

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PAMUK, REJENERE SELÜLOZ VE
KARIŞIMLARINDAN OLUŞAN ÖRME
MAMÜLLERİN ENZİMATİK MODİFİKASYONU VE
OPTİMİZASYONU**

Gizem ŞEKERCİ KIRCA

Eylül, 2012

İZMİR

**PAMUK, REJENERE SELÜLOZ VE
KARIŞIMLARINDAN OLUŞAN ÖRME
MAMÜLLERİN ENZİMATİK MODİFİKASYONU
VE OPTİMİZASYONU**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Gizem ŞEKERCİ KIRCA

Eylül, 2012

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

GİZEM ŞEKERCİ KIRCA tarafından PROF. DR. A. MERİH SARIŞIK yönetiminde hazırlanan “PAMUK, REJENERE SELÜLOZ ve KARIŞIMLARINDAN OLUŞAN ÖRME MAMÜLLERİN ENZİMATİK MODİFİKASYONU ve OPTİMİZASYONU” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. A. Merih SARIŞIK

Danışman



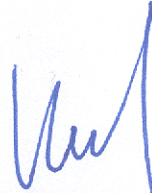
Jüri Üyesi

Doç. Dr. Gülay ÖZCAN



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Aysun AKSİT



Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tezimin konusunun belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesinde yardımlarını ve bilgisini esirgemeyen, değerli tavsiyeleri ile bana her zaman destek olan değerli hocam sayın Prof. Dr. Merih SARIŞIK'a teşekkür ederim. FTIR analizleri konusunda destek olan ve deneysel enzim çalışmalarını başarıyla gerçekleştiren Emre ERDEN'e ve çalışmalarımda destek olan eşim Erim KIRCA'ya, Pelin ALTAY'a, Unitek San. ve Tic. A.Ş ve Batı Basma San. A.Ş. çalışanlarına ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan aileme teşekkürü borç bilirim.

Bu tez 00657.STZ.2010-2 numaralı proje olarak Bilim Sanayi ve Teknoloji bakanlığı tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı yetkililerine ve D.E.Ü Bilimsel Araştırmaları Destekleme Birimine teşekkür ederim.

Gizem ŞEKERCİ KIRCA

PAMUK, REJENERE SELÜLOZ VE KARIŞIMLARINDAN OLUŞAN ÖRME MAMÜLLERİN ENZİMATİK MODİFİKASYONU VE OPTİMİZASYONU

ÖZ

Bu çalışmada pamuk, viskoz ve modal ile pamuk/viskoz ve pamuk/modal karışimli örme kumaşlara, ticari selülaz enzimleri ve bu çalışma kapsamında yeni üretilen selülaz enzimi ile biyoparlatma işlemi uygulamaları yapılmış ve sıcaklık, pH, makine devri, flotte oranı parametreleri sabit tutularak, enzim konsantrasyonu ve süre gibi faktörler farklı seviyelerde incelenmiştir. Bununla birlikte pamuk/poliester karışımları için yeni bir enzimatik işlem yöntemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu yöntemde selülaz enzimi ile birlikte poliester (PET) liflerinin degradasyonunda kullanılan esteraz enzimlerinden de yararlanılmış, uygun koşulların (sıcaklık, pH, vb.) sağlanması durumunda tek yıkama işlemi ile hem pamuk hem de poliester lif uçlarının uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Ancak kullanılan enzimlerin optimum işlem koşullarının farklı olması nedeniyle iki adımlı işlem gerçekleştirilmiştir. Bir diğer çalışma ise yağ lekelerinin enzimatik işlemlerle uzaklaştırılması amacıyla klasik olarak kullanılan kimyasal içerikli yağ sökücüler yerine lipaz enzimlerinden yararlanılarak yağ sökme işlemi için alternatif ve ekolojik bir proses geliştirmektir.

Sonuçlar, enzimatik işleme bağlı mekanik dayanımdaki değişimin tespiti için patlama mukavemeti testi, boncuklanma eğilimlerindeki değişimlerin tespiti için boncuklanma testi, yüzey özelliklerinin görülebilmesi amacıyla SEM ve enzimatik işlem sonrası kumaşların bağ yapısına ilişkin değişimlerin incelenebilmesi amacıyla FTIR analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm test ve analizlerin sonuçları Minitab® adlı istatistiksel yazılım programı yardımıyla istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Tüm bu denemeler ve değerlendirmeler sonucunda optimum enzimatik işlem koşullarının tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Selülaz, biyoparlatma, lipaz, esteraz, boncuklanma, pamuk, viskoz, modal, poliester

ENZYMATIC MODIFICATIONS AND OPTIMIZATION OF KNITTED PRODUCTS WHICH CONTAIN COTTON, REGENERATED CELLULOSE AND THEIR BLENDED

ABSTRACT

In this study, knitted fabrics of cotton, viscon, modal and cotton/poliester, cotton/viscon, cotton/modal blends were biopolished with commercial cellulase enzymes which are frequently used and a new developed experimental cellulase enzyme . In the enzymatic processes, parameters such as temperature, pH, machine speed and liquor ratio were kept constant, and factors such as enzyme concentration and time were experimented with different levels.

Besides all these, a new enzymatic process were developed for cotton/poliester blended fabrics. In this process esterase enzymes which have a role in the degradation of poliester fibers were used together with cellulase enzymes. By providing the appropriate conditions (such as temperature, pH, etc.) both cotton and poliester fiber ends are planned to be removed. Apart from these, another work was carried out on removing oil stains from the fabrics by enzym treatments. In this work, lipase enzymes were utilised instead of conventional chemical oil removers, and thereby an alternative and ecological process may be developed.

After the experiments, bursting strength tests in order to determine the change in mechanical strength of the fabrics due to the enzymatic treatment, and pilling tests in order to determine pilling tendency of the fabrics were carried out. Also, SEM images were taken with a view to observe surface properties, and FTIR analysis were performed to provide information about the chemical bonds of fabrics and the effect of enzymes on molecular structure. The results were statistically analysed using Minitab® istatical program. As a result of this study, it is aimed to obtain optimum enzymatic treatment conditions for production process.

Keywords: Cellulase, lipase, esterase, cotton, poliester, pilling, viscose, modal

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM BİR – LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	1
1.1 Doğal Lifler.....	1
1.1.1 Pamuk.....	4
1.2 Kimyasal Lifler.....	7
1.2.1 Suni Lifler.....	7
1.2.1.1 Rejenere Selüloz ve Türevleri.....	7
1.2.2 Sentetik Lifler.....	14
1.3 Boncuklanma.....	18
1.4 Tekstil Terbiyesinde Enzim Kullanımı.....	20
1.5 Selülaz Enzimi ve Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanımı.....	22
1.5.1 Selülaz Enzimi.....	22
1.5.2 Biyoparlatma İşlemi	30
1.6 Lipaz Enzimi ve Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanımı	32
1.7 Esteraz Enzimi ve Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanımı	34
1.8 Önceki Çalışmalar	36
BÖLÜM İKİ – MATERYAL ve YÖNTEM.....	46
2.1 Selülaz Enzimleri ile Yapılan Çalışmalar.....	46
2.1.1 Materyal	46
2.1.1.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler	46
2.1.1.2 Kullanılan Cihazlar ve Yazılımlar.....	47
2.1.1.3 Kullanılan Kumaş.....	48

2.1.2 Yöntem	48
2.1.2.1 Lauzym RVL Ticari Selülaz Enzimi ile Yapılan Denemeler.....	50
2.1.2.2 Veszym PIL 328 Ticari Selülaz Enzimi ile Yapılan Denemeler.....	51
2.1.2.3 Trichoderma Reesei'den Üretilen Enzim ile Yapılan Denemeler...	52
2.1.2.4 Selülaz Enzimi Sonrası Boyama İşlemi.....	54
2.2 Lipaz Enzimleri ile Yapılan Çalışmalar.....	55
2.2.1 Materyal	55
2.2.2 Yöntem	56
2.3 Esteraz Enzimleri ile Yapılan Çalışmalar.....	60
2.3.1 Materyal.....	60
2.3.1.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	60
2.3.1.2 Kullanılan Kumaş.....	61
2.3.2 Yöntem.....	61
2.4 Değerlendirme Yöntemleri.....	65
2.4.1 İstatistiksel Analiz Yöntemi	66
2.4.2 Kumaş Gramaj Tayini (ISO 3801).....	66
2.4.3 Boncuklanma Testi (ISO EN 12945-1).....	66
2.4.4 Patlama Mukavemeti (ISO EN 13938-1).....	67
2.4.5 FTIR-ATR Analizi.....	68
2.4.6 SEM Görüntüleme.....	68
2.4.7 Hidrofilite Tayini (DIN 53924).....	68
2.4.8 Parlaklık Ölçümü (Y)	68
2.4.9 Beyazlık Ölçümü (D65-STENSY Değeri).....	69
2.4.10 Renk Verimi	69
2.4.11 Oil Red O Boyarmaddesi ile Yapılan Boyamaların CIE Lab Değerlerinin Ölçümü	69
2.4.12 DSC Ölçümü	70

BÖLÜM ÜÇ – BULGULAR ve TARTIŞMA 71

3.1 Selülaz Enzimleri ile Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular	71
3.1.1 Lauzym RVL Ticari Enzimiyle Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular.....	71

3.1.1.1 Kumaş Gramaj Tayini.....	71
3.1.1.2 Boncuklanma Testi	73
3.1.1.3 Patlama Mukavemeti	76
3.1.1.4 Hidrofilite Tayini	79
3.1.1.5 Parlaklık Ölçümü	81
3.1.1.6 Beyazlık Ölçümü	84
3.1.1.7 Genel Değerlendirme	87
3.1.2 Veszým PIL 328 Ticari Enzimiyle Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular.....	88
3.1.2.1 Kumaş Gramaj Tayini	88
3.1.2.2 Boncuklanma Testi	90
3.1.2.3 Patlama Mukavemeti	93
3.1.2.4 Hidrofilite Tayini	97
3.1.2.5 Parlaklık Ölçümü	99
3.1.2.6 Beyazlık Ölçümü	102
3.1.2.7 Genel Değerlendirme	105
3.1.3 Deneysel Enzim ile Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular	106
3.1.3.1 Kumaş Gramaj Tayini	106
3.1.3.2 Boncuklanma Testi	108
3.1.3.3 Patlama Mukavemeti	111
3.1.3.4 Hidrofilite Tayini	114
3.1.3.5 Parlaklık Ölçümü	116
3.1.3.6 Beyazlık Ölçümü	119
3.1.3.7 Genel Değerlendirme	121
3.1.4 Ticari ve Deneysel Selülaz Enzimleri ile Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması.....	122
3.1.4.1 Kumaş Gramaj Tayini	123
3.1.4.2 Patlama Mukavemeti	123
3.1.4.3 Boncuklanma Testi	125
3.1.4.4 SEM Görüntüleme Sonuçları	126
3.1.4.5 FTIR-ATR Analizi	134
3.1.5 Boyama Sonrası Verilerinin Karşılaştırılması	137
3.1.5.1 Kumaş Gramaj Tayini	138

3.1.5.2 Boncuklanma Testi	139
3.1.5.3 Patlama Mukavemeti	141
3.1.5.4 Renk Verimi	143
3.2 Lipaz Enzimi ile Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular	145
3.2.1 Beyazlık Derecesi Tesbiti.....	146
3.2.2 FTIR-ATR Analizi.....	146
3.2.3 Renk Verimi	152
3.2.4 OIL RED O Boyarmaddesi ile İşleminin Karşılaştırılması	152
3.3 Esteraz Enzimi ile Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular	155
3.3.1 Kumaş Gramaj Tayini	156
3.3.2 Patlama Mukavemeti Testi	157
3.3.3 Boncuklanma Testi	159
3.3.4 Renk Verimi	160
3.3.5 DSC Analizi	161
BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR ve ÖNERİLER	163
KAYNAKLAR	165
EKLER.....	174
A- Kısaltmalar dizini	

BÖLÜM BİR

LİTARATÜR ÇALIŞMALARI

1.1 Doğal Lifler

Doğada bulunan ve insanlar tarafından üretilmeyen liflere doğal lifler denir. Bitkilerden elde edilen bütün lifler (pamuk, keten, kenevir, jüt, rami, sisal, kok, abaka), hayvanlardan elde edilen bütün lifler (yün, moher, devetüyü, kaşmir, angora, alpaka, vikuna, ipek) ve mineral kaynaklı lifler (asbest) doğal liflerdir (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007).

Bu çalışmada doğal lifler içerisinde selülozik esaslı liflerden pamuk lifleri ile çalışılması nedeniyle pamuk liflerinin fiziksel ve kimyasal yapısına değinilmiştir.

1.1.1 Pamuk

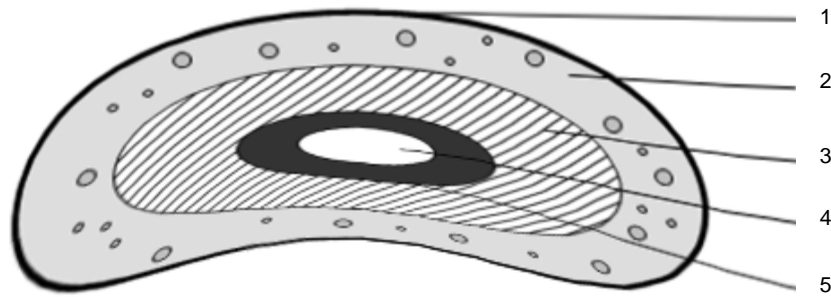
Nem çekme özelliğinin iyi olması, kuru ve yaş mukavemetlerinin yüksek olması ve aşınmaya karşı gösterdiği direnç nedeni ile tekstil sanayisinde yoğun olarak kullanılan pamuk lifi, erkek ve bayan dış giyim, iş kıyafetleri, iç giyim gibi oldukça yaygın kullanım alanlarına sahiptir.

Glikoz polimerleri kristalin mikrofibril yapısının oluşturabilmek için birbiri üzerine hidrojen bağlarıyla bağlanmış durumdadır. Selüloz mikrofibrilleri ayrıca bazı amorf bölgeler ihtiva etmektedir (Aehle, 2007).

Pamuğun yapısının daha iyi anlaşılabilmesi için fiziksel ve kimyasal yapısının bilinmesi gerekmektedir.

Pamuk Lifinin Fiziksel Yapısı :

Pamuk lifinin en dış katmanını saran kütikül, lifi koruyan çok ince bir çeperdir. Bileşimi tam olarak bilinmemekle beraber vaks ve pektini içerdiği bilinmektedir. Primer çeper asıl olarak selülozdan oluşur. Ancak primer çeperin selülozu fibriler bir yapıya sahiptir. Bu fibrillerin selük₁ özen maddelere karşı çok geç reaksiyon vermesi fibrillerin selülozdan başkalık içerdiği kanaatini uyandırır (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007).



Şekil 1.1 Pamuk lifinin enine kesiti (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007)
1. Kütikül 2. Primer Duvar 3. Sekonder Duvar (%94'e varan selüloz oranı)
4. Üçüncü duvar 5. Lümen

Sekonder çeper lifin toplam ağırlığının %90'ını teşkil eder ve selüloz tabakalarından ibarettir. Lümen, olgun liflerde büzülmüş halde bulunan bir kanaldır ve mineral tuzları ile renkli maddelerin belli bir kısmı burada toplanmıştır. Düşük kaliteli pamuk oldukça yüksek miktarda kalsiyum ve demirin yanı sıra ölü ve olgunlaşmamış lifler de içerir. Ölü ve olgunlaşmamış liflerin fazlalığı neps ve düğümlere neden olur (Lewin ,2007).

Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri :

- Yoğunluk: 1,52- 1.54 g/cm³
- Nem içeriği: %8,5
- Isıya karşı davranışı: 120 °C'de sararır ve 150 °C'nin üzerinde bozunur.
- Işığa karşı dayanım: Oldukça iyidir. Çok uzun süre kalırsa sararır.

- Termal iletkenlik: Orta
- Tenasite: 25-40 g/tex
- Kopma uzaması: %6-8(kuru),%7-10(ıslak) (Gordon,2007; Anış, 1998).

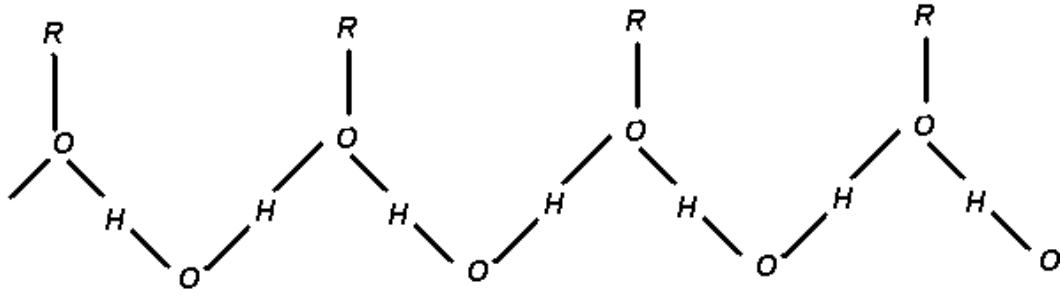
Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı :

Ham pamuk lifinin selüloz oranı yetiştiği toprak, iklim, pamuk tipi ve büyüme şartlarına bağlı olarak kuru ağırlığının %88'i ile %96'sı arasında değişmektedir. Selüloz olmayan kısım genelde birinci duvar, kütikula tabakası ve lümeninde bulunur. Yıkanmış, ağartılmış ve kurutulmuş pamuklu kumaştaki selüloz oranı ise yaklaşık %99'dur. Pamukta bulunan protein esas olarak lifin merkezinde bulunan boşluğunda yani lümeninde yer alır. Pektin maddesinin çoğu ise primer hücre duvarında bulunmaktadır (Lewin ,2007; Gordon,2007)

Tablo 1.1 Pamuğun kimyasal yapısı (Kuru Ağırlığa Göre) (Kaynak : Dayıoğlu,2007)

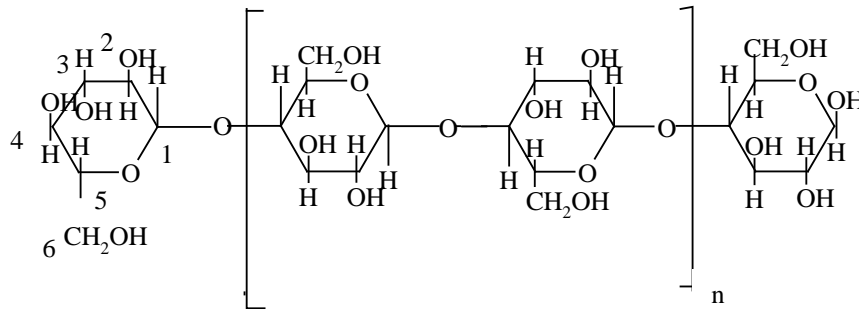
Bileşim	%
Selüloz	88-96
Protein-Pektin	1.5-5.0
Anorganik madde	1.0-1.2
Vaks ve yağlar	0.5-0.6

Selüloz makromoleküllerindeki her bir glikoz yapıtaşının üçer tane serbest –OH grubuna sahip olduğu bilinmektedir. Selüloz makromolekülleri lif içerisinde tek başlarına bulunmayıp hidrojen köprüleriyle birbirlerine bağlı durumda bulunmaktadırlar. Hidrojen köprüleri, bir alkol molekülünün –OH grubundaki oksijenin serbest elektron çifti ile diğer bir alkol molekülündeki -OH grubunun hidrojen atomu arasında meydana gelmekte olup normal bir kovalent bağa göre daha zayıftır (Bağ enerjisi 5–7 kcal/Mol.). Makromolekülleri bir arada tutan kuvvetler arasında hidrojen köprülerinin yanında Van der Waals kuvvetleri de rol oynamaktadır (Lewin,2007; Seventekin, 2004).



Şekil. 1.2 Selüloz genel formülü (Seventekin, 2004)

Selüloz, genel formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olan bir polisakkarittir. Makromolekül çok sayıda n tane β -D-Glikoz yapıtaşının 1. ve 4. karbon atomları üzerinden oksijen köprüleri ile birbirine bağlanması sonucu oluşmuştur ve bu şekilde moleküllerin biyosentezi sonucu ortalama polimerizasyon derecesinin 20000'in üzerinde olabileceği çok uzun zincirler oluşabilmektedir (Lewin 2007).



Şekil 1.3 Selüloz makromolekül zinciri (Carr, 1995)

Glikozun indirgen özelliği vardır. Selüloz makromoleküllerinde ise glikoz yapıtaşları 1. ve 4. karbon atomları üzerinden birbirlerine bağlandıklarından asetal duruma geçmektedirler. Böylece bütün asetal bileşikleri gibi selüloz da bazlara dayanıklı iken asitlere dayanıksızdır. Glikozdan farklı olarak selüloz indirgen özellik göstermemektedir. Dolayısıyla bütün bu bahsedilen selüloz için geçerli bulunan özelliklerin hepsi selüloz içerikli tüm lifler ve pamuk için geçerlidir (Seventekin, 2004).

Selülozdaki miseller, birbirine paralel olarak yerleşmiş fibrillerden oluşmaktadır. Fibrillerin düzgün yerleşmemiş bölgelerine amorf bölgeler adı verilmektedir. Pamuk %65–70 kristalin, %30–35 amorf bölgeden oluşmuştur. Bu özellik pamuğun kullanım alanına göre, üç başlıca ana karakteristik özelliğini kazandırır.

1. Fibrillerdeki moleküllerin yüksek oryantasyonu sonucu oluşan yapıya sahiptir.
2. Spiral şeklindeki oryantasyon sonucu oluşan yapı elastik uzamaya izin verir.
3. Fibrillerdeki amorf bölgelerin oluşturduğu yapı diğer iki yapıya nazaran eğilme açısından oldukça hareketlidir. Dolayısıyla eğilme sonucu tekrar eski haline döner (Erdem, 2004).

Pamuk Lifinin Kimyasal Özellikleri

Suyun Pamuk Lifine Etkisi: Su molekülleri selüloz lifleri içerisindeki kristalitlerin içerisine giremez yani intermiselar bir şekilde etki gösterirler. Bunun sonucu olarak lifler, lif eksenine dik olarak şişerler. Eksen yönünde ise çok küçük bir değişiklik meydana gelir. Pamuk liflerinin su ile etkileşiminde pamuk lifinde %28 civarında kesit artışı, %1'den az uzunluk artışı görülmektedir (Seventekin, 2004).

Bazların Pamuk Lifine Etkisi: Bazlar, pamuk liflerini suya nazaran daha etkin bir şekilde şişirirler. Baz olarak sudkostik kullanıldığında %12'ye kadar olan seyreltik çözeltiler aynen suda olduğu gibi intermiselar bir reaksiyon verirken %12'den daha derişik olan çözeltiler intramiselar reaksiyon vermeye başlarlar. Bu arada selüloz lifinin yapısında da değişiklikler oluşur ve hidrat selülozu denilen şekil ortaya çıkar. Seyreltik alkali çözeltiler selülozdaki safsızlıkları çözerek hidrofilleştirme işlemlerinde kullanılır. Derişik konsantrasyon ve sıcaklıklarda ise selülozu şişirir. Bu özellik ise pamuğun intramisaler etki ile gerçekleşen mersezasyon işlemini ifade eder (Yazıcıoğlu,1999).

Asitlerin Pamuk Lifine Etkisi: Selülozdaki oksijen köprüleri (asetal bağları) asitlere karşı dayanıksız olduğundan selüloz lifleri asitlere karşı çok hassastır. Asitlerin etkisi ile parçalanmış selüloz liflerine hidroselüloz denir. Hidroselülozlarda parçalanma ne kadar fazla olursa aldehit içeren uç grupların sayısı artacağı için indirgen özellik de bir o kadar artar. Seyreltik dahi olsa sıcak koşullar altında asitler selülozu parçalarlar. Nötralize etme ya da çalkalama proseslerinde düşük sıcaklıklarda kullanılabilirler. Asit karakterli tuzlar yüksek konsantrasyonlarda mineral asitler gibi bazı etkiler gösterirler (kalsiyum klorür, çinko klorür, alüminyum klorür vb.). Uçucu organik asitler (formik asit ve asetik asit) selüloza zarar vermezler.

Yükseltgen Maddelerin Pamuk Lifine Etkisi: Yükseltgen maddelerin etkisi altında kalmış selüloza oksiselüloz denir. Oksiselülozda serbest aldehit, karboksil ve keton grupları bulunabilmektedir. Düşük konsantrasyonlarında pamuğun doğal rengini giderdikleri için ağartma işlemlerinde kullanılırlar. Yüksek konsantrasyonda ise pamuğa zarar verirler (Aniş, 1998).

Tuzların Pamuk Lifine Etkisi: Bazı alkali ve toprak alkali metallerin tuzları selüloz liflerini şişirecek ve hatta çözecek şekilde etki gösterirler. Çözme yeteneği kationun çapı büyüdükçe azalır, anyonun çapı büyüdükçe artar. Normal zarar görmemiş doğal liflerin çözünürlükleri azdır ve zarar görme arttıkça çözünürlük artar. Doğal selülozun tuzlara karşı direnci rejenere selülozdan çok daha fazladır (Yazıcıoğlu, 1999).

Yüksek Sıcaklığın Pamuk Lifine Etkisi: Isıl ve kimyasal işlemler, erişimi kolay olan amorf bölge ve kristalin yapının yüzeyinde etkili olmaya başlarlar. Selüloz lifleri 150 °C'ye kadar ısıtıldıklarında önemli bir değişikliğe uğramazlar. Sıcaklık daha da arttırılırsa vizkozitenin düşmesine, moleküler ağırlığın azalmasına ve mukavemet kaybına neden olur (Gordon,2007). 200 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda piroliz başlar. Piroliz ürünlerinin önemli bir kısmını gazlar oluşturduğundan ağırlık kaybı da görülür. Sıcaklık 300°C'nin üzerine çıktığında piroliz hızı iyice artar. Kıvılcım ya da alev sırasında tutuşan bir gaz karışımı meydana gelir. Sıcaklık

400°C'nin üzerine çıktığında oluşan gaz karışımı kendiliğinden tutuşur (Seventekin, 2004).

1.2 Kimyasal Lifler

Doğal liflerin dışında insanlar tarafından kimyasal ve fiziksel işlemler sonucu üretilen liflere kimyasal lifler denir.

1.2.1 Suni Lifler

Doğadaki lif hammaddelerinin (doğal polimerlerin) kimyasal işlemlerden geçirilip şekillerini değiştirmek suretiyle elde edilen liflerdir. Bu maddelerin kimyasal yapıları değişmez ancak şekilleri değişir ve lif formuna geçerler.

1.2.1.1 Rejenere Selüloz ve Türevleri

Rejenere elyafı oluşturan doğal polimer olarak eğer selüloz kullanılmışsa rejenere selülozik elyaf adı verilir. Rayon ve floş, filament haldeki rejenere selüloz elyafına verilen isimdir. Doğal kaynaklı insan yapısı elyaf üretiminin en önemli temsilcisidir. Selüloz kökenli rejenere selüloz ve türevleri şunlardır;

- Viskoz lifleri
- Modal lifleri
- HWM (Heigh Wet Modulus) Lifleri
- Asetat lifleri
- Triasetat lifleri
- Nitrat rayonu
- Bakır rayonu

Pamukta selüloz oranı %80–90 civarında iken odunda saf selüloz oranı %40-50 civarındadır. Selülozik bir maddenin %18'lik NaOH çözeltisinde çözülmeyen kısmına α selüloz, alkalide çözünen kısmının asitlendirildikten sonra çöken kısmına

β selüloz, çözültide kalan üçüncü fraksiyona ise γ selüloz denmektedir. α selüloz oranı ne kadar yüksek ise lif o kadar değerlidir. selülozu oluşturan makromoleküllerin polimerizasyon derecesi diğerlerine göre daha yüksektir. Pamuğun α selüloz oranı %98 -99 arasında değişmektedir. Rejenere lif üretimi için gerekli selüloz esas olarak pamuk linterinden ve odundan elde edilmektedir (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007).

Odundan elde edilen rejenere selüloz liflerindeki mikrofibrillerin farklı bağlanma yönleri farklı hücre duvarlarının oluşumuna neden olmakta, bu da liflerin kendine özgü mukavemet ve esneklik değerlerine sahip olmasını sağlamaktadır (Aehle, 2007).

Tablo 1.2 Çeşitli selüloz maddelerinin polimerizasyon dereceleri (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007)

Selüloz Kaynağı	Polimerizasyon Derecesi
Ham Pamuk Lifi	9.000-10.000
Odun Selülozu	3.000-4.000
Pamuk Linteri	600-1.400
Kimyasal İşlem Görmüş Selüloz	1.000-2.300

Tablo 1.3 Pamuk ve rejenere selüloz liflerinin fiziksel özellikleri açısından karşılaştırılması (Duran ve Ayaz,2000)

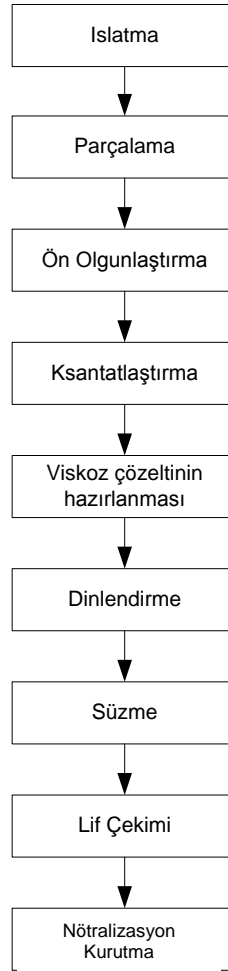
	Pamuk	Lyocell	Polinozik	HWM	Viskoz	Bakır
Kısa Tanımı	Co	CLY	CMD	CMD	CV	CUP
Fibrilasyon Derecesi (0=min, 6=max)	2	4	3	1	1	2
Kopma Mukavemeti (cN/tex)						
Kuru	22	42	38	35	22	20
Yaş	28	36	30	20	12	10
Oran (Yaş/Kuru)	-1,25	-0,85	-0,7	-0,6	0,55	0,5
Su Tutma Yeteneği (%)	50	65	55-70	75	90-100	100-120
Ortalama Polimerizasyon Derecesi (DP)	1600-2000	0-600	0-500	0-400	0-300	0-500

Tablo1.3’de belirtildiği üzere rejenere selüloz lifleri birbirleriyle karşılaştırıldığında fibrilasyon derecesi en yüksek lyocellde ve polinozik liflerdedir. Bu lifleri sırasıyla bakır, pamuk, viskoz ve HWM takip etmektedir. Kopma mukavemeti en yüksek olan lifler sırası ile lyocell, polinozik lif, pamuk, HWM, viskoz ve bakırdır. Su tutma yeteneği en yüksek lifler sırası ile viskoz, HWM, lyocell, polinozik ve pamuktur.

1.2.1.1.1 Viskoz. Viskoz Dünya’da en çok üretilen rejenere selüloz lifidir. Üretilen liflerin %80’i viskozdur. Filament halde bulunan viskozun kesikli haline viskoz denilmektedir. Viskoz üretimi için hammadde olarak pamuk linteri, pamuk telefi ve ayrıca %94 oranında selülozu saflaştırılabilen ladin, çam, kavak gibi ağaçlar kullanılır (Erdem, 2004).

Viskoz lifinin üretim prensipleri selülozu önce sodyum hidroksit yardımı ile alkalileşmesine, karbon disülfid ile ksantasyona dönüştürülmesine ve daha sonra sulandırılmış alkali yardımı ile kıvamlı bir sıvının oluşturulmasına dayanır (Harmancıoğlu, 1981).

Bu şekilde elde edilen çözeltinin düselerden geçirildikten sonra asitli bir banyoya sokulması ile çözülme sona ermekte ve lifler katılaşmaktadır Viskoz filament üretim akışı Şekil 1.4’de verilmektedir (Aniş, 1998; Dayıoğlu ve Karakaş,2007).



Şekil 1.4 Viskoz filament üretim akışı
(Dayıoğlu ve Karakaş,2007)

Viskoz Lifinin Fiziksel Özellikleri :

- Doğal liflere en yakın liftir.
- Viskon halinde daha çok kullanılır.
- Viskozun enine kesiti tırtıklıdır. Boyuna kesitinde ise uzun çizgiler bulunmaktadır.
- Viskoz düzelerde yuvarlak şekil alır, esas şeklini ise kuagülasyon banyosunda alır.
- Kuagülasyon banyosunda iç yapısı jeldir, dışı hızla sertleşir.
- Çok kolay yanar.
- Uzun süre güneş ışığına maruz kaldığında mukavemetinde düşme meydana gelir ancak rengi bozulmaz.

- Düz, yumuşak, pürüzsüz ve parlaktır.
- İslanınca amorf bölge oranı fazla olması sebebiyle fazla su emer, hacmi genişler ve kolaylıkla uzayabilir. Yaş mukavemeti düşer fakat kuruyunca eski özelliklerini geri kazanmaktadır (Kuru mukavemet : 2-2.6 g/denye ; Yaş mukavemet: 0.95-1.50 g/denye).
- İpek tuşesi hissi vermektedir.
- Alerjik değildir.
- Kuru uzama: %17-25; yaş uzama: %23-40
- Nem tutma: %11-13
- Özgül ağırlık: 1,5-1,53g/cm³
- Nem alma özelliğinin fazla olması sıcak tutmasını sağlar.
- Dökümlü kumaş elde edilir.
- Termoplastik değildir. 150 °C'ye kadar ısıtıldığında mukavemetini kaybetmeye başlar. Isıtma 185-205 °C'ye kadar sürdürülürse bileşimi dekompoze olur.
- Güneşe maruz kaldığında rengi bozulmaz; ancak uzun süre kalırsa mukavemeti azalır (Erdem, 2004).

Viskoz Lifinin Kimyasal Özellikleri :

Viskoz lifi selüloz esaslı olduğu için kimyasal özellikleri pamuğa benzer. Sıcak mineral asitlerden ve yoğun asit çözeltilerinden etkilenirler. Bazı organik asitlerin viskoz üzerinde etkili zararları vardır. Önce lif yapısını zayıflatıp daha sonra parçalarlar.

- Asitlere karşı zayıf, bazlara karşı mukavimdir.
- Kuvvetli alkalilerde şişer ve mukavemeti düşer.
- Peroksitlerle ağartılır, oksidan maddelere karşı dayanıksızdır.
- Boyanması kolaydır ve canlı renkler elde edilebilir.
- Böcek ve mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır.
- Bir çok eritici de çözünmez; bu nedenle kuru temizleme işlemlerinde solventler zararlı bir etki yapmaz.
- Elektriği iletmez (Aniş, 1998).

Kullanım Alanları :

- Giysilik, ev tekstili ve endüstriyel kumaşlarda kullanılır. %100 ya da karışım (PAC yada PET) halinde örme dış giysilik olarak kullanılabilir.
- Filament (viskoz) olarak yatak altlıkları, mobilyalar ve bayan dış giysilik kumaşlar ve astarlık kumaş yapımında kullanım alanı bulmaktadır.
- Döşemelik kumaş üretiminde ve halı yapımında saçak ve püskül olarak ayrıca nonwoven üretimde kullanılmaktadır.
- Yün ve pamuğun boyanma özelliklerini iyileştirmek, nem alma kapasitesini ve parlaklığını arttırmak amacıyla, viskoz bu iki doğal lifle de karışım halinde kullanılır.

Viskoz mukavemeti için değil estetik özellikleri sebebiyle tercih edilen bir liftir (Erdem, 2004).

1.2.1.1.2 Modal Lifleri. Modal lifleri, yüksek mukavemet ve ıslak durumda yüksek elastikiyet modülü kazandıran işlemlerle üretilen rejenere selüloz lifleridir.

Bu liflerin eldesinde viskozun eldesine nazaran normalden daha az CS₂ kullanılır. Viskoz çözeltisi çok seyreltik NaOH ile hazırlanır. Art-olgunlaştırma işlemi yapılmaz. Direkt %1'lik sülfirik asitle 25 °C'de zayıf bir kuagülasyon banyosuna alınır. Daha sonra yarı kuagüle olmuş filamentler %10 H₂SO₄, %1 ZnSO₄, %18 NaSO₄ bulunan banyoda 45–55 °C'de esas kuagülasyon banyosuna verilir ve katılma yavaş yavaş gerçekleşir. İlk banyoda liflere boylarının 3 katı kadar çekim verilmesi ile beraber liflerin enine kesitleri yuvarlağa yakın bir şekil alır. Polimerizasyon derecesi 500–700 olup viskozun 2 katı değere ulaşır. Böylece yaş mukavemet yükselir, çekmeye karşı daha dayanıklı, alkali çözeltilerde şişme oranı daha düşük, asit ve alkalilere dayanımı pamuğa daha yakın, sıcak ütüye daha dayanıklı, tekrarlanan yıkamalarda büzülme-yen ürünler elde edilir (Erdem, 2004).

Bu şekilde yapısal değişime uğramış liflerin üretimi için farklı proses ve yöntemlerden yararlanılmaktadır. Yöntemler arasındaki farklılıklar esas itibariyle filament oluşumu ve bu filamentlerin gerdirilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır.

Modal lifleri genel olarak ikiye ayrılır;

- Polinozik (lanusa-tufcel-zantrel)
- HWM (Heigh Wet Modulus)

Modal Liflerinin Kullanım Alanları :

Battaniye, bebek eşyaları, bayan giysileri, gecelik ve astarlık kumaş, çorap üretimi olarak sıralanabilir. Spor giyimde pamuk ve elastan liflerle karıştırılarak kullanılmaktadır. Masa örtüleri, koltuk döşeme, dokusuz yüzeyler ve ev tekstili olarak kullanılır. Son yıllarda mikromodal elyafların kullanımı su çekme ve bırakma özellikleri sebebiyle sportif tekstil ve yağmurluklarda hızla artmıştır.

Modal-pamuk karışımı mamuller pamuğa göre daha parlaktır. Genellikle PET ve PA ile karıştırılıp kullanılır. Pamuk-polinozik karışımı kumaşlar sorun çıkarmadan merserize edilebilir. %100 polinozik lifler merserize edilirse %100 pamukların merserizasyonu sonucu oluşan sertlik sorunu ile karşılaşılmaz.

Polinozik Lifler (Lanusa) :

İlk üretilen polinozik liftir. Bu sebeple öncü lif adını almıştır. Yumuşak tutumlu, sağlam, uzun ömürlüdür.

- Kuru mukavemet: 3,9 g/denye
- Yaş mukavemet: 2,9 g/denye
- Kuru uzama: %11 (%8-9'a kadar düşebilmektedir)
- Yaş uzama: %13

Polinozik lifler yünle karıştırılarak yünlü mamüllere dolgunluk verilir. Polinozik lifler pamukla karıştırılırsa daha canlı renkler ve yumuşak bir tutum elde edilir. Polinozik lifler yaygın olarak stapel halinde kullanılır.

HWM (Heigh Wet Modulus) Lifleri:

Polinozik liflerle aynı özelliklere sahiptir. Bazlara karşı dayanıksız olması polinozik liflerden ayrıldığı tek noktadır. Şişme özelliği yüksektir. Merserizasyona

uygun değildir. Pamuk lifiyle karıştırılarak kullanımı yaygın değildir. Daha çok PET ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Yüzde uzama değerleri polinozik liflere göre daha iyidir. HWM'de uzama değeri %11-15 arasında iken polinozik liflerde bu oran %8-9 arasında değişmektedir.

İpeğimsi bir tutuma sahiptir. Teknik alanda, örmecilikte ve polinozik liflerin kullanıldığı alanlarda kullanılmaktadır. Mercerizasyon işlemi pamukta iyi, polinozik liflerde çok iyi seviyede, HWM liflerinde ise ancak belli şartlar sağlanırsa yapılabilmekte fakat viskoz liflerinde ise gerçekleştirilememektedir.

1.2.2 Sentetik Lifler

Farklı ya da benzer iki küçük molekülü kimyasal maddenin (monomer) laboratuvarlarda sentezlenmesi sonucu elde edilen sentetik polimer maddelerden üretilen liflere denir. Bu polimer madde çoğunlukla kömür ve petrolden elde edilen basit kimyasal maddelerin sentezlenmesi sonucu kimyasal yapısı kendisini oluşturan maddelerden tamamen farklı olarak elde edilir. Daha sonra polimer maddeye çeşitli metotlarla lif formu verilir. Kondensasyon ve adisyon polimerizasyonu ile elde edilen sentetik liflerin başlangıç maddeleri genellikle petrol krakingi ve kömürün distilasyonu ile elde edilen ürünlerdir.

Poliester (PET) :

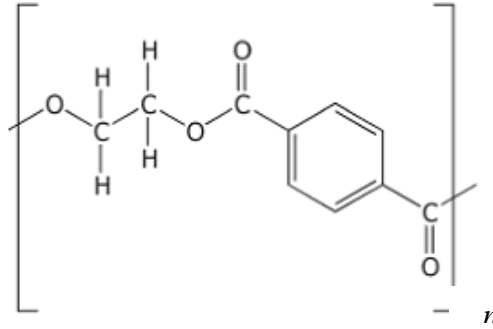
Poliester lifinin elde edilmesinde iki değerli organik asit ve iki değerli alkolün polikondenzasyonu metodu kullanılır. Bu işlemin sonucunda ester olduğu için poliester (PET) adını alır. PET lifleri, ağırlıklarının %85'i oranında alkol ve teraftalik asit içeren sentetik polimerlerin uzun zincirlerinden meydana gelmiştir (Erdem,2004).

Çekim oranı ve işlem geçmişi oryantasyon derecesini belirler ve lifin kristalinitesine etki eder. Kopma dayanımı ve dayanıklılığı çekim oranıyla ilişkilidir.

Tüm sentetik lifler petrol türevleridir. Kimyasal laboratuvarlarda optimum

özelliğinde ve düşük maliyetle üretilmek üzere tasarlanırlar. Genel olarak sonsuz filament halinde üretilirler ancak gerektiğinde stapel halde kesilirler. Çekim oranı ve işlem şartları lifin oryantasyon derecesinde ve lifin kristalin yapısında etkilidir. PET lifleri PA ve PP ile kıyaslandığında daha güçlüdür, kopma mukavemeti çok iyi olmasının yanı sıra kesikli ve daha düşük mukavemetli elyafla karıştırılarak kullanıldığında kumaş yüzeyindeki PET lif uçları problem teşkil edebilmektedir (Cavaco- Paulo ve Gübitz, 2003).

Günümüzde poliester liflerinin bir çok çeşidi olmasına rağmen içinde en önemli olanlar PET ve PCDT'dir. Bir de modifiye ve kopolimer gruplar da üretilmektedir.



Şekil 1.5 PET kimyasal yapısı

Normal poliester liflerinin ortalama polimerizasyon derecesi 100 ve dolayısıyla ortalama molekül ağırlıkları da 20.000 civarındadır. Ancak piyasada ortalama polimerizasyon derecesi 300'e ve 55.000'e yaklaşan özel, yüksek dayanıma sahip poliester lifleri de bulunmaktadır (Seventekin, 2004).

Germe ve fiksaj işlemi sırasında lifler yalnız kısmi kristalin bir yapı kazanmakla kalmamakta aynı zamanda amorf bölgedeki makromoleküllerin yerleşimi de önemli değişikliklere uğramaktadır. Makromoleküllerin mümkün derece düzensiz ve yumak şekline yakın bir yapı ve yerleşime sahip oldukları amorf bölgelere "isotrop kristalin olmayan", makromoleküllerin oldukça düzenli ve açılmış bir yapı ve yerleşime sahip oldukları amorf bölgelere de "anisotrop kristalin olmayan" bölgeler denilmektedir. Anisotrop kristalin olmayan bölgelerde makromoleküller arası çekim kuvvetleri daha

etkili olduğu için gerdirilmiş ve fikse edilmiş liflerin camlaşma noktaları %100 isotrop amorf yapıya sahip gerdirilmemiş liflere nazaran daha yüksek çıkmaktadır (Tarakçioğlu, 1986).

Yeterince boyarmaddenin liflere difuze olabilmesi için benzen halkalarının titreşim enerjilerinin bunlar arasındaki yoğun çekim kuvvetlerini de yenebilecek düzeye çıkması ve böylece amorf bölgelerde daha büyük ve etkili makromolekül bölümlerinin yer değiştirebilmesinin sağlanması gerekmektedir. Poliester liflerinin ikinci camlaşma noktası olarak nitelendirilen bu durum 100–130 °C arasında değişen sıcaklıklarda başlamaktadır (Erdem,2004; Tarakçioğlu, 1986).

Poliester Lifinin Fiziksel Özellikleri :

- Enine kesitleri yuvarlak, boyuna görünüşleri uzun düz cam boru şeklindedir. Üzerlerinde lif çöküntüsü denilen boyuna yarıklar bulunmaktadır. Renkli ve mat olanlar pigment maddesi içerir, noktalı görünür. Parlak olanlar üzerinde yarıklar bulunmaktadır. Yüksek mukavemetli PET liflerinin kalınlığı 5 denyedir. Düz ve cam gibi parlak üretilirler. Stapel lifleri mat ve parlak olarak üretilirler. Kalınlıkları 1,5-2 denye arası değişmektedir.

- Mukavemetleri üretim şekline göre değişir. Filament halindeki standart PET liflerinin kuru halde mukavemet değerleri 4-5 g/denye iken ıslak halde ise mukavemeti değişmez. Yüksek mukavemetli filamentleri yaş ve kuru mukavemetleri 6-8 g/denye, stapellerde ise 5,5-6,5 g/denye'dir.

- Yüzde uzama değerleri filamentlerde %15-30, stapellerde ise %8-11'dir.
- Özgül ağırlığı: 1,38 g/cm³
- Germeye karşı dirençlidir, gerdirerek uzatılması zordur.
- Nem emme: %0,4
- Termoplastik özelliktedir.
- Yüksek sıcaklıkta yumuşar, şekli bozulur. Düşük ısıda ütülenmelidir. (135°C'de). PET aleve yaklaştırdığında erimeye başlar. Ateşle temasa geçtiğinde siyahı sert bir artık bırakarak yanar.

- Erime noktası: 260 °C'dir.

- Güç tutuşur özelliğindedir. Tutuştuğu zaman geriye sert boncuk taneleri bırakarak erir.
- Işıktan etkilenir ancak dayanımı doğal lifler kadar iyidir, poliamiddenden daha iyidir, pratikte sararma göstermez.
- Aşınmaya karşı dayanıklıdır.
- Alerjik ortam yaratmaz.
- Doğal liflerle karıştırıldığında mukavemeti artırır (Aniş,1998; Erdem,2004;Harmancıoğlu 1981).

Poliester Lifinin Kimyasal Özellikleri :

Asitlerin PET lifine etkisi: Seyreltik ve düşük sıcaklıktaki mineral ve organik asitlerden az etkilenir ancak derişik asitlerden zarar görür. Seyreltik ve düşük sıcaklıktaki mineral ve organik esitlerden az etkilenir ancak derişik asitlerden zarar görür (Aniş, 1998).

Bazların PET lifine etkisi: Zayıf ve kuvvetli bazlardan normal sıcaklık ve konsantrasyonlarda zarar görmez. %5'lik soda kaynama sıcaklığında poliestere zarar verir ancak çözmez. PET alkali şartlar altında katalizör kullanılmadığı takdirde düşük seviyede hidrolize olabilmektedir. Böylelikle yüzeyde tutum iyileşir ve hidrofilitate artar (Cavaco- Paulo ve Gübitz, 2003). Sodyum hidroksit ile muamele edilen PET lifinde yüzeydeki parlak tabaka uzaklaşmakta ve hafif pürüzlü bir lif yüzeyi çıkmaktadır. Kotonize işlem olarak bilinen bu işlemle ipeğe benzer bir tuşe elde edilmesi amaçlanır (Dayıoğlu ve Karakas, 2007).

Oksidasyon ve indirgen maddelerin PET lifine etkisi: Hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit ve sodyum hidrosülfite poliestere az da olsa zarar verirler. Oksijen bazlı çözücülere karşı dayanıklı değildir.

Çözücülerin PET lifine etkisi: Poliesterin temizleme ve yağ gidermede kullanılan çözücülere karşı mukavemeti iyidir. Ancak oksijen bazlı çözücülere karşı dayanıklı değildir (Aniş, 1998).

Mikroorganizmaların etkisi: PET lifleri güve ve zararlı böceklerden, küf ve mantarlardan etkilenmez (Erdem, 2004).

Poliester Lifinin Kullanım Yerleri :

Her türlü giyim eşyasında %100 tek başına kullanıldığı gibi pamuk, yün, keten gibi doğal liflerle karıştırılarak sağlam, iyi görünüşlü, buruşmaz, stabilitesi yüksek giyim eşyası üretiminde kullanılır. Tül, tafta, saten gibi kumaşların yapımında kullanım alanı bulmaktadır. Yüksek mukavemetli PET lifleri çevre ve teknik alanlarda, transmisyon kayışı, dikiş ipliği üretiminde de kullanılmaktadır.

- PET ve pamuk karışımlarında, PET pamuklu kumaşa buruşmazlık ve boyutsal değişimde kararlılık kazandırır.
- PET ve pamuk merserize edilebilir, daha parlak lifler elde edilir. PET' in tekstüre edilmesinde çok çeşitli lif ve mamuller elde edilmiştir. Bu işlemler sonunda kabarık, kıvrımlı, bikomponent lifler elde edilmiştir.
- PET ve viskoz karışımı kumaşlar çok iyi buruşmazlık özelliği ve yıkamada stabilite gösterir. Bu kumaşların dezavantajı ise elektriklenme özelliği, az su emme kapasitesi, sıcağa karşı dayanım yetersizliği, fazla miktarda boncuklanma eğilimidir.

1.3 Boncuklanma

Boncuklanma özellikle örme kumaşlarda karşılaşılan kumaşın istenmeyen bir görünüm kazanmasına neden olan giysi yüzeyine bir veya daha fazla sayıda tutunan küçük, karmaşık hale gelmiş lif kümeleriyle karakterize edilen bir yüzey bozulma problemidir (Kayseri ve Kırtay, 2011).

Boncuklanma, yaş terbiye işlemleri sırasında liflerin şişmesi ve mekanik olarak bükülüp eğilmesi nedeniyle, kısa liflerin lif yüzeyine çıkması ve topak halini almasıdır. Su içerisinde, şişme ve mekanik etkiler nedeniyle, lifler halat formda, tamburda, yaş işlemler sırasında ya da evde yapılan yıkama işlemleri sırasında açılmakta ve kumaş yüzeyinden dışarı çıkmaktadır (Ekmekçi ve Duran, 2001). Bir giysinin giyilmesi sırasında oluşan ve sürtünmenin neden olduğu yoğun etkileşim

kuvvetleri ve yıkama sırasında oluşan hidrodinamik kuvvetler boncuklanmaya neden olan dıştan gelen direkt sebepler, kullanım ve yıkama sırasında kumaşın hareket etmesi sırasında oluşan kırısklığın neden olduğu iplik yapısındaki liflerin hareketi ise direkt olmayan sebeplerdir (Kayseri ve Kırtay, 2011).

Düşük bükümlü iplikler, gevşek dokunmuş ya da örülmüş kumaşlar, haşılı iyi yapılmamış iplikler, alkali işlemler, yüksek devirde çektirme yöntemine göre çalışılan makineler tüylenme eğilimini arttırmakta ve lif uçlarının düğümlenmesini kolaylaştırmaktadır (Ekmekçi ve Duran, 2001).

