4/5
K5 (G)	5	5	5	5	5	5	4/5
K6 (G)	5	5	5	5	5	5	4/5
K7 (B)	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
K8 (B)	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
K9 (B)	5	5	5	5	5	5	4/5

Tablo 5'e göre haslık değerleri genelde iyi çıkmıştır ve enzim uygulamasının yıkama haslığı üzerinde değişim meydana getirmediği söylenebilmektedir.



3.6. Ter Haslığı Test Sonuçları

Ter haslığı testi BS EN ISO 105-E04 standardına göre asidik ve bazik olarak yapılmış olup, Tablo 6 ve 7'de test sonuçları verilmiştir.

Tablo 6. Ter haslığı test sonuçları (Asit)

	Numune kodu	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün	Solma
ASİT	K0	5	5	5	5	5	5	4/5
	K1 (E)	4	3	3	4/5	4	4	4/5
	K2 (E)	4/5	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5
	K3 (E)	5	4/5	5	5	5	5	4/5
	K4 (G)	5	5	5	5	5	5	4/5
	K5 (G)	5	5	5	5	5	5	4/5
	K6 (G)	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5
	K7 (B)	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
	K8 (B)	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
	K9 (B)	4/5	4/5	4/5	5	5	5	4/5

Tablo 7. Ter haslığı test sonuçları (Alkali)

	Numune kodu	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün	Solma
ALKALİ	K0	5	5	5	5	5	5	4/5
	K1 (E)	4	3	3/4	4	4	4	4/5
	K2 (E)	4	3	4	4/5	4	4	5
	K3 (E)	4/5	3/4	4/5	4	4	4/5	5
	K4 (G)	5	5	5	5	5	5	4/5
	K5 (G)	5	5	5	5	5	5	4/5
	K6 (G)	4	3/4	4	4/5	4	4/5	4/5
	K7 (B)	4/5	3/4	4	4	4	4	5
	K8 (B)	4/5	3/4	4	4	4	4	4/5
	K9 (B)	4/5	3/4	4	4	4/5	4/5	4/5

Asidik ter haslığı testinde referans numuneye göre en kötü değerin (3) olduğu numune K1 olarak tespit edilmiş olup, bunu K2 ve K6 numuneleri izlemiştir. Asidik ter haslığında; multifibre üzerinde en kötü akma değeri pamuk ve naylon elyafında görülmüştür. Bazik ter haslığı deneyinde K4 ve K5 numunelerinde bir değişim gözlenmezken, diğer numunelerde kötüleşme söz konusudur. Bazik ter haslığı deneyinde de en kötü değerler K1 ve K2 numunelerinde gözlenmiş olup, multifibre üzerinde en kötü akma değeri pamuk ve naylon elyafında görülmüştür.

Hem asidik hem de bazik ter haslığı sonuçları göz önünde bulundurulduğunda E biyoenziminin ter haslığını daha olumsuz etkilediği söylenebilmektedir. Solma değerlerinde ise önemli bir değişim tespit edilmemiştir.

3.7. Tükürük Haslığı Test Sonuçları

Özellikle bebeklerin tekstil ürünlerine ağızla temas etmeleri sonucunda boyarmaddelerin tükürük çözünürlüklerinin değerlendirilmesi amacıyla uygulanan bu test, DIN 53160 standardına göre asidik ve bazik olarak yapılmış olup, Tablo 8'de test sonuçları verilmiştir.

Tablo 8. Tükürük haslığı test sonuçları (Asit-alkali)

	Numune kodu	Akma	Solma		Numune kodu	Akma	Solma
ASİT	K0	4/5	4/5	ALKALİ	K0	4/5	4/5
	K1 (E)	4/5	4/5		K1 (E)	4/5	4/5
	K2 (E)	4/5	4/5		K2 (E)	4/5	4/5
	K3 (E)	4/5	4/5		K3 (E)	4/5	4/5
	K4 (G)	4/5	4/5		K4 (G)	4/5	4/5
	K5 (G)	4/5	4/5		K5 (G)	4/5	4/5
	K6 (G)	4/5	4/5		K6 (G)	4/5	4/5
	K7 (B)	4/5	4/5		K7 (B)	4/5	4/5
	K8 (B)	4/5	4/5		K8 (B)	4/5	4/5
	K9 (B)	4/5	4/5		K9 (B)	4/5	4/5

Tablo 8 incelendiğinde tükürük haslığının enzim türü ve konsantrasyonundan etkilenmediği sonucuna varılmaktadır

3.8. Sürtme Haslığı Test Sonuçları

Tablo 9'da TS EN ISO 105-X12 standardına göre uygulanan sürtme haslığı testi sonuçları görülmektedir.