Oluşmaya başlayan boncuk belirli bir limite ulaşıncaya kadar büyür. Her hangi bir zamanda eğilme ve çekilme gibi dış kuvvetler boncuğu yüzeye bağlayan tutucu liflerin toplam mukavemetini geçerse boncuk yüzeyden ayrılır, boncuklanma mukavemetleri ve eğilme dirençleri dış kuvvetlerden daha düşük ise lifler yüzeyde kalmaya devam eder (Kahraman, 2006).



Şekil 1.6 Örnek bir boncuklanma görünümü

Boncuklanma özelliği az olan uzun lifler içeren bükümlü iplikler ile çalışılması, tekstil materyalinin üzerinin film tabakası ile kaplanması, yakma, biyoparlatma ve köprü bağları oluşturan terbiye işlemleri, uygun terbiye makinasının seçilmesi boncuklanmayı önlemek için alınabilecek önlemler olarak seçilebilir (Ekmekçi ve Duran, 2001).

İplik ve kumaş üretim şartları aynı olmasına rağmen, boncuklanma dayanımı lif

yapısına ve kesitine bağlıdır. Vizkon liflerinden üretilen kumaşların boncuklanma eğilimi lif yapısal özellikleri nedeniyle lyocel ve modal liflerinden üretilen ham kumaşlara göre daha fazladır (Kayseri ve diğer., 2010).

Kumaşların boncuklanma eğiliminin tespit edilebilmesi için test cihazları ve standartları kullanılmakta kumaşların kullanım sırasındaki koşulları simule edilmekte, kumaş yüzeyinde boncuk oluşumu gerçekleştirilmektedir. Test koşulları mümkün olduğunca kumaşın maruz kaldığı kuvveti dikkate almalı ve testin tekrarlanabilirliği yüksek olmalıdır (Kayseri ve Kırtay, 2011).

Bu çalışmada boncuklanma değerlerindeki iyileştirmeler enzimatik işlem ile yapılmaya çalışılacaktır.

1.4 Tekstil Terbiyesinde Enzim Kullanımı

Biyoteknolojinin tekstil işlemlerinde kullanımı 2000 yılı aşkın süredir bilinmektedir. Doğal liflerin gelişimiyle 1990 yılı sonrasında enzim teknolojisi de gelişim göstermiştir. Enzimlerin çevre dostu olması ve özel belli bir alana odaklanıp işlem yapılabilmesi, maliyetlerin düşük olması, enerji ve su tasarrufu sağlaması, ürün kalitesinde iyileşme sağlaması, gelişmesinin nedenleri arasında sayılabilir. Klasik yöntemler pamuğun polimerizasyon derecesinin düşmesi gibi istenmeyen sonuçlar oluşturmaktadır (Aehle, 2007).

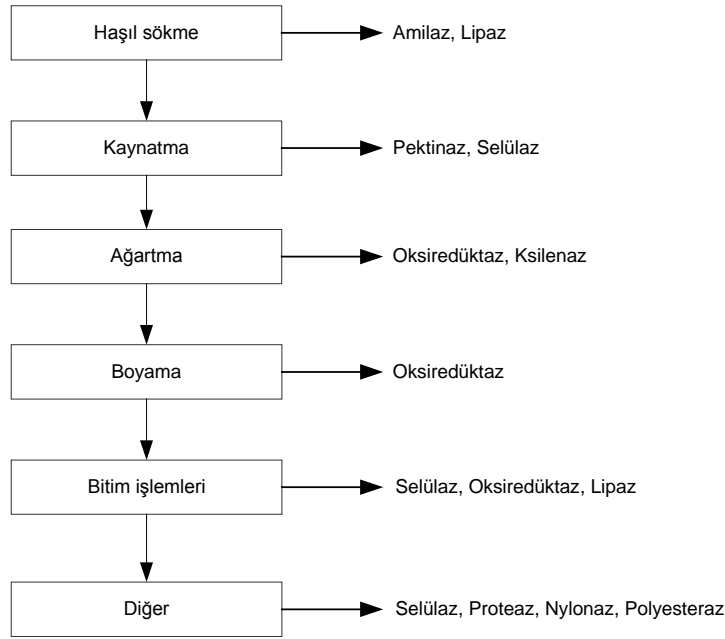
Enzimler canlı hücreler tarafından sentezlenen, hücre dışında da etkinlik gösterebilen, biyokimyasal reaksiyonları katalize eden, özel yapı kazanmış protein molekülleridir. Enzimler, içinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli sanayi girdisi halini alacak protein esaslı biyokatalizatörlerdir (Duran ve diğer., 2011). Enzimler düşük hızlarda oluşan reaksiyonları katalizlerler ve reaksiyonun dengesini değiştirmeksizin katalitik aktivite gösterirler. Enzimlerin katalitik özellikleri pek çok etki nedeniyle yavaşlayabilir, katalitik aktivite kaybedilebilir. Isı, kuvvetli asit ve bazlar, tabiyatını bozan ajanlar aktivitenin kaybına neden olurlar (Sarıışık, 2001).

Enzim etkisi altında biçim değiştiren maddeye substrat, elde edilen maddeye de ürün denir. Enzimler kimyasal olarak protein yapısında moleküllerdir. Enzim molekülünün belirli bir bölgesinde belirli amino asitlerin oluşturduğu bir gruplaşma bulunur. Protein zincirinin bu bölgesi enzimin katalitik etkisinden sorumlu olup aktif merkez olarak tanımlanır. Bir enzimin molekülünde çok sayıda aktif merkezler olabilir. Ancak çoğu durumda söz konusu protein yapısına protein olmayan daha küçük yapılı organik veya anorganik moleküllerin bağlanmasıyla oluşmuş proteid yapısı da bulunur. Enzimin protein kısmı apoenzim, protein olmayan parçası ise prostetik grup (kofaktör veya koenzim) olarak tanımlanmaktadır. Kofaktörler ya bir metal, ya da kompleks bir organik moleküldür. Aktif olmayan enzim proteini (apoenzim) ile protein olmayan koenzimle (prostetik grup) birleşerek aktif enzimi oluşturur (haloenzim). Substrat ve koenzim (koenzime gereksinen enzimler için) aktif merkeze hidrojen köprü bağları, hidrofobik etkileşimler, iyonik bağlar ve/veya kovalent bağlar ile bağlanır (Duran ve diğer., 2011; Sarıışık, 2001)

Özellikle doğal lifler enzimlerle muamele edilirken bazı sentetik lifler de enzimatik işleme tabi tutulabilirler. Enzim kullanımının temel amacı; lif yüzeyinde ve tutumda iyileşmenin sağlanmasıdır. Kimyasal ve enerji kullanımının düşmesi ve enzimlerin çevre dostu olması, kontrol altında tutulduğunda liflere zarar vermemesi enzim kullanımının avantajları arasında sayılabilir (Cavaco- Paulo ve Gübitz, 2003)

Enzimatik işlemler klasik kimyasal maddeler kullanılarak oluşturulan işlemlerle kıyaslandığında düşük sıcaklık ve basınçta kolayca özel reaksiyonlar vermekte, daha kontrollü işlem, zaman ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca enzimatik proseslerden kalan atık su bakterilerle ayrıştırılabilir. Enzimler tekstil endüstrisinde elyaf, kumaş, hatta giysi imalatı sırasında kullanılabilir (Mavruz ve Oğulata, 2001).

Tekstil yaş işlem adımları ve kullanılacak enzimler Şekil 1.7'de görülmektedir (Sarıışık, 2001).



Şekil 1.7 Tekstil yaş işlem adımları ve kullanılabilir enzimler (Sarışık, 2001)

Bu tez çalışmasında selülaz, lipaz ve esteraz enzimleriyle yapılan işlemler yer almaktadır.

1.5 Selülaz Enzimi ve Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanımı

1.5.1 Selülaz Enzimi

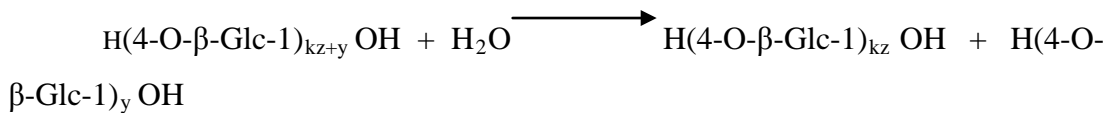
Pamuk lifi yapısında selülozun yanı sıra pektin, vaks gibi selülozik olmayan yapılar da içerir. Kütikula tabakası zayıf hidrofilik özellik gösterir. Bu da pamuğun boyanması ve bitim işlemleri sırasında probleme neden olur. Yaş kimyasal işlemler selülozik olmayan yapının yüzeyden uzaklaştırılması için yapılır. Günümüzde selülaz enzimleri çevre dostu yapılarıyla selüloz özelliklerini geliştirmek için kullanılmaktadır (Nithya, 2010).

Biyosferdeki karbon dengesinin sağlanması açısından selülozun biyo-parçalanması karbon döngüsünde başlıca adımdır. Bu işlemi yerine getiren hidrolitik enzim gruplarına selülaz denir. Genel olarak literatürlerde karşılaşılan selülaz terimi tek bir enzimi değil bir karışımın karşılığı olarak kullanılmaktadır.

Selülozların fonksiyonu belli başlı üç genel olgu bazında önem teşkil eder. Birincisi selülozlar bitkiler tarafından büyümeye, gelişmeye hazırlık evresinde selülozca zengin hücre duvarını zayıflatmak amacıyla morfojenik maddeler olarak üretilirler. Selülozlar bazı bitki patojenleri tarafından bitkinin içine yayılmayı kolaylaştırıcı maddeler olarak üretilirler. Üçüncü ve son olarak da selülozlar selülozun kendi kendine parçalanarak karbon kaynağı olmasına yol açan parçalayıcı maddeler olarak görev alırlar (Sarıışık, 2001).

Bazı enzimlerin diğer polisakkaritlere de (ksilan gibi) etki etmesi nedeniyle, selülozların sınıflandırılması günümüzde daha karmaşık bir hal almıştır. Günümüzde glikoz hidrolazları katalize ettikleri alanlara göre 70 den fazla grup altında toplanabilmektedir (Aehle, 2007).

En geniş çalışma sahasını *trichoderma* cinsindeki (*trichoderma reseei*, *trichoderma koningii*) küflerden elde edilen selülozlar oluşturur. Enzimatik selüloz parçalanması mekanizmasının açıklanmasında genel olarak geçerli olan yaklaşım, ilk olarak 1950'li yıllarda Reese tarafından ortaya atılan C_1 - C_{kz} konseptidir. Bu konsept, bazı mikroorganizmaların doğal selülozu parçalarken, diğerlerinin de sodyumkarboksimetil selüloz gibi suda çözünebilen selüloz türevlerini parçalaması temeline dayanmaktadır. Buna göre C_1 enzimleri kristal selülozu anhidroglukoz zincirlerine parçalayarak, onları hidrolize olmaya yatkın hale getirirken C_{kz} enzimleri de bu anhidroglukoz zincirlerini suda çözünebilen daha küçük moleküllü oligosakkaritlere ayırır. Selülozun enzimatik parçalanmasındaki başlıca reaksiyon asidik hidroliz reaksiyonu ile aynıdır.



Bu reaksiyonu katalizleyen 1,4- β glukanaaz enzimleri modifiye selüloz çeşitleri ve yüksek moleküllü selüloz oligosakkaritlerine karşı farklı aktivite göstermeleri ve farklı monosakkaritler oluşumuna imkan vermeleri nedeniyle birbirlerinden

ayrılırlar. Yukarıda bahsedilen temel reaksiyonun yanı sıra oluşabilecek yan reaksiyonların da temel hidrolitik reaksiyonu etkileyebilmesi açısından bu parçalanma işleminde ikincil bir rolü olabileceği de unutulmamalıdır (Sarıışık, 2001).

Tablo 1.4 ve Tablo 1.5’de selülaz bileşenlerinin elde edildikleri kaynaklara bağlı olarak sahip oldukları optimum sıcaklık ve optimum pH değerleri gösterilmiştir. Bu değerlere bağlı olarak hangi tür enzim kullanılacaksa, o enzimin aktivitesinin optimum olduğu deney koşulları sağlanmalıdır (Novel, 1984).

Tablo 1.4 Endo-1,4-B-Glukanaz kaynakları ve optimum koşulları

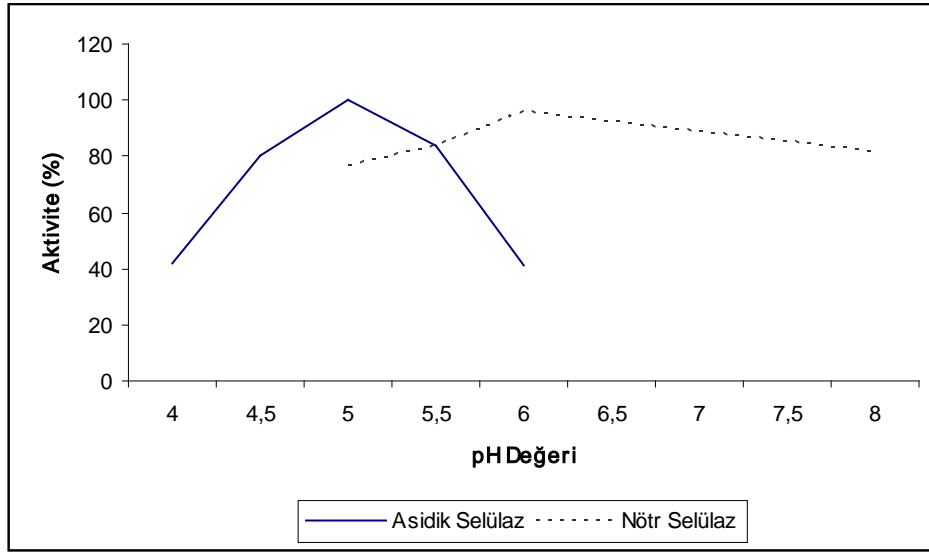
Kaynak	Optimum pH	Optimum Sıcaklık (T°C)
<i>T. viride</i>	4,5	40
<i>P. notatum</i>	1	25
<i>S. sanguinolentum</i>	3,7	25
<i>C.thermoascus</i>	5,0	70
<i>C. thermocellum</i>	5,2	60
<i>Pea</i>	6,2	35
<i>T. koningii</i>	4,8	50

Tablo 1.5 Ekzo-1,4-B-Glukanaz kaynakları ve optimum koşulları

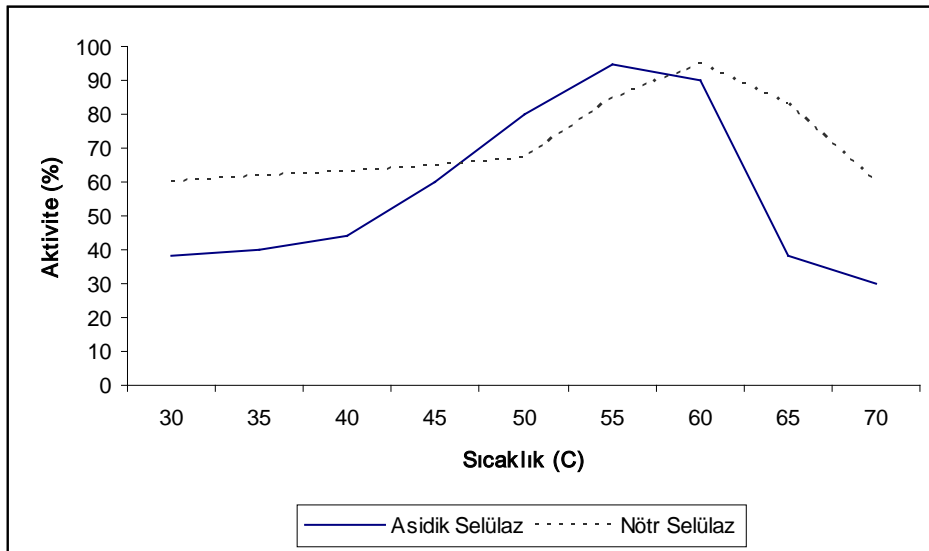
Elde Edildiği Kaynak	İşlem Sonrası Oluşan Ürün	Optimum Sıcaklık (T°C)	Optimum pH
<i>T. viride</i>	Glukoz	30	
<i>T. viride</i>	Sellobiyoz		5,0
<i>T. reseei</i>	Sellobiyoz+glukoz		5,0
<i>T. reseei</i>	Sellobiyoz		4,8
<i>T. koningii</i>	Sellobiyoz	40	5,0
<i>S. pulverulentum</i>	α -glukoz+ α -sellobiyoz	30	5,0
<i>F. solani</i>	β -sellobiyoz		5,0
<i>P. funiculosum</i>	α -glukoz+sellobiyoz		4,8-5,0
<i>C. gilvus</i>	α -sellobiyoz		7,1
<i>I. lacteus</i>	β -sellobiyoz		5,0

Tekstil endüstrisinde kullanılabilen en az 12 değişik selüloz ürünü bulunmaktadır. Bunların sınıflandırılması en etkili oldukları pH aralığına göre yapılır. Asit dayanıklı, nötral ve alkaliye dayanıklı selülozlar tekstil materyaline aplikasyon için etkili olan kategorilerdir.

Şekil 1.8 ve Şekil 1.9’da selüloz enzimlerinin pH ve sıcaklık değişimlerinde aktiviteleri görülmektedir (Pedersen, 1993).



Şekil 1.8 Nötral ve asit selüloz aktivitesinin pH'a göre değişimi



Şekil 1.9 Nötral ve asit selüloz aktivitesinin sıcaklığa göre değişimi

Asit selülozlar 45-55°C, nötral selülozlar 50-60°C sıcaklık aralığında etkilidirler. Aside dayanıklı selülozlar 40°C'de %50 aktiviteye sahipken, maksimum etkinliğe 65°C'de ulaşırlar. Emniyetli çalışma sıcaklığı 55-60°C civarındadır (Carr, 1995; Tyndall, 1992). Bunlar kumaş ve konfeksiyon ürünlerinin aplikasyonlarında kullanılan en popüler enzimlerdir.

Aside dayanıklı olanlar pH 4,5-5,5'da en yüksek aktiviteye sahipken, nötral enzimler pH 5,5-8,0 arasında daha etkilidir. Aside dayanıklı selülozlarla çalışırken optimum pH aralığı olan 4-5,5 değeri, asetik asit/NaOH tampon sistemiyle sağlanabilir. İndigo boyalı denim gibi bazı kumaşlar, yıkama sırasında pH'ın artmasına neden olabilen yüksek bir bazikliğe sahip olabilir. Nötral selüloz geniş bir pH aralığında stabildir. Asidik selülozlar daha agresif, nötral enzimler daha az agresifdirler (Carr, 1995).

Selüloz konsantrasyonu kumaşa ve yıkama derecesine bağlıdır. Flotte oranı 1:10 olduğunda, konsantrasyon 0,5-2 g/L olarak seçilebilir. Selüloz enzimi selüloz lifi üzerinde reaksiyona girmeye başlayınca yüzey kısmen hidrolize olur. Kumaşlarla cihaz arasındaki mekanik hareket ya da kumaşların yüzey yüzeye teması yüzeydeki zayıf lifleri uzaklaştırır. Bu da temiz ve düzgün bir yüzey görünümü sağlar. İndigo ya da diğer yüzeyi boyalı kumaşlarda renk, taşlarda olduğu gibi uzaklaştırılır veya azaltılabilir. Selüloz enzimi ile yıkamanın taş yıkamadan farkı selüloz enzimi yalnızca selüloza karşı aktif olduğundan, nişasta haşılının bir α -amilaz ya da oksidatif haşıl sökme maddesi kullanarak uzaklaştırılması gerektiğidir (Tyndall, 1992).

Selüloz enzimlerinin genel olarak tekstil mamullerinde sağladığı etkiler şöyle sıralanabilir:

- Boncuk, tüycük ve lif uçlarının uzaklaştırılması
- Ponza taşı ve zararlı kimyasal maddeler kullanmadan taş yıkama efektinin oluşması
- Modaya uygun, kullanılmış görünümlü mamuller eldesi sayılabilir (Aehle,2007; Carr, 1995; Sarıışık, 2001).

Biyoparlatma işleminde piyasada yaygın olarak kullanılan üç tip selüloz enzimi bulunmaktadır.

- Standart selüloz
- Modifiye asit selüloz
- Endo-aktivitesi artırılmış selüloz

Selülozlarla hidroliz sonucu gerçek görünüm ve tutum özelliklerini elde edebilmek için kullanılan enzimler kadar kumaşın aynı zamanda mekanik etkiye de maruz kalması gerekmektedir. Bu nedenle laboratuvar çalışmaları sadece yaklaşık sonuç verir, gerçek sonuçlara mekanik etkilerin olabileceği ortamda ulaşılabilir (Schindler ve Hauser, 2004).

Selüloz seçiminde kumaş yapısı, elyaf türü ve elde edilecek etkinin göz önünde bulundurulması gerekir. İşlem sonunda selüloz enzimi mutlak deaktive edilmelidir. Aksi halde, kumaş mukavemetinde ve gramajında büyük kayıplar oluşur. Deaktivasyon geri dönüşüm olmaksızın enzimin doğal yapısını parçalayarak gerçekleşir. Bu amaçla en önemli parametreler pH ve sıcaklıktır (Schindler ve Hauser, 2004; Menceloğlu, 1999).

Asit selülozlar için deaktivasyon yöntemleri;

- En az 10 d. sıcaklığı 70°C'nin üzerine çıkarmak
- En az 10 d. süreyle pH'ı 7,5 üzerine çıkarmak
- En az 10 d. süreyle hem sıcaklığı 70°C'nin üzerine hem de pH'ı 7,5 üzerine çıkarmak (Menceloğlu, 1999).

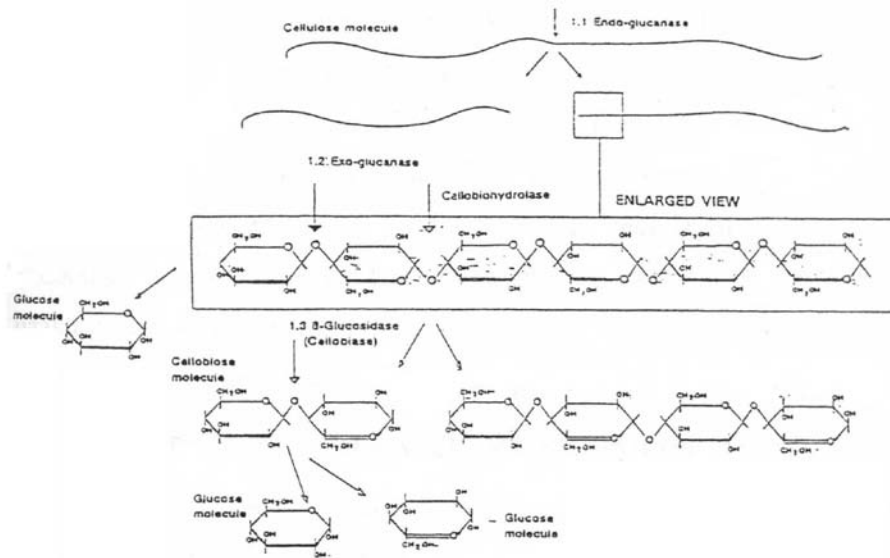
Pamuğun Enzimatik Hidrolizi :

Selülozu hidrolize eden enzimler selüloz ya da 1-4 β glukanaaz olarak adlandırılırlar (Wakelyn, 2007).

Trichoderma reesei'den elde edilen selüloz karışımı başlıca 4 enzim türünden oluşmuştur.

Endoglukanazlar, selüloz makromoleküllerine rastgele etki ederek molekül içi glukozidik bağları hidrolize ederken sellobiyohidrolazlar zinciri uçlarına etki ederek makromolekülü sellobiyozlara ayırır. Daha sonra sellobiyazlar da oluşan sellobiyozları (glukoz dimerleri) glukoz yapıtaşlarına kadar indirger. Ekzoglukanaz enzimi ise amorf hale gelmiş selüloz molekülünü hidrolize ederek, selüloz molekülünü hidrolize ederek, sellobiyoz moleküllerinin oluşma adımını elimine ederek direkt olarak glukoz yapı taşlarının oluşmasını sağlar (Rössner, 1995.,Cavaco-Paulo, 1998; Wakelyn, 2007).

Selülaz enziminin etki mekanizması tam olarak açıklanamamakla birlikte gittikçe netleşen bir model ortaya çıkartılmıştır (Şekil 1.10).



Şekil 1.10 Selülaz enzimlerinin etki mekanizması

İlk adımda endoglukanaz (endoselülaz) pamuk lifine tutunur (Adsorbsiyon). Bu şekilde bir enzim-selüloz kompleksi oluşturulur. Endoselülaz selüloz zincirini gelişiğüzel yerlerinden ayırmaya başlar. İkinci adımda, katalitik etki gösteren çekirdek kısmı 2 glukoz molekülü arasındaki bağları hidrolize eder. Bu adımdan sonra enzim ya tutunduğu yerde kalarak diğer komşu bağları da koparabilir ya da sulu faza geçebilir. Enzimi life bağlayan kısım ne kadar sıkı ve kuvvetli bir biçimde pamuk lifine tutunmuşsa, o kadar fazla lif üzerinde kalıp lifi parçalayabilir.

Adsorpsiyon adımının hidroliz adımından 2-3 kez daha hızlı gerçekleştiği belirtilmektedir. 1-4 β bağlarının hidrolizinden sonra, endoselülazlar da daha fazla yüzeye etki ederek beta glukanaaz ve sellobiohidrolazların daha kolay saldırabilmeleri için ortamı hazırlarlar. Bu iki bileşen suda çözünebilen ürün oluşmasına ve bu durum lif mukavemetinde hızlı bir düşüşe neden olur (Schindler ve Hauser 2004; Sarıışık, 2001).

Selülazların etkisiyle, bir substratın mukavemetinde belirli bir azalma olurken, DP'nin düşmemesi gibi şaşırtıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu oluşum hakkında, selülaz moleküllerinin gerçekte liflerin iç kristalin bölgesine nüfuz edemeyecek kadar büyük olduğu açıklaması yapılmaktadır. Enzim moleküllerinin etkisi lif-lif sürtünmesinde ve dolayısıyla mukavemette bir azalmaya neden olurken, bu etki amorf bölgelerde sınırlı kalmaktadır. DP ise, ortalama bir değer olduğundan ve kristalin bölgeler nispeten uzun zincirlerden oluştuğu için DP azalması meydana gelmemektedir (Aehle, 2007; Duran, 2011).

Enzimatik işlem görmüş ağırlık kaybı olmuş kumaşta boya alımı düşmektedir. Bu duruma amorf bölgelerin azalmasının neden olabileceği düşünülmektedir. Merserize olmuş pamukta kristalin bölgelerin azalması nedeniyle selülazın etkisi daha fazla olmaktadır (Wakelyn, 2007).

Mikroorganizmalar, selülozik esaslı maddeleri kendilerine besin olarak seçtiklerinden selülozu glikoza kadar parçalamaktadır. Oysa tekstil endüstrisinde bu adıma kadar parçalanma istenmez. Bu işlemin amacı tüycüklerin uzaklaştırılması ya da mamul üzerindeki boyanın sökülmesi ve yumuşak tutum eldesidir. Kumaşın zarar göreceği şekilde hidrolize olması istenmez (Öztürk, 1994).

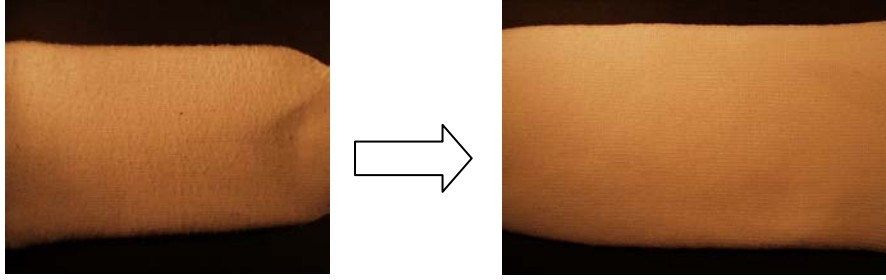
1.5.2 Biyoparlatma İşlemi

Tüycük ve kısa lif uçlarının giderilerek pamuğun yüzey görünümünün yenilenmesi, yüzey özelliklerinin geliştirilmesi biyoparlatma işlemi olarak bilinmektedir. Daha temiz bir yüzey hissi, daha yumuşak tutum eldesi, daha canlı renkler eldesi,

hidrofilitenin artması, tüylenme ve boncuklanma eğilimde azalmayı ifade eder (Aehle 2007; Menceleoğlu, 1999).

Boncuklanma yaş terbiye işlemleri sırasında liflerin şişmesi, mekanik olarak bükülüp eğilmesi nedeniyle kısa liflerin kumaş yüzeyine çıkmasıdır. Su içerisinde şişme ve mekanik etkiler nedeniyle, lifler halat formunda, tamburda, yaş işlemler sırasında ya da evde yapılan yıkama işlemleri sırasında açılmakta ve kumaş yüzeyinden dışarı çıkmaktadır (Ekmekçi ve Duran ,2001). Selülozu hidrolize eden enzimlerin, kumaş yüzeyinden dışarı çıkan lif uçlarını uzaklaştırma işlemine ise biyo-parlatma (biyo-polishing veya antipilling) bitim işlemi denir (Menceleoğlu,1999).

Şekil 1.11’de biyoparlatma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış pamuklu mamul görülmektedir.



Şekil 1.11 Biyoparlatma öncesi ve sonrası pamuklu mamul görünümü (Duran, 2011)

Biyoparlatma işlemi selüloz içeren mamullere uygulanmaktadır. Dolayısı ile

- Pamuklu kumaşlar
- Poliester/pamuk karışımı kumaşlar
- Keten ve rami kumaşlar
- Rejenere selüloz esaslı kumaşlar üzerinde sonuç alınmaktadır.

Kumaş yüzeyinde meydana gelen olumlu yöndeki değişimler kalıcıdır. Çünkü selülaz enzimi ile işlem yalnız dokuma üzerinde kalmayıp, aynı zamanda işlem gören

lifin de bir modifikasyon işlemidir. Biyoparlatma işlemi elyaf, kumaş veya dikilmiş giysi formunda uygulanabilir (Sarıışık, 2001).

Pamuk kristalin ve amorf yapıdan oluşur. Düzensiz yapısından dolayı hareket kabiliyeti yüksek, esnek bir yapıya sahiptir. Amorf yapı selüloz enzimleriyle degrade olurken kristalin yapı genellikle değişmez, böylelikle bağlantı noktası çok düzgün fiziksel yapı halini alır. Biyoparlatma işlemlerinin avantajlarının yanında lifin mukavemetini düşürmesi gibi dezavantajı da vardır. Farklı selülozları mukavemet değerlerine etkisi de farklı olmaktadır. Farklı selülozların doğru oranda birleştirilmesi ile minimum mukavemet kaybı elde edilerek optimum çalışma koşulları sağlanabilmektedir (Aehle, 2007).

1.6 Lipaz Enzimi ve Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanımı

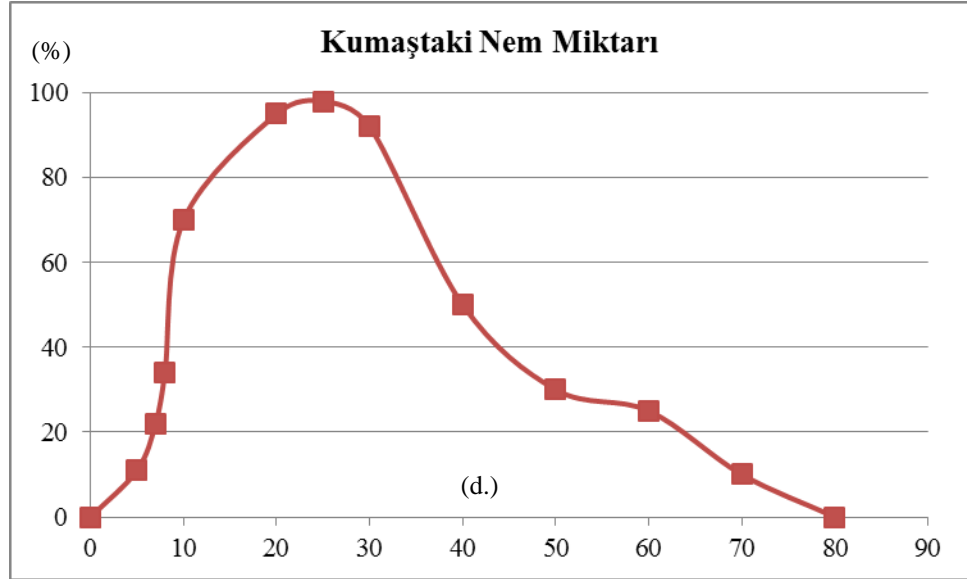
Lipazlar triglerisidleri daha hidrofil olan mono ve digliseridlere, serbest yağ asitlerine ve gliserole hidroliz ederler. Bu hidroliz ürünleri alkali yıkama banyolarında çözünebilmektedir. Lipaz enzimi içeren deterjanlar yağ lekelerinin çıkartılması amaçlı kullanılmaktadır (Aehle, 2007).

Lipazlar yağları oluşturan triglerisidlerdeki ester bağlarının hidrolize olmasını sağlar. Lipazlar hayvanların mide öz suyundan ve pankreas sularından elde edilir. Mikroorganizmalardan elde edilen lipazlar daha ucuz olmalarına rağmen enzim karışımlarında daha az kullanılır.

Lipazlar tekstil endüstrisinde haşıl yağlarının uzaklaştırılmasında kullanılır. Bu sayede kumaşın hidrofilitesi artar ve boyama sırasında hidrofillik farkından kaynaklanan düzgünsüzlükler önlenmiş olur. Denim ve pamuklu kumaşların haşıl sökme işlemlerinde kullanılan enzim sistemleri -amilaz ve lipaz karışımlarından oluşur. Aynı zamanda lipazlar proteaz ve amilazlarla birlikte deterjan yapımında da kullanılır (Duran, 2011).

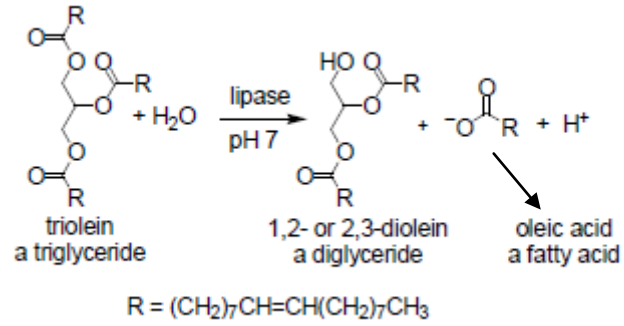
Ticari deterjanlarda kullanılan lipazların fermantasyonun yavaş olması ve uygun yapıda lipaz enzimi bulma güçlüğü, deterjanlarda kullanılan ticari lipaz enziminin gelişiminin yavaş olmasına neden olmaktadır (Aehle, 2007).

Lipaz enzimi pH 8'in üzerindeyken ve kumaş %20-30 nemliyken maksimum aktiviteyi göstermektedir. Lipaz enzimlerin etkisi birkaç yıkama sonrası oluşmaktadır. Lipazlar kumaşların kuruma aşamasında da etki göstermektedirler. Şekil 1.12'de kuruma sırasında lipaz enzim aktivitesini göstermektedir (Aehle, 2007).



Şekil 1.12 Kurutma esnasında lipaz performansı

Lipazlar ve esterazlar hidrolize esteri katalizlerken özellikle lipazlar suda çözünmeyerek esterlerin hidrolizlerini katalize etmektedirler. Şekil 1.13'deki şekilde lipaz katalizleme mekanizması görünmektedir.



Şekil 1.13 Lipaz katalizleme mekanizması (Bornscheuer-Kazlauskas,2006)

Bazı deterjanlar mikrobiyal lipaz (örneğin, *Humicola lanuginosa* lipazı) içermektedir. Bu enzim yağlı lekelerin çıkarılmasına yardımcı olmakla birlikte bu özelliği ancak birkaç yıkama sonrası oluşmaktadır. Yıkama süreci kısa olmasına rağmen lipazlar bir sonraki kurutma aşamasında yağları parçalarken üzerinde kalmaktadır. Bir sonraki yıkama aşaması bu yağ tabakasını gidermektedir. Yağların tekstil üzerinde tekrar depolanmasını da önlemektedirler. Ayrıca enzimin 10–50°C düşük sıcaklıklarda aktive olması birçok ülkenin yıkama şartlarını sağlaması açısından avantajdır (Bornscheuer-Kazlauskas, 2006).

Tablo 1.6’da bazı mikrobiyal lipazların özellikleri görülmektedir.

Tablo 1.6 Bazı mikrobiyal lipazların özellikleri (Sarışık, 2001)

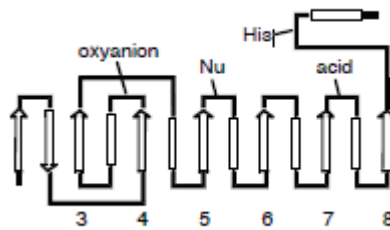
Kaynak	MA	pH	Sıcaklık
<i>Aspergillus niger</i>	45.000	8.0	40 °C
<i>Candida cylindracea</i>	67.000	8.0	40 °C
<i>Candida lipolytica</i>	26.000	8.0	40 °C
<i>Muco javanicus</i>	36.000	5.5-8.5	30-45 °C
<i>Penicillium roqueforti</i>	12.000	6.0-8.0	30-40 °C
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	36.000	5.0-9.0	40-65 °C
<i>Rhizopus arrizihus</i>	80.000	8.0	40 °C
<i>Rhizopus delewar</i>	43.000	8.0	37 °C
<i>Rhizopus niveus</i>	83.000	5.0-7.0	30-45 °C
<i>Porc pancreas</i>	50.000	8.0	37 °C

Lipazlar yüksek maliyetli ve sınırlı üretimi bulunması nedeniyle endüstride kullanımı sınırlıdır. PET liflerinin hidrofiliğini arttırmak için lipaz enzimleri kullanılmış ve işlem görmemiş ürüne göre hidrofilitik değerlerinin 3,3 kat arttırıldığı saptanmıştır (Kim ve Song, 2009).

1.7 Esteraz Enzimi ve Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanımı

Esterazlar deterjan olarak yağ esaslı lekelerin giderilmesinde poliesteri hidrolize ederek etki ederler. Aynı zamanda ester bağlarını hidrolize ederler ve hidrolize ettiği ester bağının türüne göre adlandırılırlar (Cavaco- Paulo ve Gübitz, 2003).

Esterazlar (karboksilester hidrolazları) hidrolize karboksil asit esterlerini lipazlar gibi katalizlerler ve aynı kaynaklardan izole edilirler. Esterazlar ve lipazlar biyokimyasal ve yapısal özellikleri bakımından birçok benzerlik gösterirler. Kimyasal yapısı bilinen bütün esterazlar α/β hidrolaz yapısını gösterirler (Bornscheuer-Kazlauskas, 2006).



Şekil 1.14 Esteraz α/β hidrolaz yapısı

Lipazların aksine sadece bir kaç çeşit esterazın organik sentezlemede kullanımı vardır. En yaygın kullanılan esteraz domuz ciğerinden elde edilendir (Bornscheuer-Kazlauskas, 2006).

Poliester hidrofobik olması ve hem suda hem de çoğu organik çözümden çözünmez yapısıyla bilinmektedir. Yüzeyi kolaylıkla ıslanamaması nedeni ile boya uygulaması ve bitim işlemleri oldukça zordur. Bunun yanı sıra kolay yıkanabilirliği, hidrofob özelliğinden dolayı leke tutmaması ve su itici ürünlerde kullanımı avantajları arasında sayılabilir. En yaygın PET hidrofilleştirme yöntemi alkali uygulamasıdır ve poliester bağlarını hidroliz etmektedir. Yüksek sodyum hidroksit ve yüksek operasyon sıcaklıkları gerektirmesi dezavantajdır. Liplerin özelliklerini değiştirmeden sadece yüzeysel değişiklikler için plazma tekniği kullanılmaktadır. Bu yöntemle yüzeydeki hidrofilik grupların oluşması ya da vinil monomerlerin aşılması ile hidrofiliği sağlanabilmektedir. PET'in ester bağlarını hidrolize ederek hidrofiliğini arttıran lipaz ve esterazların kullanımı yeni bir yöntemdir. Enzimin molekül büyüklüğüne bağlı olarak sadece yüzeyde etki etmesi sağlanabilmektedir. Proses normal şartlarda farklı makina kullanımı ve enzimden başka kimyasal gerektirmemesi açısından kolaydır (Vertomen, 2004).

Serin esterazı (*Pseudomonas spp*'den elde edilen) PET lifine uygulandığında teraftalik asit miktarının azalmasına, boya-bağlama etkisinin ve hidrofilitenin artmasına ayrıca boncuklanma özelliğinin azalmasına neden olmaktadır. Nitro-benzil esterazlar (*Bacillus sp.*'den elde edilen) ise p-metilbenzoik asit, etilenglikol ester, dimetiltrereftalat ve dietiltereftalat'ı hidroliz edebilmekte ve boncuklanma özelliğinin azalmasına neden olmaktadır (Guebitz, Cavaco-Paulo,2007).

1.8 Önceki Çalışmalar

1988 yılında Japonya'da Yamagashi tarafından başlatılan biyo-parlatma işlemleri üzerine çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. İlk çalışmaların kapsamı işlem optimizasyonu, enzimatik işlemin hangi aşamada gerçekleştirileceği ve kombine işlemlere uygunluğu üzerinedir (Tyndall, 1992; Hemmpel, 1991, Cavaco- Paulo, 1996, 1998; Asferg, 1990; Kumar, 1997).

Kao ve diğer. (1994), reaktif, küp ve direk boyarmaddelerle boyama işlemine enzimatik yıkamanın etkisini incelemiştir. Selülaz enziminin katalitik hidrolizinden kaynaklanan ağırlık kaybı oranının, mamule absorbe olan direk ve reaktif boyarmaddelerde etkili olduğu belirtilmiştir. Küp boyarmaddelerin ise böyle bir önleyici etkisi olmamıştır. Ağırlık kaybı merserize olmuş mamullerde, merserize olmamışlara göre daha fazladır. Bu olayın merserizasyonun pamuğun kristalitesini azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca enzimatik işlem gören mamullerin ardarda yıkamalar sonrasında renklerinin daha az solduğu saptanmıştır.

Buschle- Diller ve Zeronian (1994), merserize, merserize olmamış ve gerilimsiz merserize olmuş pamuk iplikleri üzerinde selülaz enzimi ile hidroliz çalışmaları yapmışlardır. Bu amaçla toplam 48 saat süresince 37°C'de selülaz enzimi ile inkübe edilen iplik özelliklerine ait kopma mukavemeti değerleri incelendiğinde; merserize olmamış örneğin kopma mukavemetinin başlangıçta çok hızlı bir şekilde, işlem süresinin sonuna doğru ise daha düşük oranda azalma gösterdiği, işlem süresi sonunda başlangıçtaki %50'sini kaybettiği saptanmıştır.

Synder, L.G. (1997), %100 pamuklu jarse, pike ve interlok örme kumaşlara üç yöntem ile biyoparlatma işlemi uygulamıştır. Birincisi, %100 pamuklu örgü mamullerin kalitelerini artırmak için yüzeye çıkan lif uçlarının uzaklaştırılmasıdır. Bu amaçla, Soft Flow makinasında çektirme yöntemine göre boyama öncesi ve sonrasında yakma işlemi uygulanmıştır. İkincisinde, Jet boyama makinalarında boyama öncesi ve sonrası yakma yerine enzimatik işlem uygulanmıştır. Üçüncü yöntem ise selülaz enzimi içeren ev tipi deterjanlarla her beş yıkama sonrası 30 yıkama ve kurutmaya kadar elde edilen etkileri karşılaştırmıştır.

Choe ve diğer. (1997), enzimatik bitim işlemlerinin uygulandığı farklı kumaş tiplerinin ağırlık kayıplarını incelemiştir. Asit selülaz enzimi ile işlem sonunda merserize olmuş ve olmamış kumaşlara ait ağırlık kayıpları sıralaması şöyledir:

Ne=60 merseize>Ne=60 merseize olmamış> Ne=40 merseize> Ne=40 merseize olmamış örgü mamul> Ne=20~Ne=10 merseize olmamış dokuma kumaş.

Merseize olmuş mamullerin enzimatik hidrolizi daha yüksek olduğundan, ağırlık kayıpları da fazla olmaktadır.

Rousell ve Hawley (1998), laboratuvar tipi çalkalayıcıda pamuklu mamulleri selülaz enzimi ile muamele etmiş ve çok düşük ağırlık kayıpları ile kopma mukavemeti kayıpları elde etmişlerdir. Daha sonra mekanik etkinin kumaş özelliklerine etkisini araştırmak amacıyla aynı denemeleri landometrede tekrarlamışlar ve artan mekanik etkinin özellikle endoglukonaz aktivitesi artırılmış enzimlerde, enzimin bağlanacağı selüloz serbest gruplarında artış sağlaması nedeniyle önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yachmenev ve diğer. (1998), pamuklu mamullerin enzimatik işlemlerinde ultrasonik enerjinin etkisini incelemiştir. Reaksiyon tamburuna ultrasonik prob ilavesinin, enzimatik işlem performansında önemli bir artış sağlarken, mukavemette azalmaya sebep olmadığı görülmüştür. En iyi sonuçlara klasik mekanik etki ve ultrasonik enerji kombinasyonu ile ulaşılmıştır.

Liu ve diğeri. (1998), pamuklu örme kumaşların biyoparlatma işlemlerinde klasik asit selüloz, endo aktivitesi artırılmış asit selüloz ve asit endoglukonaz kullanarak ağırlık kaybı ve boncuklanma değerlerine etkisini karşılaştırmışlardır.

Buschle-Diller ve Traore (1998), molekül büyüklükleri farklı direk boyarmaddeler ve farklı reaktif gruplara sahip reaktif boyarmaddelerin enzimatik işleme etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla boyalı numunelere enzimatik yıkama işlemleri uygulanmış ve reaktif boyarmaddelerle boyalı örneklerde enzimatik yıkama flottesine boyarmadde akışı olmadığı ancak renk koordinatlarında hafif bir değişim olduğu (artan açıklık L, azalan kırmızı ve sarı bileşenler, azalan kroma) gözlenmiştir. Direk boyarmaddelerle boyalı örneklerin hepsinin renginde açılma görülmüştür.

Traore ve Buschle-Diller (1999), enzimatik işlemlerde yüzey aktif maddelerin etkisini incelemişlerdir. Anyonik, katyonik ve noniyonik yüzeyaktif maddelerle yapılan çalışmada, katyonaktif yüzey aktif maddelerin daha uygun olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni enzim/kumaş kompleksindeki azaltılmış bağlanma kuvveti nedeniyle, katyonik yüzeyaktif madde varlığında kumaştan enzim desorpsiyonunun daha kolay olmasıdır. Bu olay enzimin selüloz zinciri boyunca daha çok birimde reaksiyona girmesine izin verir ve böylece hidroliz etkisi gelişir. Ayrıca katyonik yüzey aktif maddeler sulu ortamda tekstil materyalinin negatif yükünü azaltarak, reaksiyon çözeltisindeki herhangi bir bileşiğin yaklaşımını kolaylaştırmaktadır.

Liu ve diğeri. (2000), farklı selüloz tiplerini, aktivitelerine göre enzimatik işlem sırasında mekanik etki ve flotte oranı gibi değişkenlere bağlı olarak incelemişlerdir. Endoglukonaz bileşimleri yüzey hidroliz işlemlerinde oldukça sınırlı mukavemet kayıpları ile pek çok tekstil uygulamalarında büyük oranda kullanılmaktadır. Endo-aktivitesi artırılmış selüloz bileşimleri orta düzeyde sonuçlar verirken, konvensiyonel asit selüloz bileşiği en düşük oranda tercih edilmektedir.

İbrahim ve diğeri. (2000), indigo, kükürt ve reaktif boyalı pamuklu mamullere farklı ticari enzimlerin etkisini incelemişlerdir. Sıcaklık, pH, kumaş tipi

değişkenlerine ilave olarak yumuşatma bitim işleminin aynı banyoda veya ayrı banyodaki etkileri de araştırılmıştır. Aynı banyoda yumuşatma ve enzimatik işlem uygulandığında, yumuşatıcı maddenin enzimin mamule difüzyonunu azalttığı ve bunun da ağırlık kaybı, kopma mukavemeti ve kumaş kalınlığında azalma şeklinde ortaya çıktığı saptanmıştır. Aynı zamanda iplikler arası sürtünmelerin azalması ve sertliğin minimuma inmesi nedeniyle kumaş esnekliğinin de arttığını tespit etmişlerdir.

Oinonen ve diğer. (2001), pamuklu örme, ring iplikli dokuma ve open-end iplikli dokuma kumaşların biyoparlatma işlemlerine *Trichoderma reesei*' den elde edilen farklı tip selüloz enzimlerinin etkisini incelemişlerdir.

Ekmekçi ve Duran (2001), %100 pamuklu dokuma kumaşlara çeşitli terbiye işlemlerinin farklı adımlarında uyguladıkları selüloz enzimi ile işlemin hidrofilitik, haşıl sökme derecesi, kopma mukavemeti, beyazlık derecesi, boncuklanma derecesi ve renk değerlerine etkisini incelemişlerdir. Biyoparlatmanın boyama sonrası uygulanması durumunda renk farklılığına ve nüans kaymalarına neden olduğu, biyoparlatmanın son işlem olarak uygulanması durumunda kumaş hidrofilitliğinde bir miktar artışa neden olduğunu saptamışlardır.

Pere ve diğer. (2001), *Trichoderma reesei* 'den elde ettikleri selüloz enzimini lif ve iplik formundaki pamuklu ürünlerle muamele etmişlerdir. İplik tüylülüğünde azalma tespit etmişler ve bu ipliklerden elde ettikleri örme kumaşların da boncuklanma eğiliminin düştüğünü belirtmişlerdir.

Sarkar ve Ethers (2001), enzimatik hidrolizin kinetiği, **Ramkumar (2002)** enzimle işlem gören kumaşların sürtünme özelliklerini araştırmıştır.

Ciechanska ve diğer. (2002), yaptıkları çalışmada viskoz dokuma kumaşları ticari ve *Trichoderma reesei*'den ürettikleri deneysel enzimlerle ticari enzimden 8mg/g; deneysel enzimden 5 mg/g olarak muamele etmişlerdir. Ticari enzimde ağırlık kaybı %1.4, deneysel enzimlerde ise %0,9 - %1,3 aralığında olduğu gözlenmiştir. Ticari enzimin ve deneysel enzimin hidrofilitliğe önemli bir etkisi

gözlenmemiştir. Ticari enzim kullanıldığında mukavemet kaybı %17 olarak tespit edilmiştir. Diğer deneysel enzimlerde ise bu oranın %25, %4, %12 olduğu gözlenmiştir. Kumaşların moleküler yapısında bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. SEM ile yüzeyleri incelendiğinde ise lif uçlarının ve çıkıntılarının ticari enzim Econase CE ile tamamen uzaklaştığı ancak deneysel enzimlerle bir farklılık olmadığı gözlenmiştir.

Ankeny (2002), open-end ve ring ipliklerinden örülen pamuklu kumaşların aynı banyoda boyama ve biyoparlatma işlemlerini gerçekleştirerek işlemlerin ağırlık kaybı, boncuklanma, renk tonu ve yıkama sonrası boncuklanma derecelerine etkisini incelemiştir.

Özdil ve diğer. (2003), yaptıkları araştırmada; aynı iplik numarası ve konstrüksiyona sahip %100 pamuklu örgü kumaşlarda sadece iplik open-end, karde ve penye olacak şekilde 3 farklı sistemle üretilmiş iplik türünün enzimatik işlem sonrası özelliklerini incelemiş ve şu sonuçlara ulaşmışlardır. Ham haldeki ya da enzimsiz sıradan terbiye işlemine tabi tutulmuş, open-end ve penyeden üretilmiş süprem kumaşın boncuklanma dayanımı kardeye göre daha yüksektir. Tüm iplik tiplerinde ön terbiye sonrası enzimatik işlem yapılması ya da boyama sonrası enzimatik işlem yapılması arasında bariz bir farklılık gözlenmemiştir. Ön terbiye sonrası ve boyama sonrası (çift) enzimatik işlem yapıldığında boncuklanmaya etkisi çok yüksek olmakla birlikte ağırlık ve mukavemet kaybınının da aynı oranda yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir.

Özgüney ve diğer. (2004), pamuklu kumaşlarda biyoparlatma işleminin reaktif boyama ve aşındırma baskı özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Biyoparlatma uygulama adımının beyazlık derecesine bir etkisi olmazken, renk değişimine neden olduğu, baskıda kontur netliğini artırdığı, son işlem olarak uygulanması durumunda baskı şablonlarını tıkadığı gözlenmiştir.

Ekmekçi ve diğer. (2004), pamuklu kumaşlarda biyoparlatma işleminin reaktif boyarmaddelerle yapılan baskı işlemine etkisini incelemişlerdir. %100 pamuklu süprem örme kumaşlar farklı ön terbiye işlem sırasında biyoparlatma işlemine tabi

tutulduktan sonra pigment boyarmadde ile basılmıştır. Biyoparlatma işleminin renk değerlerini ve kumaşın yüzey yapısını değiştirdiği, son işlem olarak uygulandığında şablonları tükama riski olduğu saptanmıştır.

Bayram ve diğer. (2004), yapılan çalışmada ticari enzimlerin patlama mukavemeti, gerilme direnci ve lif kalitesini olumsuz etkilemeleri nedeniyle çapraz bağlayıcılar kullanarak bu durumu geliştirebileceklerini belirtmişlerdir.

İbrahim ve diğer. (2005), %100 pamuklu dokuma kumaşlara ön terbiye adımıyla uygulanan selülaz enzimi ile işlemin çeşitli bitim işlemleri ve boyama işlemine etkisini araştırmışlardır. Sonuçlara boyarmadde tipi, kullanılan yumuşatıcı ve reçine tipi ile kumaş tipinin etkisini incelemişlerdir.

Ekmekçi ve Duran (2005), %100 pamuk bez ayağı dokuma kumaşta yakma ve biyoparlatma işlemlerini ayrı ayrı uygulayarak sonuçları karşılaştırmışlardır. Biyoparlatmada yakmaya göre daha fazla ağırlık ve mukavemet kaybı gözlendiğini, ağartmadan sonra yapılan biyoparlatmanın boncuklanma üzerine etkisinin yakmaya göre çok daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır.

Ekmekçi ve diğer. (2005), 30/1 single jersey %100 vizkoz süprem kumaşa ticari enzim ve çapraz bağlayıcı ile aplike edilen selülazlarla denemeler yapmışlardır. Enzimlerin vizkon kumaş üzerinde patlama mukavemeti ve piling değerleri üzerine etkisini araştırmışlardır.

Ciechanska ve Kazmierczak (2006), pilot bir yaş çekim ünitesinde çekmiş oldukları viskoz liflerine selülaz enzimini lif formunda uygulamışlar, ortalama polimerizasyon derecesi, molekül ağırlığı dağılımı ve mekanik özelliklerindeki değişimi incelemişlerdir.

Körlü ve diğer. (2008), biyoparlatma işlemi sonunda yapılması gereken deaktivasyon işleminin uygulanmaması durumunda pamuk ve viskoz kumaşlarda meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Bu amaçla enzimatik işlem sonrası kumaşlar 30 dakikadan 1 haftaya kadar bekletilmiş ve kumaşların mukavemet,

boncuklanma, gramaj ve zarar tespitleri yapılmıştır. Deaktivasyonun yapılmaması pamuklu kumaşlarda %13, viskoz kumaşlarda ise %23'e varan kayıplarla sonuçlanmıştır.

Hebeish ve diğer. (2009), 4 farklı tipte pamuklu dokuma kumaşa biyoparlatma işlemi öncesi veya sonrası N,N-dimethylol 4,5-dihydrokzyethylene urea (DMDHEU) çapraz bağlama maddesi ile bakım kolaylığı bitim işlemi uygulamışlardır. Çapraz bağlama işleminin ve sırasının; kumaşların azot içeriği, ağırlık kaybı, gerilme direnci, kopma uzaması, yırtılma direnci, beyazlık indeksi, yüzey pürüzlülüğü, buruşmazlık açısı değerlerine etkisini incelemişlerdir. Sonradan uygulanan çapraz bağlama işlemi daha fazla mukavemet kaybı ile sonuçlanmıştır.

Mavruz ve Oğulata (2009), biyoparlatma işlemi görmüş örme kumaşların bazı özelliklerine tekrarlı yıkamaların etkisini araştırmıştır. Deneysel çalışmalar en büyük boyutsal değişmelerin ilk 10 yıkamadan sonra olduğunu, artan yıkama devirleriyle patlama mukavemeti ve boncuklanma değerlerinde azalma olduğunu saptamışlardır.

Örtlek ve diğer. (2010), farklı iplik tiplerinden örülen viskoz kumaşların performans etkilerini araştırmışlardır. Enzimatik işlem sonrasında ring ve siro ipliklerden örülen kumaşlarda open-end ve vorteks ipliklerden örülen kumaşlara göre daha fazla ağırlık kaybı olduğu gözlenmiştir. Enzimatik işlem sonrası kumaşların patlama mukavemetindeki azalma, farklı iplik tipleri için farklılık göstermiştir. Siro ipliklerden örülen kumaşlar enzimatik işlem öncesinde ve sonrasında aşınmaya karşı en yüksek dayanımı göstermiştir.

Bahtiyari ve diğer. (2010), viskoz esaslı kumaşların biyoparlatma işlemlerinde kullanılan farklı ticari selülaz enzimlerinin boncuklanma, kristalinite ve FTIR değerleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sellobiyohidrolaz esaslı selülaz enziminin olumlu sonuçlar verdiğini saptamışlardır.

Jevsnić ve diğer. (2010), %100 pamuk interlok arka yüz şardonlu kumaşa 4 farklı enzimle 4 farklı koşulda enzimlerin yapısına uygun koşullarda süre 30 d. olacak şekilde denemeler yapmışlardır. Ağırlık kaybı, kalınlık kaybı, çekme gücü ve

elastikiyet, sürtme katsayısı (her 2 yönde boyuna ve enine), geometrik pürüzlülük (her 2 yönde boyuna ve enine) değerlerini enzimatik işlem öncesi ve sonrası incelemişlerdir. Enzimleri kullanmaları sonucu, ağırlık ve kalınlık kaybı olduğunu buna karşılık yüzeyde belirgin düzgünlükler elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Sentetik lifler üzerine uygulanan önceki enzimatik çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Alisch ve diğer. (2004), esteraz enzimi ile PET lifini muamele etmişler, enzimatik işlem sonrası diklorotriazin grup içeren reaktif boyarmaddeler ile PET lifinin yüzeyinde oluşan hidroksil gruplarla reaksiyona girdiğini saptamışlar ve enzim konsantrasyonu arttıkça K/S değerinde artışı tespit etmişlerdir.

Fischer-Colbrie ve diğer. (2004), dört bakteri ve beş mantar çeşidinden enzim üreterek PET ile muamele ettiklerinde hidrofilitenin arttığını gözlemlemişlerdir.

Vertomen ve diğer. (2004), PET kumaşı lipaz ve kütinaz gibi enzimlerle muamele ederek hidrofilliğin artıp artmadığını test etmişler, *F.solani pisi*'den elde edilen kütinaz enziminin içinde (esteraz olmayan ancak proteaz olan bir enzimin) PET'in amorf bölgelerine etki ederek hidrofilliğinin arttığını tespit etmişler, kullandıkları *C.antartica*'dan elde edilen lipaz enziminin PET'in amorf ya da kristalin bölgesiyle muamelesinde hidrofilliğe bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Fischer –Colbrie ve diğer. (2006), PET'in 48 saat esteraz enzimi ile muamelesinde hidroksil grupların 62'den 138 mmol/kg kumaş arttığını tespit etmişlerdir. Poliesteraz da denilen kütinazlar (lipaz ya da esteraz) PET'in boncuklanma özelliklerini iyileştirmektedirler. Boncuklanma özelliğinin iyileştirilmesinde %4 ağırlık kaybı gözlenmiştir. Lipazların PET yüzeyini hidrolize ederek su temas açısını 78 den 40–60 dereceye düşürdüğünü tespit etmişlerdir. PET, PA ve PET liflerinin enzimatik işlem sonrası hidrofilitelelerinin arttığını ayrıca enzimatik işlem sonrası yapılan boyamalarda daha iyi boyamalar yapıldığını saptamışlardır.

Matama ve diğer. (2006), PAC liflerini kütinaz ve esteraz enzimi ile muamele ederek bu enzimlerin yüzey özelliklerine etkilerini incelemiştir. Reaktif boyarmadde ile boyandığında boyama derinliğinin kütinaz enzimi ile %30, esteraz enzimi ile %25 arttığını tespit etmişlerdir.

Guebitz ve Cavaco-Paulo (2007), PET, PA ve PAN liflerine enzimlerin etkilerini incelemişler, sentetik polimerlerin hidrofilitelerini enzimatik işlemler yardımıyla arttırmayı amaçlamışlardır. Genetik mühendisliği tarafından enzimleri iyileştirmek ve substrat enzim ilişkisinin daha iyi anlaşılması için çalışmalar yapılması gerekliliğini önermişlerdir.

Kardas ve diğer. (2009), farklı stapel formundaki PET liflerinin yüzey özelliklerini mekaniksel özelliklerindeki değişimi de göz önüne alarak enzimatik ve klasik yöntemleri kullanarak geliştirmişler ve karşılaştırmışlardır. İşlem süresi ve NaOH derişimi arttıkça ve PET'in çekme oranı azaldıkça ağırlık kaybının daha fazla olduğu, amono lipaz A, amono lipaz AK, lipozim ve esteraz enzimleri ile muamele edildiğinde en fazla esteraz enzimiyle ağırlık kaybı olduğunu, ağırlık kaybı çekme oranı düşük (3.0x, 3.5x) PET liflerinde %18-26 aralığındayken, çekme oranı yüksek (4.0x, 5x) PET liflerinde %11.5-7.5 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Enzimatik işlem sonrası dayanıklılığın %10 civarında azaldığı, kopma dayanımının klasik kimyasal işlemler ile daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Bu tez çalışmasında aşağıda belirtilen hedeflere ulaşılması amaçlanmaktadır.

- Mevcut enzimatik işlemlerin optimizasyonu: Örme konfeksiyon ürünlerinde, selüloz ile yaygın olarak uygulanmakta olan enzimatik işlemlerin optimizasyonuna yönelik çalışmalar, hem bu işlemlerin daha verimli ve ekonomik gerçekleştirilmesini sağlayacak, hem de uygulama esnasında veya sonrasında karşılaşılan sorunların tespiti ve çözümüne yardımcı olacaktır. Bu amaçla bu çalışmada %100 pamuk kumaşlara selüloz enzimleri ile biyoparlatma işlemi uygulamaları yapılmış ve sıcaklık, pH, makine devri, flotte oranı parametreleri sabit tutularak, enzim konsantrasyonu ve süre gibi faktörler farklı seviyelerde incelenmiştir. Ticari enzim ve deneysel enzim ile optimum konsantrasyon ve süre koşulları sağlanmaya

çalışılmıştır.

- Rejenere selüloz lifleri için uygun enzimatik işlemlerin geliştirilmesi: Rejenere selüloz iplikler ile elde edilen mamullerde de, pamuklu mamullerdeki gibi boncuklanma önemli bir sorundur. Tüylene ve boncuklanma sorununun önüne geçilmesi amacıyla gaze işlemleri yapılmaktadır. Ancak bu işlem kumaş topları içerisinde renk farklılıklarına neden olmaktadır. Bu nedenlerle, rejenere selüloz liflerine uygun bir enzimin kullanımı ile gerçekleştirilecek bir proses, bu mallarda yaşanan sıkıntılara kalıcı bir çözüm getirecektir. Bu amaçla %100 pamuklu kumaşlara ilaveten, rejenere selüloz ve pamuk/rejenere selüloz kumaşlar için uygun olan enzimlerle çalışmalar yapılmış optimum koşullar tespit edilmiştir.

- Yağ lekelerinin sökülmesinde enzimlerden yararlanılması: Yağ lekeleri, yağ moleküllerinin makinadan ve çevreden kumaşa bulaşıp bağlanması sonucunda oluşan lekelerdir. Bu lekelerin sökülmesi için uygulanan işlemler ağır koşullarda gerçekleştirilmekte olup, mamulde istenmeyen renk kaymalarına ve boyut değişimlerine neden olabilmektedir. Yağ sökme işleminin enzimlerle gerçekleştirilmesi çalışmalarında başarı sağlanması ve uygun bir enzimatik yağ sökme prosesinin geliştirilmesi sonucunda, yağ sökücülerle çıkmayan lekelerin daha ılıman ve ekolojik yöntemlerle çıkması sağlanmış olacak, klasik yağ sökme işlemlerinin dezavantajları ortadan kalkacaktır. Bu amaçla lipaz enzimleriyle yağ sökme denemeleri yapılmıştır.

- Poliester / pamuk karışımları için uygun enzimatik işlemlerin geliştirilmesi: Poliester kesik liflerden mamul kumaşlarda kullanılabilecek uygun bir ticari enzim bulunmaması nedeniyle bu tip kumaşlardan üretilen mamüllerde boncuklanma testlerinde müşterilerin talep ettiği değerleri sağlamada güçlük çekilmektedir. Selüloz enzimi ile birlikte poliester liflerinin degradasyonunda kullanılan esteraz enzimlerinden de yararlanılmış, uygun koşulların (sıcaklık, pH, vb.) sağlanması amaçlanmıştır.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Selüloz Enzimleri ile Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde Lauzym RVL, Veszym PIL 328 ticari enzimleri ile deneysel enzimin pamuk, rejenere selüloz ve karışımlarından oluşan kumaşlara uygulanan biyoparlatma işlemleri yer almaktadır. Yapılan denemeler sonucunda enzimatik işlem sonrasında kumaşların boncuklanma eğilimi, patlama mukavemetindeki değişimler, gramaj, hisrofilite, parlaklık ve beyazlık gibi kumaşta meydana gelen değişimler in celenmiştir.

Öncelikle tüm kumaşlara yapısına uygun ön terbiye işlemleri uygulandıktan sonra enzimatik işlem uygulanmıştır. Enzimatik işlem sonrasında kumaşların yapısında meydana gelen değişiklikler incelendikten sonra kumaşlara boyama uygulanarak enzimin boyanmış kumaşa olan etkisi de incelenmiştir.

2.1.1 Materyal

2.1.1.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler

Selüloz enzimleriyle yapılan biyoparlatma işlemlerinde kullanılmış olan kimyasal maddeler ile bu kimyasal maddelerin tedarik edildiği firmaların listesi Tablo 2.1’de verilmektedir.

Tablo 2.1 Kullanılan kimyasal maddeler

Felosan RGN (Islatıcı&yağ sökücü)	CHT Tekstil Kimya San.Tic.A.Ş.
Denraw NBP (iyon tutucu)	Denge Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
Polimer Conz(Kırık önleyici)	Denge Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
NaOH 38 Be'	Merck,Darmstadt, Almanya
H ₂ O ₂ (%50)	Degusa
Asetik Asit	Teknik
Frezym Conz(Antiperoksit enzim)	İber Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
Polinol BSL(Egalizatör)	Plastifay Kimya Endüstri A.Ş.
Reactobond Yellow XL Grain	İber Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
Reactobond Rubin XL	İber Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
Reactobond Blue XL	İber Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
Sodyum sülfat (tuz)	Teknik
Sodyum bi karbonat	Teknik
Sodyum karbonat Na ₂ CO ₃ (soda)	Teknik
Lauzym RVL (selülaz enzimi)	Günerca Kimya San. Tic. A.Ş.
Veszym PIL 328 (selülaz enzimi)	Veskim Kimyevi Mad. San. ve Tic. A.S.

2.1.1.2 Kullanılan Cihazlar &Yazılımlar

Selülaz enzimleriyle yapılan çalışmalarda kullanılan cihazlar ve temin edildikleri firmalar Tablo 2.2'de verilmektedir.

Tablo 2.2 Kullanılan cihazlar

Overflow boyama makinası	Metal Makine San. Aş.(1997 model)
pH metre	WTW, Weilheim, Almanya
SEM cihazı	JEOL JSM-6060
FTIR Spektrofotometre	Perkin Elmer Spectrum BX FT-IR System
Hassas Terazi	Ohaus,Nänikon, İsviçre
Yıkama Haslığı Test Cihazı	SDL-Atlas, Stockport, İngiltere
Boncuklanma Testi Cihazı	SDL-Atlas, Stockport, İngiltere
Patlama Mukavemeti Test Cihazı	Proser Prowhite PRS-038
Renk Ölçüm Cihazı	Minolta CM 3600 D

2.1.1.3 Kullanılan Kumaş

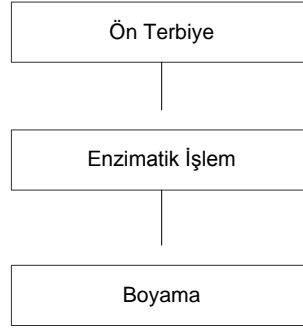
Denemelerde kullanılan kumaşların özellikleri Tablo 2.3’de listelenmiştir.

Tablo 2.3 Denemelerde kullanılan kumaş özellikleri

Kumaş Cinsi	Ham Gramaj (g/m ²)	Ham En (cm)
Pamuk (% 100) – Süprem 30/1	150	183
Pamuk/elastan (95/5) - Süprem 30/1	195	190
Viskoz (% 100)- Süprem 30/1	136	214
Modal (% 100) – Süprem 30/1	121	217
Pamuk/Modal (50/50) – Süprem 30/1	142	214
Pamuk/Viskoz (50/50)-Süprem 30/1	139	210

2.1.2 Yöntem

Pamuk, rejenere selüloz ve karışımlarından oluşan kumaşlar kullanılarak ticari ve deneysel selülaz enzimi ile yapılan denemelerin işlem akışı Şekil 2.1’deki gibidir.

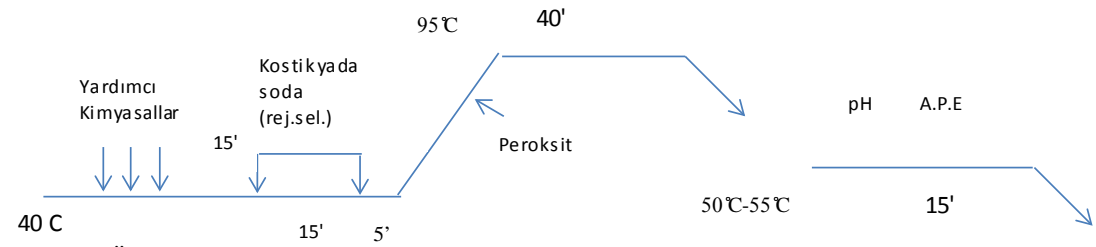


Şekil 2.1 İşlem akışı

Öncelikli olarak pamuk ve rejenere selüloz ve karışımı liflerden oluşan örgü kumaşlar için kumaşların yapısına uygun ön terbiye işlemleri yapılmıştır. Yapılan işlem sırası Şekil 2.2’de ve uygulanan ön terbiye reçeteleri Tablo 2.4’deki gibidir.

Tablo 2.4 Ön terbiye reçetesi

Ön Terbiye Reçetesi	
Islatıcı	0,5 g/L
İyon Tutucu	1 g/L
Kırık Önleyici	1 g/L
Kostik 38Be°	3 g/L (Rejenere selülozlar için soda kullanılır)
Peroksit(%50)	2 g/L
Securon (asit)	0,3 g/L
Antiperoksit enzim	0,2 g/L
pH	6
Sıcaklık	50 °C



Şekil 2.2 Ön terbiye prosesi

Ön terbiyesi tamamlanmış kumaşlara ticari ve deneysel enzimatik işlemler uygulanmıştır.

2.1.2.1 Lauzym RVL Ticari Selüloz Enzimi ile Yapılan Denemeler

Denemelerde ilk olarak pamuk ve rejenere selüloz lifleri için uygun olan Lauzym RVL ticari selüloz enzimiyle çalışmalar yapılmıştır. Lauzym RVL genetik olarak değiştirilmiş mikroorganizmalardan üretilen selüloz enzimleri ihtiva etmektedir. Lauzym RVL, özellikle rejenere selülozik giysi ve kumaşlarda (rayon, viskoz, modal, lyocell) yüzey parlatma, liflenmeyi önleme ve yumuşatma işlemlerinde kullanılmaktadır.

Lauzym RVL selüloz enzimin özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Aktivite: 12,65 U/ml
- Optimum pH:5,5
- Optimum sıcaklık: 55 °C

9 farklı reçeteye 6 farklı kumaşın tamamına Lauzym RVL selüloz enzimi 2 tur/d. devirde ve 1:10 banyo oranı olacak şekilde uygulanmış, 54 farklı kumaş ve numune elde edilmiştir. Uygulanan reçeteler Tablo 2.5’de belirtildiği gibidir.

Tablo 2.5 Lauzym RVL ile enzimatik işlem reçeteleri

A1	A2	A3
%0,5 enzim	%0,5 enzim	%0,5 enzim
pH:5,5	pH:5,5	pH:5,5
sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:30 d.	t:60 d.	t:90 d.
B1	B2	B3
%1 enzim	%1 enzim	%1 enzim
pH:5,5	pH:5,5	pH:5,5
sıcaklık:55°C	sıcaklık:55 °C	sıcaklık:55°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:30 d.	t:60 d.	t:90 d.
C1	C2	C3
%1,5 enzim	%1,5 enzim	%1,5 enzim
pH:5,5	pH:5,5	pH:5,5
sıcaklık:55°C	sıcaklık: 55°C	sıcaklık:55°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:30 d.	t:60 d.	t:90 d.

Tablo 2.5’de görüldüğü üzere 3 farklı konsantrasyon ve her bir konsantrasyon için 3 farklı sürede işlemler yapılmış olup diğer değişkenler sabit tutulmuştur. pH asetik asit ile ayarlanmıştır. Enzimin deaktivasyonu 80°C -10 dakika sıcaklığa yükselterek yapılmıştır. 50°C’de durulama yapılarak serbest kurutma yapılmıştır.

Yapılan denemeler sonrası deney kumaşlarına gramaj tayini, boncuklanma testi, patlama mukavemeti testi, hidrofilitte testi, beyazlık ve parlaklık testi yapılmış olup ANOVA metoduna göre analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen en iyi deney sonuçlarına sahip kumaşlara ek olarak SEM ve FTIR-ATR analizleri yapılmıştır.

2.1.2.2 Veszym PIL 328 Ticari Selülaz Enzimi ile Yapılan Denemeler

Veszym PIL 328 enzimi, boyama ve terbiye işlemleri sırasında tüylenme gösteren ya da tüylenme eğilimine sahip pamuklu ya da pamuk karışımı kumaşlara uygulanabilen bir enzimdir. Kumaş üzerindeki tüycüklerin selüloz zincirine bağlandıkları 1-4 β glukosidik bağın açılmasını sağlayarak mekanik zorlamalar sonucu kumaş yüzeyinden dökülmelerini sağlar.

Biyoparlatma amacı ile her ürün için piyasada kullanılan ticari enzimlerden Veszym PIL 328 faktörlerden sıcaklık (55°C), pH (5,5), makine devri, flotte oranı (1:10) sabit tutularak enzim konsantrasyonu ve süre gibi faktörler farklı seviyelerde denenmiştir. Uygulanan reçeteler Tablo 2.6’da belirtildiği gibidir.

Veszym PIL 328 enzimin özellikleri;

- Aktivite: 336,7 U/ml
- Optimum pH: 5,5
- Optimum sıcaklık: 55 °C

9 farklı reçeteye 6 farklı kumaşın tamamına Veszym PIL 328 ticari selülaz enzimi 2 tur/d. devirde ve 1:10 banyo oranı olacak şekilde uygulanmış 54 farklı kumaş ve numune elde edilmiştir.

Tablo 2.6 Veszym PIL 328 enzimatik işlem reçeteleri

D1	D2	D3
%0,5 enzim	%0,5 enzim	%0,5 enzim
pH:5-5	pH:5-5	pH:5-5
sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:30 d.	t:60 d.	t:90 d.
E1	E2	E3
%1 enzim	%1 enzim	%1 enzim
pH:5-5	pH:5-5	pH:5-5
sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:30 d.	t:60 d.	t:90 d.
F1	F2	F3
%1,5 enzim	%1,5 enzim	%1,5 enzim
pH:5-5	pH:5-5	pH:5-5
sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C	sıcaklık:55°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:30 d.	t:60 d.	t:90 d.

Yapılan denemeler sonrası tüm deney kumaşlarına gramaj tayini, boncuklanma testi, patlama mukavemeti testi, hidrofilite testi, beyazlık ve parlaklık testi yapılmış olup Anova metoduna göre analizi yapılarak değerlendirilmiştir. . Elde edilen en iyi deney sonuçlarına sahip kumaşlara ek olarak SEM ve FTIR-ATR analizleri yapılmıştır.

2.1.2.3 *Trichoderma Reesei*'den Üretilen Deneysel Selüloz Enzimi ile Yapılan Denemeler

Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyokimya Bölümü Biyoteknoloji Araştırma Laboratuvarı bünyesinde derin kültür koşulları altında *T. reesei* DSM768 suşu kullanılarak Mandel enzim üretim ortamında 24 °C de pH 5,5 da 200 rpm kültürasyon koşullarında selüloz enzimi üretilmiştir. En yüksek enzim aktivitesi gözlemlendiğinde (3. gün) üretim ortamları cam yünü ile süzülüş ve hücre ile ekstraselüler sıvı birbirinden ayrılmıştır. Ekstraselüler sıvı 7500 rpm'de 15 d. santrifüjlendikten sonra süpernatant tekstil uygulamaları için kullanılmıştır.

Deneysel enzimin özellikleri;

- Aktivite: 5,5 U/ml
- Optimum pH:4,5
- Optimum sıcaklık: 50 °C

Deneysel enzim ön terbiyesi yapılmış kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Uygulanan reçeteler Tablo 2.7’de verildiği gibidir. 4 farklı reçeteye 6 farklı kumaşın tamamına deneysel selüloz enzimi 2 tur/d. devirde ve 1:10 banyo oranı olacak şekilde uygulanmış, 24 farklı kumaş ve numune elde edilmiştir.

Tablo 2.7 Deneysel enzim ile enzimatik işlem reçeteleri

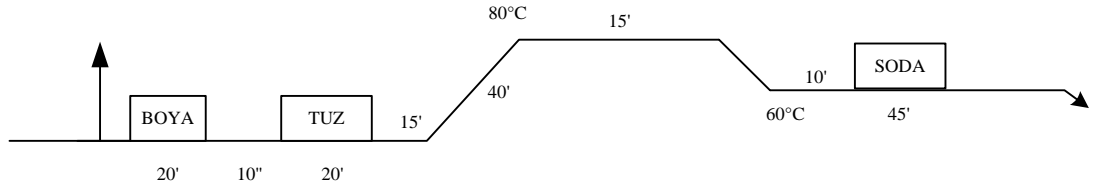
G1	G2
% 1 enzim	% 1 enzim
pH:4,5	pH:4,5
sıcaklık:50°C	sıcaklık:50°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:60d.	t:90 d.
G3	G4
% 1,5 enzim	% 2 enzim
pH:4,5	pH:4,5°C
sıcaklık:50 °C	sıcaklık:50°C
F.O.: 1:10	F.O.: 1:10
t:60 d.	t:60 d.

Yapılan denemeler sonrası tüm deney kumaşlarına gramaj tayini, boncuklanma testi, patlama mukavemeti testi, hidrofilite testi, beyazlık ve parlaklık testi yapılmış olup Anova metoduna göre analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen en iyi deney sonuçlarına sahip kumaşlara ek olarak SEM ve FTIR-ATR analizleri yapılmıştır.

2.1.2.4 Selüloz Enzimi Sonrası Boyama İşlemi

Enzimatik işlemlerin ardından her iki ticari enzim ve deneysel enzimden elde edilen optimum değere ait numuneler birlikte aynı reçete ile reaktif boyarmadde ile 2 tur/d. devirde 1:10 banyo oranı olacak şekilde boyanmış, yıkanmış, durulanmış ve boyama sonrası testleri yapıp sonuçları ANOVA ile değerlendirilmiştir.

Boyama grafiği Şekil 2.3 ve boyama reçetesi Tablo 2.8'deki gibidir.



Şekil 2.3 Boyama grafiği

Tablo 2.8 Boyama reçetesi

BOYAMA	
0.3 g/L	Asetik asit (pH 6 olmalıdır)
1 g/L	Egalizatör
% 1,9485	Reactobond Yellow XL Grain
% 4,0941	Reactobond Rubin XL
% 1,5192	Reactobond Blue XL
100 g/L	Sodyum sülfat (tuz)
20 g/L	Sodyum karbonat- Na_2CO_3 (Soda)
DURLAMA	
5 d.	Soğuk durulama
1 g/L	Asetik asit (60C, 10 d. nötralizasyon)

Yapılan boyama sonrası tüm deney kumaşlarına gramaj tayini, boncuklanma testi, patlama mukavemeti testi yapılmış ve K/S renk verimi değerleri ölçülmüş olup Anova metoduna göre analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

2.2 Lipaz Enzimleriyle Yapılan Çalışmalar

Bu çalışmada, örme kumaşların terbiye işlem sürecinin başında klasik yöntem olarak uygulanan yağ sökme prosesinde enzimlerden yararlanılmıştır. Bu amaçla kimyasal içerikli yağ sökücüler yerine triglerisidlerin parçalanmasında kullanılan lipaz enzimleri kullanılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda yağ sökme işleminde enzim kullanımının klasik yöntemle göre kumaşta meydana getirdiği değişimler incelenmiştir.

Öncelikle örgü yağını kumaşa düzgün bir şekilde applike etmek amacıyla yağ, baskı şablonu ile applike edilmiş ve ardından kumaş asılarak kurumaya bırakılmıştır. Kurumuş olan kumaştan 20x30 cm boyutunda numune alınıp klasik yağ sökücü ve iki farklı tip lipaz enzimi (Novozym 435, Lipozym TL IM) kullanılarak yağ sökme işlemi gerçekleştirilmiştir. Her bir deneme üçer kez tekrarlanmıştır. Daha sonra ham kumaşa, yağlı numuneye ve yağ sökme işlemi uygulanmış numunelere (klasik yağ sökücü, Novozym 435, Lipozym TL IM) aynı banyoda klasik peroksit ağartması reçetesi uygulanmıştır. Peroksit ağartma sonrası numunelerin yarısına % 1'lik boyama yapılmış, diğer yarısı ise OilRed O (C.I. 26125) çözeltisiyle işleme tabi tutulmuştur.

2.2.1 Materyal

Denemelerde süprem örgü yapısında % 100 pamuklu ham kumaş kullanılmıştır. Yağ sökme işleminde kullanılan lipaz enzimleri ve özellikleri aşağıda verilmiştir:

Novozym 435 (lipaz B from *Candida antartico*)

- Aktivite: 10,327 U/g

- pH aralığı: 7.0-9.0 (opt. 7)
- t:50-70°C (opt. 50 °C)

Lipozym TL IM (*Thermomyceslanuginosus*)

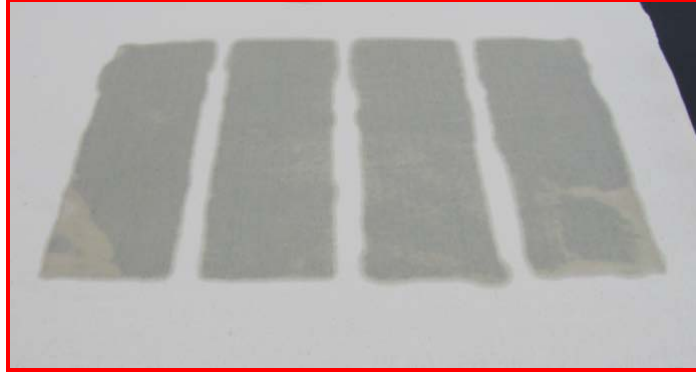
- Aktivite: 427 U/g
- pH aralığı: 4-10,5(opt. 6)
- t:25-40 °C (opt. 25 °C)

Boyamalarda Ciba Speciality Chemicals firmasından temin edilen Cibacron FN-R Red boyarmaddesi kullanılmıştır.

2.2.2. Yöntem

a. Yağ Sökme Prosesi

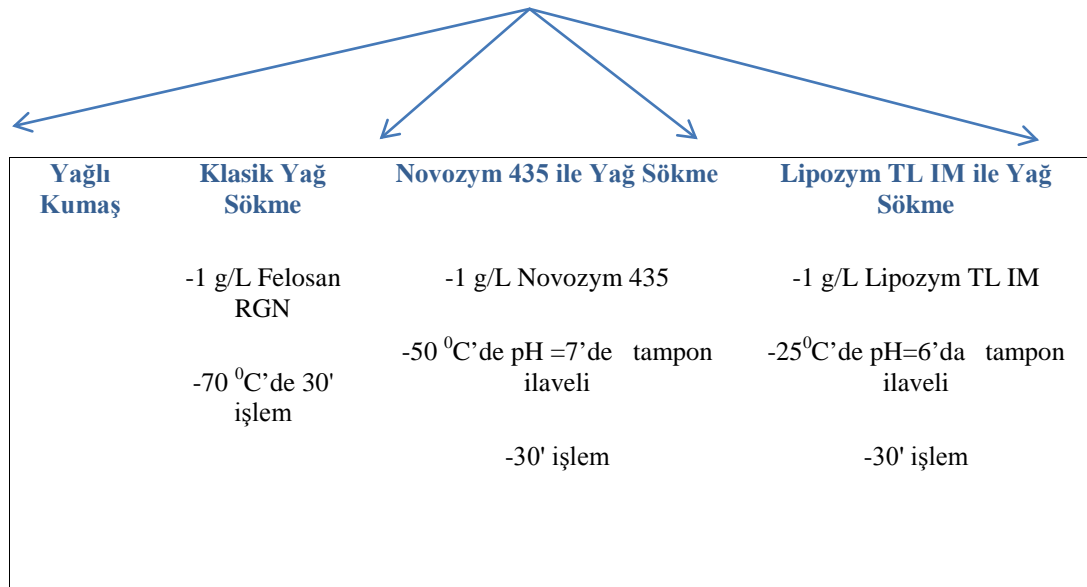
Öncelikle örgü yağı baskı şablonu ile ham süprem kumaş üzerine düzgün bir şekilde aplike edilmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Baskı şablonu ile örgü yağı emdirilmiş ham süprem kumaş

Örgü yağı emdirilen kumaşlar asılarak kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra, kurumuş olan kumaştan 20x30 cm boyutunda numuneler alınarak aşağıdaki deney planına göre yağ sökme prosesi gerçekleştirilmiştir. 1:10 flote oranında çalışılmış ve tampon çözelti olarak NaH_2PO_4 çözeltisi kullanılmıştır. Her bir uygulama üçer kez

tekrarlanmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Deneme planı

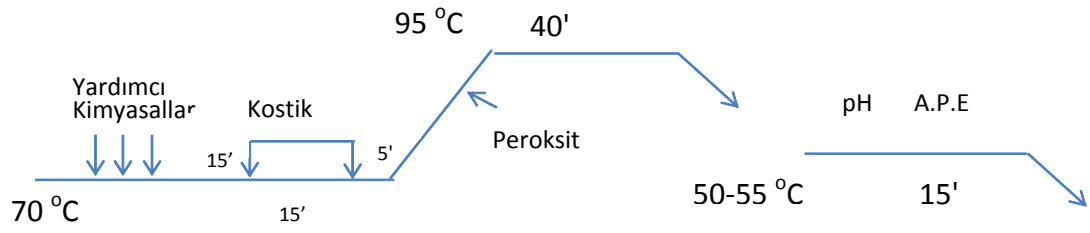
b. Peroksit Ağartması

Bu işlemlerden sonra, ham kumaşa, yağlı kumaşa ve yağ sökme işlemi uygulanmış numunelere (Klasik yağ sökücü ve Novozym 435, Lipozym TL IM enzimleri ile işlem gören) aynı banyoda klasik peroksit ağartma reçetesi uygulanmıştır.

Ağartma reçetesi Tablo 2.9'da işlem grafiği Şekil 2.6'da verilmektedir.

Tablo 2.9 Ağartma Reçetesi

Peroksit Ağartma Reçetesi (F.0=1:8)	
Islatıcı	0,5 g/L
İyon tutucu	1 g/L
Kırık önleyici	1 g/L
Stabilizatör	0,5 g/L
Kostik 38Bé	3 g/L
Peroksit (%30'luk)	2 g/L



Şekil 2.6 Ağartma ve antiperoksit işlem grafiği

Ağartma sonrası numunelerin parlaklık ve beyazlık dereceleri spektrofotometrede ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Ayrıca numunelerin ve örgü yağının FTIR-ATR analizleri gerçekleştirilmiş ve FTIR spektrumları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

c. Boyama

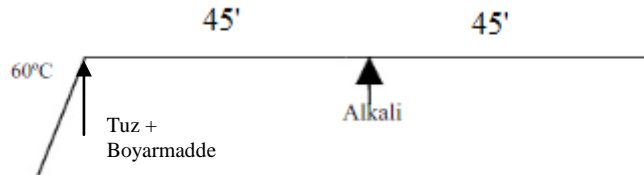
Ağartılmış olan numunelerin her biri (ham kumaş, yağlı kumaş ve klasik yağ sökücü, Novozym 435 ve Lipozym TL IM ile işlem görmüş numuneler) ikiye ayrılarak yarısına % 1'lik boyama yapılmıştır. Boyarmadde olarak Ciba Speciality Chemicals firmasından temin edilen soğukta boyayan reaktif Cibacron FN-R Red boyarmaddesi kullanılmıştır. Boyarmadde özellikleri Tablo 2.10'da verilmiştir.

Tablo 2.10 Cibacronred FN-R boyarmadde özellikleri (Karadağ, 2005)

Boyarmadde	Cibacron Red FN-R
	Azo BM
C.I Name	Reaktif Red 238
Yapısı	Bifonksiyonel
Reaktiflik	Orta
Substantivite	Orta-Yüksek

Tablo 2.11 Boyama reçetesi

Boyama Reçetesi (F0=1:8)	
Boyarmadde	% 1
Tuz	30 g/L
NaOH (36 Bé)	3.3 mL/L



Şekil 2.7 Boyama grafiği

Ard işlemler:

- 50 °C'de 10' durulama
- 50 °C 'de 10' nötralizasyon (asetik asit ile)
- 90 °C 'de 15' yıkama mad.
- 50 °C 'de 10' durulama
- Soğukta 10' durulama

Boyama sonrası, numunelerin spektrofotometrede K/S değerleri ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

Lipaz enzimleriyle işlem gören kumaşlara aşağıda belirtilen testler uygulanmıştır. Klasik yağ sökücüyle ve farklı lipaz enzimleriyle işlem gören kumaşların ağartma sonrası parlaklık ve beyazlık dereceleri spektrofotometrede ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

Örgü yağının ve ağartma sonrası numunelerin FTIR-ATR analizleri gerçekleştirilmiş ve değerlendirilmiştir.

Ağartılmış ham kumaşın, yağlı kumaşın ve klasik yağ sökücü ve lipaz enzimleri ile işlem görmüş kumaşların boyama sonrası, renk verimlilikleri tespit edilmiştir.

OilRed Boyarmaddesi ile boyama sonucu elde edilen renk değerleri ölçülmüş ve boyanan kumaşlara ait a*, b* ve L* değerleri karşılaştırılmıştır.

2.3 Esteraz Enzimleri ile Yapılan Çalışmalar

2.3.1 Materyal

2.3.1.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler

Tablo 2.12 Kullanılan kimyasal maddeler

Felosan RGN (Islatıcı&yağ sökücü)	CHT Tekstil Kimya San. Tic. A.Ş.
Denraw NBP(iyon tutucu)	Denge Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
Polimer Conz(Kırık önleyici)	Denge Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
NaOH 38 Be'	Merck Darmstadt, Almanya
H ₂ O ₂ (%50)	Degusa
Asetik Asit	Teknik
Frezym Conz(Antiperoksit enzim)	İber Kimya ve Tekstil San. Tic.Ltd. Sti.
Polinol BSL(Egalizatör)	Plastifay Kimya Endüstri A.Ş.
Esteraz (<i>Bacillus stearothermophilus</i>)	Sigma-Aldrich
Laucit MPT(PET tampon asit)	Günerca Kimya San. Tic. A.Ş.
Evofinpsr(yumuşatıcı&kırık önleyici)	Dystar Kimya San. Ve Tic. Ltd. Şti.
Laugol PCS (dispergator)	Günerca Kimya San. Tic. A.Ş.
Dianix yellow Braun cc	Dystar Kimya San. Ve Tic. Ltd. Şti.
Foron Rubin RDGFL 200	Clariant Türkiye Boya Ve Kim. Mad. San. Ve Tic. A.Ş.
Dianix Navy (Marine) cc	Dystar Kimya San. Ve Tic. Ltd. Şti.
NaOH 38 Be'	Teknik
Sodyum hidrosülfid (%50)	Teknik
Sodyum Klorür	Teknik
Sodyum bikarbonat	Teknik
Kimsoline G.yellow HF-2GR	Eksoy Kimya Ürünleri Üretim Pazarlama Ltd. Şti.
Kimsoline Red HF 6BN % 150	Eksoy Kimya Ürünleri Üretim Pazarlama Ltd. Şti.
Kimsoline Black B % 150	Eksoy Kimya Ürünleri Üretim Pazarlama Ltd. Şti.

2.3.1.2 Kullanılan Kumaşlar

Denemelerde kullanılan kumaşlar ve özellikleri Tablo 2.13’de verilmektedir.

Tablo 2.13 Kullanılan kumaşlar ve özellikleri

Kumaş Cinsi	Ham Gramaj (g/m ²)	Ham En (cm)
Pamuk/ Poliester (50/50) - Süprem - 30/1	133	212
Pamuk/ Poliester (50/50) - 3 İplik Futter - 30/30/10	296	242

Esteraz Enzimi ile İlgili Özellikler :

- Enzim: Esteraz (Sigma-Aldrich)
- Aktivite: 29 U/mg
- Optimum pH: 7,5
- Optimum Sıcaklık: 30°C.

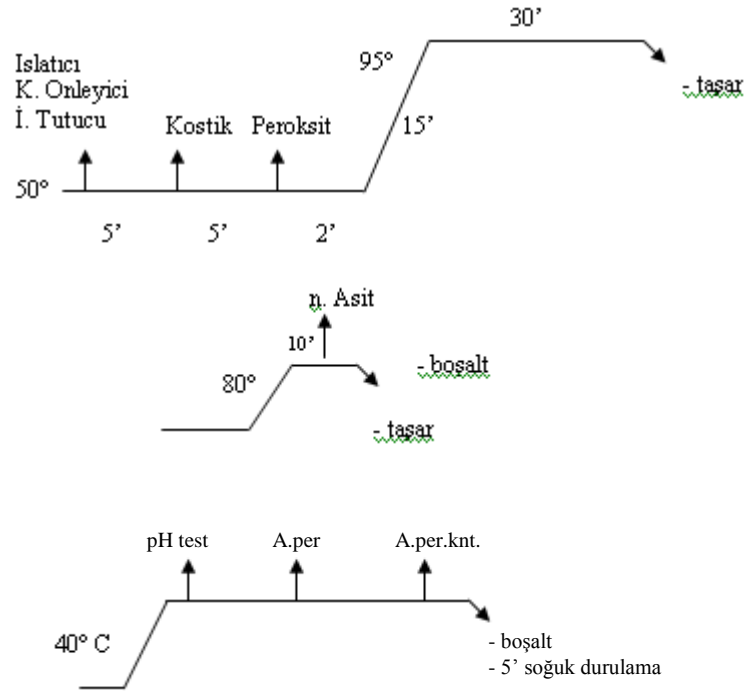
2.3.2 Yöntem

Pamuk/PET karışımı örgü kumaşlara enzimatik işlem yapılmasında hedeflenen boncuklanma değerlerinde iyileşme ve yüzey özelliklerinin geliştirilmesidir. Esteraz ve selülaz enzimleri farklı pH değerlerinde etkinliklere sahip olduklarından aynı banyoda işlem yapılamamış, kumaşların ön terbiye işlemleri yapıldıktan sonra önce esteraz enzimi ardından selülaz enzimi ile işleme sokularak ön terbiyesi yapılmış enzimatik işlem görmeyen kumaşla kıyaslanmıştır.

PET/pamuk kumaşlara uygulanan ön terbiye reçetesi Tablo 2.14’de verilmektedir.

Tablo 2.14 PET/pamuk kumaşlara uygulanan ön terbiye reçetesi

Islatıcı	1 g/L
Yağ sökücü	1 g/L
Kostik 48 Be'	3 g/L
H. Peroksit	2 g/L
Nötr asit	1 g/L
F:O	1:10
Antiperoksit enzim	0,3 g/L



Şekil 2.8 Ön terbiye grafiği

Esteraz enzimi ile yapılan denemeler Tablo 2.15'de verilmektedir. Reçetelerde belirtilen yüzde değerleri enzim aktivitesi 0,4 U/mg olacak şekilde tanımlanmıştır (Ref. Kardas ve diğer. ,2009).

Tablo 2.15 PET/Pamuk kumaşlara uygulanan esteraz enzim reçete bilgileri

P1	% 1'lik 180 d.	P5	% 1'lik 120 d.	P9	% 1'lik 60 d.
P2	% 2'lik 180 d.	P6	% 2'lik 120 d.	P10	% 2'lik 60 d.
P3	% 3'lük 180 d.	P7	% 3'lük 120 d.	P11	% 3'lük 60 d.
P4	% 5'lik 180 d.	P8	% 5'lik 120 d.	P12	% 5'lik 60 d.

Ön terbiye işlemi yapılmış kumaşlar laboratuvar ortamında pH: 7.5 ve 30 °C sıcaklıkta 50mM fosfat tamponu kullanılarak flote oranı 1:10 olacak şekilde esteraz enzimiyle muamele edilmiştir. 12 farklı deney numunesi elde edilmiştir.

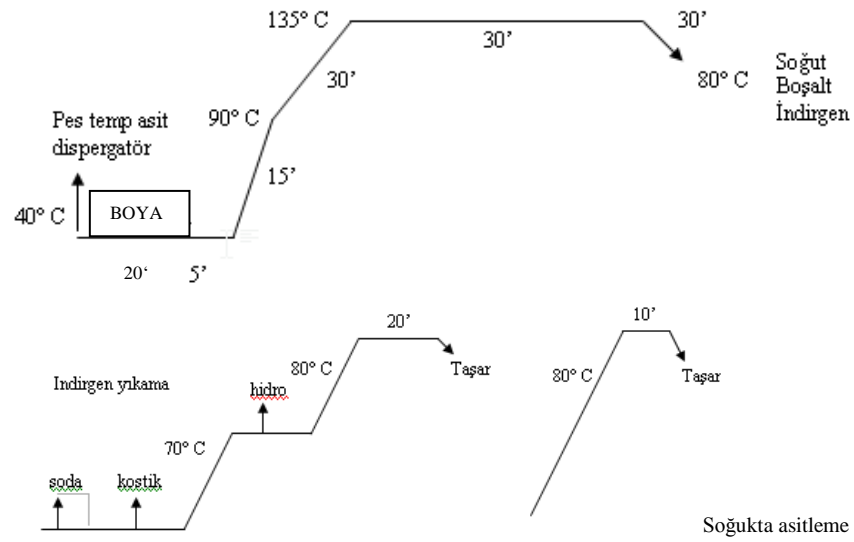
Ardından her bir esteraz enzimi ile işlem gören kumaşlara ticari enzimler içerisinde en iyi değeri veren Veszym enzimi %1 oranında ve 90 d. işlem yapılarak ön terbiyesi yapılmış kumaşa göre esteraz enziminin, selüloz enziminin ve her ikisinin birlikte etkileri incelenmiştir.

Esteraz ve selüloz enzimleriyle işlem gören kumaşlara gramaj tayini, patlama mukavemeti testi ve boncuklanma testi yapılarak sonuçları değerlendirilmiştir.

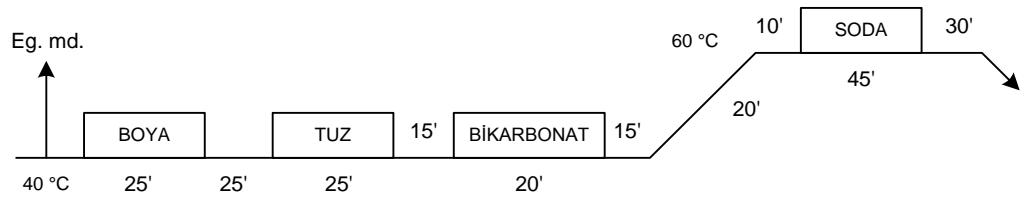
Enzimatik işlemler sonrası kumaşların poliestere kısmı dispers boyarmadde ile pamuk kısmı reaktif boyarmadde ile boyanmış olup boyama grafiği ve reçetesi aşağıda belirtildiği gibidir.

Tablo 2.16 PET/Pamuk karışımı kumaşların boyama reçetesi

PET Boyama	
1 g/L	Egalizatör
0.5 g/L	PET tampon asit
1 g/L	Yumuşatıcı
% 0,3600	Dianix Yellow Braun CC
%0,0320	Foron Rubin RDGFL 200
%0,3400	Dianix Navy (Marine) CC
İndirgen Yıkama	
2 g/L	Sıvı kostik (48 Be')
2 g/L	Sodyum hidrosülfid (%50)
10 d.	80°C'de nötralizasyon
10 d.	80°C'de durulama
5 d.	Soğuk durulama
Pamuk Boyama	
0.3 g/L	Asetik asit (pH 6 olmalıdır)
1 g/L	Egalizatör
%2,4000	Kimsoline G.Yellow HF-2GR
%1,4600	Kimsoline Red HF 6BN
%1,8400	Kimsoline Black B
80 g/L	Sodyum klorür
1 g/L	Sodyum bikarbonat
20 g/L	Soda
Durulama	
5 d.	Soğuk durulama
1 g/L	Asetik asit



Şekil 2.9 PET boyama grafikleri



Şekil 2.10 Pamuk boyama grafiği

Ham kumaşlar, ön terbiyesi yapılmış kumaşlar, sadece esteraz enzimi ile muamele edilen kumaşlar, sadece selüloz enzimi ile muamele edilen kumaşlar, hem selüloz hem de esteraz enzimi ile muamele gören kumaşların hepsi aynı banyoda boyanmış olup patlama mukavemeti, boncuklanma testleri yapılmış, K/S renk verimi değerleri ölçülmüş ve sonuçları değerlendirilmiştir.