Tablo 9. Sürtme haslığı test sonuçları (Kuru-yaş)

Numune kodu	Kuru	Yaş	Numune kodu	Kuru	Yaş
K0	4	2/3	K5 (G)	4	2
K1 (E)	4	2	K6 (G)	4/5	2
K2 (E)	4	2/3	K7 (B)	4	2/3
K3 (E)	4	2	K8 (B)	3/4	2
K4 (G)	3/4	2	K9 (B)	4	2

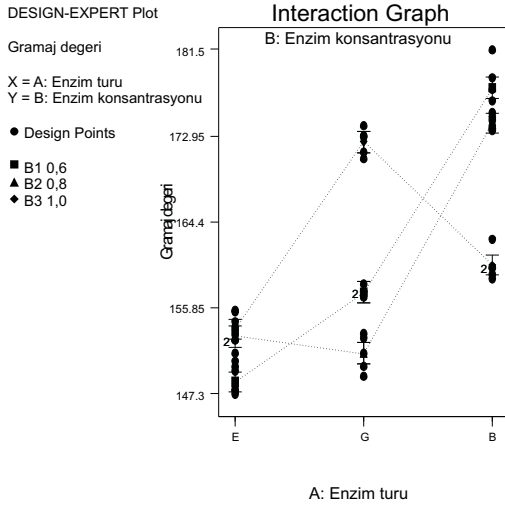
Biyoenzim uygulamalarının hem yaş hem de kuru sürtme haslığı değerlerinde çok büyük bir değişikliğe yol açmadığı tespit edilmiş olup, bununla birlikte çıkan en iyi değerler kuru sürtmede K6 numunesinde, yaş sürtmede ise K2 ve K7 numunelerinde gözlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Biyoenzim ile işlem gören kumaş numunelerinin gramaj değerlerinde artış olmuştur. Design-Expert 6.0.1 istatistik programı kullanılarak

ANOVA for Selected Factorial Model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares]					
Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	4817.79	8	602.22	242.41	< 0.0001 Significant
A	2697.65	2	1348.83	542.93	< 0.0001
B	50.41	2	25.20	10.14	0.0003
AB	2069.73	4	517.43	208.28	< 0.0001



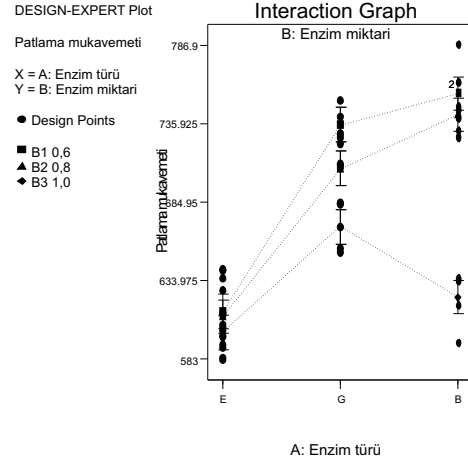
Şekil.7 Gramaj değerleri için model grafiği

E biyoenzimi konsantrasyon değiştiğinde gramajı en az etkileyen kimyasal, G biyoenzimi ise en çok etkileyen kimyasal olarak tespit edilmiştir. En yüksek gramaj değeri B biyoenziminin % 0,6'lık konsantrasyonu ile elde edilmiştir.

- 125, 500, 1000 ve 2000 olmak üzere 4 farklı devirde yapılan pilling test sonuçlarına göre, biyoenzim işlemi ile pilling değerlerinde iyileşme gözlenmiştir.

- Patlama mukavemeti değerleri için ANOVA tablosu ve model grafiği Şekil 8'de verilmiştir. Görüldüğü gibi 3 enzim türü içinde konsantrasyonun artması patlama mukavemeti değerlerinde düşüşe neden olmuştur.