2.4 Değerlendirme Yöntemleri

Denemeler sonrası değerlendirmede kullanılan testler aşağıdaki gibidir. Testlerde elde edilen sonuçlar Minitab® programı yardımıyla Anova analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

2.4.1 İstatistiksel Analiz Yöntemi

Deneyler sonucunda elde edilen verilerin karşılaştırılmasında ANOVA (Analysis of Variance) metodu kullanılmıştır. ANOVA metodu iki veya daha fazla gözlem grubundan elde edilen değerlerin ortalamaların karşılaştırılmasında kullanılır. ANOVA analizinin sonucunda bir ‘p’ değeri hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu değer ortalamaların birbirinden farklı olduğunu kabul etmenin istatistiksel riskini belirtir. Bu çalışmada risk seviyesi %5 olarak belirlenmiştir. ‘p’ değerinin %5’den küçük olduğu gözlemlerde ortalama değerlerin birbirinden farklı olduğu kabul edilmiştir.

2.4.2 Kumaş Gramaj Tayini (ISO 3801)

Gramajı alınacak kumaşlar normal şartlar altında kondisyonlandıktan sonra yüzey alanı 100 cm² olacak şekilde dairesel kesici yardımıyla kesilir ve ağırlığı ölçülür. Ağırlığı g/m² olarak kaydedilir.

2.4.3 Boncuklanma Testi (ISO EN 12945-1)

Örme kumaşlara uygulanan boncuklanma testi SDL-Atlas marka M227 A/B model boncuklanma test cihazında tespit edilmiştir.

Her biri 125 x 125 mm boyutlarında dört adet deney parçası kesilir. Düzgün olarak 12 mm tüp şeklinde dikilerek 6mm başından ve sonundan kalacak şekilde poliüretan borulara yerleştirilir. Süprem kumaşlardan 4 deney parçası aynı boncuk kutuya yerleştirilir. Kumaşların türüne göre dönüş sayısı değişmektedir. 60 devir/d. ile 14400 devir uygulanmıştır. Deney parçaları kutudan alınıp dikişleri söküldükten sonra karanlık odaya konan gözlem kabinin içine numune boyu doğrultusunda dik olarak yerleştirilir ve 1 ‘yoğun yüzey tüylenmesi’, 5 ise ‘değişme yok’ anlamını ifade etmekte 1’den 5’e kadar gözle derecelendirilmektedir.

Boncuklanma testi nitel değerlendirmeler üzerinden yapılmaktadır. Sonuçları istatistiksel olarak değerlendirebilmek için nitel derecelendirmelere nicel karşılıklar

atanmış ve istatistiksel analizler bu değerler üzerinden yapılmıştır. Nitel dereceler ile bunlara atanmış olan nicel karşılıklar Tablo 2.17’de gösterilmektedir.

Tablo 2.17 Boncuklanma testi nitel-nicel dönüşüm tablosu

Nitel Değerler	Nicel Karşılıklar
2	2
2 FUZZY	2,25
2-3	2,5
2-3 FUZZY	2,75
3	3
3 FUZZY	3,25
3-4	3,5
3-4 FUZZY	3,75
4	4
4 FUZZY	4,25
4-5	4,5
4-5 FUZZY	4,75
5	5

2.4.4 Patlama Mukavemeti (ISO EN 13938-1)

Örme kumaşlara uygulanan patlama mukavemeti testi Proser marka Prowhite PRS-038 model patlama mukavemeti test cihazında tespit edilmiştir.

ISO EN 13938-1 standardı tekstil kumaşlarının patlama mukavemetinin tayini için uygulanan hidrolik bir metoddur. Kondisyonlanmış kumaşlara yüzeyi 50cm² olan bir deney alanı oluşturulur. Deney numunesi diyaframın üzerine kendi düzleminde herhangi bir gerginlik olmamasına dikkat edilerek düzgün gerilimsiz bir durumda serilir. Çenelerin deney numunesine zarar vermemesine dikkat edilerek, deney numunesi dairesel tutucuya, deney sırasında kaymayı önlemek için sıkıca tutturulur. Cihaz sıfıra ayarlanır ve kumaş patlayıncaya kadar kumaşa basınç uygulanır. Kumaşın patladığı andaki basıncı kPa olarak kaydedilir.

2.4.5 FTIR-ATR Analizi

Denemeleri yapılan kumaşlarda uygulanan biyokimyasal işlemlerin ardından meydana gelebilecek olan bağ yapısı değişimlerinin test edilebilmesi amacıyla FTIR-ATR analizi (Fourier Transform Infrared Spectroscopy-Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrometresi) 400-4000 cm^{-1} dalga boyunda olacak şekilde Dokuz Eylül Üniversitesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği araştırma laboratuvarında Perkin Elmer Spectrum BX FT-IR System cihazıyla yapılmıştır. Bu metod kimyasal bağların kızılötesi ışık altında farklı davranış özellikleri göstermesi ilkesine dayanmaktadır.

2.4.6 SEM Görüntüleme

Denemeleri yapılan biyokimyasal işlemlerin liflerin morfolojik yapılarını ve değişimlerini incelemek amacıyla SEM görüntüleri 1000x ve 2500x büyüklük olacak şekilde İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Araştırma Laboratuvarında FEI marka Quanta FEG250 model SEM cihazı ile çekilmiş ve değerlendirilmiştir.

2.4.7 Hidrofilite Tayini (DIN 53924)

%1' lik potasyum kromat çözeltisi hazırlanır ve 3×25 cm boyutunda kesilmiş kumaş çözeltiliye daldırılır. Kronometre yardımıyla 5,15,30,60 saniye sonrasında çözeltinin yükselmeleri cm biriminde ölçülür. Yükselme ne kadar fazlaysa suyu emme derecesi (hidrofilitesi) o kadar yüksektir. Tüm numuneler çubuk ve sıra yönünde kesilmiş olup her bir numune 60s. bekletilerek hidrofilite değerleri cm olarak kaydedilmiştir.

2.4.8 Parlaklık Ölçümü (Y)

Parlaklık değerlerini tespit edebilmek amacıyla, kumaşların Y değeri indeksi parlaklık değeri olarak ölçülmüştür. Ölçümlerde D65 ışığı, 10⁰'lik bakış açısı, MAV (orta büyüklükte ölçüm aparatı) kullanılmıştır. Minolta CM 3600 D Marka spektrofotometrede numunenin çubuk yönünde 2 farklı yerinden ölçümler yapılmış

ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Numune ışığı geçirmemesi için iki kez katlanarak ölçüm yapılmıştır.

2.4.9 Beyazlık Ölçümü (D65-STENSBY Değeri)

Beyazlık D65 ışık kaynağı altında Stensby formülüne göre hesaplatılan beyazlık değeri tespit edilmiştir. Ölçümlerde D65 ışığı, 10⁰'lik bakış açısı, MAV (orta büyüklükte ölçüm aparatı) kullanılmıştır. Minolta CM 3600 D Marka spektrofotometrede numunenin çubuk yönünde 2 farklı yerinden ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Numune ışığı geçirmemesi için iki kez katlanarak ölçüm yapılmıştır.

2.4.10 Renk Verimi

Boyama verimini tespit edebilmek amacıyla, boyanmış kumaşların 400-700 nm'lik spektral bölgede remisyon değerleri elde edilerek ve maksimum absorpsiyon dalga boyunda K/S değerleri hesaplanmıştır. Maksimum absorpsiyon bölgesindeki remisyon değerleri esas alınmıştır. Bu amaçla Kubelka-Munk teoremine göre $K/S = (1-R)^2 / 2R$ hesaplanabilir. (Hesaplamalarda R değeri formüldeki yerine desimal olarak konur. K= ışık absorpsiyonu, S = ışık yansımaları, R= remisyon değeridir) (Duran, 2001). Ölçümlerde D65 ışığı, 10⁰'lik bakış açısı ve MAV (orta büyüklükte ölçüm aparatı) kullanılmıştır. Minolta CM 3600 D Marka spektrofotometrede numunenin çubuk yönünde 2 farklı yerinden ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Numune ışığı geçirmemesi için iki kez katlanarak ölçüm yapılmıştır.

2.4.11 Oil Red O Boyarmaddesi ile Yapılan Boyamaların CIE Lab Değerlerinin Ölçümü

OilRed Boyarmaddesi ile boyama sonucu elde edilen numunelerin renk değerleri ölçülmüş ve boyanan kumaşlara ait a* (kırmızı-yeşil eksen değeri), b* (sarı-mavi eksen değeri) ve L* (açıklık) değerleri karşılaştırılmıştır. Ölçümlerde D65 ışığı, 10⁰'lik bakış açısı ve MAV (orta büyüklükte ölçüm aparatı) kullanılmıştır. Minolta

CM 3600 D Marka spektrofotometrede numunenin çubuk yönünde 2 farklı yerinden ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Numune ışığı geçirmemesi için iki kez katlanarak ölçüm yapılmıştır.

2.4.12 DSC Ölçümü

Ölçümler ve hesaplamalar Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde Perkin Elmer - Diamond DSC cihazı ve beraberinde kullanılan Pyris 8.0 bilgisayar yazılımı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sisteminde DSC cihazının yanı sıra, düşük sıcaklıklara inmek amacıyla harici bir soğutma ünitesi bulunmakta ve fırın içi ortamının temizlemesi amacıyla temizleme gazı (purge gas) olarak azot (N₂) kullanılmaktadır. Ölçümler öncesinde, belirlenen tarama hızı (5°C/dk) ve sıcaklık aralığı (0-400°C) için sırasıyla baseline, sıcaklık, fırın ve ısı akısı kalibrasyonları yapılmıştır. Kalibrasyonlarda referans malzeme olarak İndiyum, Çinko ve Safir kullanılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1 Selüloz Enzimleri ile Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

3.1.1 Lauzym RVL Ticari Enzimiyle Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

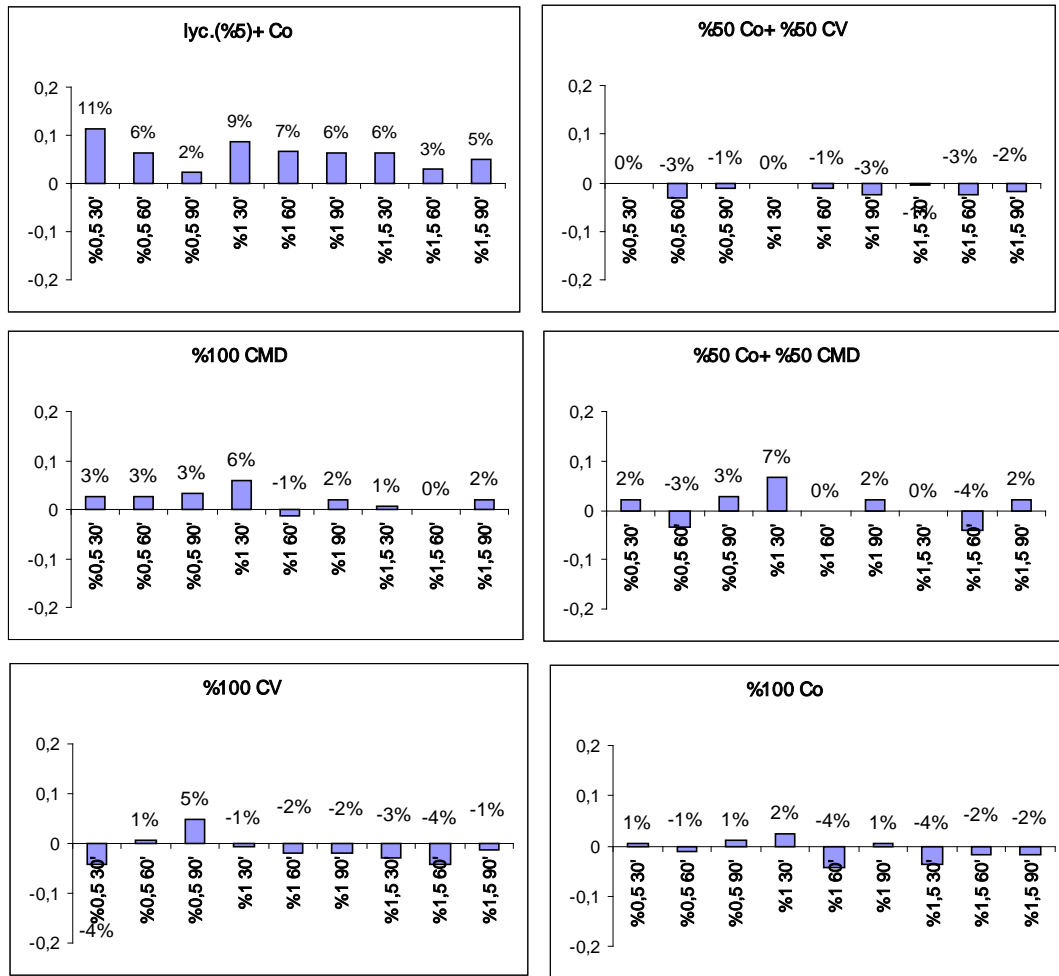
3.1.1.1 Kumaş Gramaj Tayini

Kumaşların gramajları yarı mamul formunda ve enzimatik işlemler sonrasında ölçülmüştür. Tablo 3.1 ve Şekil 3.1'd enzimatik işlemler sonrası kumaşların gramajlarının yarı mamule göre değişimleri oransal olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.1 Yarı mamüllere göre kumaş gramajlarındaki oransal değişimler (%)
(*deneySEL gözlem değeri-yarı mamul değeri*)/*yarı mamul değeri x 100*)

KUMAŞ	YARI MAMUL	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
%95 Co+ lyc.(%5)	161	11,2	6,2	2,5	8,7	6,8	6,2	6,2	3,1	5,0
%50 Co+ %50 CV	156	0,0	-3,2	-1,3	0,0	-1,3	-2,6	-0,6	-2,6	-1,9
%100 CMD	153	2,6	2,6	3,3	5,9	-1,3	2,0	0,7	0,0	2,0
%50 Co+ %50 CMD	152	2,0	-3,3	2,6	6,6	0,0	2,0	0,0	-3,9	2,0
%100 CV	166	-4,2	0,6	4,8	-0,6	-1,8	-1,8	-3,0	-4,2	-1,2
%100 Co	166	0,6	-1,2	1,2	2,4	-4,2	0,6	-3,6	-1,8	-1,8

Şekil 3.1'deki gramaj değerlerini kumaş bazında değerlendirdiğimizde sadece elastan/pamuk kumaşta gramaj değerlerinde belirgin bir artış olduğu, diğer kumaş türlerinde önemli bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 3.1 Yarı mamüllere göre kumaş gramajlarındaki oransal değişimler (%)

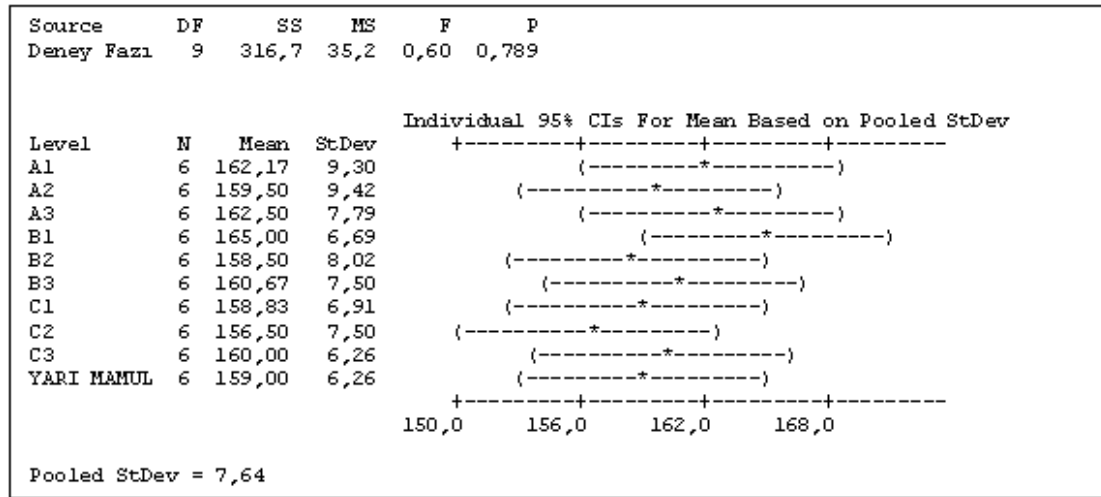
Kumaş yüzeyinden lif uçlarının uzaklaştırılması ile bir miktar ağırlık kaybı meydana gelmektedir. Ancak örme kumaşların oldukça esnek yapıları nedeniyle ıslak işlemlerde lifler şişmekte, boyut değişimi meydana gelmekte ve kumaş gramajı artabilmektedir. Kumaşlarda biyoparlatma işlemi ile çekme yönünden oluşan boyut değişiminin yüzeyden ayrılan lifler sebebiyle oluşan ağırlık kaybına göre birim alanda daha fazla olmasının böyle bir sonuca sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Gözlenen bu durum Mavruz ve Oğulata'nın 2001 yılında yapmış olduğu çalışmayı ve elde ettiği sonuçları da doğrulamaktadır.

Deney planında kullanılan kumaşların enzimatik işlemden bağımsız çekme değerlerinin hesaplanabilmesi için 30, 60 ve 90 dakika 1:10 banyo oranında 2 tur/d. devirle yıkama işlemi yapılmış, ardından serbest kurutma yapılmıştır. Hesaplanan çekme değerleri Tablo 3.2'de verilmektedir.

Tablo 3.2 30, 60 ve 90 dakika işlem gören kumaşların çekme değerleri

Kumaş Tipi	30 Dakika		60 Dakika		90 Dakika	
	En	Boy	En	Boy	En	Boy
lyc.(%5)+ %95 Co	-3,1%	-3,2%	1,6%	-7,4%	-1,6%	-6,4%
%50 Co+ %50 CV	-1,7%	6,7%	-1,7%	1,1%	-4,0%	2,2%
%100 CMD	-3,6%	2,1%	-0,5%	-2,1%	-3,1%	-2,1%
%50 Co+ %50 CMD	-2,8%	3,3%	0,0%	1,1%	-2,2%	-1,1%
%100 CV	6,8%	-2,2%	8,0%	2,2%	6,3%	-1,1%
%100 Co	-1,2%	-5,4%	-2,4%	-1,1%	-1,8%	-2,2%

Elde edilen gramaj ölçüm değerlerinin kumaş tipinden bağımsız olarak ANOVA analizi Şekil 3.2’de verilmektedir.



Şekil 3.2 Kumaş gramaj değerlerinin ANOVA analizi

ANOVA analizi sonucunda elde edilen p ve F değerleri incelendiğinde enzimatik deneylerin gramaj üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

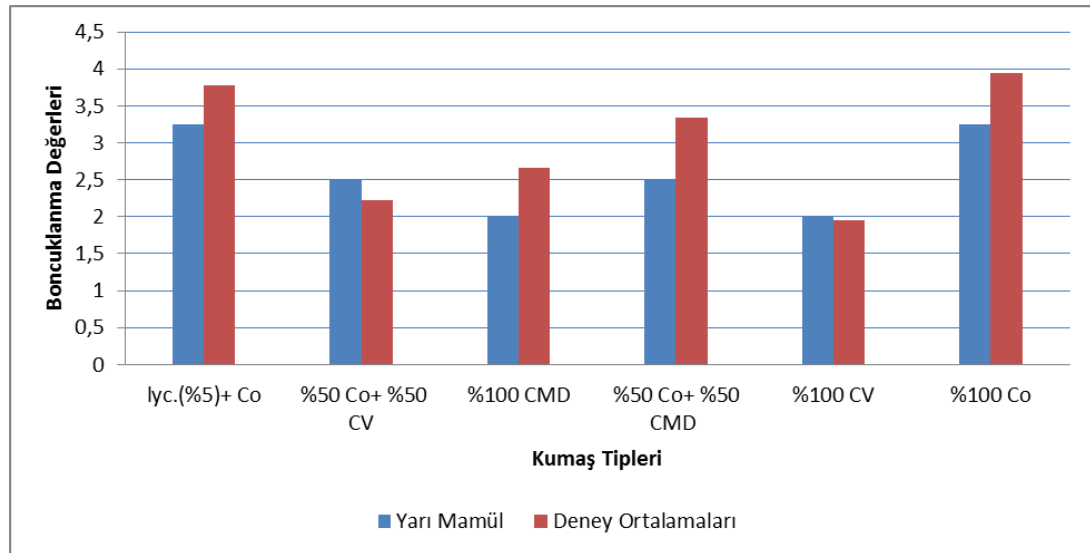
3.1.1.2 Boncuklanma Testi (ISO EN 12945-1)

Boncuklanma değerleri ISO EN 12945–1 standardına göre her kumaş tipi için ölçülmüştür. Elde edilen değerler Tablo 3.3’de verilmektedir. Boncuklanma testi sonrası numunede öncesine göre değişme yok ise ‘5’, önceki haline göre yoğun yüzey tüylenmesi gözleniyorsa ‘1’ olacak şekilde 1 ile 5 arasında skalaya göre değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 3.3 Boncuklanma testi ölçüm sonuçları

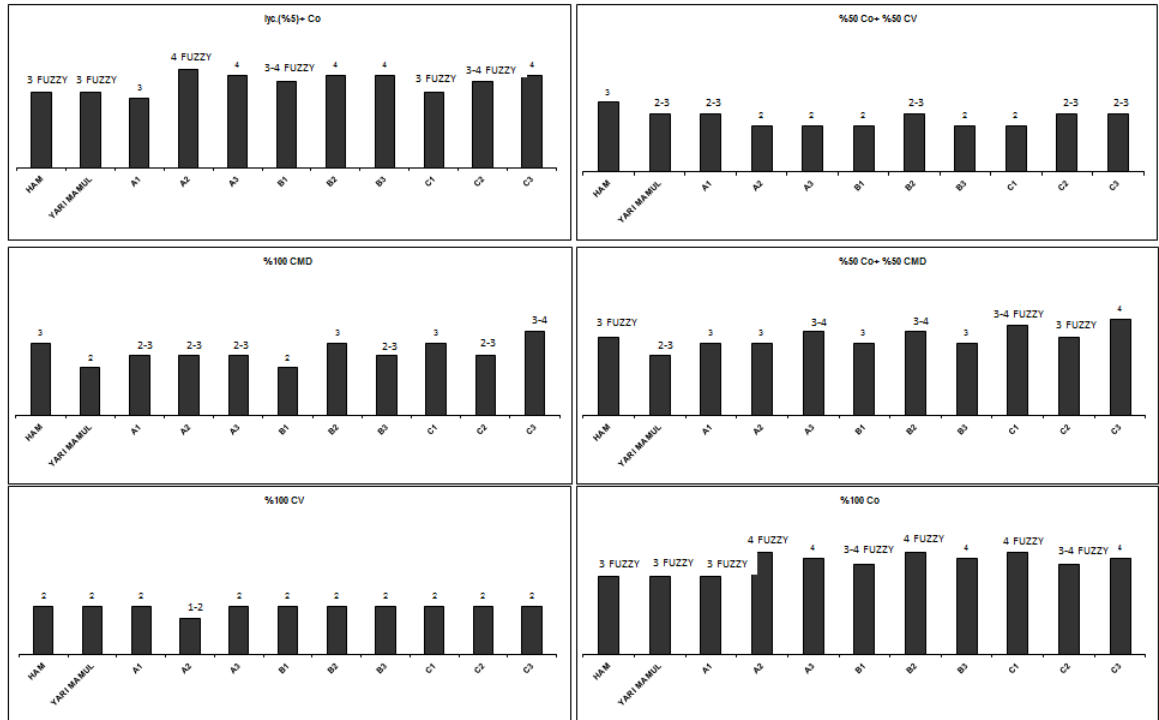
	HAM	YARI MAMUL	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
%95 Co+ lyc.(%5)	3 FUZZY	3 FUZZY	3	4 FUZZY	4	3-4 FUZZY	4	4	3 FUZZY	3-4 FUZZY	4
%50 Co+ %50 CV	3	2-3	2-3	2	2	2	2-3	2	2	2-3	2-3
%100 CMD	3	2	2-3	2-3	2-3	2	3	2-3	3	2-3	3-4
%50 Co+ %50 CMD	3 FUZZY	2-3	3	3	3-4	3	3-4	3	3-4 FUZZY	3 FUZZY	4
%100 CV	2	2	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2
%100 Co	3 FUZZY	3 FUZZY	3 FUZZY	4 FUZZY	4	3-4 FUZZY	4 FUZZY	4	4 FUZZY	3-4 FUZZY	4

Şekil 3.3'de her kumaş tipi için yarı mamule göre deney ortalamaları arasında farklılık grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 3.3 Enzimatik işlemler sonrası boncuklanma değerlerindeki değişimler (Kumaş tipine göre)

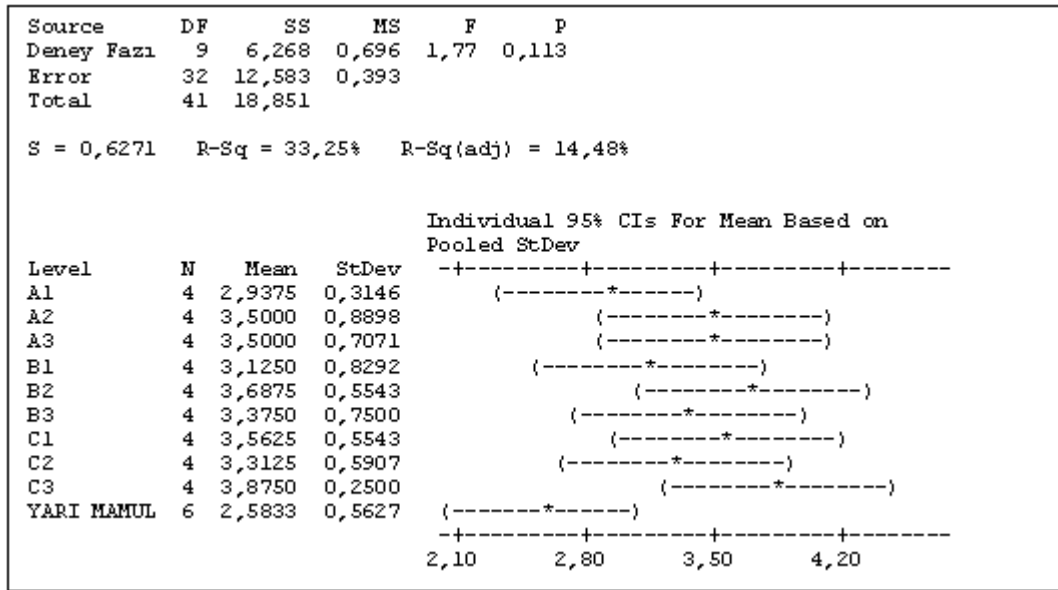
Pamuk-viskoz karışımı kumaş ve %100 viskoz kumaş dışındaki tüm kumaş tiplerinde boncuklanma değerlerinde yarı mamüle göre artış tespit edilmiştir. Her kumaş türü için tüm koşullarda gözlenen boncuklanma değerleri Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Kumaş türü ve deney tipine göre boncuklanma değerlerindeki değişimler

Şekil 3.4'teki grafikler incelendiğinde en iyi boncuklanma değerlerine elastan/pamuk kumaşta A2 deneyinde, modal kumaşta C3 deneyinde, pamuk/modal kumaşta C3 deneyinde, pamuk kumaşta ise A2, B2 ve C1 deneylerinde ulaşılmasına karşın viskon ve pamuk/viskon kumaşta herhangi bir iyileşme gözlenmemiştir.

Şekil 3.5'de boncuklanma değerlerine göre kumaş tipinden bağımsız olarak yapılmış ANOVA analizi sonuçları verilmektedir.



Şekil 3.5 Boncuklanma değerlerine göre ANOVA analizi

Sonuçlar değerlendirildiğinde tüm kumaş tipleri için boncuklanma değerleri açısından en iyi sonuçların B2 (%1'lik; 60 d.) ve C3 (%1,5'luk, 90 d.) deneylerinde gözlenmesine karşın enzimatik deneylerin boncuklanma üzerindeki etkisi ANOVA analizinde elde edilen p ve F değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak ispatlanamamıştır.

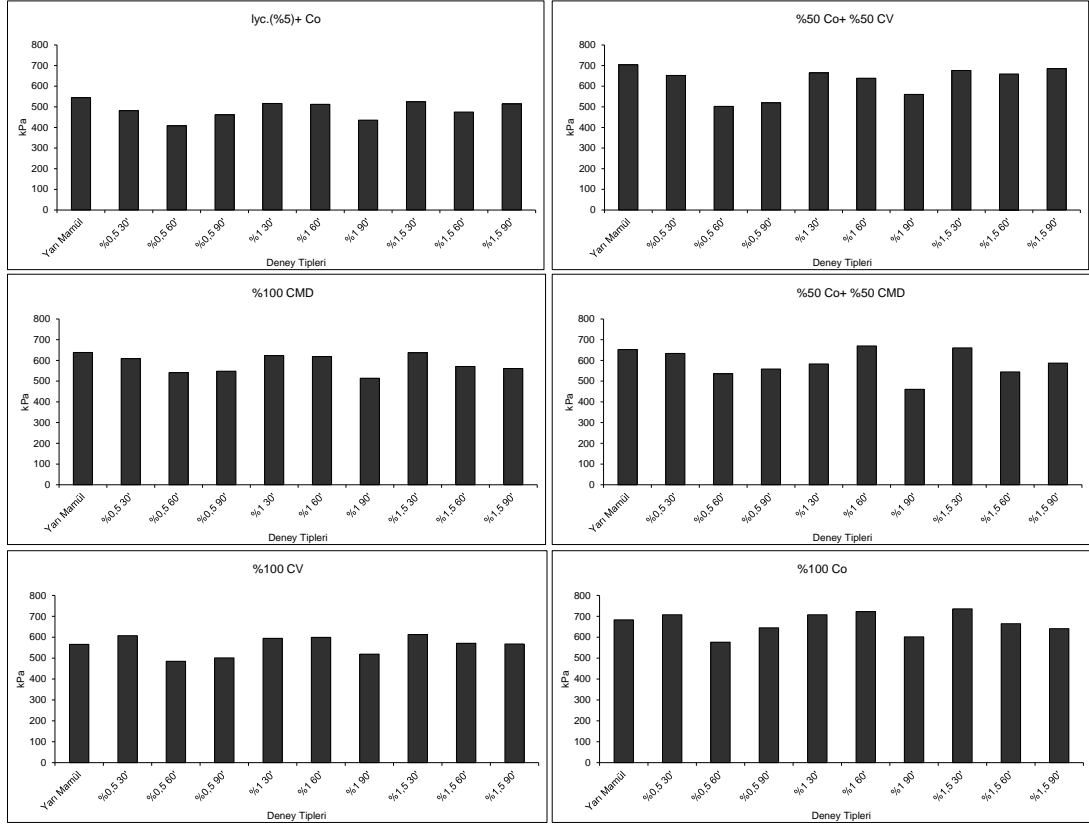
3.1.1.3 Patlama Mukavemeti (ISO EN 13938-1)

Patlama mukavemetleri ISO EN 13938-1 test standardına göre her kumaş tipi için ölçülerek ortalamaları hesaplanmış ve elde edilen değerler Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4 Kumaş tiplerine göre elde edilen patlama mukavemeti değerlerinin ortalamaları (kPa)

Kumaş Tipi	Yarı Mamül	%0,5 30'	%0,5 60'	%0,5 90'	%1 30'	%1 60'	%1 90'	%1,5 30'	%1,5 60'	%1,5 90'
lyc.(%5)+ Co	545	481	408	462	517	512	436	525	475	514
%50 Co+ %50 CV	704	652	503	519	665	639	561	676	660	685
%100 CMD	639	609	541	548	623	619	515	637	571	561
%50 Co+ %50 CMD	653	634	536	559	583	670	461	661	545	587
%100 CV	566	608	485	501	595	600	519	613	571	568
%100 Co	683	708	577	645	708	723	602	736	665	641

Şekil 3.6'da her kumaş tipi için enzimatik işlem öncesi ve enzimatik işlem sonrası ölçülen patlama mukavemetlerinin ortalamaları grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.6 Ortalama patlama mukavemeti değerlerinin grafiksel gösterimi

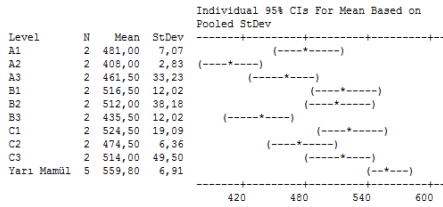
Şekil 3.7’de patlama mukavemeti değerlerinin deney ve kumaş tiplerine göre ayrı ayrı ve kumaş tipinden bağımsız ANOVA analiz sonuçları verilmektedir.

lyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	50449	5605	12,24	0,000
Error	13	5955	458		
Total	22	56404			

S = 21,40 R-Sq = 89,44% R-Sq(adj) = 82,13%

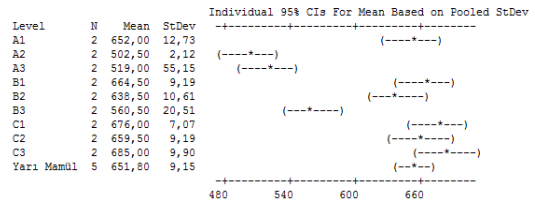


%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	84122	9347	27,66	0,000
Error	13	4393	338		
Total	22	88515			

S = 18,38 R-Sq = 95,04% R-Sq(adj) = 91,60%

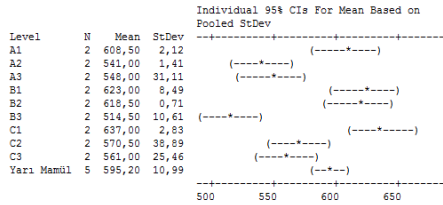


%100 CMD

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	30235	3359	11,46	0,000
Error	13	3811	293		
Total	22	34046			

S = 17,12 R-Sq = 88,81% R-Sq(adj) = 81,06%

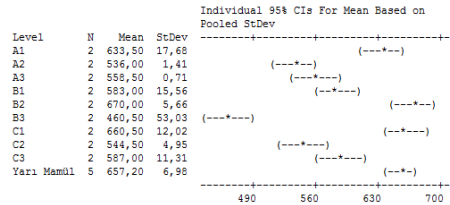


%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	93262	10362	34,60	0,000
Error	13	3893	299		
Total	22	97155			

S = 17,31 R-Sq = 95,99% R-Sq(adj) = 93,22%

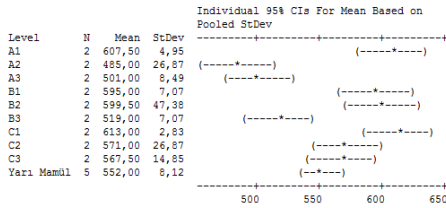


%100 CV

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	37949	4217	12,52	0,000
Error	13	4376	337		
Total	22	42327			

S = 18,35 R-Sq = 89,66% R-Sq(adj) = 82,50%

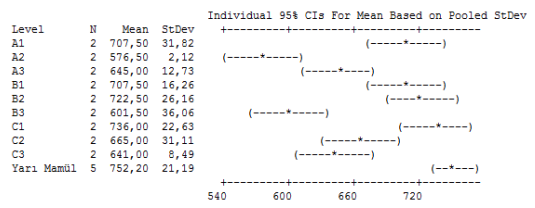


%100 Co

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	77974	8664	16,62	0,000
Error	13	6779	521		
Total	22	84752			

S = 22,83 R-Sq = 92,00% R-Sq(adj) = 86,47%



Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Fazı	9	261587	29065	6,81	0,000

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
A1	12	615,00	72,74	(-----*-----)
A2	12	508,17	56,40	(-----*-----)
A3	12	538,83	63,56	(-----*-----)
B1	12	614,92	64,14	(-----*-----)
B2	12	626,83	70,61	(-----*-----)
B3	12	515,25	62,20	(-----*-----)
C1	12	641,17	68,15	(-----*-----)
C2	12	580,83	71,07	(-----*-----)
C3	12	592,58	61,09	(-----*-----)
Yarı mamul	12	631,33	61,53	(-----*-----)

480 540 600 660

Şekil 3.7 Patlama mukavemeti değerlerinin kumaş tipi bazında ve kumaş tipinden bağımsız ANOVA analizleri

Patlama mukavemeti değerleri her bir kumaş tipi için ayrı ayrı ANOVA analizi ile incelendiğinde tüm kumaş tipleri için patlama mukavemeti değerlerinin enzimatik işlemler ile değiştiği istatistiksel olarak ispatlanmıştır. Tüm kumaş tipleri için ANOVA analizi sonucunda $p < 0,05$ ve $F_{hesaplanan} > F_{kritik}$ koşulları sağlanmıştır.

Kumaş bazında yapılan ANOVA sonuçlarına göre elastan/pamuk kumaşta en yüksek patlama mukavemeti değerlerine C1 deneyinde, %50/50 Co/CV kumaşta C3 deneyinde, %100 CMD kumaşta C1 deneyinde, %50/50 Co/CMD kumaşta B2 deneyinde, %100 CV kumaşta C1 deneyinde, %100 Co kumaşta C1 deneyinde ulaşıldığı gözlenmiştir.

Kumaş tipinden bağımsız olarak patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde de patlama mukavemetlerinin değiştiği istatistiksel olarak ispatlanmıştır. En yüksek patlama mukavemeti değerlerine C1 ve B2 denemesinde ulaşıldığı gözlenmiştir.

3.1.1.4 Hidrofilite Tayini

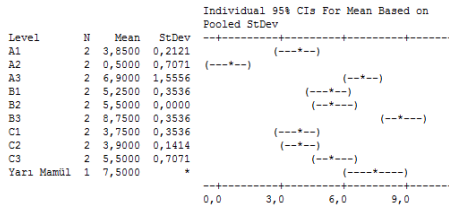
Kumaşların hidrofilite değerleri DIN 53924 standardına göre çubuk ve sıra yönünde cm olarak ölçülmüş ve ölçülen değerlerin ortalamaları kumaş tipleri bazında ayrı ayrı ve kumaş tipinden bağımsız olmak üzere ANOVA analizi ile test edilmiştir. ANOVA analizi sonuçları Şekil 3.8'de verilmektedir.

lyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	9	91,405	10,156	23,68	0,000
Error	9	3,860	0,429		
Total	18	95,265			

S = 0,6549 R-Sq = 95,95% R-Sq(adj) = 91,90%

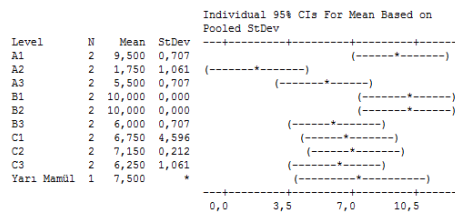


%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	9	111,67	12,41	4,48	0,018
Error	9	24,92	2,77		
Total	18	136,59			

S = 1,664 R-Sq = 81,75% R-Sq(adj) = 63,51%

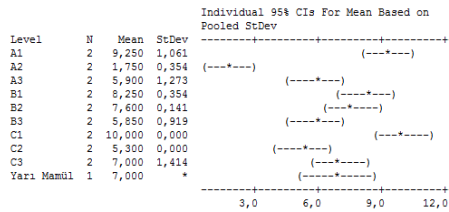


% 100 CMD

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	9	97,012	10,779	16,55	0,000
Error	9	5,860	0,651		
Total	18	102,872			

S = 0,8069 R-Sq = 94,30% R-Sq(adj) = 88,61%

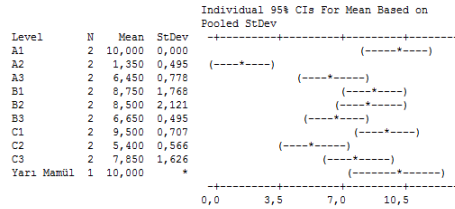


%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	9	119,55	13,28	9,81	0,001
Error	9	12,18	1,35		
Total	18	131,74			

S = 1,164 R-Sq = 90,75% R-Sq(adj) = 81,50%

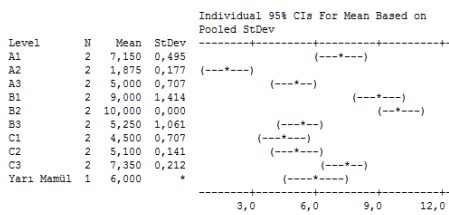


%100 CV

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	9	99,250	11,028	22,22	0,000
Error	9	4,466	0,496		
Total	18	103,717			

S = 0,7045 R-Sq = 95,69% R-Sq(adj) = 91,39%

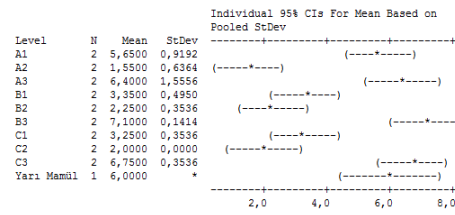


%100 Co

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	9	81,117	9,013	18,82	0,000
Error	9	4,310	0,479		
Total	18	85,427			

S = 0,6920 R-Sq = 94,95% R-Sq(adj) = 89,91%



Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Fazi	9	79,10	8,79	2,01	0,045

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
A1	12	7,567	2,394	{-----*-----}
A2	12	5,433	1,489	{-----*-----}
A3	12	6,025	1,084	{-----*-----}
B1	12	7,433	2,547	{-----*-----}
B2	12	7,308	2,929	{-----*-----}
B3	12	6,600	1,283	{-----*-----}
C1	12	6,292	3,144	{-----*-----}
C2	12	5,050	1,854	{-----*-----}
C3	12	6,783	1,100	{-----*-----}
Yarı mamul	6	7,333	1,472	{-----*-----}

Pooled StDev = 2,091

Şekil 3.8 Hidrofillik değerlerinin kumaş tipi bazında ayrı ayrı ve kumaş tipinden bağımsız ANOVA analizleri

ANOVA analizi sonuçları incelendiğinde tüm kumaş tiplerinde enzimatik deneylerin hidrofilite üzerinde etkisi olduğu ispatlanmıştır. Enzimatik işlemlerin hidrofilite üzerindeki etkisi kumaş tipinden bağımsız olarak yapılan ANOVA analizinde de istatistiksel olarak ispat edilmiştir ($p=0,045$). A1 ve B1 deneyleri hariç yarı mamule göre tüm enzimatik denemelerde hidrofilite değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kumaş bazında değerlendirdiğimizde, pamuk/elastan kumaşta B2 denemesinde ,%100 modal kumaşta C1 denemesinde, %100 pamuk kumaşta B3 denemesinde hidrofilitenin bir miktar arttığı gözlenmiştir.

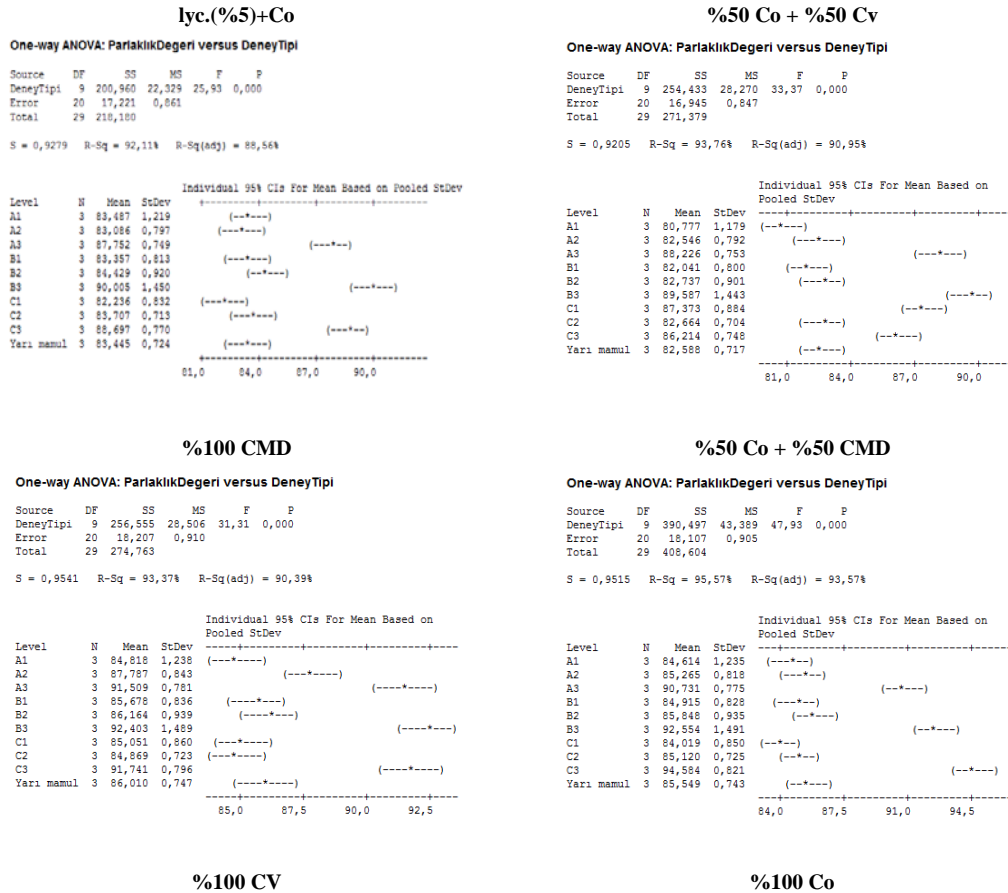
3.1.1.5 Parlaklık Ölçümü (Y)

Her kumaş ve deney tipi için parlaklık değerleri bilgisayarlı renk ölçüm cihazında ölçülmüş olup elde edilen değerler Tablo 3.5'de verilmektedir.

Tablo 3.5 Parlaklık ölçümü sonucu elde edilen parlaklık değerlerinin ortalamaları

	Ham kumaş	Yarı mamul	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
lyc.(%5)+Co	63,83	83,71	83,49	83,09	87,75	83,36	84,43	90,00	82,24	83,71	88,70
%50 Co+											
%50 CV	74,25	82,85	80,78	82,55	88,23	82,04	82,74	89,59	87,37	82,66	86,21
%100 CMD	78,18	86,29	84,82	87,79	91,51	85,68	86,16	92,40	85,05	84,87	91,74
%50 Co+											
%50 CMD	72,81	85,82	84,61	85,27	90,73	84,92	85,85	92,55	84,02	85,12	94,58
%100 CV	80,92	82,86	80,92	82,95	88,27	83,10	83,97	90,05	82,94	82,60	88,81
%100 Co	69,47	85,43	85,39	84,72	91,41	84,54	88,74	93,28	85,16	85,12	92,08

Elde edilen verilere göre kumaş tipinden bağımsız olarak ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen değerler Şekil 3.9'da gösterilmektedir.



One-way ANOVA: ParlaklıkDegeri versus DeneYTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DeneYTipi	9	271,455	30,162	35,47	0,000
Error	20	17,006	0,850		
Total	29	288,461			

S = 0,9221 R-Sq = 94,10% R-Sq(adj) = 91,45%

Level	N	Mean	StDev
A1	3	80,921	1,181
A2	3	82,954	0,796
A3	3	88,272	0,754
B1	3	83,096	0,811
B2	3	83,965	0,915
B3	3	90,947	1,451
C1	3	82,943	0,839
C2	3	82,605	0,704
C3	3	88,806	0,771
Yarı mamul	3	82,597	0,717

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

One-way ANOVA: ParlaklıkDegeri versus DeneYTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DeneYTipi	9	326,209	36,245	39,61	0,000
Error	20	18,301	0,915		
Total	29	344,510			

S = 0,9566 R-Sq = 94,69% R-Sq(adj) = 92,30%

Level	N	Mean	StDev
A1	3	85,392	1,247
A2	3	84,720	0,813
A3	3	91,410	0,781
B1	3	84,539	0,825
B2	3	88,745	0,967
B3	3	93,280	1,503
C1	3	85,164	0,861
C2	3	85,118	0,725
C3	3	92,076	0,799
Yarı mamul	3	85,152	0,739

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

One-way ANOVA: ParlaklıkDegeri versus DeneYTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DeneYTipi	9	1516,74	168,53	44,40	0,000
Error	170	645,29	3,80		
Total	179	2162,03			

S = 1,948 R-Sq = 70,15% R-Sq(adj) = 68,57%

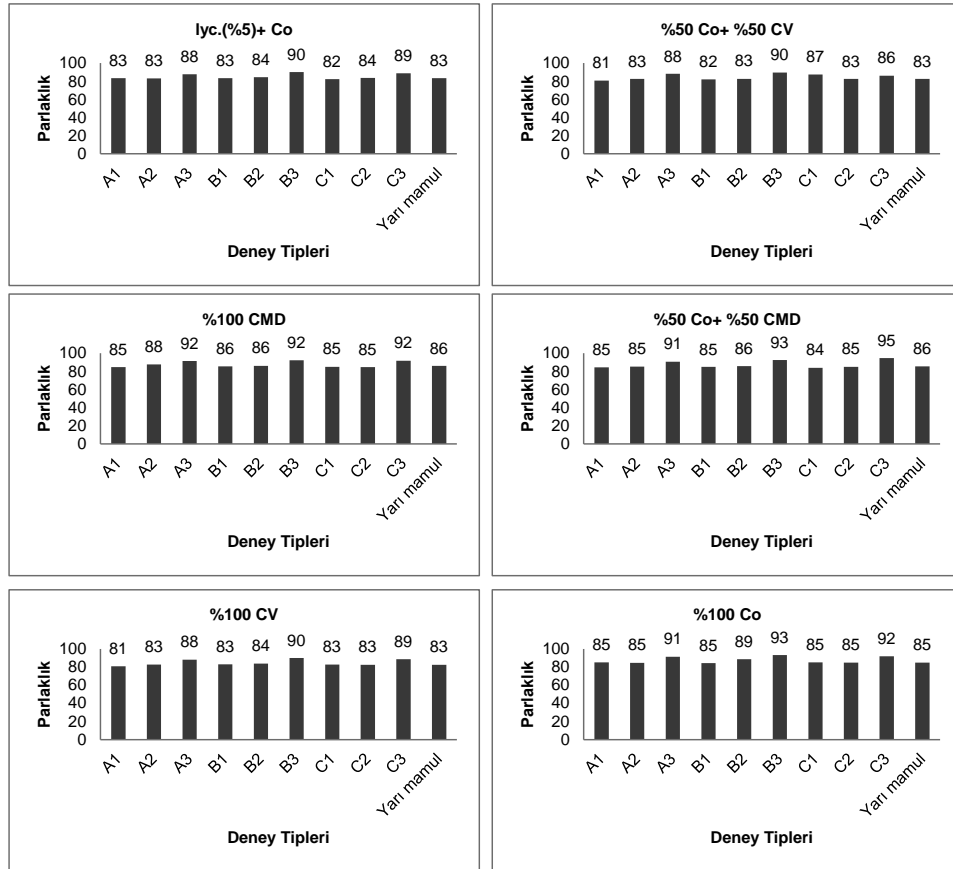
Level	N	Mean	StDev
A1	18	83,335	2,158
A2	18	84,393	1,980
A3	18	89,650	1,762
B1	18	83,938	1,435
B2	18	85,315	2,120
B3	18	91,313	1,950
C1	18	84,464	1,864
C2	18	84,014	1,269
C3	18	90,353	2,896
Yarı mamul	18	84,224	1,565

Level	N	Mean	StDev
A1	18	83,335	2,158
A2	18	84,393	1,980
A3	18	89,650	1,762
B1	18	83,938	1,435
B2	18	85,315	2,120
B3	18	91,313	1,950
C1	18	84,464	1,864
C2	18	84,014	1,269
C3	18	90,353	2,896
Yarı mamul	18	84,224	1,565

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Şekil 3.9 Parlaklık değerlerinin ANOVA analizi

Elde edilen ölçüm değerlerinin istatistiksel olarak analizi sonucunda parlaklık değerleri ile enzimatik deneyler arasında istatistiksel olarak bir bağlantı ispatlanmıştır. Deney ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda özellikle A3, B3 ve C3 deneylerinde parlaklık değerlerinde yükselme görülmüştür.