ANOVA for Selected Factorial Model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares]					
Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1.580E+005	8	19751.42	6681	< 0.0001 Significant
A	93671.78	2	46835.89	158.43	< 0.0001
B	41413.35	2	20706.67	70.04	< 0.0001
AB	22926.23	4	5731.56	19.39	< 0.0001



Şekil.8 Patlama mukavemeti değerleri için model grafiği

En yüksek patlama mukavemeti değerinin B biyoenziminin % 0,6'lık konsantrasyonu ile elde edildiği görülmektedir. E biyoenzimi ile işlem gören numunelerin patlama mukavemeti değerleri birbirlerine oldukça yakınken, özellikle B biyoenziminin farklı konsantrasyonlardaki değerleri arasında oldukça büyük farklar vardır. Sonuçlara göre biyoenzim türünün, konsantrasyonunun ve bunların birbiriyle etkileşiminin patlama mukavemeti üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

- Yüzey görünümleri incelendiğinde, özellikle yüksek konsantrasyonda biyoenzim kimyasallarıyla işlem gören numunelerin pürüzsüz bir yüzeye sahip oldukları görülebilmektedir.

- Numune kumaşların haslık özellikleri incelendiğinde, yıkama haslığının ve tükürük haslığının enzimlerden etkilenmediği, genelde E biyoenziminin ter haslığını daha olumsuz etkilediği, K2, K6 ve K7 numunelerinin en iyi sürtünme haslığı sonuçlarını verdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Alkış, M., “Biyoparlatma Yöntemi ile Pamuklu Kumaşların Yüzey Düzgünlüğünün Sağlanmasında Olası Sorunlar” *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, s.89., 2003.

Ankeny, M., “Single-Bath Dyeing and Bio-Polishing, *AATCC Review*, p.16-19, May, 2002.

Ciechanska, D., Struszczyk, H., Miettinen-Oinonen, A., Strobin, G., “Enzymatic Treatment of Viscose Fibres Based Woven Fabric”, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, p.60-63, 2002.

Duran, K., Y. Ayaz, Ö., “Selülazların Rejenere Selüloz Liflerinde Kullanımıyla Alternatif Alternatif Terbiye Prosesleri”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı:5, 390-396, 1999.

Khoddami, A., Siavashi, M., Ravandi S.A.H., Morshed, M., “Enzymatic Hydrolysis of Cotton Fabrics with Weft Yarns Produced by Different Spinning Systems, *Iranian Polymer Journal*, Volume 11 Number 2, p.99-106, 2002.

Mazzuchetti, G., Vinels, C., 2005, “Study of Enzyme Treatments Effect on the Pilling Behaviour of Knitted Wool Fabrics”, *AUTEX Research Journal*, Vol 5, No:1, 55-60.

Mccloskey, S.G., Jump, J.M., “Bio-polishing of Polyester and Polyester/Cotton Fabric”, *Textile Research Journal*, 75 (6), p.480-484, 2005.

Oltulu, T., Menceloğlu, Y.Z., Auterinen, A.L., “Tekstil Endüstrisinde Ekolojik Çözüm: Enzimler”, *Tekstil Terbiye&Teknik*, Sayı:37, 74-78, 1999.

Öktem, T., Özdil, N., Özdoğan, E., “Farklı Eğirme Sistemi ile Elde Edilen İpliklerden Üretilen Örne Kumaşlarda Bio-Parlatma İşleminin Boncuklanma Özelliğine Etkisi”, *Gemsan Teknik Bülten*, Sayı 36-37, 2003.

Sarkar, A.K., Collins, F., Ethers, J.N., “Kinetics of the Enzymatic Hydrolysis of Cellulose”, *AATCC Review*, p.48-52, March, 2001.

Sreenath, H.K., Shah, A.B., Yang, V.W., Gharia, M.M., Jeffries, T.W., “Enzymatic Polishing of Jute/Cotton Blended Fabrics”, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, Vol. 81, No.1, p.18-20, 1996.

BS EN ISO 105-E04, Tekstil - Renk Haslığı Deneyleri - Bölüm E04: Terlemeye Karşı Renk Haslığı Tayini, Türk Standartları, 2006.

BS EN ISO 13938-2, Textiles – Bursting Properties of Fabrics, Part:2 Pneumatic Method for Determination of Bursting Strength and Bursting Distension, 1999.

DIN 53160, Tükürüğe Dayanıklılık Testi

TS EN ISO 105-C06, Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri- Bölüm C06: Evsel Yıkamaya ve Ticari Müesseselerde Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Tayini, Türk Standartları, 2001.

TS EN ISO 105-X12, Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri- Bölüm X12: Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini, Türk Standartları, 2006.

TS EN ISO 12945-2, Tekstil- Kumaşlarda Yüzey Tüülenmesi ve Boncuklanma Yatınlığının Tayini- Bölüm 2: Geliştirilmiş Martindale Metodu, 2002.

TS 251 Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlesinin Tayini, 1991.