Şekil 3.10 Kumaş tipine göre parlaklık değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 3.10'da parlaklık değerleri deney ve kumaş tipi bazında grafiksel olarak incelenmiş olup A3, B3 ve C3 gibi işlem süresi uzun olan denemelerde parlaklık değerlerinde yarı mamule göre iyileşme olduğu gözlenmiştir.

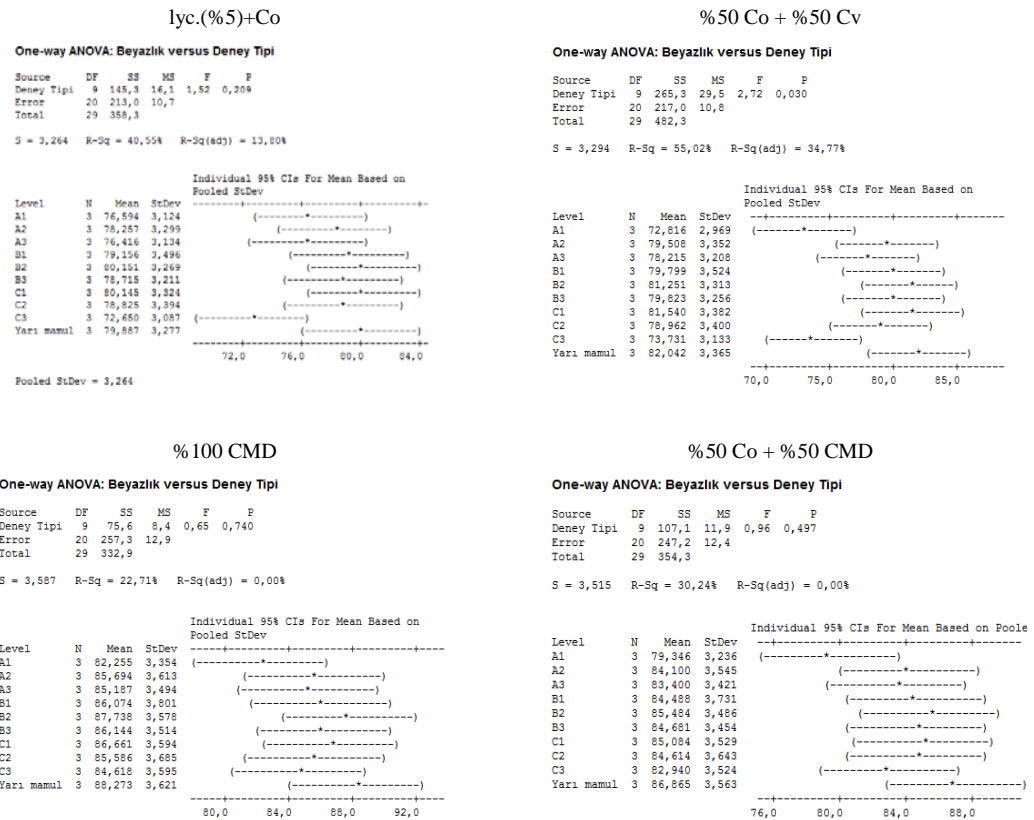
3.1.1.6 Beyazlık Ölçümü (D65-STENSBY DEĞERİ)

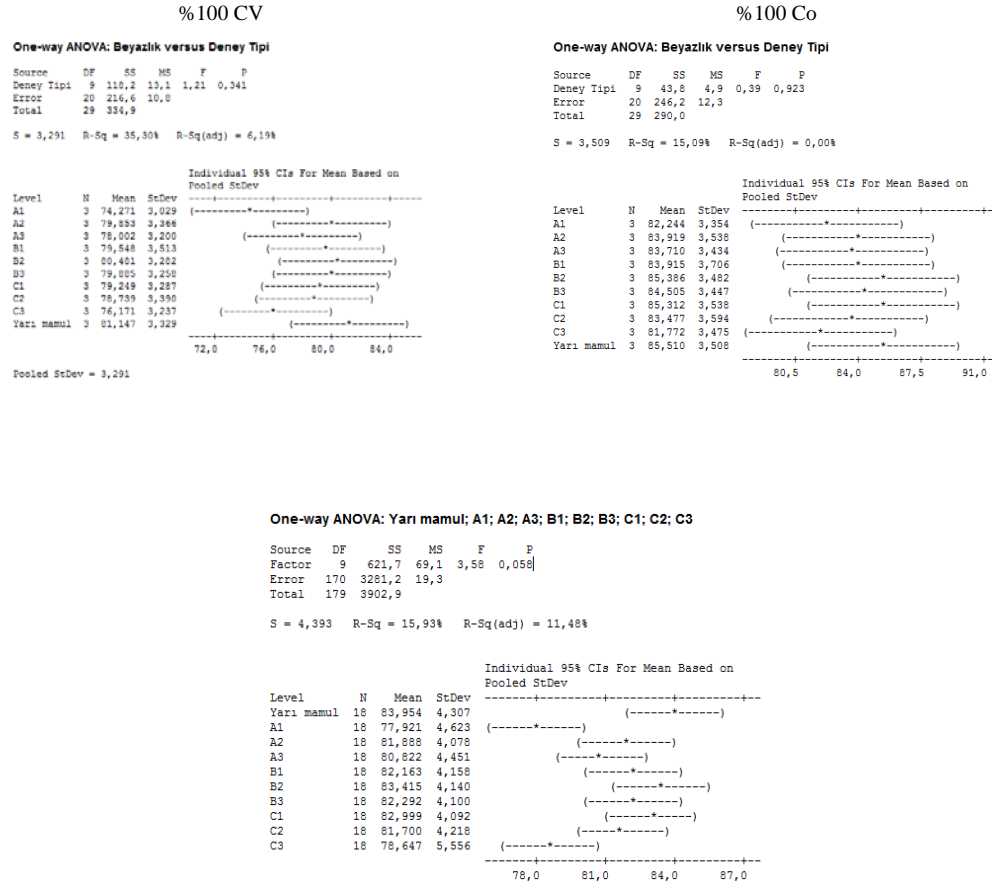
Kumaşların beyazlık ölçüm değerleri her kumaş tipi için ölçülmüş olup, elde edilen değerler Tablo 3.6'da verilmektedir.

Tablo 3.6 Kumaş türüne ve deney tipine göre beyazlık (Stensby) değerleri

	Ham kumaş	Yarı mamul	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
lyc.(%5)+Co	53,09	80,40	76,59	78,26	76,42	79,16	80,15	78,71	80,15	78,82	72,65
%50 Co+ %50 CV	56,67	82,57	72,82	79,51	78,21	79,80	81,25	79,82	81,54	78,96	73,73
%100 CMD	75,57	88,84	82,25	85,69	85,19	86,07	87,74	86,14	86,66	85,59	84,62
%50 Co+ %50 CMD	54,78	87,43	79,35	84,10	83,40	84,49	85,48	84,68	85,08	84,61	82,94
%100 CV	75,85	81,67	74,27	79,85	78,00	79,55	80,48	79,89	79,25	78,74	76,17
%100 Co	52,72	86,06	82,24	83,92	83,71	83,91	85,39	84,50	85,31	83,48	81,77

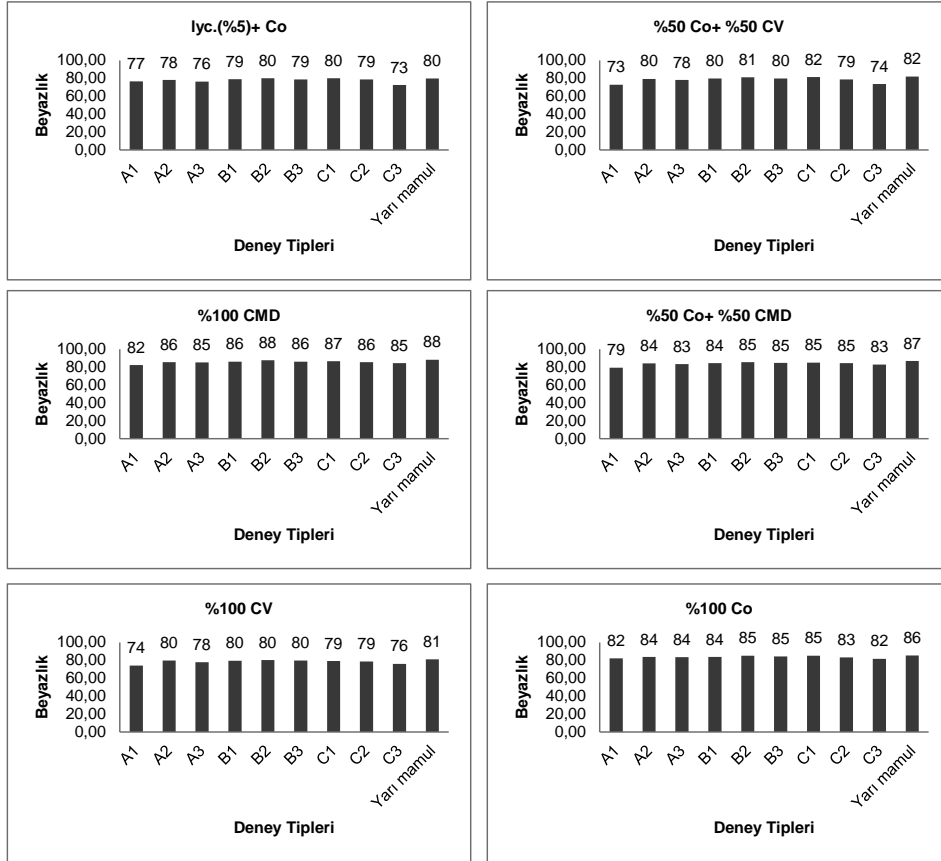
Enzimatik deneyler sonucunda elde edilen beyazlık değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.11’de verilmektedir.





Şekil 3.11 Beyazlık değerlerinin ANOVA analizi

Beyazlık testi sonuçları istatistiksel olarak analiz edildiğinde enzimatik işlem sonrasındaki değerler ile yarı mamül değerleri arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.12 Kumaş tipi bazında beyazlık değerlerinin grafiksel analizi

Şekil 3.12’de kumaş tipi bazında beyazlık değerlerinin grafiksel analizi verilmektedir. Kumaş bazında grafiksel olarak değerlendirildiğinde kumaşların beyazlık derecesinde anlamlı bir etki gözlenmemiştir.

3.1.1.7 Genel Değerlendirme

Yapılan tüm denemeler ve test sonuçları bir arada değerlendirildiğinde ticari enzim Lauzym RVL ile ilgili sıcaklık, pH, flote oranı gibi değişkenlerin sabit tutulup sadece konsantrasyon ve süre faktörlerinin değiştirilmesi ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Pamuk –viskoz karışımı ve %100 viskoz kumaşta boncuklanma değerleri açısından herhangi bir iyileşme olmadığı gözlenmiştir. Diğer kumaş türlerinde iyileşmeler olduğu tespit edilmiştir.
- ANOVA analizi sonucu boncuklanma değerlerindeki farklılık istatistiksel

olarak ispatlanamamakla birlikte en iyi boncuklanma değerlerine B2 ve C3 denemelerinde ulaşıldığı gözlenmiştir.

- Patlama mukavemeti değerlerinde farklılık ANOVA analizi ile istatistiksel olarak gözlenmiştir. Genel olarak düşüş gözlenmiş olup en iyi patlama mukavemeti değerlerine C1 ve B2 denemelerinde ulaşılmıştır.

- Gramaj ve beyazlık değerleri ANOVA analizi ile değerlendirildiğinde tüm kumaş türleri bazında denemeler arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır. Ancak hidrofilitte değerlerinde bir miktar düşüş ANOVA analizi sonucu saptanmış, parlaklık değerlerinde de bir miktar artış gözlenmiştir. Özellikle işlem süresinin artmasıyla parlaklık değerlerinde belirgin bir artış görülmektedir.

- Boncuklanma ve patlama mukavemeti sonuçları birlikte ele alındığında boncuklanma değeri ve patlama mukavemeti bakımından en iyi sonuçlara B2 denemesinde ulaşıldığı tespit edilmiştir. Lauzym RVL enzimi kullanılarak %1 konsantrasyon ve 60 dakika süren denemeyle en iyi sonuçlara ulaşılmıştır.

3.1.2 Veszym PIL 328 Ticari Enzimi ile Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

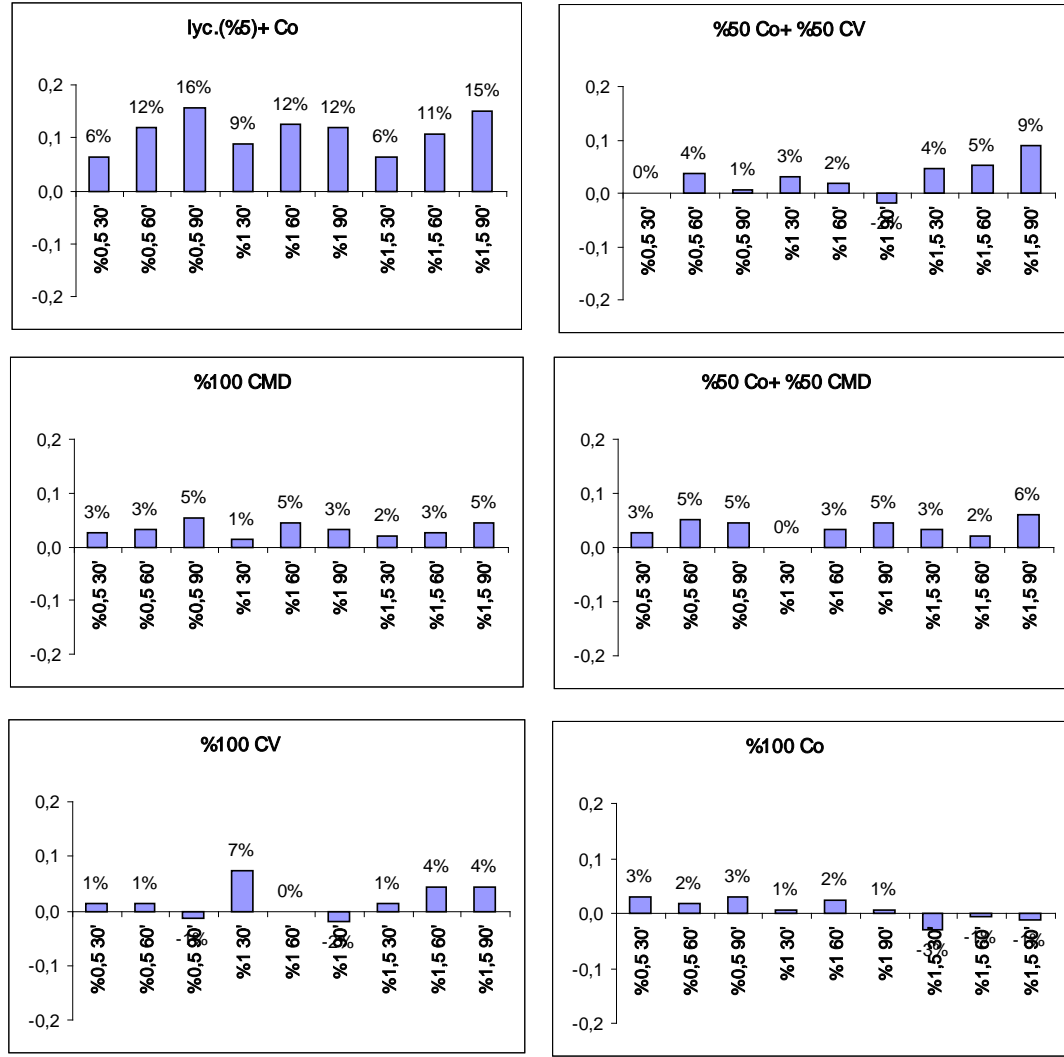
3.1.2.1 Kumaş Gramaj Tayini

Kumaş gramajları yarı mamul ve enzimatik işlem denemelerinden sonra ölçülmüştür. Tablo 3.7 ve Şekil 3.13’de enzimatik işlemler sonrası kumaşların gramajlarının yarı mamule göre değişimleri oransal olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.7 Yarı mamüllere göre kumaş gramajlarındaki oransal değişimler (%)

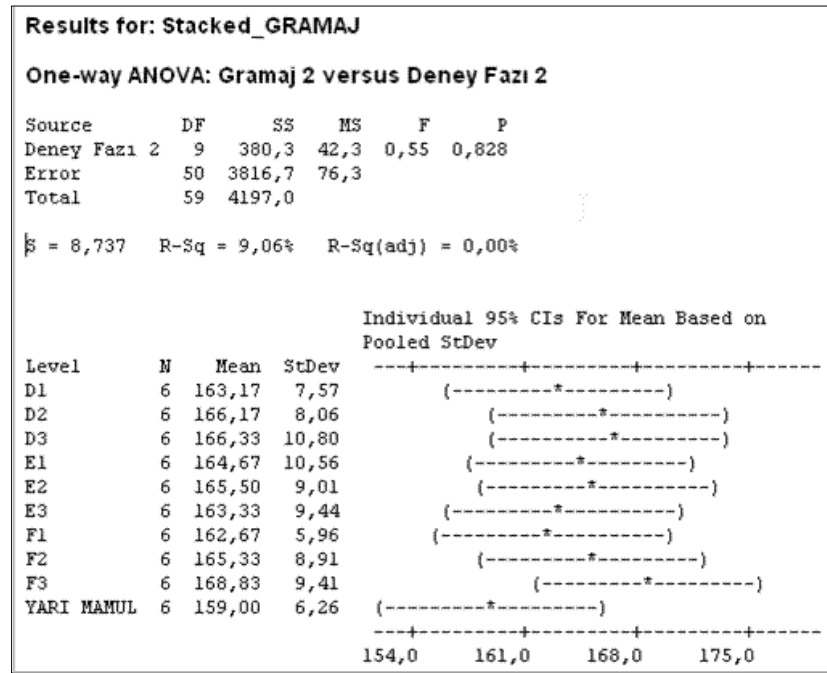
KUMAŞ	YARI MAMUL	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3
lyc.(%5)+ Co	161	6,2	11,8	15,5	8,7	12,4	11,8	6,2	10,6	14,9
%50 Co+ %50 CV	156	0,0	3,8	0,6	3,2	1,9	-1,9	4,5	5,1	9,0
%100 CMD	153	2,6	3,3	5,2	1,3	4,6	3,3	2,0	2,6	4,6
%50 Co+ %50 CMD	152	2,6	5,3	4,6	0,0	3,3	4,6	3,3	2,0	5,9
%100 CV	166	1,2	1,2	-1,2	7,2	0,0	-1,8	1,2	4,2	4,2
%100 Co	166	3,0	1,8	3,0	0,6	2,4	0,6	-3,0	-0,6	-1,2

Kumaş yüzeyinden lif uçlarının uzaklaştırılması ile bir miktar ağırlık kaybı meydana gelmektedir. Ancak örme kumaşların oldukça esnek yapıları nedeniyle ıslak işlemlerde lifler şişmekte, boyut değişimi meydana gelmekte ve kumaş gramajı artabilmektedir. Kumaşlara ait çekme değerleri Tablo 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.13 Yarı mamüllere göre kumaş gramajlarındaki oransal değişimler

Elde edilen gramaj ölçüm değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.14’de verilmektedir.



Şekil 3.14 Kumaş Gramaj Değerlerinin ANOVA Analizi

ANOVA analizi sonuçlarına göre gramaj değerleri açısından deneyler arasında anlamlı bir fark saptanamamıştır.

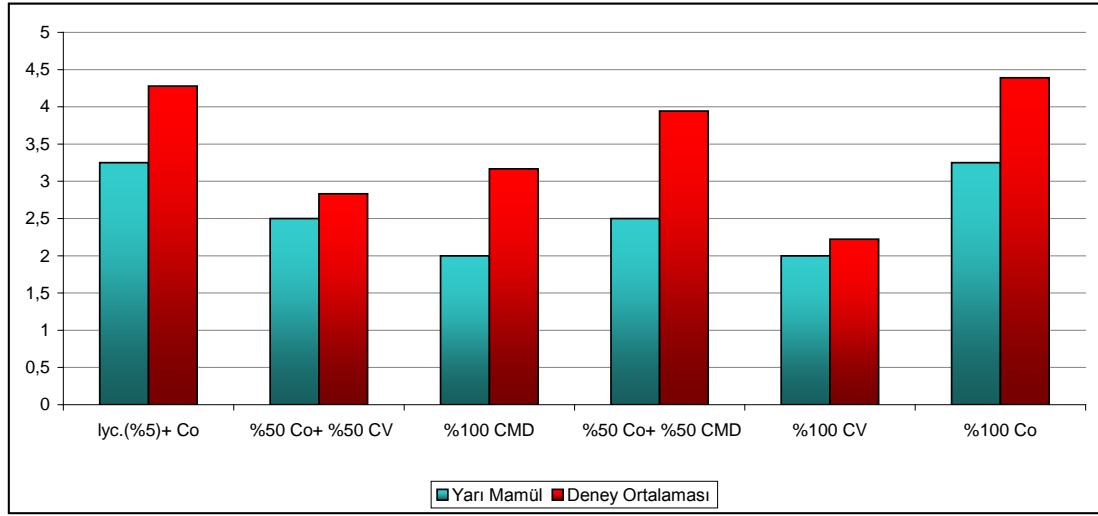
3.1.2.2 Boncuklanma Testi (ISO EN 12945-1)

Her kumaşın farklı enzimatik işlemler sonrası boncuklanma değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerler Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8 Veszym PIL 328 ile işlem sonrası boncuklanma değerleri

	HAM	YARI MAMUL	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3
Lyc.(%5)+ Co	3 FUZZY	3 FUZZY	4-5	4	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4-5
%50 Co+ %50 CV	3	2-3	2	3	3	2-3	3	3	3	3	3
%100 CMD	3	2	2	3-4	3	3	3	3-4	4	3	3-4
%50 Co+ %50 CMD	3 FUZZY	2-3	3-4	4	4	4	4	4	4	4	4
%100 CV	2	2	2	2	2	2	2	2-3	2-3	2-3	2-3
%100 Co	3 FUZZY	3 FUZZY	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5

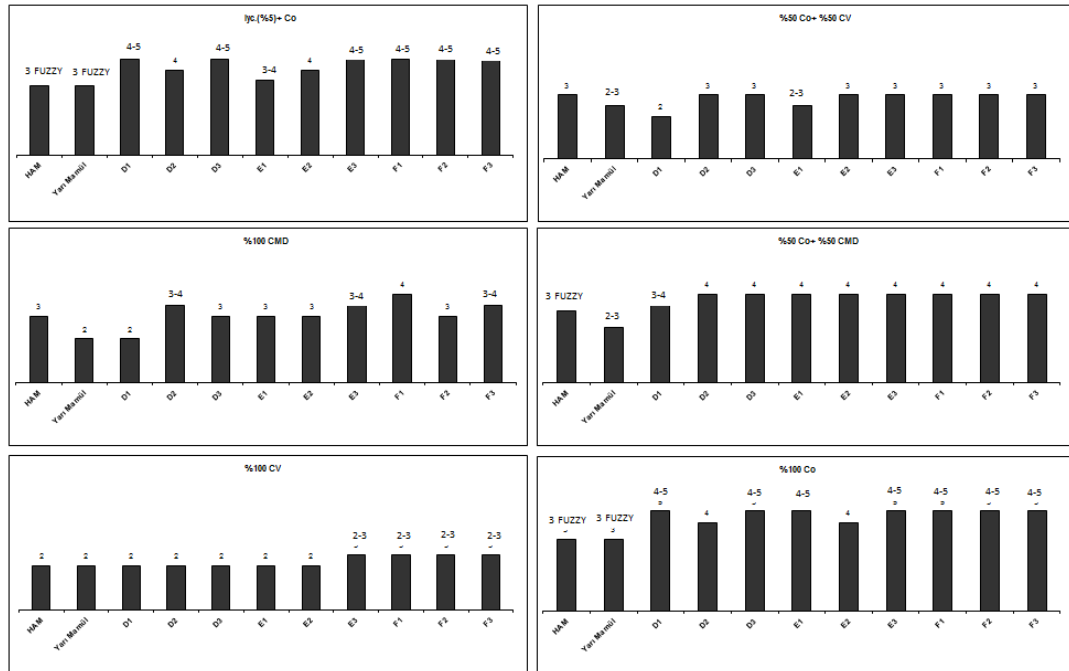
Şekil 3.15’de kumaş bazında yarı mamul ve deney ortalamaları açısından farklılıklar grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.15 Kumaş bazında boncuklanma değerlerindeki değişimler

Enzimatik işlem sonrasında deney ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda tüm kumaş tipleri için boncuklanma değerleri açısından iyileşmeler olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 3.16’da farklı deneylerin farklı kumaş tipleri üzerindeki etkisi grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.16 Kumaş ve deney tipi bazında boncuklanma değerlerinin grafiksel gösterimi

Kumaş tipleri bazında değerlendirildiğinde tüm kumaş türleri için tüm denemelerde bir miktar iyileşme olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen boncuklanma değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.17’de verilmektedir.

Source	DF	SS	MS	F	P	
Deney Fazı	2	9	6,600	0,733	0,94	0,499
Error	50	38,958	0,779			
Total	59	45,558				

S = 0,8827 R-Sq = 14,49% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev
D1	6	3,0833	1,2416
D2	6	3,4167	0,8010
D3	6	3,5000	1,0000
E1	6	3,2500	0,9354
E2	6	3,3333	0,8165
E3	6	3,6667	0,8165
F1	6	3,7500	0,8216
F2	6	3,5833	0,8612
F3	6	3,6667	0,8165
YARI MAMUL	6	2,5833	0,5627

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

2,10 2,80 3,50 4,20

Pooled StDev = 0,8827

Şekil 3.17 Boncuklanma değerlerinin ANOVA analizi

En iyi boncuklanma değeri ortalamasına F1 ve E3 denemelerinde ulaşılmasına karşın ANOVA analizi sonucunda elde edilen p ve F değerlerine göre deney tiplerinin boncuklanma üzerindeki etkisi istatistiksel olarak ispatlanamamıştır.

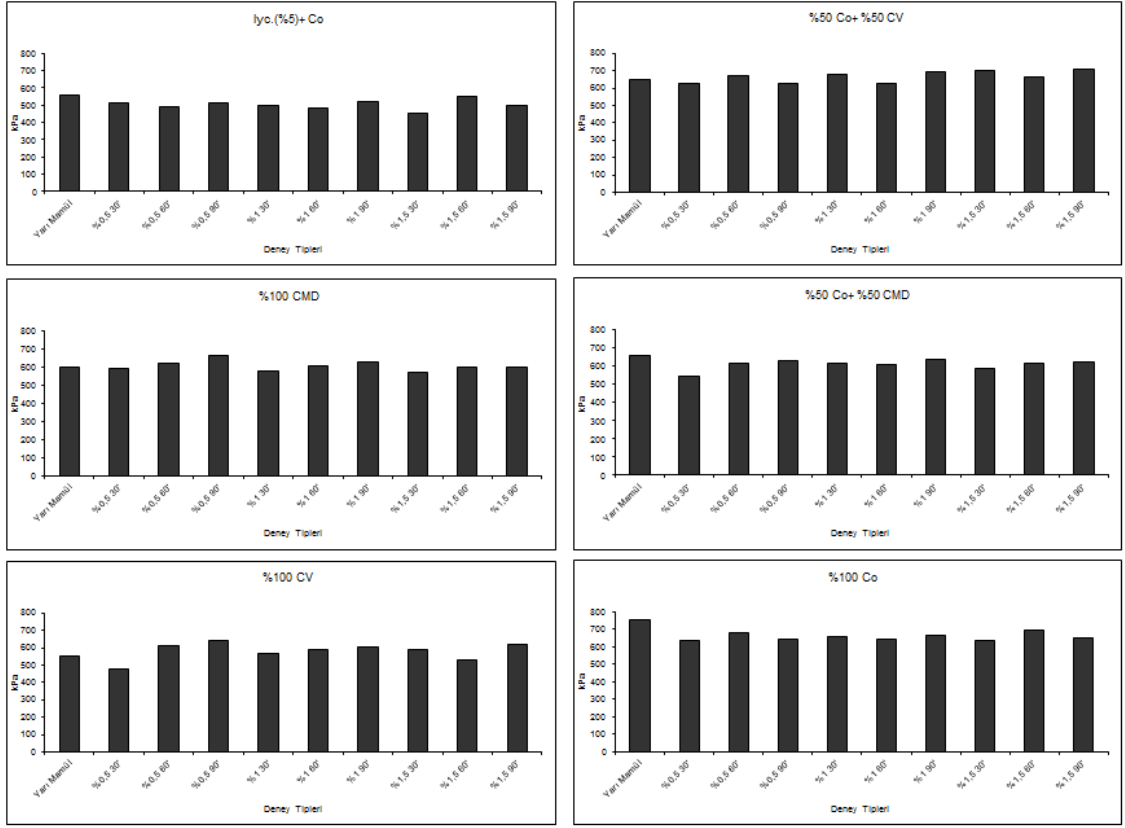
3.1.2.3 Patlama Mukavemeti (ISO EN 13938–1)

Veszym PIL328 enzimi kullanılarak her bir enzimatik işlem sonrası elde edilen patlama mukavemeti değerleri ölçülmüş ve bu değerler Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9 Patlama mukavemeti değerleri

Kumaş Tipi	Yarı Mamül	%0,5 30'	%0,5 60'	%0,5 90'	%1 30'	%1 60'	%1 90'	%1,5 30'	%1,5 60'	%1,5 90'
lyc.(%5)+ Co	560	510	489	509	497	480	522	453	547	495
%50 Co+ %50 CV	652	624	674	625	675	626	694	700	662	708
%100 CMD	595	594	621	661	575	606	630	571	596	598
%50 Co+ %50 CMD	657	544	611	630	615	607	636	588	616	619
%100 CV	552	478	613	642	565	586	603	593	533	623
%100 Co	752	635	677	645	655	642	665	633	691	653

Her kumaş tipi için deney bazında patlama mukavemetindeki değişimler Şekil 3.18'de grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.18 Patlama mukavemeti değerlerinin grafiksel gösterimi

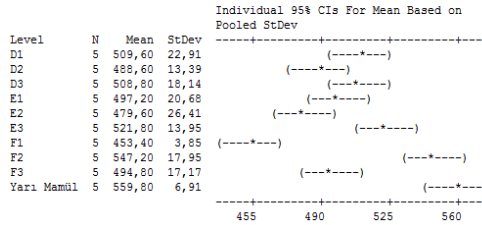
Patlama mukavemeti değerleri kumaş bazında ayrı ayrı ve kumaş tipinden bağımsız olarak ANOVA analizi ile incelenmiştir. ANOVA analizi çıktıları Şekil 3.19'da verilmektedir.

lyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	44158	4906	16,18	0,000
Error	40	12130	303		
Total	49	56288			

S = 17,41 R-Sq = 78,45% R-Sq(adj) = 73,60%

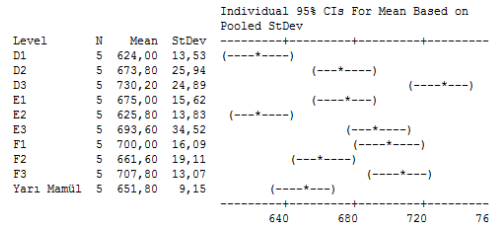


%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	54153	6017	15,12	0,000
Error	40	15922	398		
Total	49	70076			

S = 19,95 R-Sq = 77,28% R-Sq(adj) = 72,17%

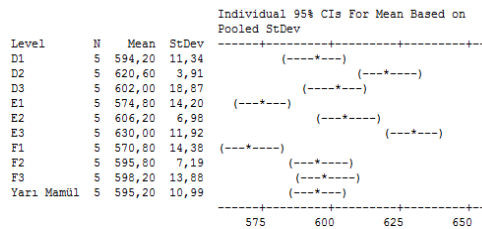


%100 CMD

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	14586	1621	11,07	0,000
Error	40	5857	146		
Total	49	20443			

S = 12,10 R-Sq = 71,35% R-Sq(adj) = 64,90%

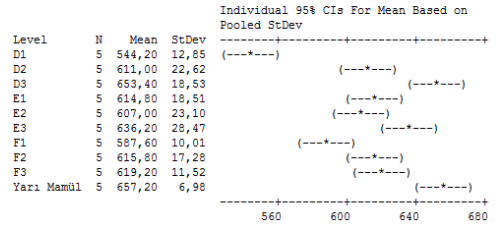


%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	47826	5314	16,17	0,000
Error	40	13149	329		
Total	49	60976			

S = 18,13 R-Sq = 78,44% R-Sq(adj) = 73,58%

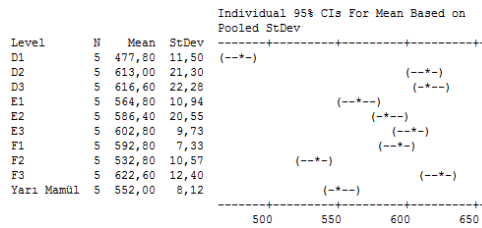


%100 CV

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	92541	10282	48,87	0,000
Error	40	8416	210		
Total	49	100957			

S = 14,50 R-Sq = 91,66% R-Sq(adj) = 89,79%

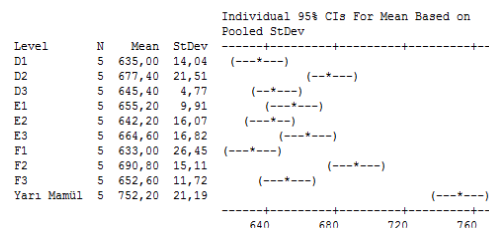


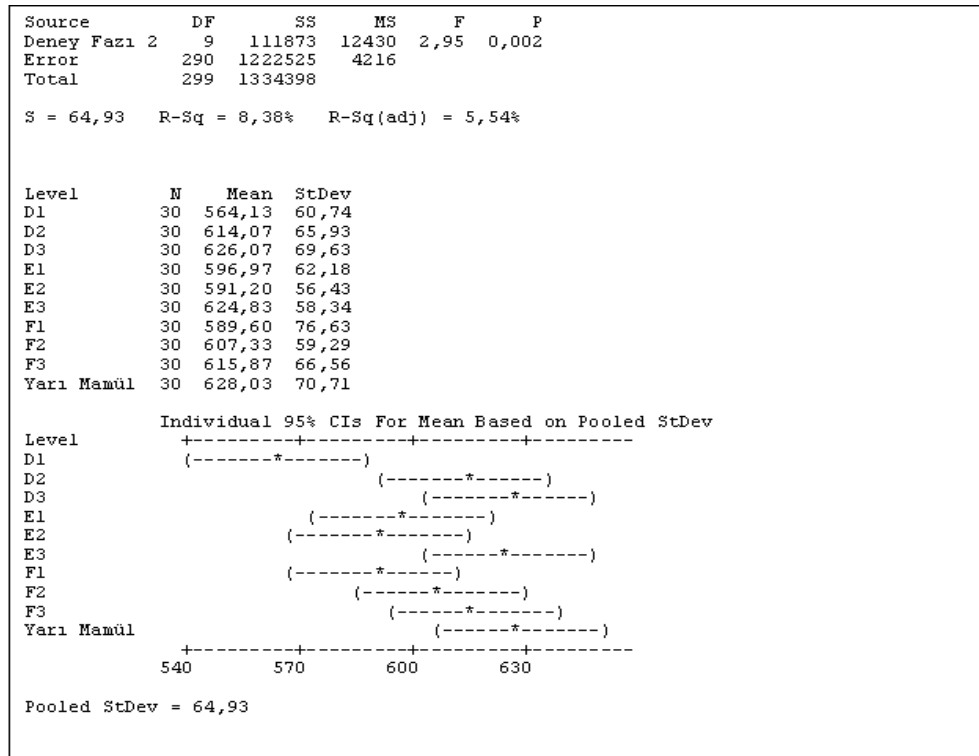
%100 Co

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	57505	6389	22,53	0,000
Error	40	11344	284		
Total	49	68849			

S = 16,84 R-Sq = 83,52% R-Sq(adj) = 79,82%

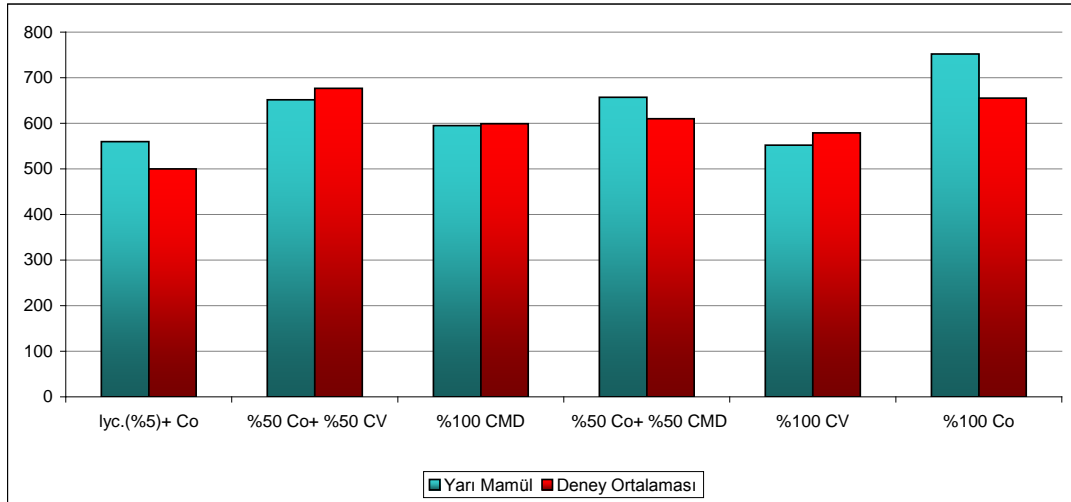




Şekil 3.19 Patlama mukavemeti değerlerinin kumaş tipi bazından ve kumaş tipinden bağımsız ANOVA analizi

Patlama mukavemeti değerlerinin kumaş tipi bazında ANOVA analizleri incelendiğinde, her kumaş tipinde deney tipinin patlama mukavemeti ile anlamlı bir ilişkisi olduğu istatistiksel olarak ispatlanmıştır. Deney tipi ile patlama mukavemeti arasındaki ilişki kumaş tipinden bağımsız olarak yapılan ANOVA analizinde de p değerleri ve F değerleri ile istatistiksel olarak ispatlanmıştır. D1 deneyinde mukavemetin çok fazla düştüğü, en iyi patlama mukavemeti değerlerine ise D3 ve E3 denemelerinde ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Şekil 3.20'de kumaş tiplerine göre yarı mamul ve enzimatik işlem sonrası patlama mukavemeti değerlerinin ortalamaları grafiksel olarak analiz edilmiştir.



Şekil 3.20 Kumaş bazında patlama mukavemeti değerlerindeki değişimler

Pamuk/likra, %100 pamuk, %50 pamuk/modal karışım kumaşlarda mukavemet değerlerinde düşüş gözlenirken diğer kumaş tipleri için önemli fark olmadığı saptanmıştır.

3.1.2.4 Hidrofilite Tayini

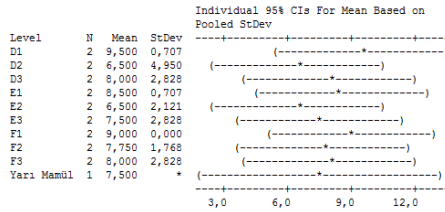
Kumaşların hidrofilite değerleri enzimatik işlemler sonrası ölçülmüş olup kumaş tipi bazında ayrı ayrı ve kumaş tipinden bağımsız olarak ANOVA analizi ile incelenmiştir. ANOVA analizi sonuçları Şekil 3.21’de verilmektedir.

lyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	16,66	1,85	0,29	0,960
Error	9	57,13	6,35		
Total	18	73,79			

S = 2,519 R-Sq = 22,58% R-Sq(adj) = 0,00%

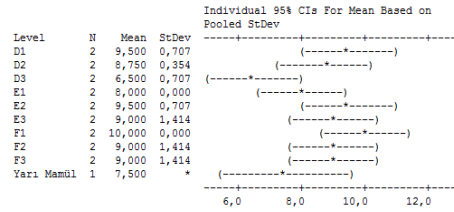


%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	18,559	2,062	2,43	0,101
Error	9	7,625	0,847		
Total	18	26,184			

S = 0,9204 R-Sq = 70,88% R-Sq(adj) = 41,76%

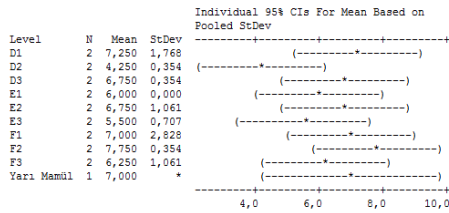


%100 CMD

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	17,88	1,99	1,25	0,370
Error	9	14,25	1,58		
Total	18	32,13			

S = 1,258 R-Sq = 55,65% R-Sq(adj) = 11,80%

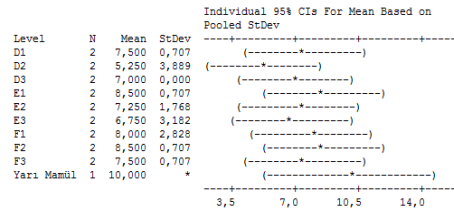


%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	22,63	2,51	0,59	0,778
Error	9	38,38	4,26		
Total	18	61,00			

S = 2,065 R-Sq = 37,09% R-Sq(adj) = 0,00%

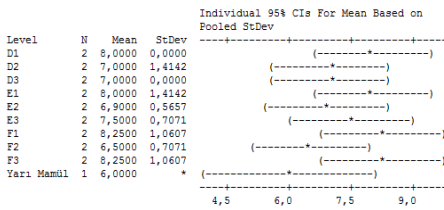


%100 CV

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	9,068	1,008	1,20	0,396
Error	9	7,570	0,841		
Total	18	16,638			

S = 0,9171 R-Sq = 54,50% R-Sq(adj) = 9,00%

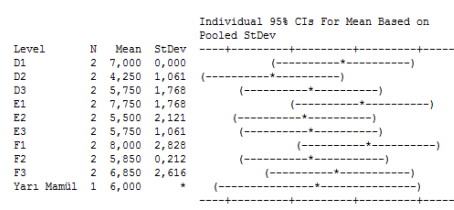


%100 Co

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deneý_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneý_Fazi	9	22,96	2,55	0,82	0,612
Error	9	27,89	3,10		
Total	18	50,85			

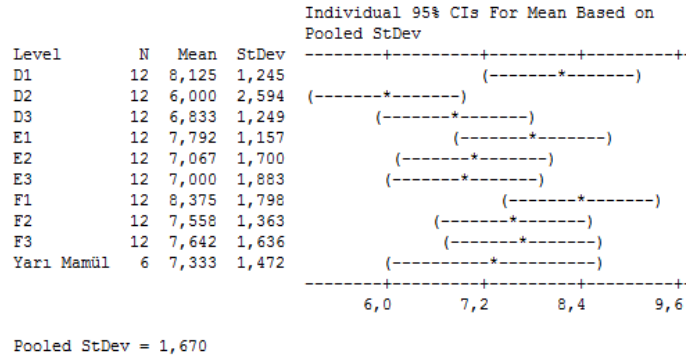
S = 1,760 R-Sq = 45,15% R-Sq(adj) = 0,00%



One-way ANOVA: Hidrofilite 2 versus Deney Fazı 2

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Fazı 2	9	51,14	5,68	2,04	0,061
Error	104	290,04	2,79		
Total	113	341,18			

S = 1,670 R-Sq = 14,99% R-Sq(adj) = 7,63%



Şekil 3.21 Hidrofilite değerlerinin ANOVA analizi

Enzimatik deneyler sonrasında elde edilen değerlerin ANOVA analizi yapıldığında enzimatik işlemlerle hidrofilite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

3.1.2.5 Parlaklık Ölçümü (Y)

Enzimatik işlem sonrası ölçülen parlaklık değerleri Tablo 3.10'da ve parlaklık değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.22'de verilmektedir.

Tablo 3.10 Veszým PIL 328 ile yapılan numunelere ait parlaklık değerleri

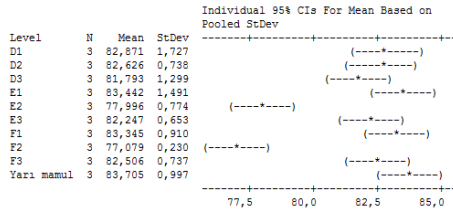
	Ham kumaş	Yarı mamul	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3
Lyc.(%5)+ Co	63,83	83,71	82,88	82,63	81,80	83,45	78,00	82,25	83,35	77,08	82,51
%50 Co+ %50 CV	74,25	82,85	82,45	80,62	81,83	83,00	74,34	79,97	83,16	73,81	82,16
%100 CMD	78,18	86,29	85,30	84,31	85,33	85,42	79,81	83,91	86,27	78,86	84,92
%50 Co+ %50 CMD	72,81	85,82	86,22	83,83	84,71	85,67	78,46	83,67	85,57	77,77	84,64
%100 CV	80,92	82,86	82,98	79,37	82,14	83,39	76,32	80,72	83,50	77,01	82,45
%100 Co	69,47	85,43	85,34	83,54	85,10	85,85	80,04	84,63	85,53	79,73	83,86

lyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: ParlaklıkDegerleri versus DenejTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DenejTipi	9	143,96	16,00	14,70	0,000
Error	20	21,77	1,09		
Total	29	165,73			

S = 1,043 R-Sq = 86,87% R-Sq(adj) = 80,96%

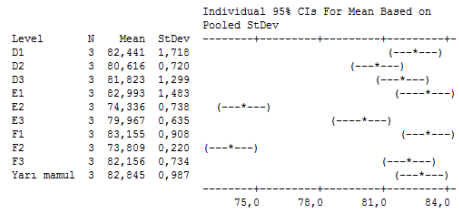


%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: ParlaklıkDegerleri versus DenejTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DenejTipi	9	330,04	36,67	34,30	0,000
Error	20	21,38	1,07		
Total	29	351,42			

S = 1,034 R-Sq = 93,92% R-Sq(adj) = 91,18%

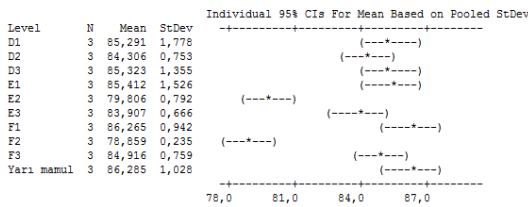


%100 CMD

One-way ANOVA: ParlaklıkDegerleri versus DenejTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DenejTipi	9	182,14	20,24	17,54	0,000
Error	20	23,08	1,15		
Total	29	205,22			

S = 1,074 R-Sq = 88,76% R-Sq(adj) = 83,69%

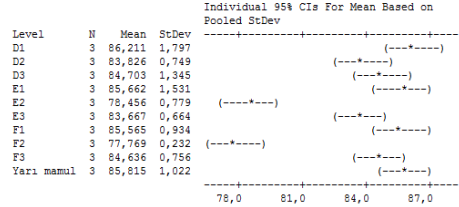


%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: ParlaklıkDegerleri versus DenejTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DenejTipi	9	247,91	27,55	23,88	0,000
Error	20	23,07	1,15		
Total	29	270,98			

S = 1,074 R-Sq = 91,49% R-Sq(adj) = 87,66%

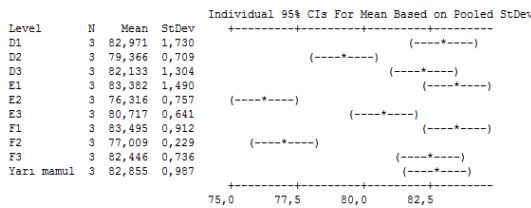


%100 CV

One-way ANOVA: ParlaklıkDegerleri versus DenejTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DenejTipi	9	189,53	21,06	19,50	0,000
Error	20	21,60	1,08		
Total	29	211,12			

S = 1,039 R-Sq = 89,77% R-Sq(adj) = 85,17%

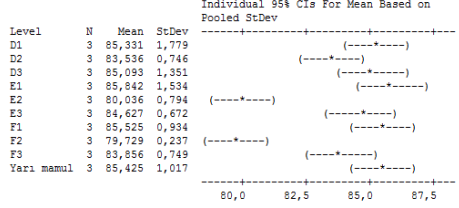


%100 Co

One-way ANOVA: ParlaklıkDegerleri versus DenejTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DenejTipi	9	135,61	15,07	13,09	0,000
Error	20	23,01	1,15		
Total	29	158,62			

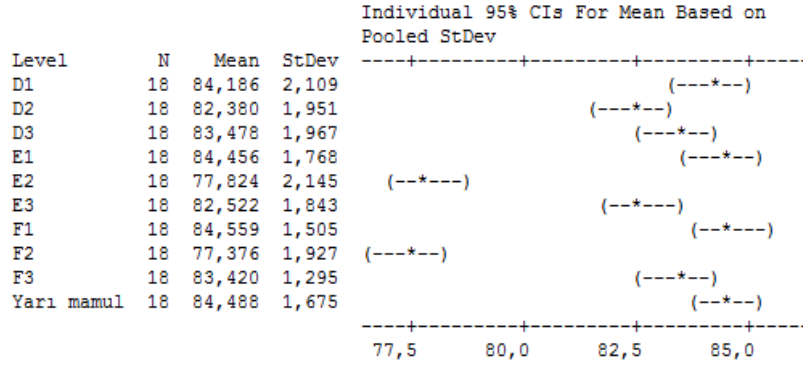
S = 1,073 R-Sq = 85,49% R-Sq(adj) = 78,96%



One-way ANOVA: ParlaklıkDeğerleri versus KumasTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
KumasTipi	9	1166,20	129,58	38,44	0,000
Error	170	573,08	3,37		
Total	179	1739,28			

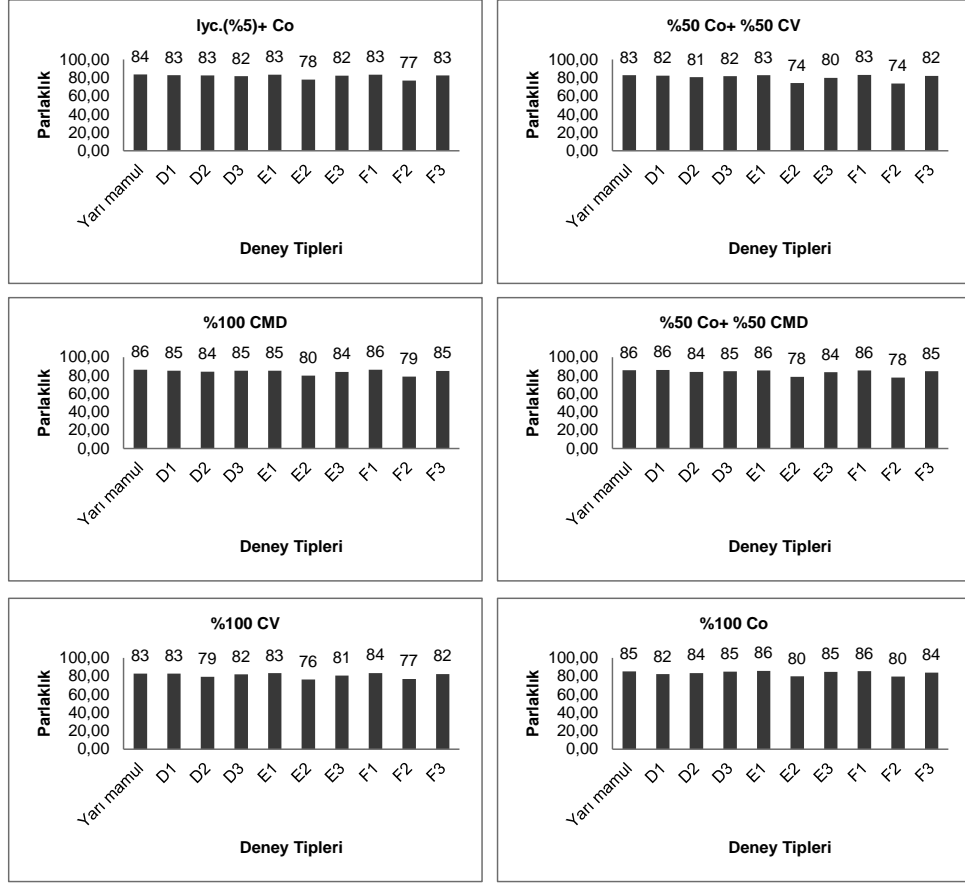
S = 1,836 R-Sq = 67,05% R-Sq(adj) = 65,31%



Şekil 3.22 Parlaklık değerlerinin ANOVA analizi

ANOVA analizi değerlendirildiğinde parlaklık değerleri açısından deneyler arasında fark olduğu saptanmıştır. E2 ve F2 denemelerinde parlaklık değerlerinin oldukça azaldığı görülmektedir.

Şekil 3.23 kumaş tipleri bazında parlaklık değerlerinin karşılaştırılması grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 3.23 Kumaş tipi bazında parlaklık değerlerinin karşılaştırılması

Kumaş tipi bazında değerlendirme yapıldığında E2 ve F2 denemelerinde tüm kumaş türlerinde parlaklık değerleri düşmüştür. Diğer deneylerde önemli bir artış gözlenmemiştir.

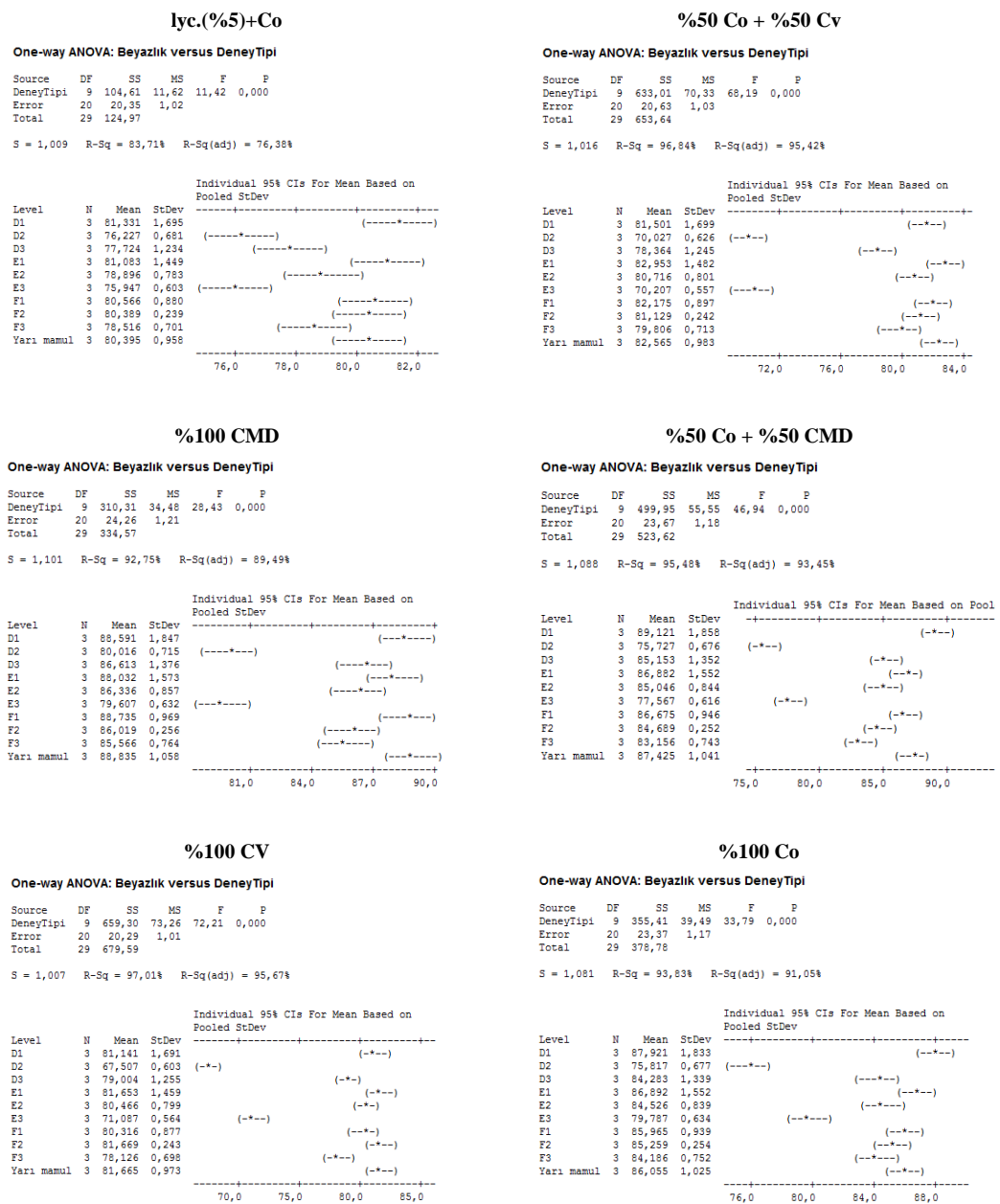
3.1.2.6 Beyazlık Ölçümü (D65-STENSBY DEĞERİ)

Enzimatik işlem sonrası ölçülen kumaşların beyazlık değerleri Tablo 3.11'de verilmektedir.

Tablo 3.11 Beyazlık (Stensby) değerleri

	Ham kumaş	Yarı mamul	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3
Lyc.(%5)+ Co	53,10	80,40	81,34	76,23	77,73	81,09	78,90	75,95	80,57	80,39	78,52
%50 Co+ %50 CV	56,68	82,57	81,51	70,03	78,37	82,96	80,72	70,21	82,18	81,13	79,81
%100 CMD	75,57	88,84	88,60	80,02	86,62	88,04	86,34	79,61	88,74	86,02	85,57
%50 Co+ %50 CMD	54,78	87,43	89,13	75,73	85,16	86,89	85,05	77,57	86,68	84,69	83,16
%100 CV	75,85	81,67	81,15	67,51	79,01	81,66	80,47	71,09	80,32	81,67	78,13
%100 Co	52,72	86,06	87,93	75,82	84,29	86,90	84,53	79,79	85,97	85,26	84,19

Beyazlık değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.24'de verilmektedir.



One-way ANOVA: Beyazlık versus DeneyTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DeneyTipi	9	2291,8	254,6	21,14	0,000
Error	170	2047,6	12,0		
Total	179	4339,3			

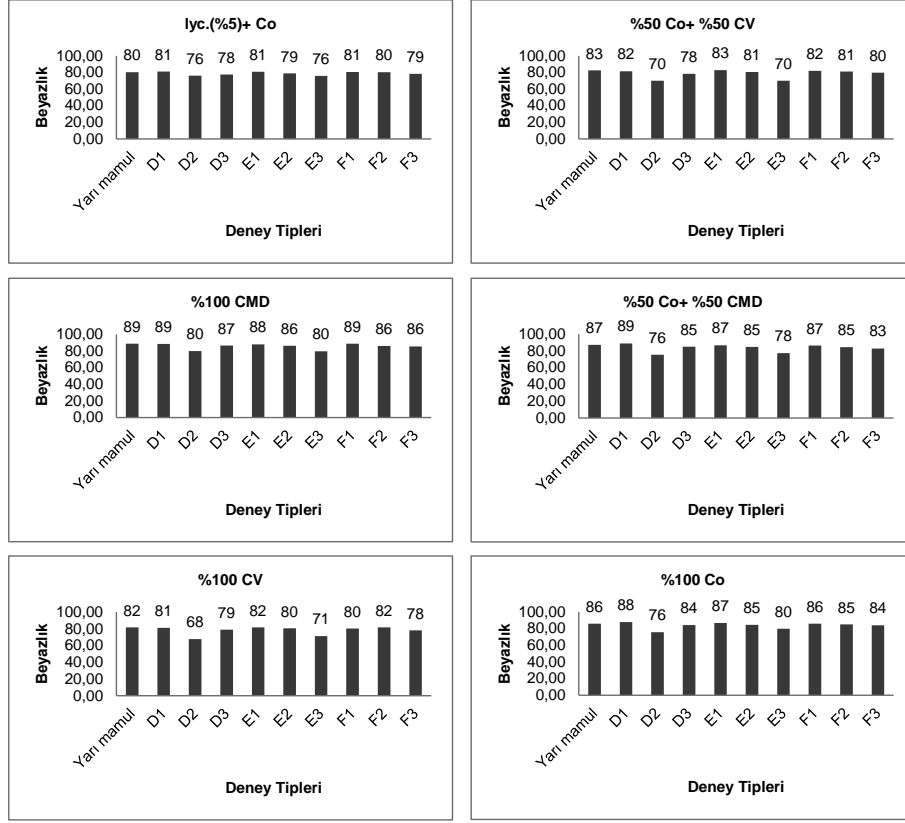
S = 3,471 R-Sq = 52,81% R-Sq(adj) = 50,32%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
				-----+-----+-----+-----	-----+-----+-----+-----	-----+-----+-----+-----	-----+-----+-----+-----
D1	18	84,934	4,019				(-----*-----)
D2	18	74,220	4,342	(-----*-----)			
D3	18	81,857	3,840		(-----*-----)		
E1	18	84,582	3,120			(-----*-----)	
E2	18	82,664	2,915		(-----*-----)		
E3	18	75,700	3,950	(-----*-----)			
F1	18	84,072	3,399			(-----*-----)	
F2	18	83,192	2,269		(-----*-----)		
F3	18	81,560	3,022		(-----*-----)		
Yarı mamul	18	84,490	3,320			(-----*-----)	

-----+-----+-----+-----
73,5 77,0 80,5 84,0

Şekil 3.24 Beyazlık değerlerinin ANOVA analizi

ANOVA analizi sonuçlarına göre enzimatik işlemler ile beyazlık değerleri arasında önemli bir istatistiksel bağlantı vardır. Özellikle D2 ve E3 denemelerinde beyazlık değerlerinin düştüğü gözlenmiştir.



Şekil 3.25 Kumaş tipi bazında beyazlık değerlerinin karşılaştırılması

Kumaş tipi bazında beyazlık değerlerinin grafiksel analizi incelendiğinde yapılan enzimatik deneylerin kumaşların beyazlık değerleri güçlü bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

3.1.2.7 Genel Değerlendirme

- Deney ortalamaları ele alındığında Veszym PIL328 enzimi kullanılarak tüm kumaş tiplerinin boncuklanma değerlerinde iyileşme olduğu gözlenmiştir. Pamuk, modal ve pamuk/modal karışımlarının boncuklanma değerine bu enzimin etkisi çok büyük olmakla birlikte viskoz ve pamuk/viskoz kumaşta az da olsa bir iyileşme gözlenmiştir.

- Boncuklanma değerleri açısından en iyi değerlere F1 ve onu takiben E3, F3 denemeleriyle ulaşılmış olup patlama mukavemeti açısından en iyi değerlere D3 ve E3 denemeleriyle ulaşılmıştır. En önemli bu iki parametre birlikte ele alındığında bu

enzimle en iyi sonuçlara E3 (%1'lik 90 d.) denemeleri sonucu ulaşıldığı görülmektedir.

ANOVA analizi değerlendirildiğinde parlaklık değerleri açısından deneyler arasında fark olduğu saptanmıştır. 60 dakikalık denemelerde E2 ve F2 denemelerinde parlaklık değerlerinin oldukça azaldığı görülmektedir.

ANOVA analizi değerlendirildiğinde D2 ve E3 denemelerinde beyazlık değerlerinin düştüğü gözlenmiştir.

Gramaj değerleri ANOVA analizi ile değerlendirildiğinde numuneler arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir.

Enzimatik deneyler sonrasında elde edilen değerlerin ANOVA analizi yapıldığında enzimatik işlemlerle hidrofilite değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

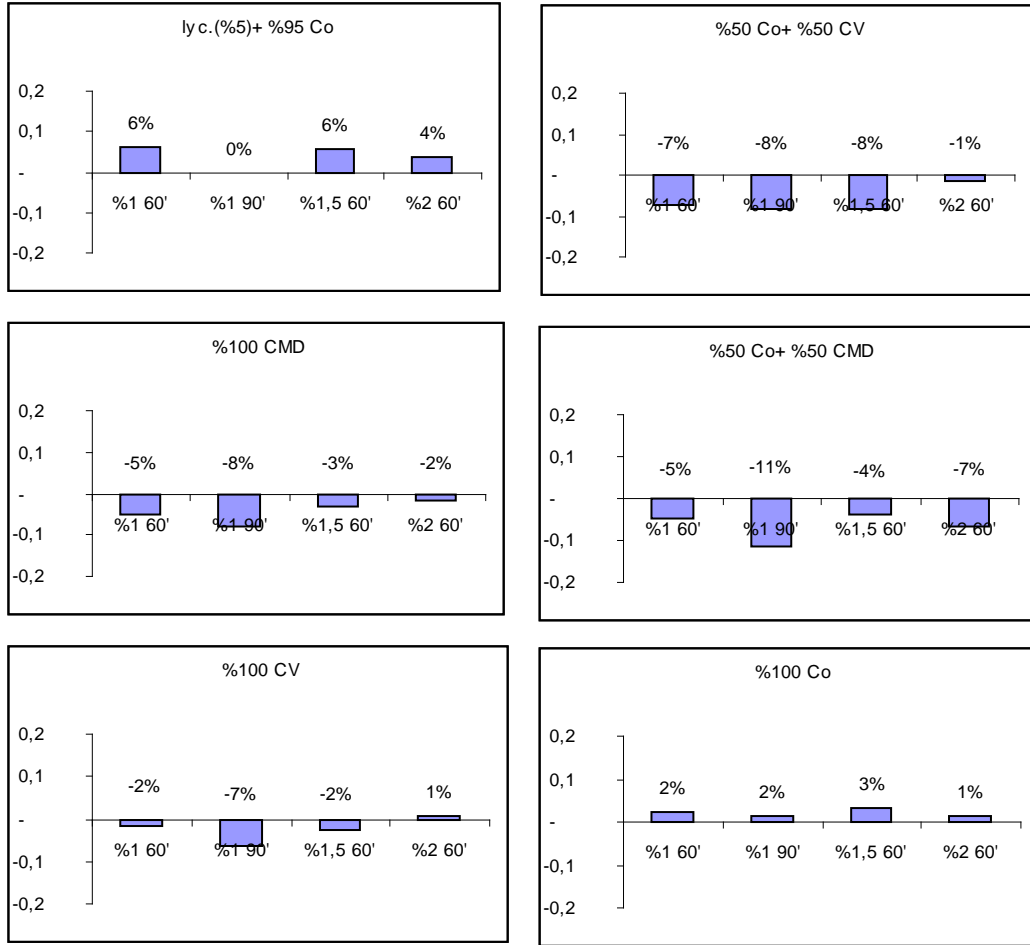
3.1.3 Deneysel Enzim ile Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

3.1.3.1 Kumaş Gramaj Tayini

Kumaşların gramajları yarı mamul formunda ve enzimatik işlemler sonrasında ölçülmüştür. Tablo 3.12 ve Şekil 3.26'da enzimatik işlemler sonrası kumaşların gramajlarının yarı mamule göre değişimleri oransal olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.12 Kumaş gramaj değerlerinin yarı mamule göre oransal değişimi (%)

	YARI MAMUL	%1 60'	%1 90'	%1,5 60'	%2 60'
lyc.(%5)+ %95 Co	161	6	0	6	4
%50 Co+ %50 CV	156	-7	-8	-8	-1
%100 CMD	153	-5	-8	-3	-2
%50 Co+ %50 CMD	152	-5	-11	-4	-7
%100 CV	166	-2	-7	-2	1
%100 Co	166	2	2	3	1



Şekil 3.26 Mamüllere göre kumaş gramajlarındaki oransal değişimler

Gramaj değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.27’de verilmektedir.

One-way ANOVA: Gramaj versus Deneş_Fazı

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneş_Fazı	4	384,2	96,1	1,60	0,192
Error	43	2586,4	60,1		
Total	47	2970,7			

S = 7,756 R-Sq = 12,93% R-Sq(adj) = 4,84%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
G1	12	158,25	8,50	(-----*-----)
G2	12	152,33	8,30	(-----*-----)
G3	12	158,67	7,81	(-----*-----)
G4	6	159,83	5,78	(-----*-----)
YARI MAMUL	6	159,00	6,26	(-----*-----)

Pooled StDev = 7,76

Şekil 3.27 Gramaj değerlerinin ANOVA analizi

Gözlemler sonucunda elde edilen değerler ANOVA metodu ile incelendiğinde gramaj değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir.

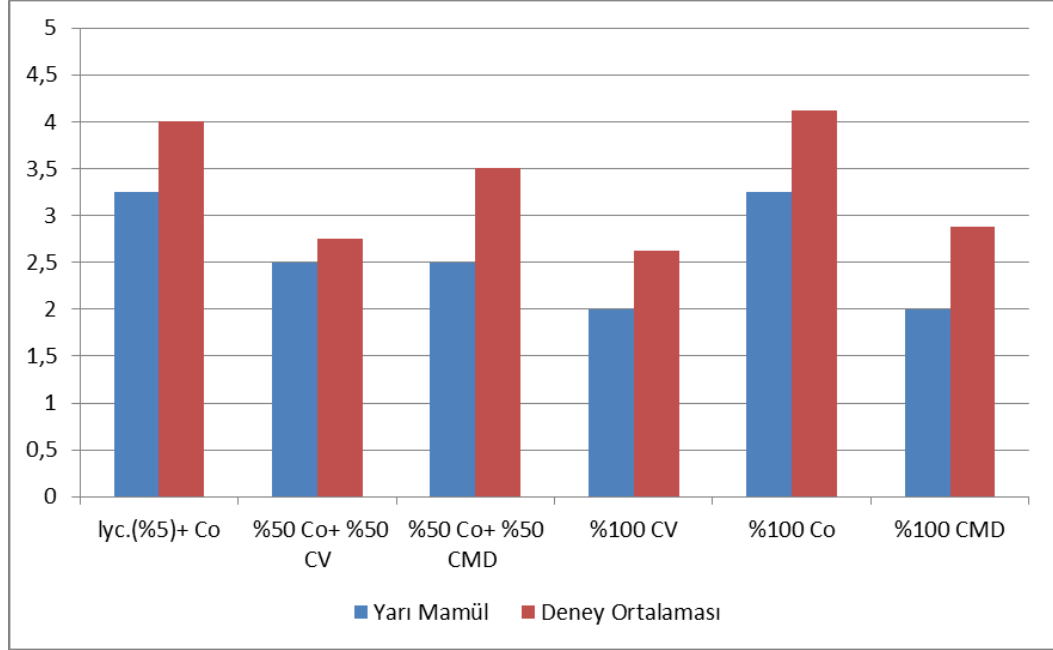
3.1.3.2 Boncuklanma Testi (ISO EN 12945-1)

DeneySEL enzim ile yapılan denemeler sonucu elde edilen boncuklanma değerleri Tablo 3.13’de verilmektedir.

Tablo 3.13 Boncuklanma Değerleri

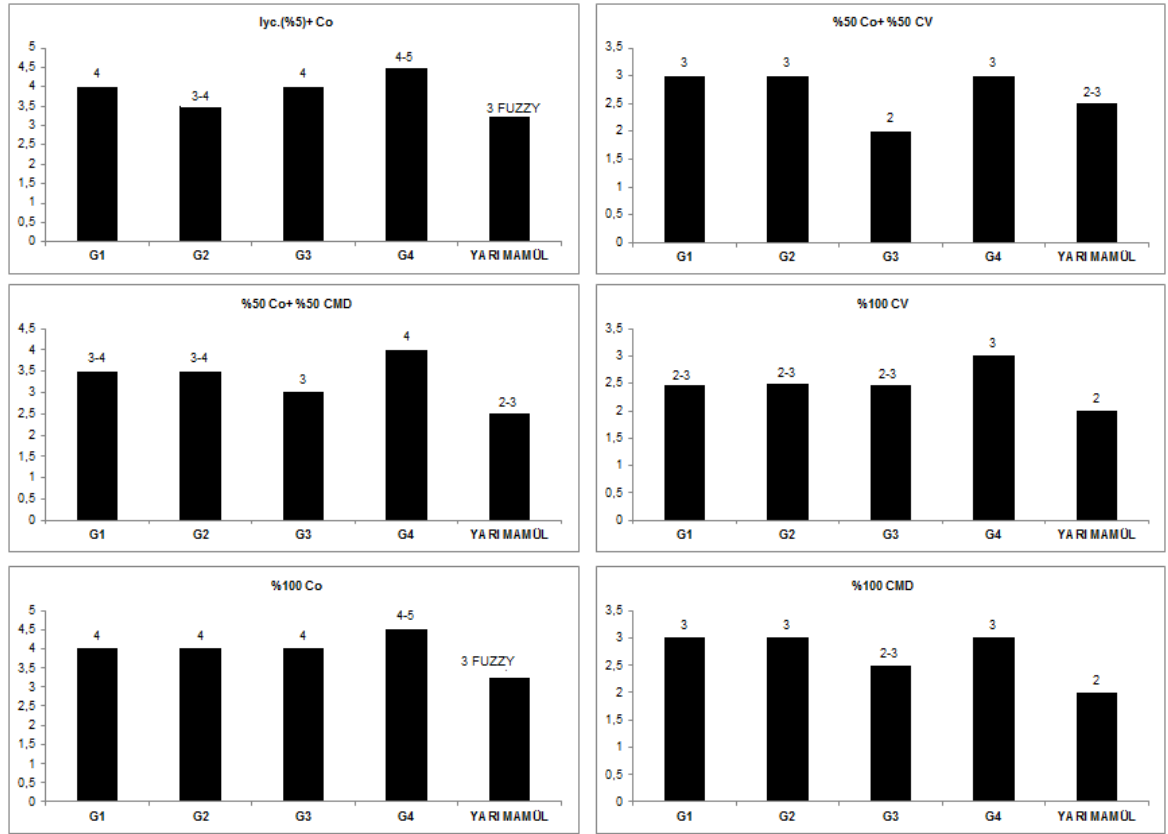
	YARI MAMUL	G1	G2	G3	G4
lyc.(%5)+ %95 Co	3 FUZZY	4	3-4	4	4-5
%50 Co+ %50 CV	2-3	3	3	2	3
%100 CMD	2	3	3	2-3	3
%50 Co+ %50 CMD	2-3	3-4	3-4	3	4
%100 CV	2	2-3	2-3	2-3	3
%100 Co	3 FUZZY	4	4	4	4-5

Kumaş bazında tüm deneylerin ortalaması yarı mamule göre değişimi Şekil 3.28'de grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 3.28 Kumaş bazında boncuklanma değerlerindeki değişimler

Şekil 3.29 incelendiğinde deney ortalamaları bazında tüm kumaş türlerinde iyileşme olduğu gözükmemektedir.



Şekil 3.29 Kumaş tipi bazında boncuklanma değerlerinin grafiksel gösterimi

Boncuklanma testi değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.30'da verilmektedir.

Results for: Pilling

One-way ANOVA: Pilling versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	4	3,917	0,979	2,20	0,098
Error	25	11,125	0,445		
Total	29	15,042			

S = 0,6671 R-Sq = 26,04% R-Sq(adj) = 14,20%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
G1	6	3,3333	0,6055	(-----*-----)
G2	6	3,2500	0,5244	(-----*-----)
G3	6	3,0000	0,8367	(-----*-----)
G4	6	3,6667	0,7528	(-----*-----)
YARI MAMUL	6	2,5833	0,5627	(-----*-----)

2,40 3,00 3,60 4,20

Pooled StDev = 0,6671

Şekil 3.30 Boncuklanma değerlerinin ANOVA analizi

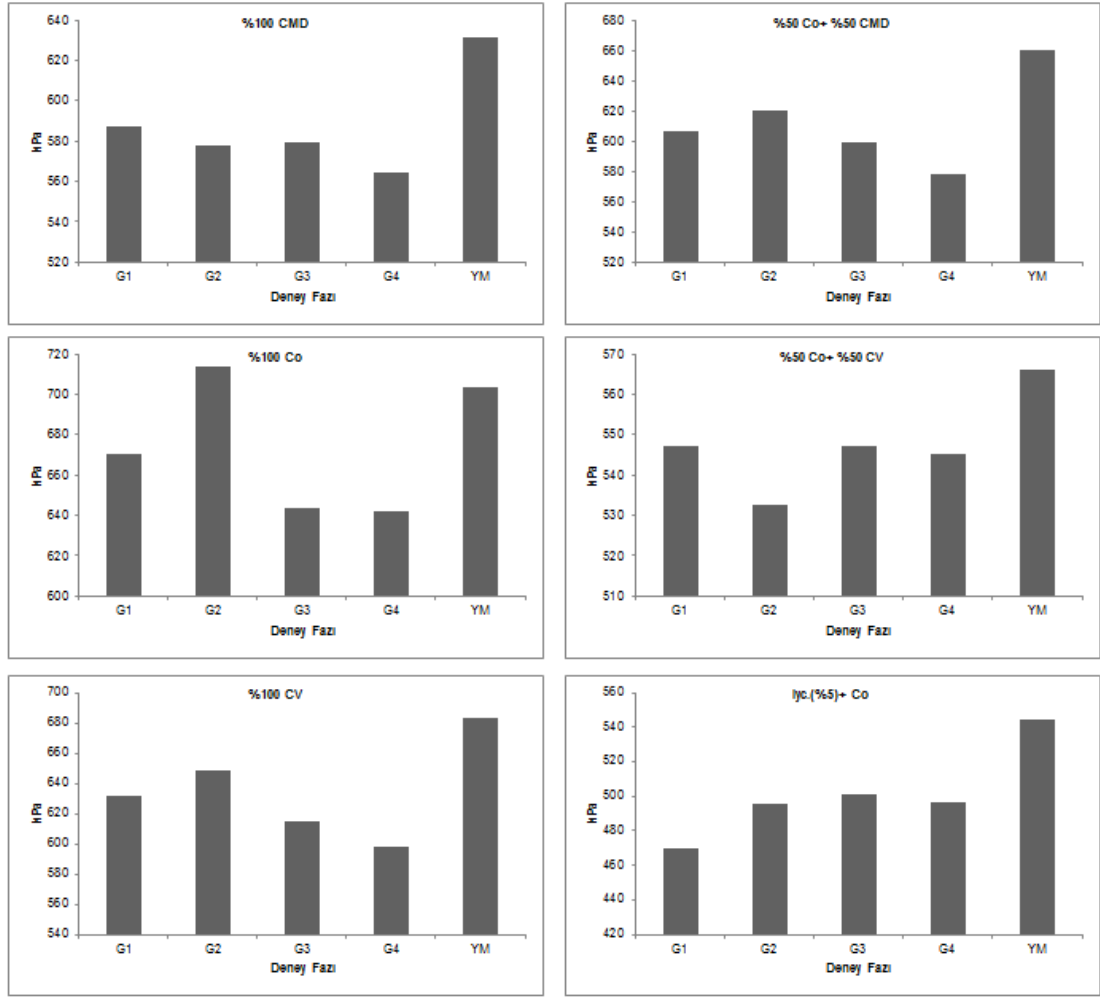
Boncuklanma değerlerinde elde edilen sonuçlar incelendiğinde gözlem sonuçları arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı gözlenmekle birlikte boncuklanma testi sonucunda en iyi değerlere G4 deneyinde ulaşılmıştır.

3.1.3.3 Patlama Mukavemeti (ISO EN 13938–1)

Deneysel enzim ile yapılan denemeler sonucu elde edilen patlama mukavemeti değerleri Tablo 3.14’de ve grafiksel analizi Şekil 3.31’de verilmektedir.

Tablo 3.14 Patlama mukavemeti değerleri

	Yarı Mamül	G1	G2	G3	G4
lyc.(%5)+ %95 Co	560	476,5	500,4	501,1	505,6
%50 Co+ %50 CV	652	640,3	631,8	608,8	589,6
%100 CMD	595	584,5	596	576,5	545,2
%50 Co+ %50 CMD	657	612,5	620,7	608,4	589,4
%100 CV	552	547,6	530	553,4	562,6
%100 Co	752	651,8	709,4	636,8	632



Şekil 3.31 Kumaş tipi bazında patlama mukavemeti değerlerinin grafiksel gösterimi

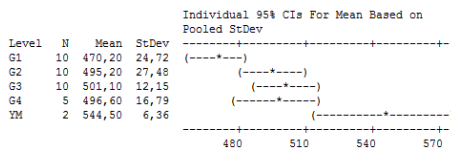
Patlama mukavemeti değerlerinin kumaş tipi bazında ve kumaş tipinden bağımsız ANOVA analizleri Şekil 3.32’de verilmektedir.

lyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneysel_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneysel_Fazi	4	11272	2818	6,10	0,001
Error	32	14794	462		
Total	36	26066			

S = 21,50 R-Sq = 43,24% R-Sq(adj) = 36,15%

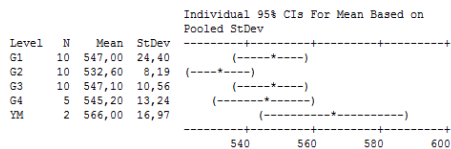


%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneysel_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneysel_Fazi	4	2461	615	2,47	0,064
Error	32	7956	249		
Total	36	10417			

S = 15,77 R-Sq = 23,62% R-Sq(adj) = 14,07%

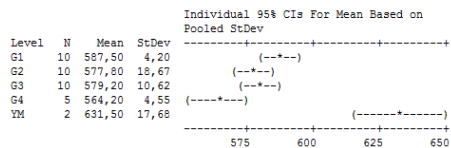


%100 CMD

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneysel_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneysel_Fazi	4	7041	1760	11,97	0,000
Error	32	4705	147		
Total	36	11746			

S = 12,13 R-Sq = 59,94% R-Sq(adj) = 54,94%

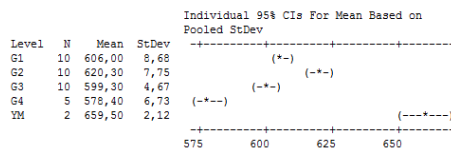


%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneysel_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneysel_Fazi	4	11972,4	2993,1	59,87	0,000
Error	32	1599,9	50,0		
Total	36	13572,3			

S = 7,071 R-Sq = 88,21% R-Sq(adj) = 86,74%

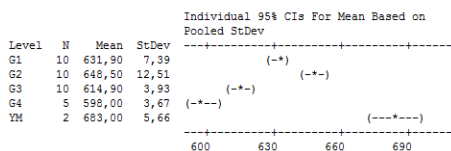


%100 CV

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneysel_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneysel_Fazi	4	16476,7	4119,2	62,05	0,000
Error	32	2124,3	66,4		
Total	36	18601,0			

S = 8,148 R-Sq = 88,58% R-Sq(adj) = 87,15%

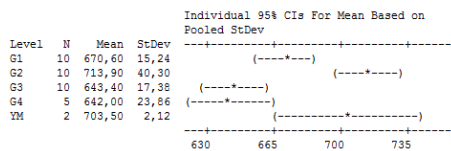


%100 Co

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deneysel_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deneysel_Fazi	4	32212	8053	11,87	0,000
Error	32	21708	678		
Total	36	53920			

S = 26,05 R-Sq = 59,74% R-Sq(adj) = 54,71%



Results for: Patlama_Mukavemeti**One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deney_Fazi**

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazı	4	40981	10245	2,63	0,036
Error	217	846635	3902		
Total	221	887616			

S = 62,46 R-Sq = 4,62% R-Sq(adj) = 2,86%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
G1	60	585,53	66,41	(-----*-----)
G2	60	598,05	76,41	(-----*-----)
G3	60	580,83	47,93	(-----*-----)
G4	30	570,73	47,26	(-----*-----)
YARI MAMÜL	12	631,33	61,53	(-----*-----)

570 600 630 660

Pooled StDev = 62,46

Şekil 3.32 Patlama mukavemeti değerlerinin ANOVA analizi

Patlama mukavemeti değerleri ANOVA metodu ile analiz edildiğinde gözlem sonuçları arasında farklılık olduğu istatistiksel olarak ispat edilmiştir. En düşük patlama mukavemeti değeri G4 deneyinde gözlenmiştir. Kumaş tipleri bazında patlama mukavemeti değerleri ANOVA analizi ile değerlendirildiğinde %50/50 Co/CV kumaş haricindeki kumaşlarda patlama mukavemetlerindeki farklılık istatistiksel olarak ispatlanmaktadır.

3.1.3.4 Hidrofilite Tayini

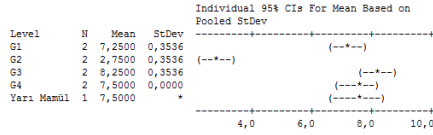
Kumaşların hidrofilite değerleri enzimatik işlem sonrası ölçülmüş olup ölçülen değerlerin yarı mamul değerleri ile istatistiksel olarak ANOVA analizi Şekil 3.33'de verilmektedir.

lyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney Türü

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Türü	4	38,3472	9,5868	102,26	0,000
Error	4	0,3750	0,0938		
Total	8	38,7222			

S = 0,3062 R-Sq = 99,03% R-Sq(adj) = 98,06%



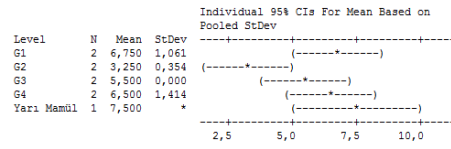
Pooled StDev = 0,3062

%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney Türü

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Türü	4	18,806	4,701	5,79	0,059
Error	4	3,250	0,813		
Total	8	22,056			

S = 0,9014 R-Sq = 85,26% R-Sq(adj) = 70,53%



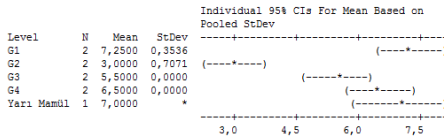
Pooled StDev = 0,901

%100 CMD

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney Türü

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Türü	4	22,431	5,608	35,89	0,002
Error	4	0,625	0,156		
Total	8	23,056			

S = 0,3953 R-Sq = 97,29% R-Sq(adj) = 94,58%



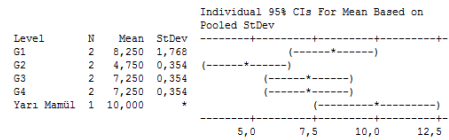
Pooled StDev = 0,3953

%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney Türü

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Türü	4	22,056	5,514	6,30	0,051
Error	4	3,500	0,875		
Total	8	25,556			

S = 0,9354 R-Sq = 86,30% R-Sq(adj) = 72,61%



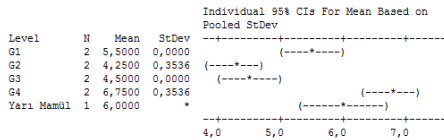
Pooled StDev = 0,935

%100 CV

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney Türü

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Türü	4	8,2500	2,0625	33,00	0,003
Error	4	0,2500	0,0625		
Total	8	8,5000			

S = 0,25 R-Sq = 97,06% R-Sq(adj) = 94,12%



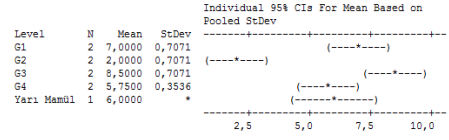
Pooled StDev = 0,2500

%100 Co

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney Türü

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Türü	4	46,375	11,594	28,54	0,003
Error	4	1,625	0,406		
Total	8	48,000			

S = 0,6374 R-Sq = 96,61% R-Sq(adj) = 93,23%

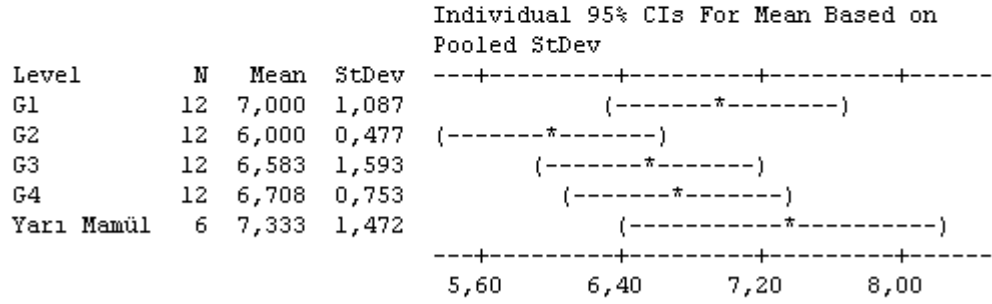


Pooled StDev = 0,6374

One-way ANOVA: Hidrofilite versus Deney Fazı

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney Fazı	4	9,43	2,36	1,91	0,124
Error	49	60,48	1,23		
Total	53	69,91			

S = 1,111 R-Sq = 13,49% R-Sq(adj) = 6,43%



Pooled StDev = 1,111

Şekil 3.33 Hidrofillik değerlerinin ANOVA analizi

ANOVA analizi sonuçları kumaş bazında incelendiğinde pamuk/viskoz ve pamuk/modal karışımı kumaşlar hariç tüm kumaş tiplerinde hidrofilite değerlerinde düşüş gözlenmektedir. ANOVA analizi kumaş tipinden bağımsız olarak tekrarlandığında ise enzimatik işlemler ile hidrofilite değerleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir.

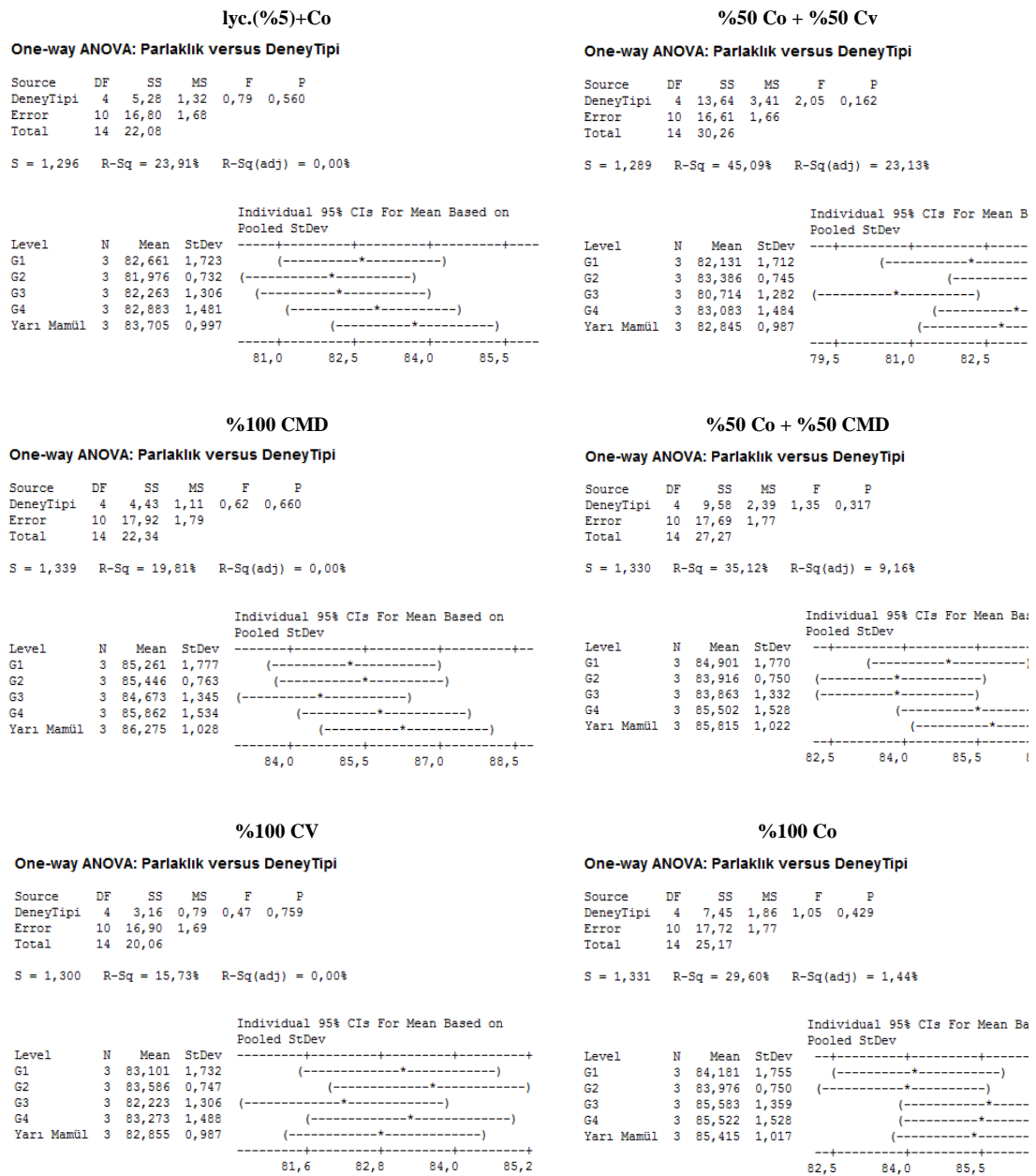
3.1.3.5 Parlaklık Ölçümü (Y)

Enzimatik işlem sonrası elde edilen parlaklık değerleri Tablo 3.15'de verilmektedir.

Tablo 3.15 Parlaklık değerleri

	Yarı Mamül	G1	G2	G3	G4
lyc.(%5)+ %95 Co	83,71	82,67	81,98	82,27	82,89
%50 Co+ %50 CV	82,85	82,14	83,39	80,72	83,09
% 100 CMD	86,28	85,27	85,45	84,68	85,87
%50 Co+ %50 CMD	85,82	84,91	83,92	83,87	85,51
% 100 CV	82,86	83,11	83,59	82,23	83,28
%100 Co	85,42	84,19	83,98	85,59	85,53

Parlaklık değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.34'de verilmektedir.

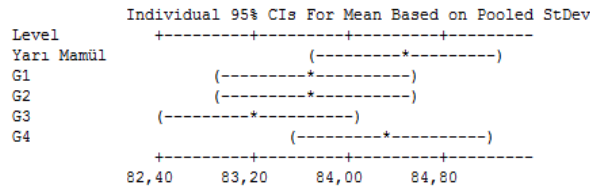


One-way ANOVA: Yarı Mamül; G1; G2; G3; G4

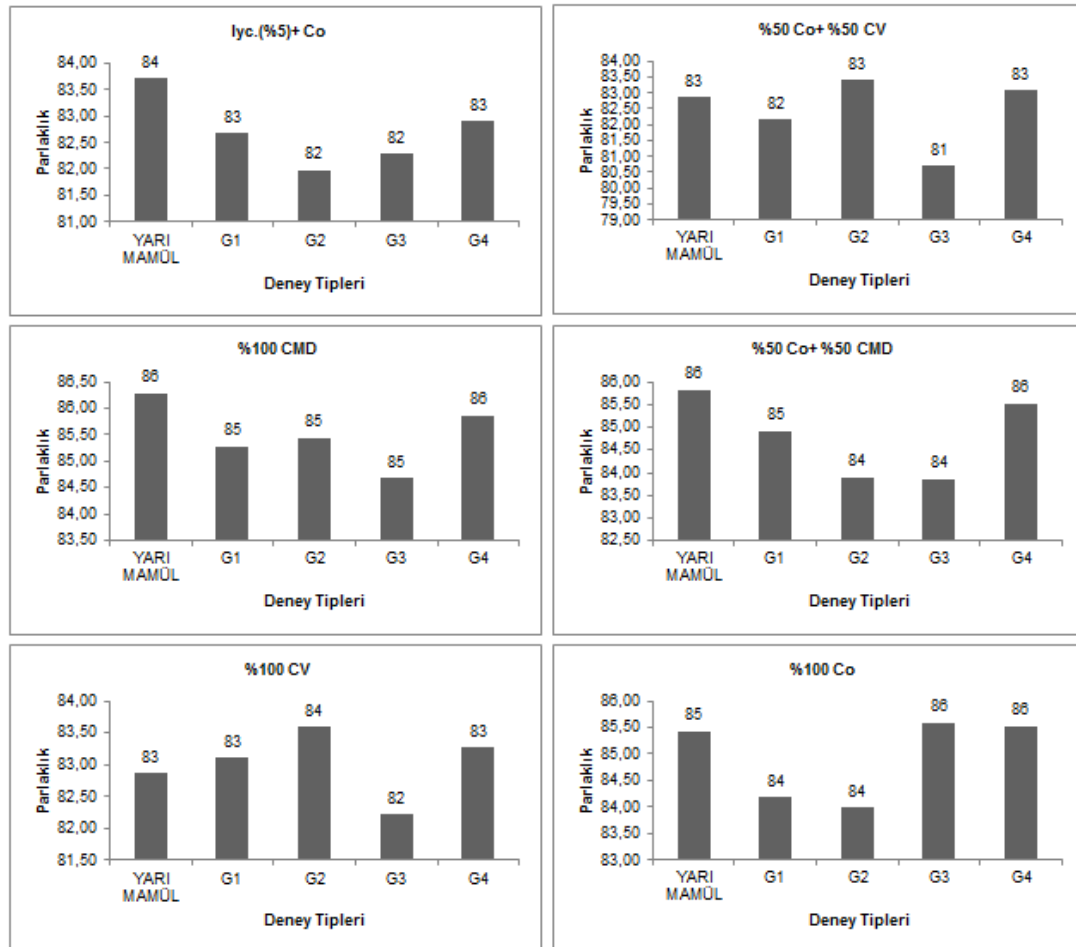
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	19,49	4,87	1,59	0,184
Error	85	260,43	3,06		
Total	89	279,92			

S = 1,750 R-Sq = 6,96% R-Sq(adj) = 2,58%

Level	N	Mean	StDev
Yarı Mamül	18	84,485	1,672
G1	18	83,706	1,888
G2	18	83,715	1,224
G3	18	83,220	2,027
G4	18	84,354	1,831



Şekil 3.34 Parlaklık değerlerinin ANOVA analizi



Şekil 3.35 Kumaş bazında parlaklık değerlerinin grafiksel gösterimi

Parlaklık değerleri ANOVA analizi ile değerlendirildiğinde enzimatik işlemler ile parlaklık değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

3.1.3.6 Beyazlık Ölçümü (D65-STENSBY DEĞERİ)

Enzimatik işlem sonrası elde edilen beyazlık değerleri Tablo 3.16'da verilmektedir.

Tablo 3.16 Beyazlık (Stensby) değerleri

	Yarı Mamül	G1	G2	G3	G4
İyc.(%5)+ Co	80,40	79,99	79,33	80,51	80,33
%50 Co+	82,57	82,33	84,16	78,08	88,11
%100 CMD	88,84	88,19	86,53	85,40	87,27
%50 Co+	87,42	86,76	84,23	83,66	87,09
%100 CV	81,67	80,64	81,26	78,68	81,54
%100 Co	86,06	85,64	84,86	85,37	86,21

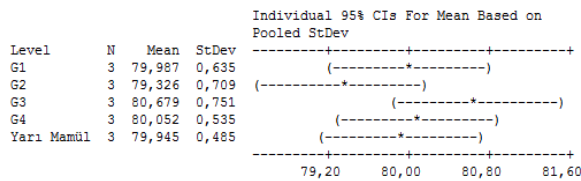
Beyazlık değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.36'da verilmektedir.

İyc.(%5)+Co

One-way ANOVA: Beyazlık versus DeneYTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DeneYTipi	4	2,762	0,690	1,73	0,219
Error	10	3,980	0,398		
Total	14	6,742			

S = 0,6309 R-Sq = 40,96% R-Sq(adj) = 17,35%

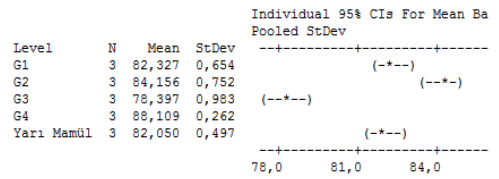


%50 Co + %50 Cv

One-way ANOVA: Beyazlık versus DeneYTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DeneYTipi	4	149,932	37,483	82,36	0,000
Error	10	4,551	0,455		
Total	14	154,484			

S = 0,6746 R-Sq = 97,05% R-Sq(adj) = 95,88%

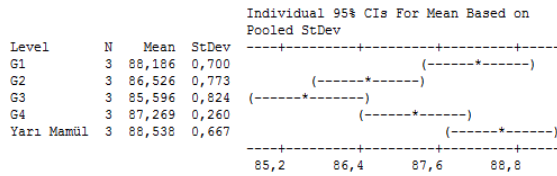


%100 CMD

One-way ANOVA: Beyazlık versus DeneYTipi

Source	DF	SS	MS	F	P
DeneYTipi	4	17,378	4,345	9,53	0,002
Error	10	4,556	0,456		
Total	14	21,935			

S = 0,6750 R-Sq = 79,23% R-Sq(adj) = 70,92%

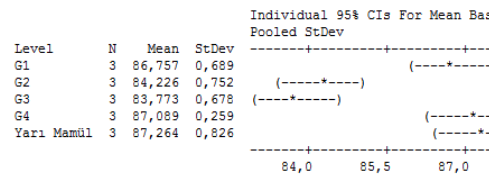


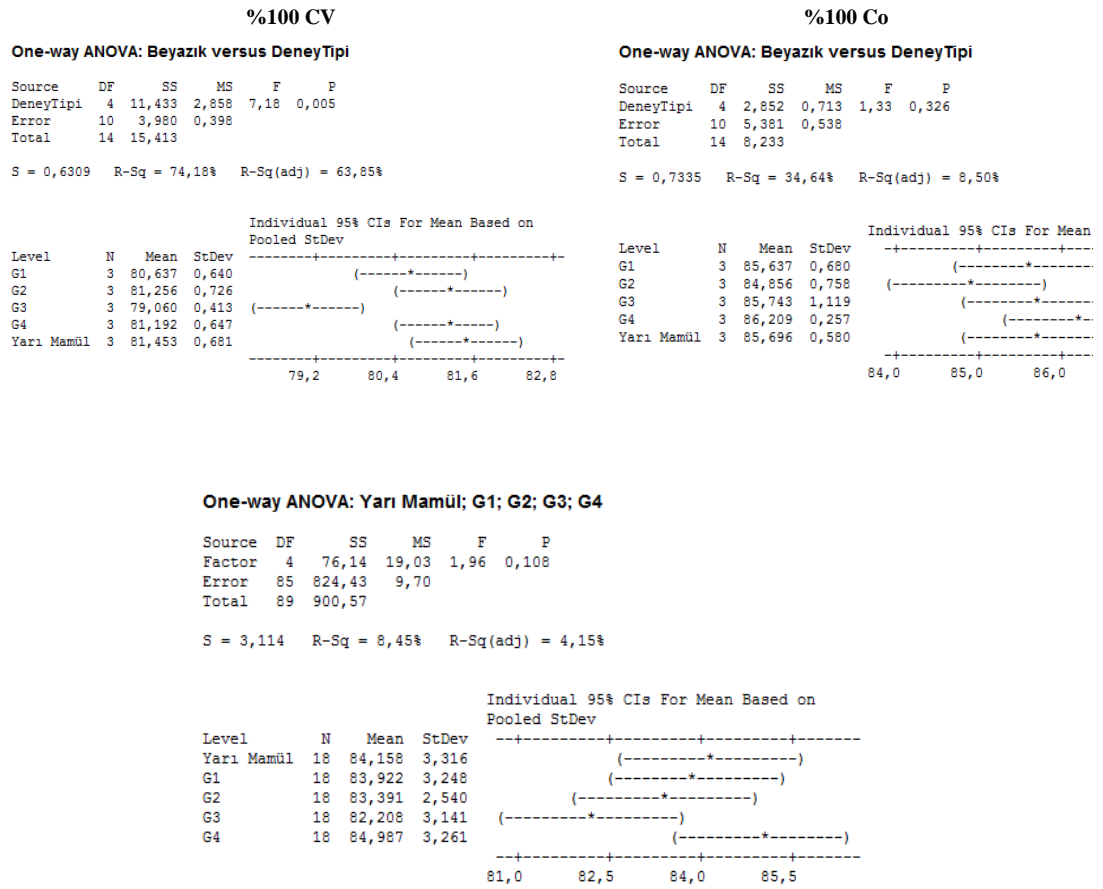
%50 Co + %50 CMD

One-way ANOVA: Beyazlık versus DeneYTipi

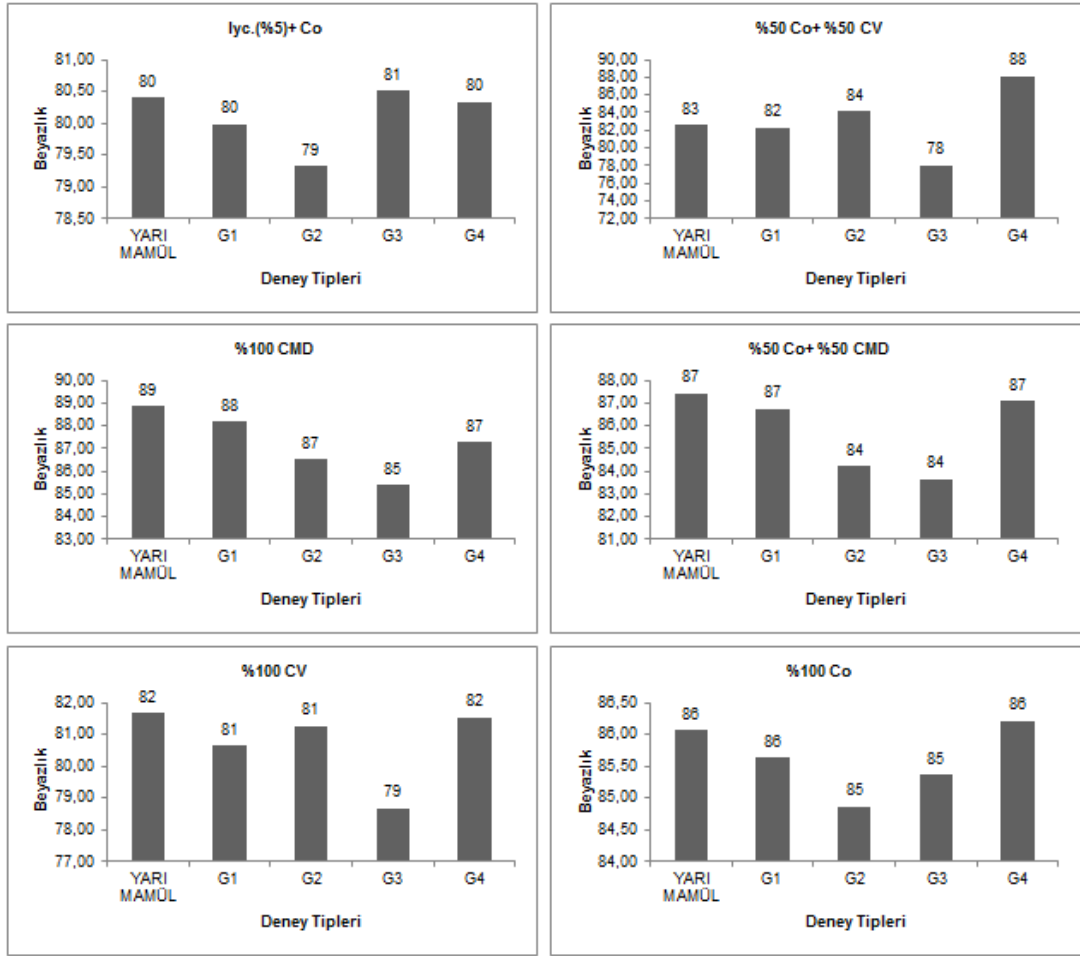
Source	DF	SS	MS	F	P
DeneYTipi	4	33,907	8,477	18,84	0,000
Error	10	4,499	0,450		
Total	14	38,406			

S = 0,6707 R-Sq = 88,29% R-Sq(adj) = 83,60%





Şekil 3.36 Beyazlık değerlerinin ANOVA analizi



Şekil 3.37 Kumaş bazında beyazlık değerlerinin grafiksel gösterimi

Beyazlık değerleri arasında ANOVA analizi değerlendirildiğinde önemli bir fark saptanmamıştır.

3.1.3.7 Genel Değerlendirme

Yapılan tüm denemeler ve test sonuçları bir arada değerlendirildiğinde deneysel enzim ile sıcaklık, pH, flotte oranı gibi değişkenlerin sabit tutulup sadece konsantrasyon ve süre faktörlerinin farklı miktarlarda kullanılması sonucu aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Deneysel enzim kullanılarak tüm kumaş türlerinde boncuklanma değerleri açısından iyileşmeler olduğu saptanmıştır. En iyi boncuklanma değerlerine G4

denemesiyle ulaşılmıştır. G4 denemesiyle ticari enzim Veszym PIL 238 ile ulaşılan değerler elde edilmiştir.

- Patlama mukavemeti değerleri ANOVA metodu ile analiz edildiğinde gözlem sonuçları arasında farklılık olduğu istatistiksel olarak ispat edilmiştir. En düşük patlama mukavemeti değeri G4 deneyinde gözlenmiştir. Kumaş tipleri bazında patlama mukavemeti değerleri ANOVA analizi ile değerlendirildiğinde %50/50 Co/CV kumaş haricindeki kumaşlarda patlama mukavemetlerindeki farklılık istatistiksel olarak gözlenmektedir.

- Gramaj, hidrofilite, parlaklık, beyazlık değerleri açısından değerlendirildiğinde tüm kumaş türleri bazında denemeler arasında anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır.

- Deneysel enzim kullanılarak %2 konsantrasyon ve 60 d.'lık denemeyle iyi sonuçlar gözlenmiş olması, mevcut ticari enzimlerle elde edilen değerlere laboratuvar koşullarında bile ulaşılabiliyor olması, herhangi bir mediatör içermemesi, ülkemizde uygun ortamların oluşturulması halinde enzimin üretimin yapılabileceği ve çok daha iyi değerlere ulaşılabilinecek olmasını göstermesi açısından önem taşımaktadır.

3.1.4 Ticari ve Deneysel Selülaş Enzimleriyle Elde Edilen Verilerin

Karşılaştırılması

Bu kısımda ticari ve deneysel selülaş enzimleri ile yapılan denemeler sonucu elde edilen optimum değerlere ait denemelerin sonuçları karşılaştırılmıştır.

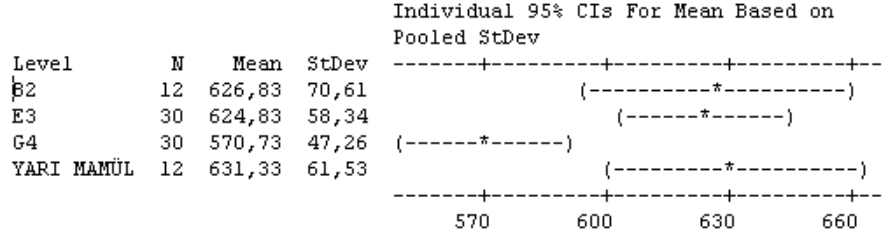
Ticari enzimlere ait optimum değerler B2 deneyinde (Lauzym RVL; %1; 60 d.), E3 deneyinde (Veszym PIL 328; %1; 90 d.) ve deneysel enzimlere ait değerler ise G4 deneyinde (%1; 60 d.) elde edilmiştir.

Results for: Patlama_Mukavemeti

One-way ANOVA: Patlama Mukavemeti versus Deney

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney	3	60818	20273	6,24	0,001
Error	80	259966	3250		
Total	83	320785			

S = 57,01 R-Sq = 18,96% R-Sq(adj) = 15,92%

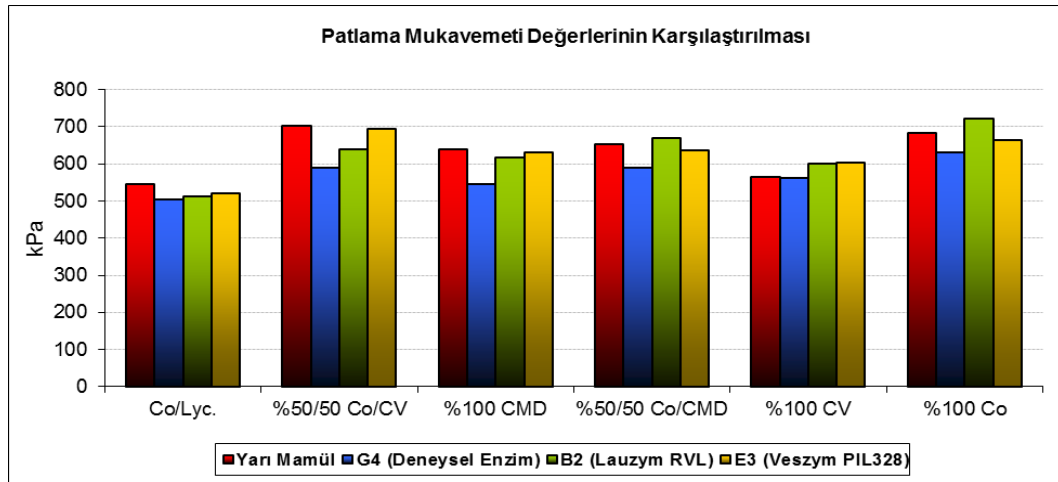


Şekil 3.39 Patlama mukavemeti değerleri ANOVA analizi

B2 deneyinde (Lauzym RVL; %1; 60 d.) yarı mamüle göre %0,7 oranında patlama mukavemeti düşüşü görülmüştür. E3 deneyinde (Veszym PIL 328; %1; 90 d.) yarı mamüle göre %1,0 oranında patlama mukavemeti düşüşü görülmektedir. G4 deneyinde (Deneysel enzim; %1; 60 d.) %9,7 oranında düşüş gözlenmiştir.

En iyi deneylerden elde edilen patlama mukavemeti değerleri ile yarı mamül patlama mukavemeti değerleri ANOVA analizi metodu ile karşılaştırıldığında patlama mukavemeti değerlerinde istatistiksel olarak fark olduğu, değerlerde düşüş olduğu ve en fazla mukavemet kaybının G4 deneyinde olduğu gözlenmiştir.

Patlama mukavemeti değerlerinin optimum değerlere ait denemelerinin kumaş bazında etkisi Şekil 3.40'da gösterilmektedir.



Şekil 3.40 Kumaş bazında optimum enzimatik deney değerlerinin karşılaştırması

Şekil 3.40'daki grafik kumaş bazında değerlendirildiğinde tüm kumaş tiplerinde G4 denemesinde en fazla mukavemet kaybı olduğu gözlenmektedir.

3.1.4.3. Boncuklanma Değerleri

Ticari ve deneysel enzim uygulamalarında elde edilen optimum değerlerin boncuklanma değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.41'de verilmektedir.

Results for: Pilling

One-way ANOVA: Pilling versus Deney

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney	3	4,737	1,579	2,73	0,071
Error	20	11,552	0,578		
Total	23	16,289			

S = 0,7600 R-Sq = 29,08% R-Sq(adj) = 18,44%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
B2	6	3,2083	0,8720	(-----*-----)
E3	6	3,6667	0,8165	(-----*-----)
G4	6	3,6667	0,7528	(-----*-----)
YARI MAMÜL	6	2,5833	0,5627	(-----*-----)

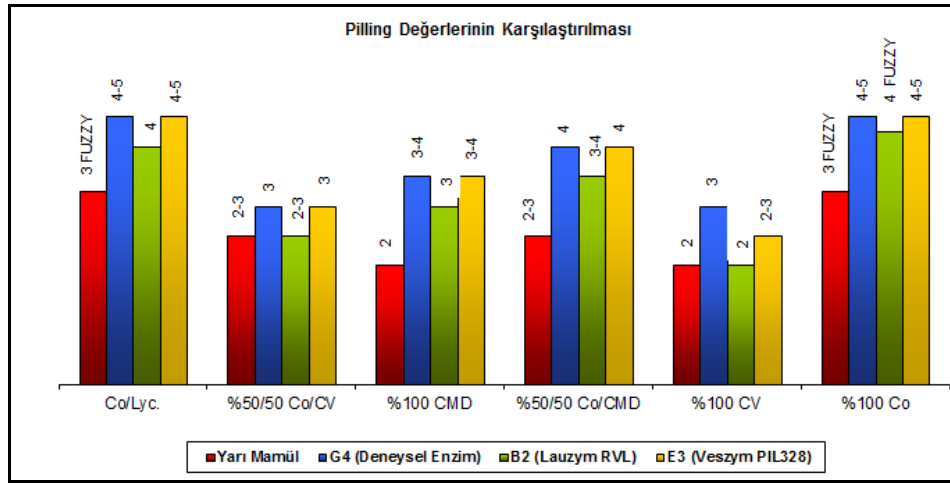
2,40 3,00 3,60 4,20

Pooled StDev = 0,7600

Şekil 3.41 Boncuklanma değerlerinin ANOVA analizi

Deneysel enzimle elde edilen boncuklanma değeri ile yarı mamüldeki boncuklanma değerinde iyileşme sağlandığı gözlenmiştir. Deneysel enzimle elde edilen boncuklanma değeri Veszym PIL 328 enziminde elde edilen boncuklanma değerine ulaşmıştır. En iyi deneylerden elde edilen veriler arasında yapılan ANOVA analizi ile deneyler arasında farklılık istatistiksel olarak ispatlanamamakla birlikte, boncuklanma değerlerinde iyileşme olduğu gözlenmiştir.

Boncuklanma değerlerinin optimum değerlere ait denemelerinin kumaş bazında etkisi Şekil 3.42’de gösterilmektedir.



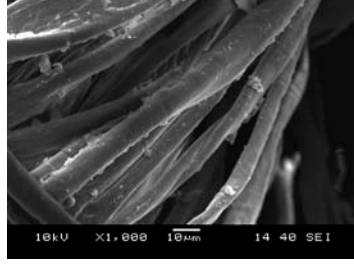
Şekil 3.42 Kumaş bazında optimum deney değerlerinin karşılaştırması

Tüm kumaş türlerinde Lauzym RVL ticari enziminin boncuklanma değerleri üzerine etkisinin daha düşük olduğu gözlenmektedir. Veszym PIL 328 ve deneysel enzimin etkisi karşılaştırıldığında her iki enzimin etkisinin aynı düzeyde olduğu ayrıca deneysel enzimin %100 viskoz kumaşa daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

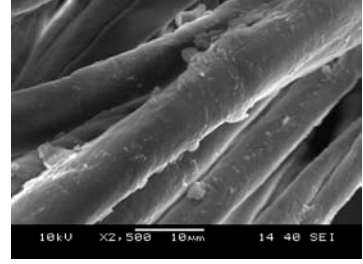
3.1.4.4. SEM Görüntüleme Sonuçları

Enzimatik işlemlerin kumaşların yüzey morfolojisinde meydana getirdikleri değişimleri gözlemlemek amacıyla ham, yarı mamul ve enzimatik işlem gören örgü kumaşların SEM görüntüleri elde edilmiştir. Kumaşların heterojen yapıları nedeniyle

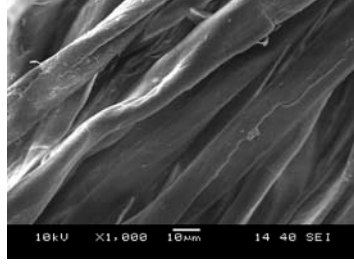
farklı noktalarda farklı görüntüler elde edildiği durumlar yaşanmıştır. Çekilen görüntüler incelendiğinde; tüm kumaşlarda enzimatik işlem sonrası ham ve ön terbiyesi yapılmış haline göre daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiği gözlenmiştir. Enzimatik işlemler sonrası her bir kumaş türü için yüzey görünümünün iyileştiği tespit edilmiştir. Lauzym RVL ile yapılan işlem sonrası tüm kumaş türleri için daha az yüzey düzgünlüğü elde edildiği saptanmıştır.



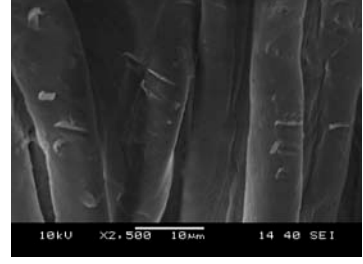
Lauzym RVLenzimatik işlem sonrası 1000x



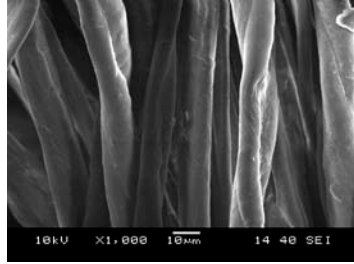
Lauzym RVLenzimatik işlem sonrası 2500x



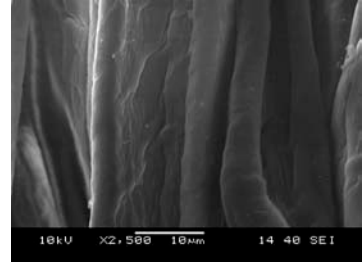
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 1000x



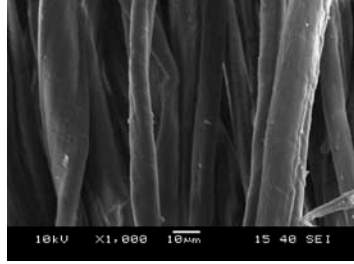
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 2500x



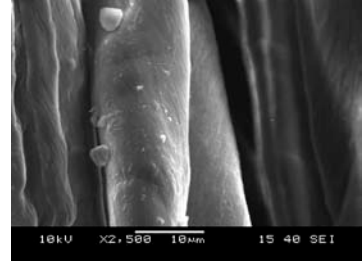
Deneyisel enzimatik işlem sonrası 1000x



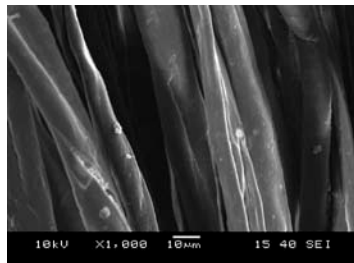
Deneyisel enzimatik işlem sonrası 2500x



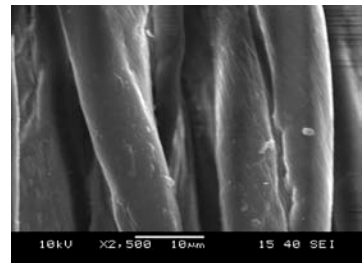
Yarı mamül 1000x



Yarı mamül 2500x

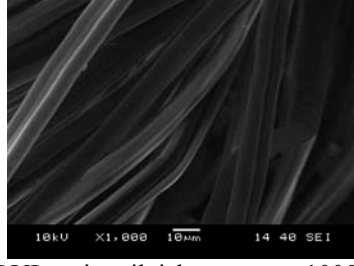


Ham kumaş 1000x

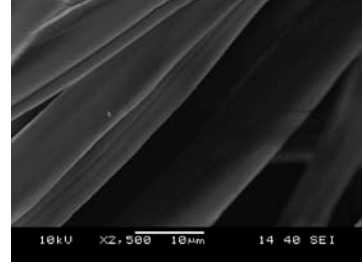


Ham kumaş 2500x

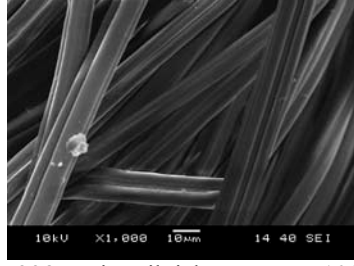
Şekil 3.43 Pamuk/likra (%95/5) kumaş 1000x ve 2500x ölçekte SEM görüntüleri



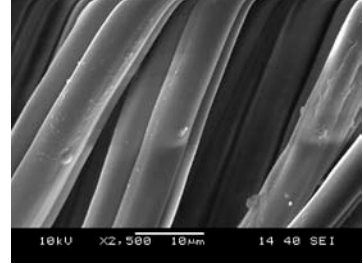
Lauzym RVLenzimatik işlem sonrası 1000x



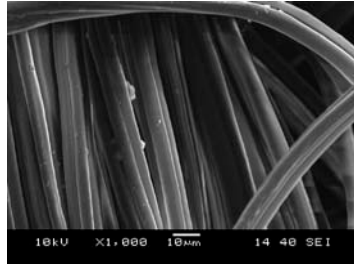
Lauzym RVLenzimatik işlem sonrası 2500x



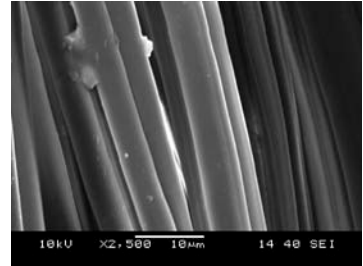
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 1000x



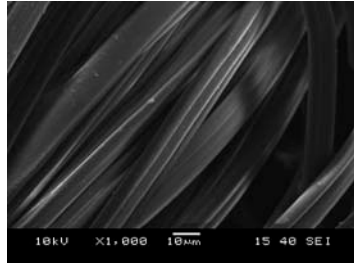
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 2500x



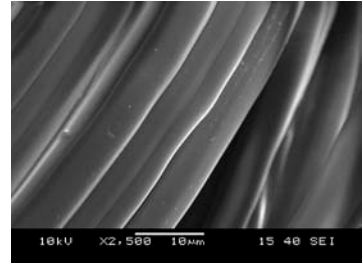
Deneyisel enzimatik işlem sonrası 1000x



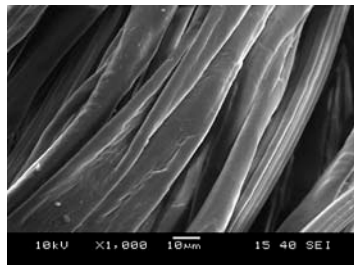
Deneyisel enzimatik işlem sonrası 2500x



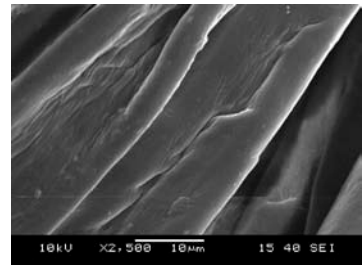
Yarı mamül 1000x



Yarı mamül 2500x

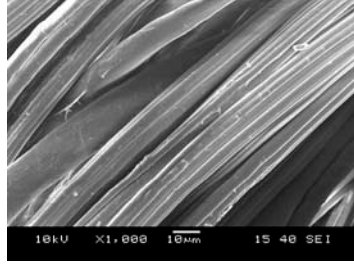


Ham kumaş 1000x

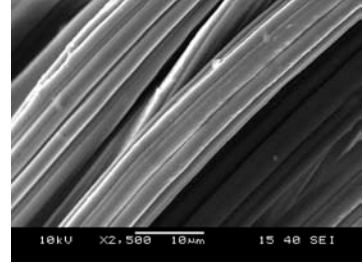
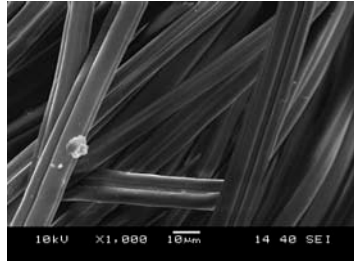


Ham kumaş 2500x

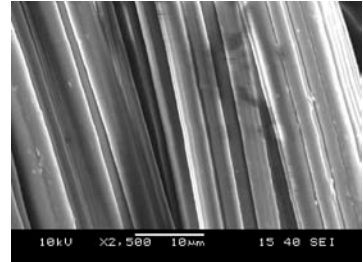
Şekil 3.44 %50 Pamuk+ %50 Viskoz kumaş 1000x ve 2500x ölçekte SEM görüntüleri



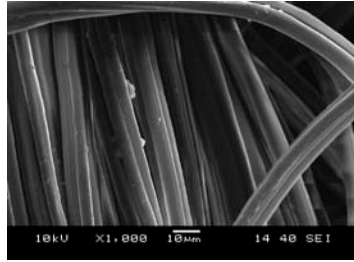
Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası 1000x

Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası
2500x

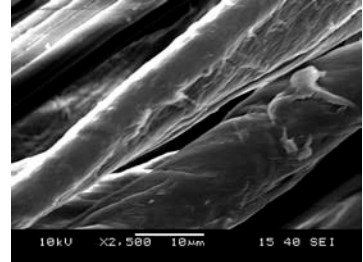
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 1000x



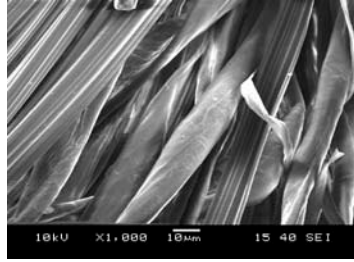
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 2500x



Deneysel enzimatik işlem sonrası 1000x



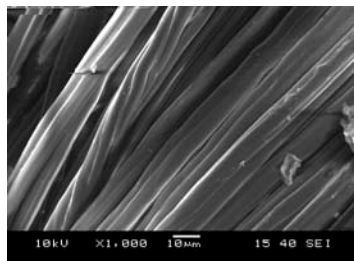
Deneysel enzimatik işlem sonrası 2500x



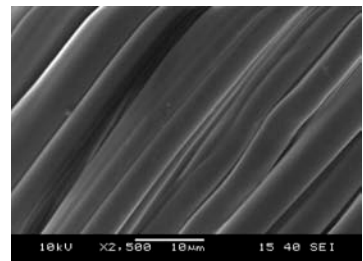
Yarı mamül 1000x



Yarı mamül 2500x

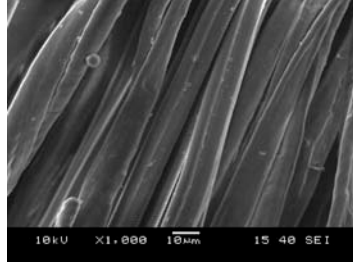


Ham kumaş 1000x

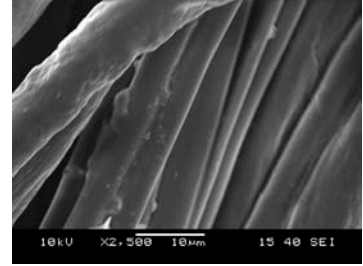
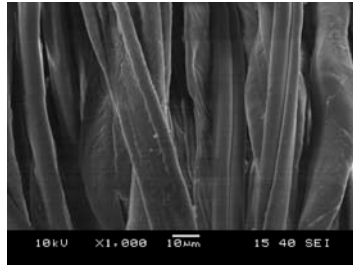


Ham kumaş 2500x

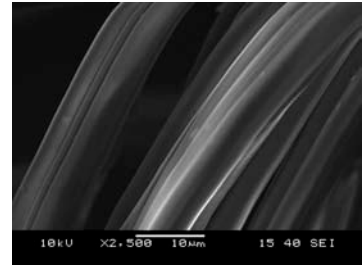
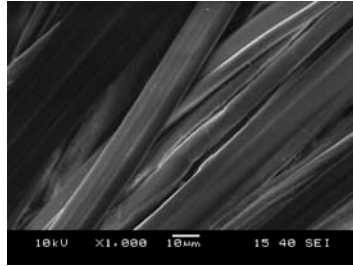
Şekil 3.45 %100 Modal kumaş 1000x ve 2500x ölçekte SEM görüntüleri



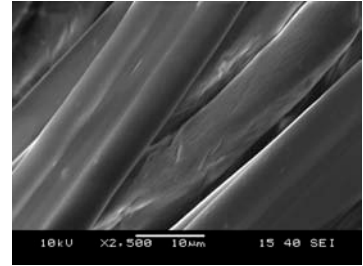
Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası 1000x

Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası
2500x

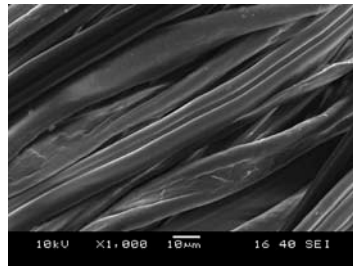
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 1000x

Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası
2500x

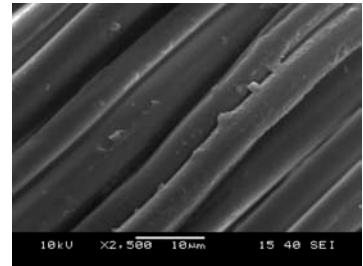
Deneyysel enzimatik işlem sonrası 1000x



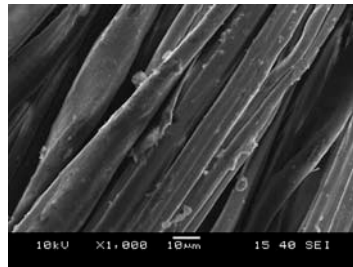
Deneyysel enzimatik işlem sonrası 2500x



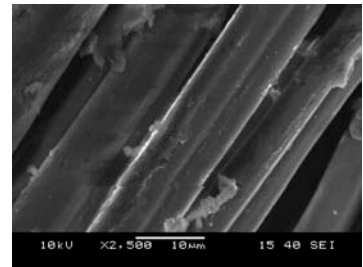
Yarı mamül 1000x



Yarı mamül 2500x

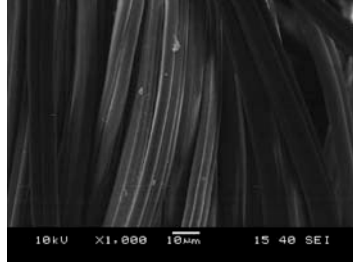


Ham kumaş 1000x

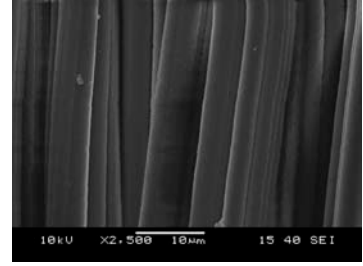
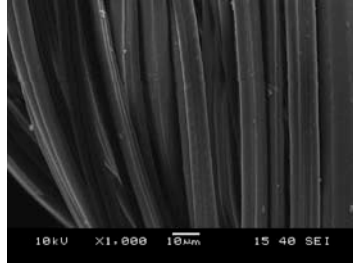


Ham kumaş 2500x

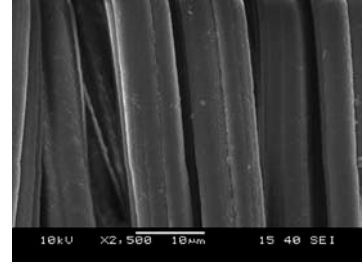
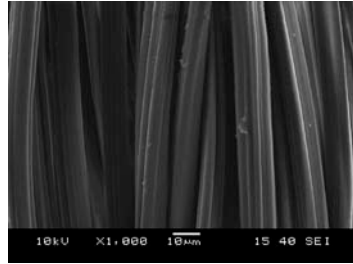
Şekil 3.46 %50 Pamuk+ %50 Modal 1000x ve 2500x ölçekte SEM görüntüleri



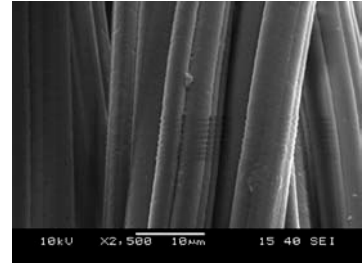
Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası 1000x

Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası
2500x

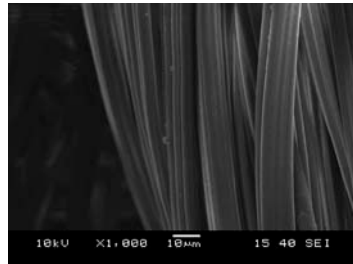
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 1000x

Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası
2500x

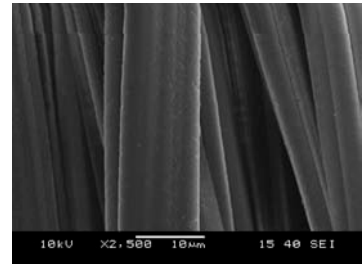
Deneyysel enzimatik işlem sonrası 1000x



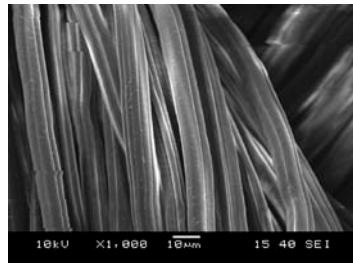
Deneyysel enzimatik işlem sonrası 2500x



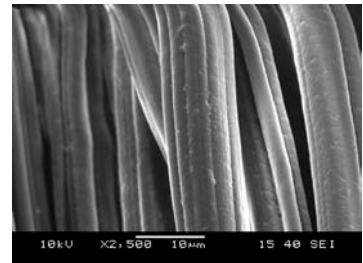
Yarı mamül 1000x



Yarı mamül 2500x

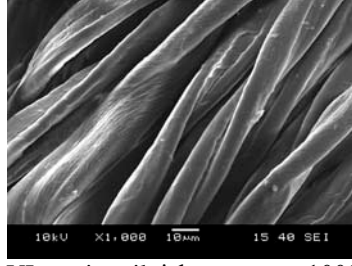


Ham kumaş 1000x

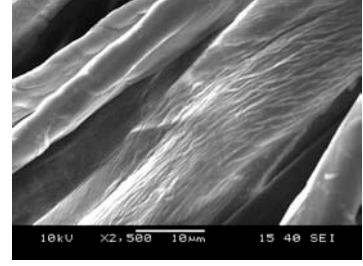
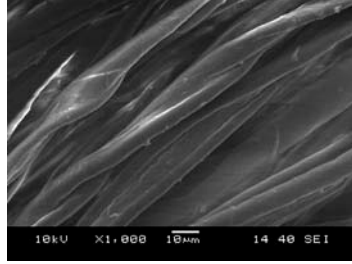


Ham kumaş 2500x

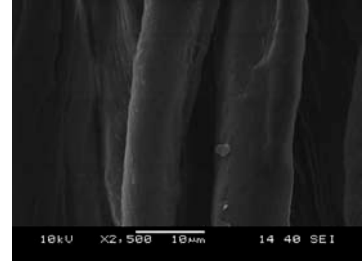
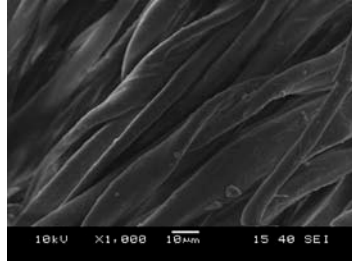
Şekil 3.47 %100 Viskoz kumaş 1000x ve 2500x ölçekte SEM görüntüleri



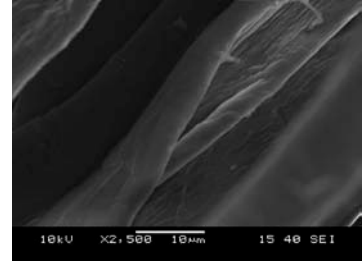
Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası 1000x

Lauzym RVL enzimatik işlem sonrası
2500x

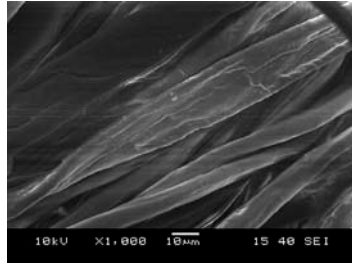
Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası 1000x

Veszym PIL328 enzimatik işlem sonrası
2500x

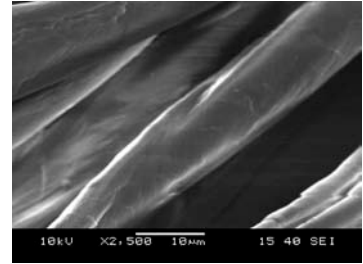
Deneyisel enzimatik işlem sonrası 1000x



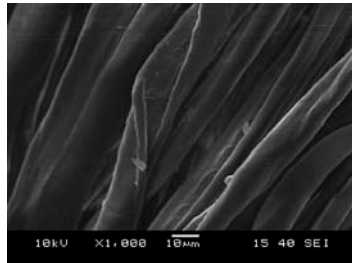
Deneyisel enzimatik işlem sonrası 2500x



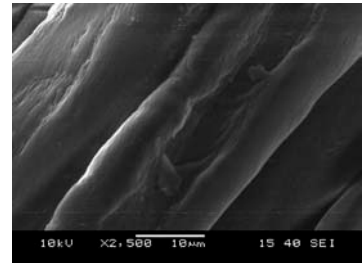
Yarı mamül 1000x



Yarı mamül 2500x



Ham kumaş 1000x



Ham kumaş 2500x

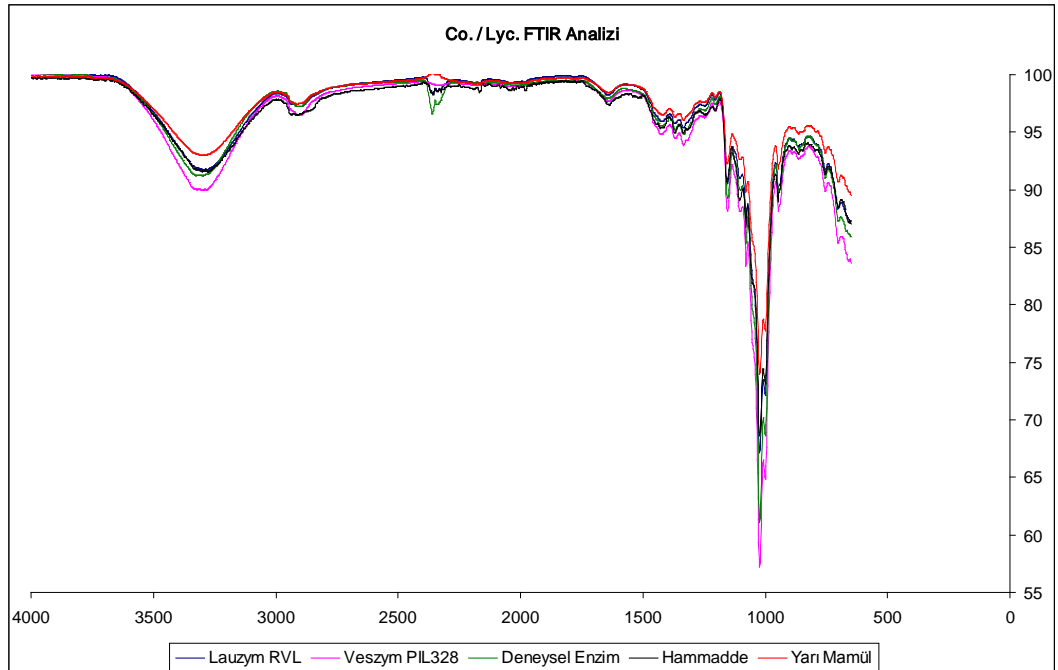
Şekil 3.48 %100 Pamuk kumaş 1000x ve 2500x ölçekte SEM görüntüleri

3.1.4.5. FTIR-ATR Analizi

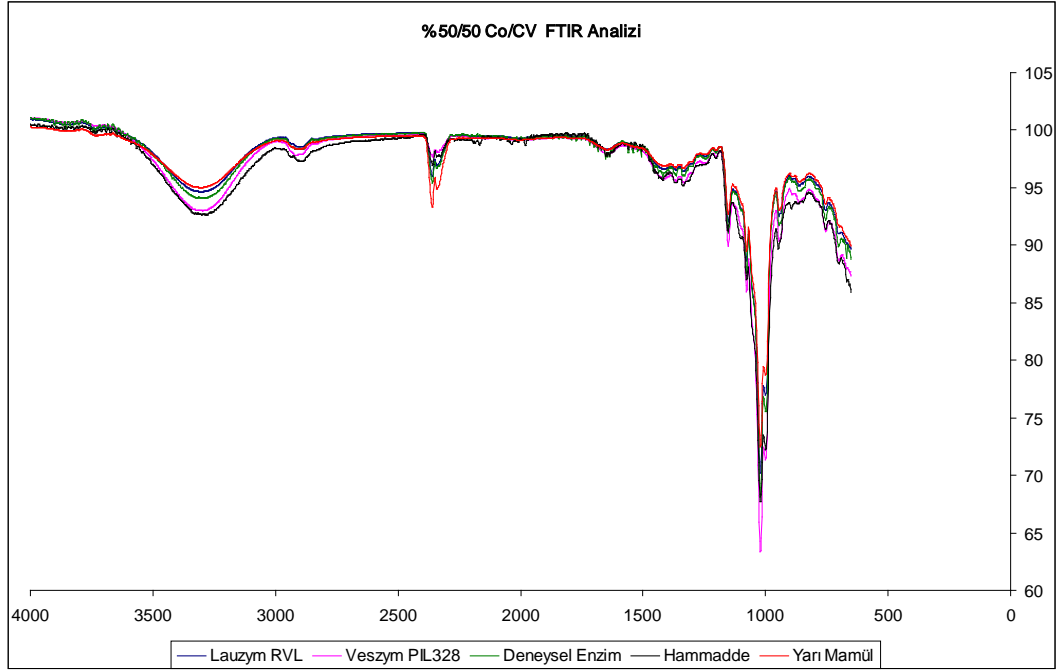
Enzimatik işlemlerin kumaşların bağ yapıları ve değerleri üzerindeki değişimlerini incelemek amacıyla ham, yarı mamul ve enzimatik işlem gören örgü kumaşlara FTIR analizi uygulanmıştır. FTIR-ATR analizi yapılan kumaşlara ait grafikler aşağıdaki şekillerde verilmektedir. Tablo 3.17’de pamuk ve selüloz esaslı liflerle görülmesi gereken bağlar ve dalga boyları verilmiştir.

Tablo 3.17 Pamuk ve rejenere selüloz liflerinde karakteristik absorpsiyon bağları (Nithya, 2010)

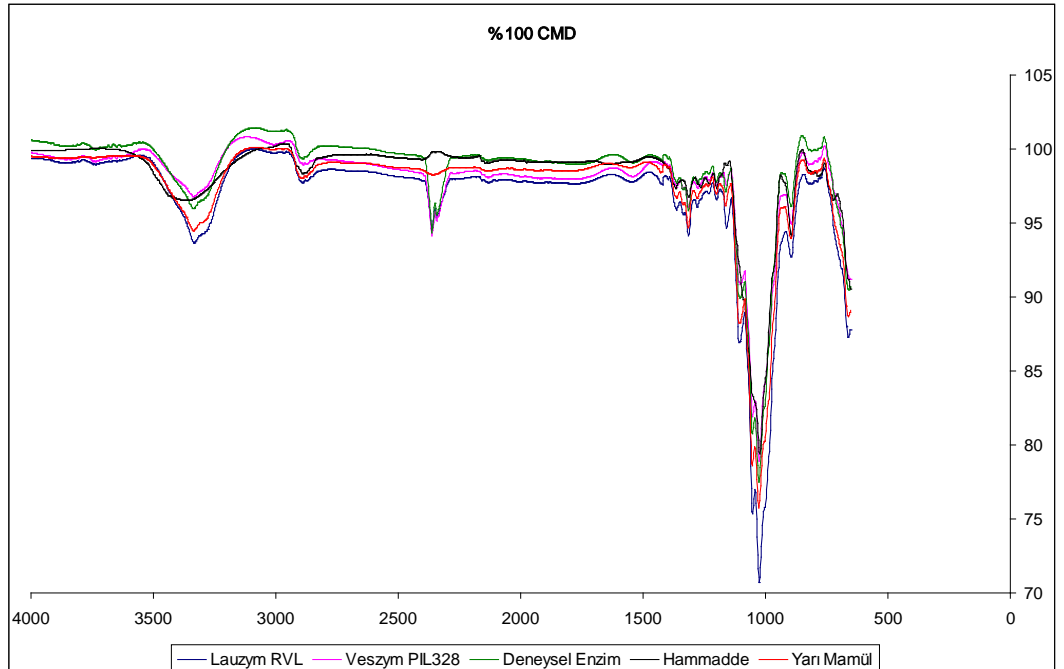
Dalga Boyu (cm -1)	Bulgu
3326	-OH gerilimi
2890	-CH gerilimi
2300	C≡N
1700-1800	C=O
1650	Sudaki OH'n selüloz tarafından absorblanması
1420	CH ₂ simetrik bağlar
1365	CH bağları
1200	OH (düzlemsel eğilme)
1155	C-O-C asimetrik gerilimi
894	C1-O-C4 (1,4-B-glukozidik bağ)



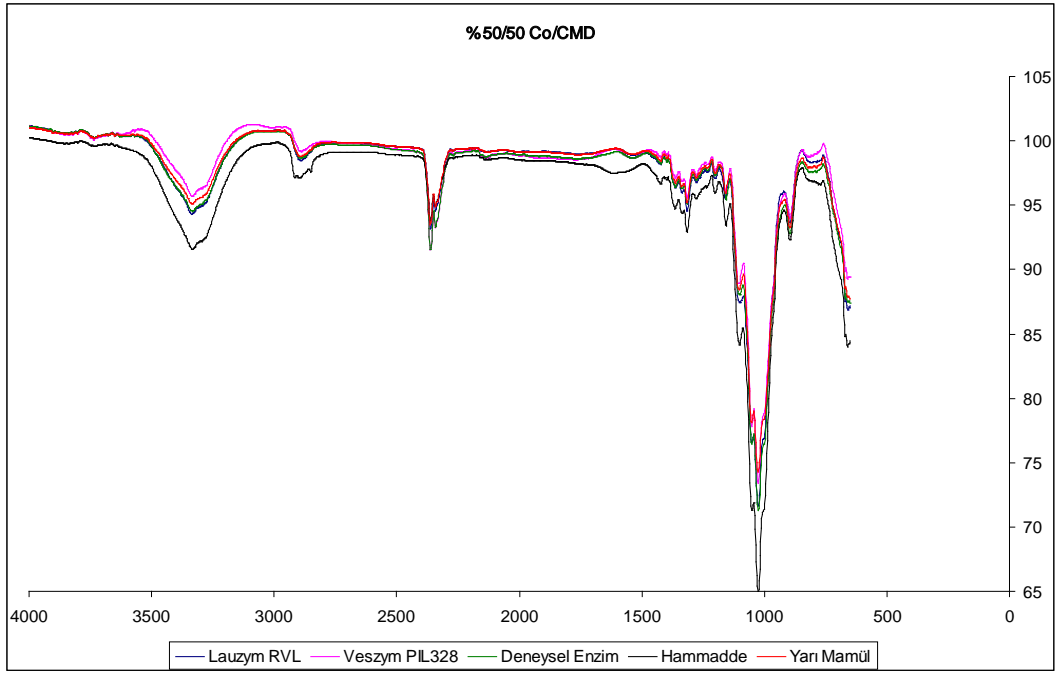
Şekil 3.49 Pamuk/likra(%95/5) kumaşların FTIR-ATR analizi



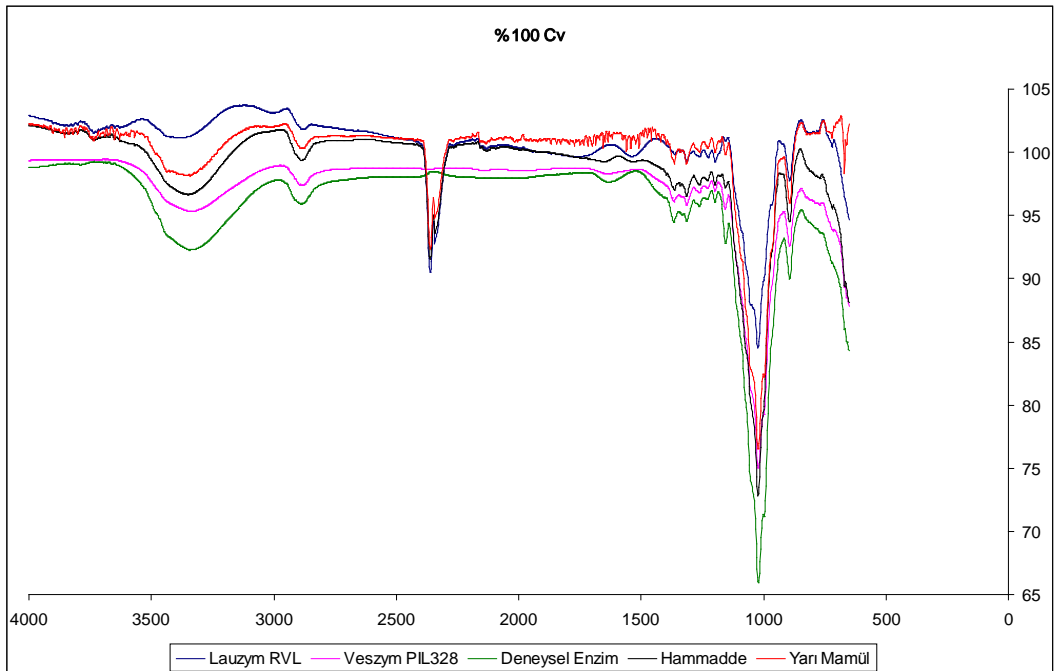
Şekil 3.50 %50/50 (Pamuk/Viskoz) kumaşların FTIR-ATR analizi



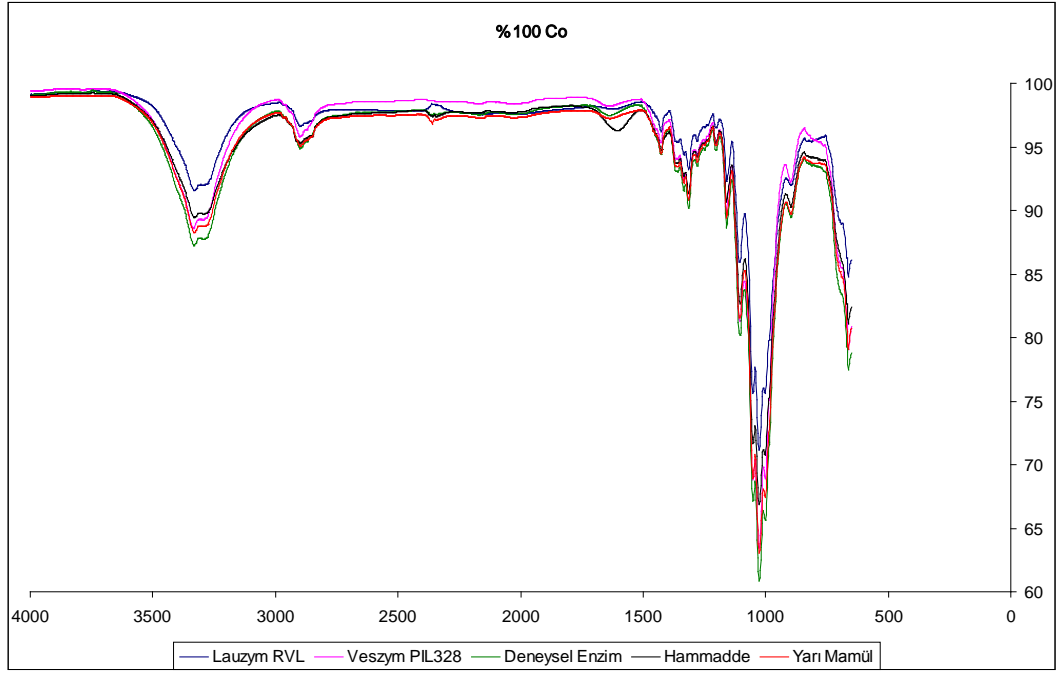
Şekil 3.51 %100 Modal kumaşların FTIR-ATR analizi



Şekil 3.52 %50/50 Pamuk/Modal kumaşların FTIR-ATR analizi



Şekil 3.53 %100 Viskoz kumaşların FTIR-ATR analizi



Şekil 3.54 % 100 Pamuk kumaşların FTIR-ATR analizi

Yapılan FTIR-ATR analizleri değerlendirildiğinde, kumaşın heterojen yapısı nedeniyle nicel bir karşılaştırma yapılamamıştır ancak selüloza özgü pikler gözlenmiştir. Kumaşların yapısında olması gereken bağlar ile ilgili bulgular tespit edilmiş ancak ham kumaş ile aralarında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

3.1.5 Boyama Sonrası Verilerinin Karşılaştırılması

Enzimatik işlemlerin optimum reçeteleri ile işlem gören kumaşlar ve enzimatik işlem uygulanmayan numuneler aynı banyoda boyanmış ve boyama işlemi sonrasında ilgili testler yapılarak elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

3.1.5.1 Kumaş Gramaj Tayini

Boyama sonrasında kumaşların gramaj değerleri Tablo 3.18’de verilmektedir.

Tablo 3.18 Gramaj değerleri

	ENZİMATİK İŞLEM YAPILMAMIŞ KUMAŞ	B2	E3	G4
lyc.(%5)+ %95 Co	160,0	167,0	168,0	174,0
%50 Co+ %50 CV	143,0	150,0	146,0	158,0
%100 CMD	149,0	146,0	148,0	155,0
%50 Co+ %50 CMD	141,0	150,0	146,0	151,0
%100 CV	142,0	150,0	155,0	155,0
%100 Co	159,0	157,0	158,0	158,0

Boyama sonrasında elde edilen kumaş gramaj değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.55 ve Şekil 3.56’da verilmektedir.

One-way ANOVA: Gramaj versus Deney_Fazı

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazı	3	271,5	90,5	1,34	0,291
Error	20	1354,3	67,7		
Total	23	1625,8			

S = 8,229 R-Sq = 16,70% R-Sq(adj) = 4,20%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
B2	6	153,33	7,58	(-----*-----)
E3	6	153,50	8,67	(-----*-----)
G4	6	158,50	8,02	(-----*-----)
YM	6	149,00	8,60	(-----*-----)

144,0 150,0 156,0 162,0

Pooled StDev = 8,23

Şekil 3.55 Boyama işlemi sonrasında gramaj değerlerinin ANOVA analizi

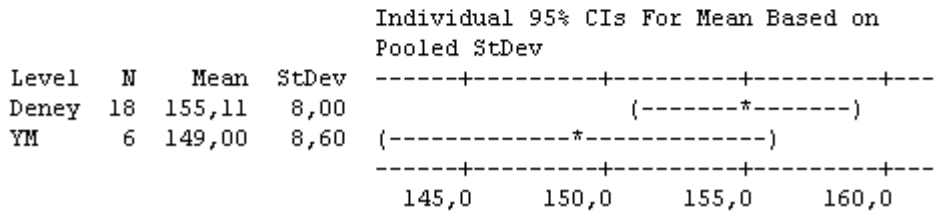
Boyama sonrasında elde edilen veriler ANOVA analizine göre değerlendirildiğinde deneyler arası gramaj değerleri açısından istatistiksel bir

farklılık olmadığı saptanmıştır.

One-way ANOVA: Gramaj_1 versus Deney_Fazı_1

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazı_1	1	168,1	168,1	2,54	0,126
Error	22	1457,8	66,3		
Total	23	1625,8			

S = 8,140 R-Sq = 10,34% R-Sq(adj) = 6,26%



Şekil 3.56 Boyama işlemi sonrası gramaj değerlerinin ANOVA analizi (Deney Tipinden bağımsız)

Boyama sonrasında elde edilen veriler ANOVA analizi ile değerlendirildiğinde deney ortalamaları bazında boyama öncesine göre önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

3.1.5.2 Boncuklanma Testi

Boyanmış kumaşların boncuklanma değerleri Tablo 3.19'da verilmektedir.

Tablo 3.19 Boncuklanma değerleri

	ENZİMATİK İŞLEM YAPILMAMIŞ KUMAŞ	B2	E3	G4
lyc.(%5)+ %95 Co	4	4	4-5	4-5
%50 Co+ %50 CV	2	2	2	2
%100 CMD	3	4	3-4	3-4
%50 Co+ %50 CMD	3-4	3-4	4	4
%100 CV	2	2	2	2-3
%100 Co	4	4-5	4-5	4

Boyanmış kumaşların boncuklanma değerlerine göre ANOVA analizi Şekil 3.57 ve 3.58'de verilmektedir.

One-way ANOVA: Pilling versus Deney_Fazı

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazı	3	0,45	0,15	0,14	0,935
Error	20	21,46	1,07		
Total	23	21,91			

S = 1,036 R-Sq = 2,04% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
B2	6	3,333	1,080	(-----*-----)
E3	6	3,417	1,158	(-----*-----)
G4	6	3,417	0,970	(-----*-----)
YM	6	3,083	0,917	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----
2,40 3,00 3,60 4,20

Pooled StDev = 1,036

Şekil 3.57 Boyama sonrası boncuklanma değerleri ANOVA analizi

Yapılan ANOVA analizine göre boyama sonrasında boncuklanma değerleri açısından E3 ve G4 deneylerinde en iyi değerlere ulaşılmasına rağmen deney tipleri açısından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

One-way ANOVA: Pilling versus Deney_Durumu

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Durumu	1	0,420	0,420	0,43	0,519
Error	22	21,486	0,977		
Total	23	21,906			

S = 0,9883 R-Sq = 1,92% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Deney	18	3,3889	1,0081	(-----*-----)
Yarı Mamul	6	3,0833	0,9174	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
2,50 3,00 3,50 4,00

Pooled StDev = 0,9883

Şekil 3.58 Boyama sonrası boncuklanma değerleri ANOVA analizi (deney tipi bağımsız)

Boyama sonrasında gözlenen boncuklanma değerlerinin deney tipi bağımsız olarak ANOVA analizi yapıldığında enzimatik işlem görmeyen kumaşa göre iyileşme gözlenmesine rağmen fark istatistiksel olarak ispatlanamamaktadır.

3.1.5.3 Patlama Mukavemeti Testi

Boyama sonrası elde edilen patlama mukavemeti değerleri Tablo 3.20'de verilmektedir.

Tablo 3.20 Boyama sonrası patlama mukavemeti değerleri

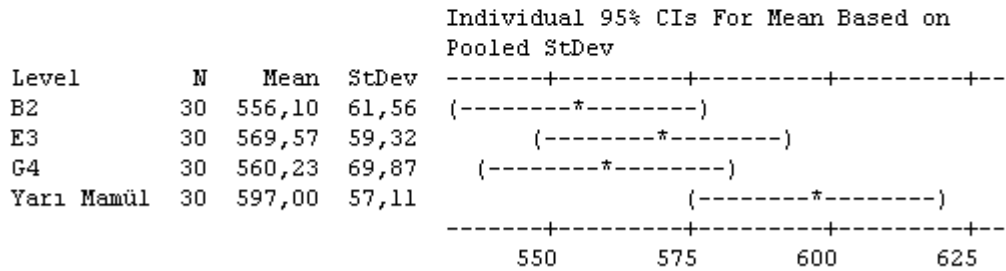
	YARI MAMUL	B2	E3	G4
lyc.(%5)+ %95 Co	490,4	454,4	454,6	443,0
%50 Co+ %50 CV	627,6	634,8	629,6	626,6
%100 CMD	590,4	523,4	563,0	516,4
%50 Co+ %50 CMD	594,8	569,2	598,4	549,4
%100 CV	643,6	545,4	561,4	635,6
%100 Co	635,2	609,4	610,4	590,4

Boyama sonrası elde edilen patlama mukavemeti değerleri ile yapılan ANOVA analizi Şekil 3.59 ve Şekil 3.60'da görülmektedir.

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deney_Fazi

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Fazi	3	30470	10157	2,63	0,053
Error	116	448097	3863		
Total	119	478568			

S = 62,15 R-Sq = 6,37% R-Sq(adj) = 3,95%



Pooled StDev = 62,15

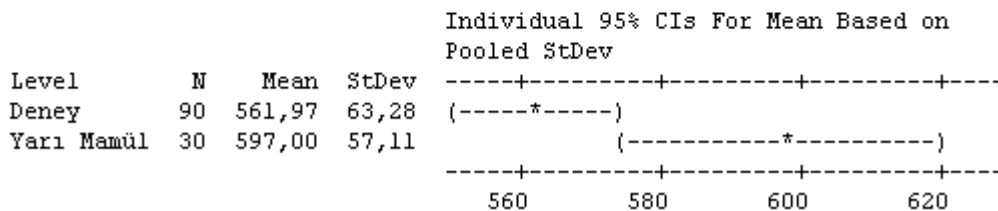
Şekil 3.59 Boyama sonrası patlama mukavemeti değerleri ANOVA analizi

Yapılan ANOVA analizi incelendiğinde değerler arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır. Karşılaştırılan her 3 deney tipinde de patlama mukavemeti değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. En fazla mukavemet kaybı B2 deneyinde (Lauzym RVL enziminde) olmuştur.

One-way ANOVA: Patlama_Mukavemeti versus Deney_Faz

Source	DF	SS	MS	F	P
Deney_Faz	1	27615	27615	7,23	0,008
Error	118	450953	3822		
Total	119	478568			

S = 61,82 R-Sq = 5,77% R-Sq(adj) = 4,97%



Şekil 3.60 Boyama sonrası patlama mukavemeti değerleri ANOVA analizi (deney tipinden bağımsız)

Enzimatik işlem gören kumaşlarda enzimatik işlem görmeyen kumaşlara göre patlama mukavemeti değerlerinde boyama sonrası %5,9 oranında bir düşüş saptanmıştır.

3.1.5.4 Renk Verimi

Enzimatik işlem uygulanmamış kumaş örnekleri, optimum enzimatik işlem reçeteleriyle işlem gören örme kumaş numuneleri aynı banyoda reaktif boyarmadde ile boyanmıştır. Boyama sonrası 530 nm maksimum absorpsiyon dalga boyunda ölçülen K/S değerleri Tablo 3.21’de verilmektedir.

Tablo 3.21 Boyama sonrası K/S değerleri

	Enzimatik işlem görmeyen kumaşlar	B2	E3	G4
lyc.(%5)+ %95 Co	31,88	30,92	28,17	31,93
%50 Co+ %50 CV	41,35	38,87	37,25	39,97
%100 CMD	33,00	29,34	27,11	31,39
%50 Co+ %50 CMD	35,18	31,84	29,95	30,95
%100 CV	41,32	39,85	34,75	39,68
%100 Co	32,93	31,29	27,95	30,28

Boyama sonrası elde edilen K/S değerlerinin ANOVA analizi Şekil 3.61’de verilmektedir.

One-way ANOVA: KS versus Faz

Source	DF	SS	MS	F	P
Faz	3	79,0	26,3	1,38	0,278
Error	20	382,2	19,1		
Total	23	461,3			

S = 4,372 R-Sq = 17,13% R-Sq(adj) = 4,70%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
B2	6	33,685	4,485	(-----*-----)
E3	6	30,863	4,161	(-----*-----)
G4	6	34,033	4,520	(-----*-----)
Yarı Mamül	6	35,943	4,312	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----
28,0 31,5 35,0 38,5

Pooled StDev = 4,372

Şekil 3.61 K/S değerlerinin ANOVA analizi

ANOVA analizi değerlendirildiğinde K/S renk verimlilik değerleri açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmasına rağmen enzimatik işlem gören numunelerde boya veriminin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En iyi renk verimliliği değerlerine enzimatik işlem görmeyen numunelerde rastlanmıştır. Diğer deneysel enzim ve ticari enzimler arasında renk verimliliği açısından önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Enzimatik işlem sonrası renk verimi düşmektedir. Elde edilen bu sonuç Wakelyn, (2007) ve Ekmekçi ve Duran, (2005) tarafından yapılan çalışmaların sonucunu doğrulamaktadır.

Şekil 3.62’de enzimatik işlem gören denemelerinin ortalamalarının enzimatik işlem görmeyen kumaşlara göre değişimi için ANOVA analizi yapılmıştır.

3.2.1 Beyazlık Derecesi Tespiti

Ham, yağlı, klasik yağ sökücü ile yağı sökülmiş ve enzimatik işlem ile yağı sökülmiş numunelere ait parlaklık ve beyazlık dereceleri spektrofotometrede ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Buna göre; elde edilen sonuçlar Tablo 3.22’de verilmiştir.

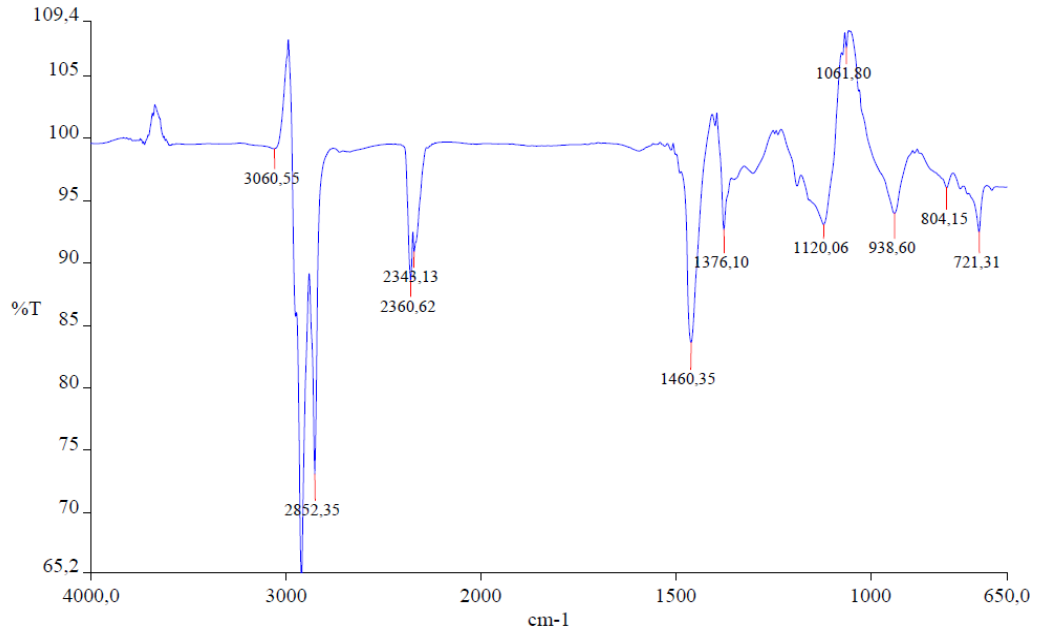
Tablo 3.22 Ağartma sonrası numunelerin beyazlık ve parlaklık dereceleri

	Parlaklık (Y)	Beyazlık Derecesi (Stensby)
Ham kumaş	78.3501	70.650
Yağlı kumaş	80.3802	72.218
Klasik yağ sökücü ile işlem görmüş kumaş	77.9588	71.460
Novazym 435 ile işlem görmüş kumaş	78.0482	70.755
Lipozym TL IM ile işlem görmüş kumaş	79.3249	71.955

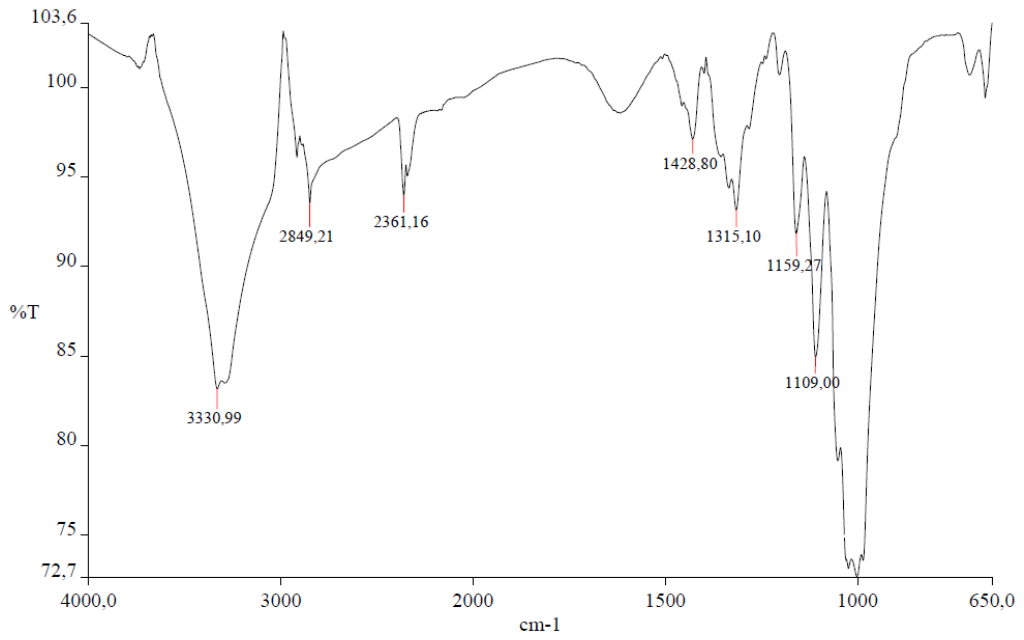
Klasik ağartma işlemi sonunda, numunelerin Stensby formülüne göre beyazlık dereceleri ve parlaklık değerleri incelendiğinde, ham, yağlı ve çeşitli şekillerde yağı söküldükten sonra ağartılan kumaşların arasında beyazlık derecesi ve parlaklık değerleri açısından önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir.

3.2.2 FTIR-ATR Analizi ve Değerlendirilmesi

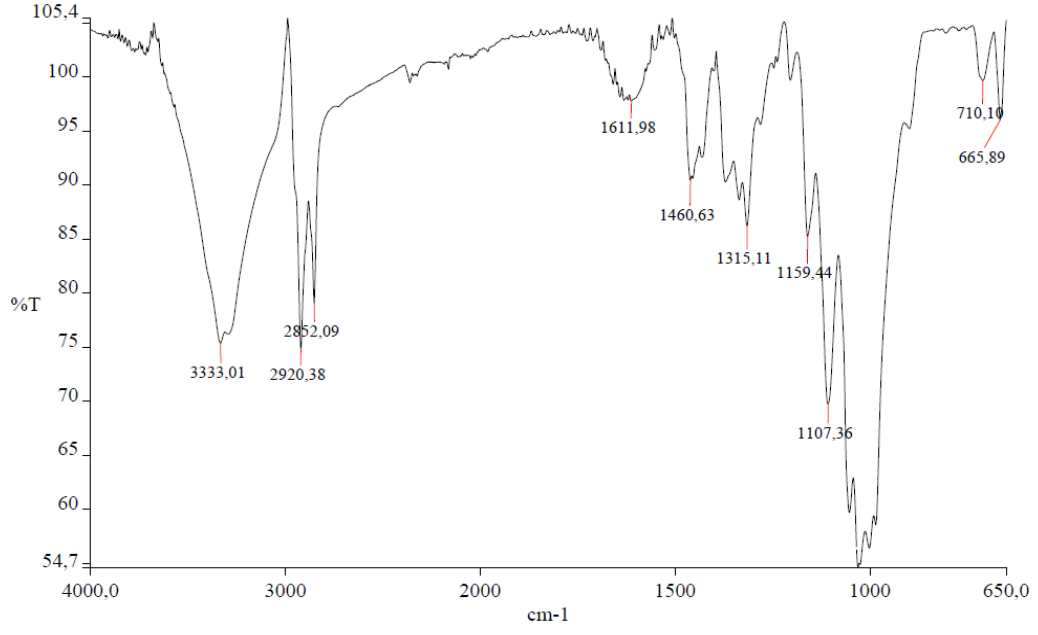
Örgü yağının ve ağartma sonrası numunelerin FTIR-ATR analizleri gerçekleştirilmiştir. Aşağıda her numuneye ait FTIR spektrumu verilmektedir.



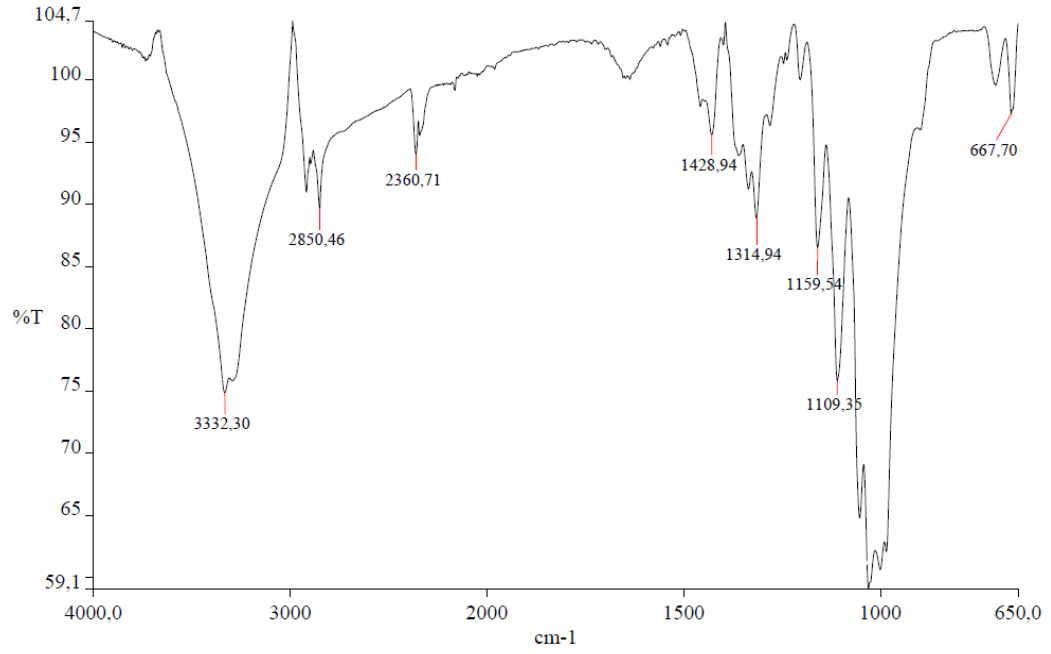
Şekil 3.63 Örgü makinası yağının FTIR spektrumu



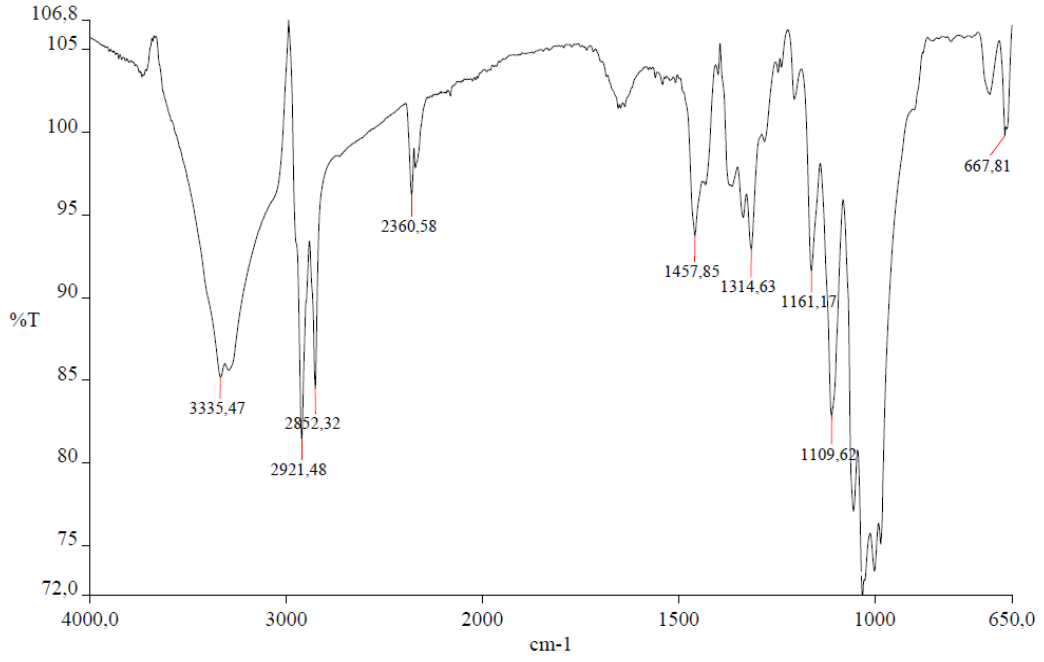
Şekil 3.64 Ham kumaşın FTIR spektrumu



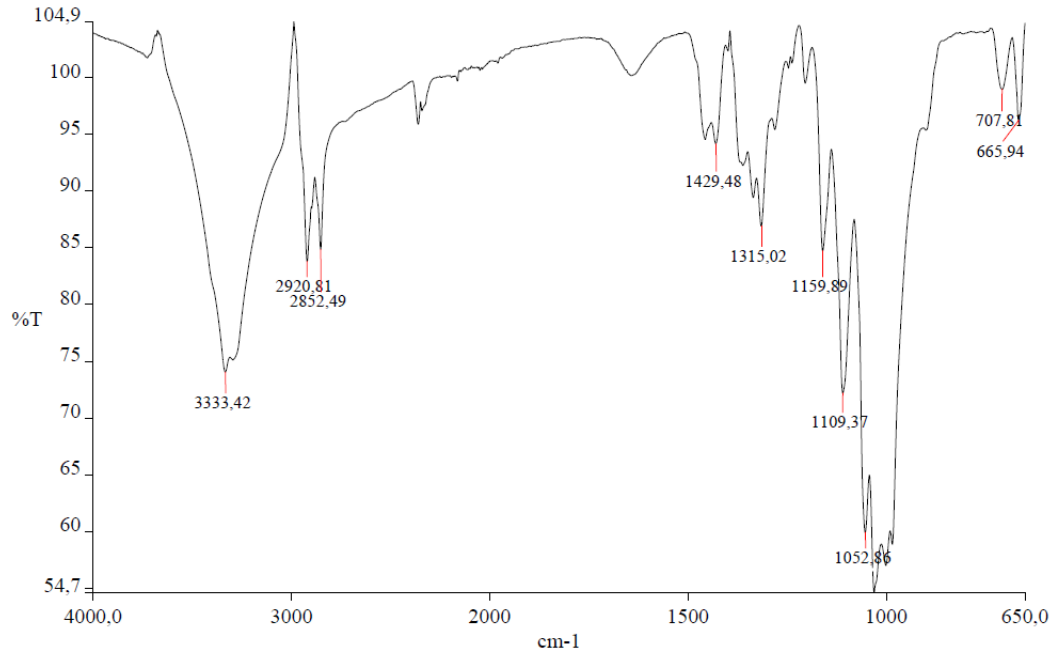
Şekil 3.65 Yağlı kumaşın FTIR spektrumu



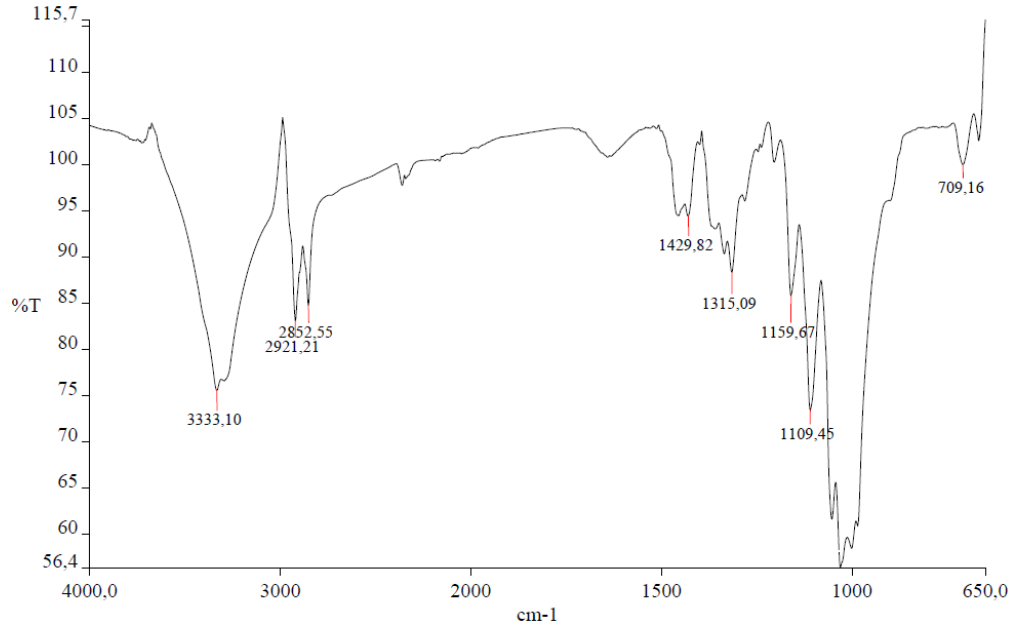
Şekil 3.66 Ağartılmış ham kumaşın FTIR spektrumu



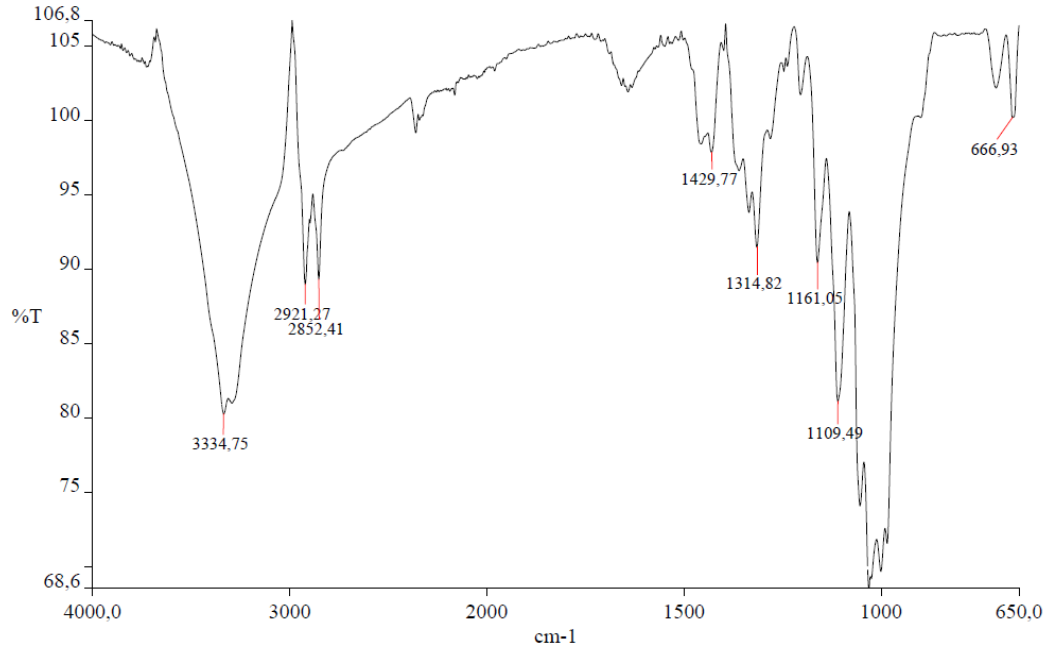
Şekil 3.67 Ağartılmış yağlı kumaşın FTIR spektrumu



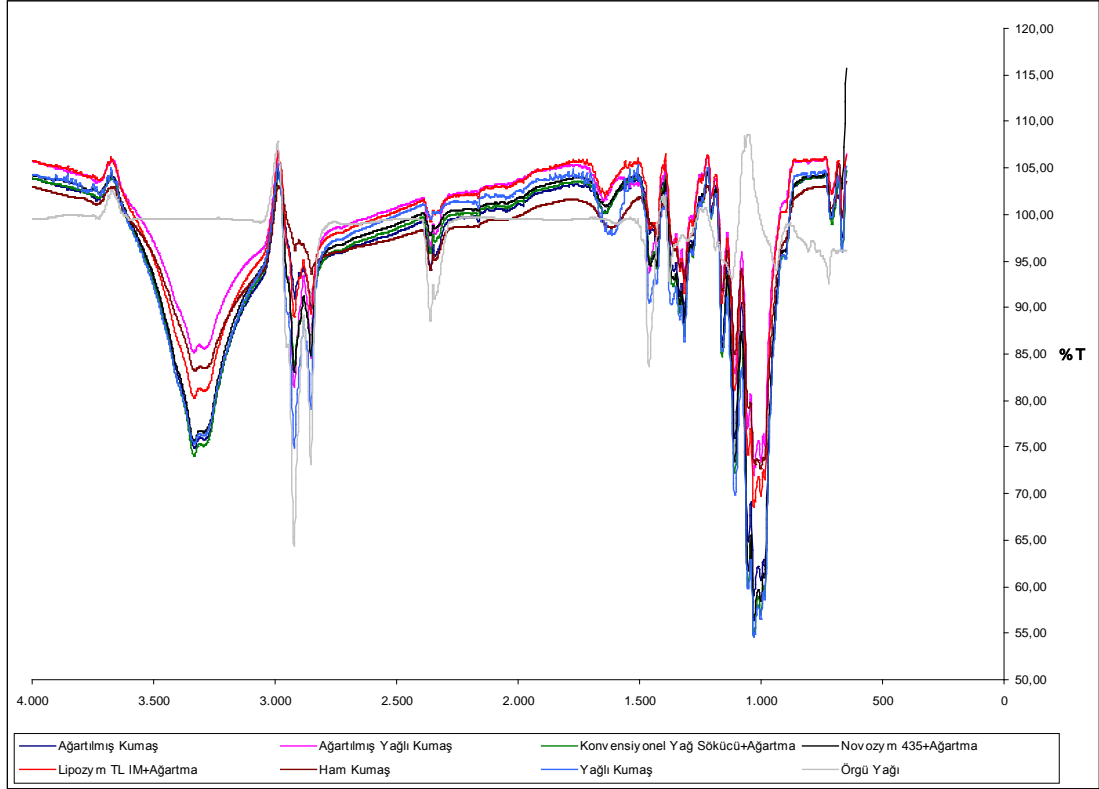
Şekil 3.68 Klasik yağ sökücü ile işlem görmüş ve ağartılmış numunenin FTIR spektrumu



Şekil 3.69 Novozym 435 enzimi ile işlem görmüş ve ağartılmış numunenin FTIR spektrumu



Şekil 3.70 Lipozym TL IM enzimi ile işlem görmüş ve ağartılmış numunenin FTIR spektrumu



Şekil 3.71 FTIR analiz değerlerinin karşılaştırılması

Spektrumlar incelendiğinde örgü makinası yağına ait spektrumda 1460 cm^{-1} de CH bükülmesine ait keskin bir band gözükmektedir. Bu band yağ applike edilmiş kumaşın ve bu kumaşın hidrojen peroksit ile ağartılmasından sonra elde edilen spektrumlarda gözlenmiştir. 2920 cm^{-1} de gözlenen keskin bant uzun hidrokarbon zincirindeki CH gerilmesine bağlı oluşan bir banttır ve ham halde ağartılmış kumaş haricinde tüm kumaşlara ait spektrumda görülmektedir. Örne yağının spektrumunda gözlenen 721 cm^{-1} bandı CH vibrasyonuna işaret etmektedir. Bu bant endüstriyel yağlar için klasik bir bant olmasına karşın, kumaş üzerindeki ölçümlerde gözlenmemiştir. Selüloz bünyesindeki diğer bağlar bu bandın gözlenmesini engellemektedir.

3.2.3 Renk Verimi

Ağartılmış ham kumaşın, yağlı kumaşın ve klasik yağ sökücü ve lipaz enzimleri ile işlem görmüş kumaşların boyama sonrası, 550 nm maksimum absorpsiyon dalga boyunda ölçülen K/S değerleri Tablo 3.23’de verilmektedir.

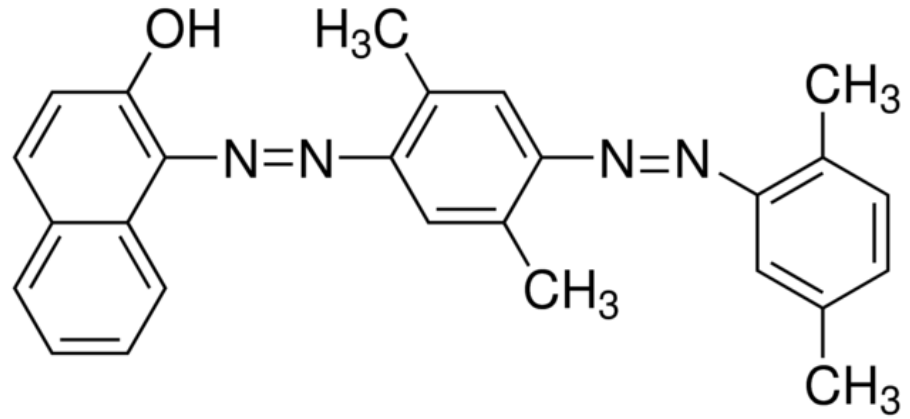
Tablo 3.23 Boyama sonrası numunelerin K/S değerleri

	K/S değeri
Ham kumaş	7,888
Yağlı kumaş	8,887
Klasik yağ sökücü ile işlem görmüş kumaş	8,556
Novozym 435 ile işlem görmüş kumaş	8,309
Lipozym TL IM ile işlem görmüş kumaş	8,598

Klasik boyama işlemi sonunda numunelerin renk verimi değerleri incelendiğinde, ham, yağlı ve çeşitli şekillerde yağı söküldükten sonra ağartılan ve boyanan kumaşların K/S değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir. Bu durumda lipaz kaynaklı enzimlerin de klasik yağ çözücüler gibi renk değerlerinde herhangi bir değişime yol açmadan aynı boyama sonuçlarını verebileceği anlamına gelmektedir.

3.2.4 OilRed O Boyarmaddesi ile İşlem

OilRed O boyarmaddesi (1-([4-(Xylylazo)xylyl]azo)-2-napHthol, SolventRed 27) hücre içi yağ dokusunun veya organlardaki yağ dokusunun belirlenmesinde kullanılan suda çözülmeyen bir boyarmaddedir. Boyarmaddenin açık yapısı şekilde gösterilmektedir.

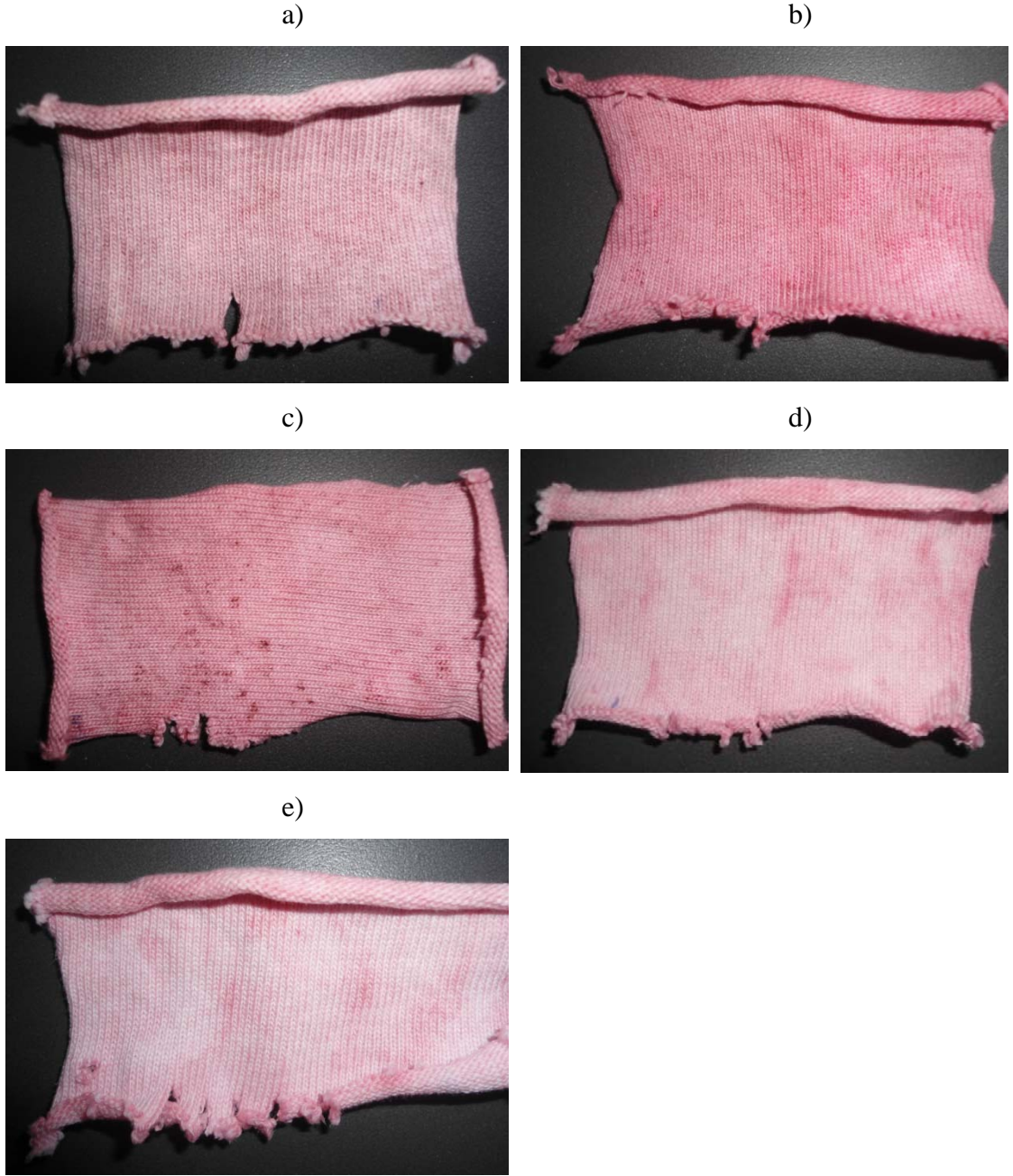


Şekil 3.72 OilRed O Boyarmaddesi

Bu çalışmada, yağ sökme işlemi gerçekleştirilmiş ve peroksit ağartma yapılmış numuneler üzerinde kalan yağ kalıntılarının varlığını teşhis etmek amacıyla, Histokimya’da kullanılan *OilRedO* boyarmaddesinden yararlanılmıştır. *OilRed O* boyarmaddesi, kumaş üzerindeki yağimsı maddelerle reaksiyona girerek, kumaşı çoğunlukla kırmızıya boyamaktadır. Kumaş üzerinde görülen kırmızı lekelenme, yağ varlığının göstergesidir (Akin, 2004).

Bu amaçla; aynı banyoda peroksit ağartma gören ham kumaş, yağlı kumaş ve klasik yağ sökücü, Novozym 435 ve Lipozym TL IM enzimleri ile muamele edilen numuneler; hazırlanan *Oilred o* çözeltisi ile işleme tabi tutulmuştur.

Öncelikle; % 0.4 (w/v) OilRed, karbontetraklorür içerisinde çözülmüştür. Daha sonra, numuneler küçük şişelere yerleştirilerek, *Oilred* çözeltisiyle 5 dakika oda sıcaklığında çalkalanarak işleme tabi tutulmuştur. Çalkalama işleminin ardından, numuneler 5 dakika boyunca durulanmış ve durulama 4 kez tekrarlanmıştır. Serilerle kurumaya bırakılan numuneler, kuruduktan sonra spektrofotometrede a^* , b^* ve L^* değerleri tespit edilerek, sonuçlar değerlendirilmiştir. OilRed ile işlem gören numuneler Şekil 3.73’de gösterilmektedir.



Şekil 3.73 Ağartma sonrası, Oilred O ile işlem görmüş kumaşlar
 a) Ham kumaş b) Yağlı kumaş c)Klasik yağ sökücü ile işlem görmüş kumaş d) Novozym 435 Enzimi İle İşlem Görmüş Kumaş e) Lipozym TL IM Enzimi ile işlem görmüş kumaş

Oil Red O Boyarmaddesi ile Yapılan Boyamaların Değerlendirilmesi:

OilRed O Boyarmaddesi ile boyama sonucu elde edilen renk koordinatları Tablo 3.24'de verilmektedir.

Tablo 3.24 Oilred O ile boyanan kumaşlara ait L*, a* ve b* değerleri

	L	a	b
Ham kumaş	57,75	22,04	5,44
Yağlı kumaş	60,42	28,85	5,24
Konvansiyonel yağ sökücü ile işlem görmüş	56,29	25,12	5,00
Novazym 435 ile işlem görmüş	74,07	20,94	3,86
Lipozym TLIM ile işlem görmüş	77,36	19,15	2,90

Boyamalar sonucunda en yüksek a* (kırmızılık) değeri, beklendiği gibi yağ aktarılmış kumaşta gözlenmiştir. En düşük a* değeri LipozymTL IM ile işlem görmüş kumaşta gözlenmiştir. Klasik yağ sökme maddesi ile yapılan çalışma sonucu a* değeri ham kumaşa göre daha yüksek, yağlı kumaşa göre daha düşük çıkmıştır. a* değerleri sonucunda klasik yağ sökme işleminin yağın tamamını gideremediği; enzimler ile yapılan işlemler sonucunda ise hem apliedilen yağın hem de pamuğun doğasında bulunan yağ, mum ve parafin gibi maddelerin de kumaştan uzaklaştırıldığı söylenebilir.

L* değerleri incelendiğinde en açık rengin LipozymTL IM ile yapılan işlem sonucunda elde edildiği gözlenmiştir. En koyu boyama klasik yağ sökme işlemi yapılan kumaşta elde edilmiştir. b* değeri incelendiğinde enzimatik yağ giderme işlemlerinde b* değerinin (sarılık değerinin maviye doğru kaydığı) düştüğü görülmektedir. L* değerleri a* değerleri ile elde edilen sonuçları desteklemektedir.

3.3 Esteraz Enzimiyle Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

Bu çalışmanın bir bölümünde pamuk/poliester karışımı kumaşlara esteraz enziminin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Esteraz ve selülaz enzimleri farklı pH değerlerinde aktivite gösterdiklerinden her iki enzimle işlem aynı banyoda gerçekleştirilememiş, kumaşların ön terbiyesi yapıldıktan sonra önce esteraz enzimi ardından selülaz enzimi ile muamele edilerek enzimatik işlem görmeyen kumaşla

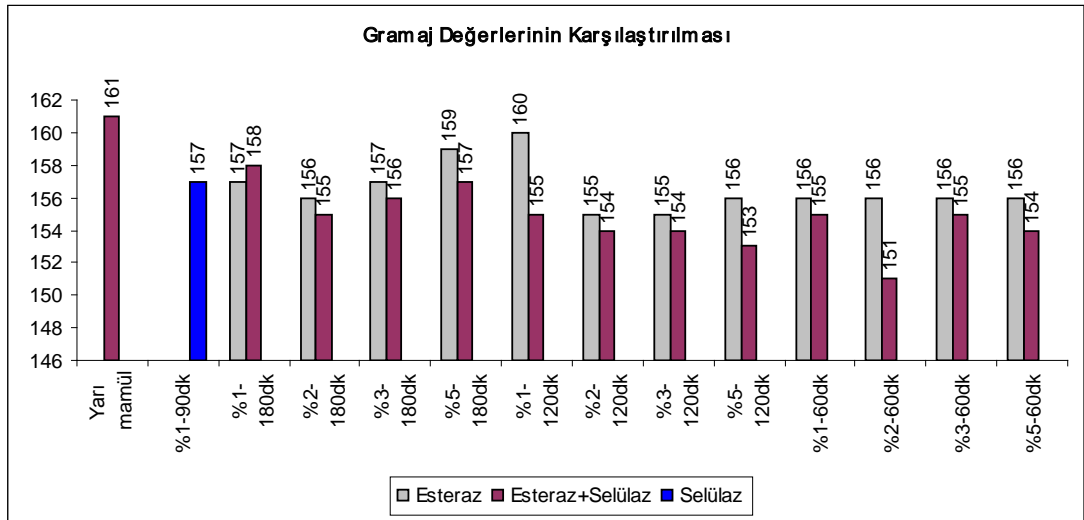
karşılaştırılmıştır.

Esteraz ve selülaz enzimleriyle işlem gören kumaşlara gramaj tayini, patlama mukavemeti testi ve boncuklanma testi yapılarak sonuçları değerlendirilmiştir.

Enzimatik işlemler sonrası kumaşların poliester kısmı dispers boyarmadde ile pamuk kısmı reaktif boyarmadde ile boyanmış, boyama sonrası renk verimleri karşılaştırılmıştır.

3.3.1 Kumaş Gramaj Tayini

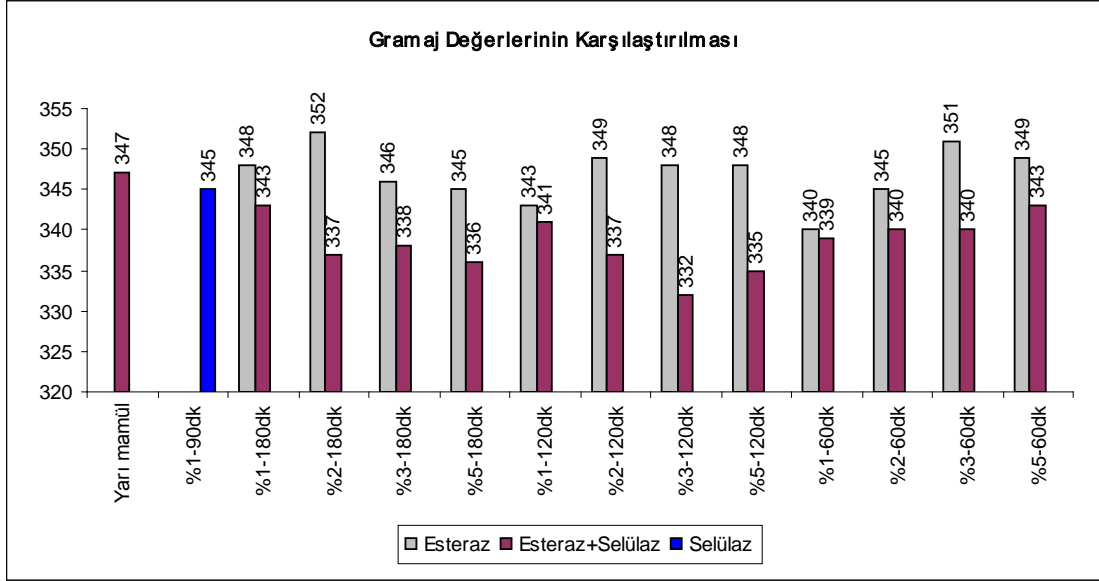
Şekil 3.74'de 30/1 PET/Co kumaşların esteraz ve selülaz enzimleriyle işlem öncesi ve sonrası gramaj değerleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 3.74 30/1 PET/Co kumaş gramaj değerlerinin karşılaştırılması

Sadece esteraz enzimleri ile yapılan işlem sonrası enzimatik işlem yapılmamışa göre %2,8'lik gramaj kaybı olduğu, esteraz+selülaz ile işlem yapıldığında %3,9'luk gramaj kaybı olduğu gözlenmiştir. Selülaz enzimiyle muamele gören kumaşlarda daha fazla gramaj kaybı gözlenmektedir.

Şekil 3.75'de üç iplik Futter PET/Co kumaşların esteraz ve selülaz enzimleriyle işlem öncesi ve sonrası gramaj değerleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



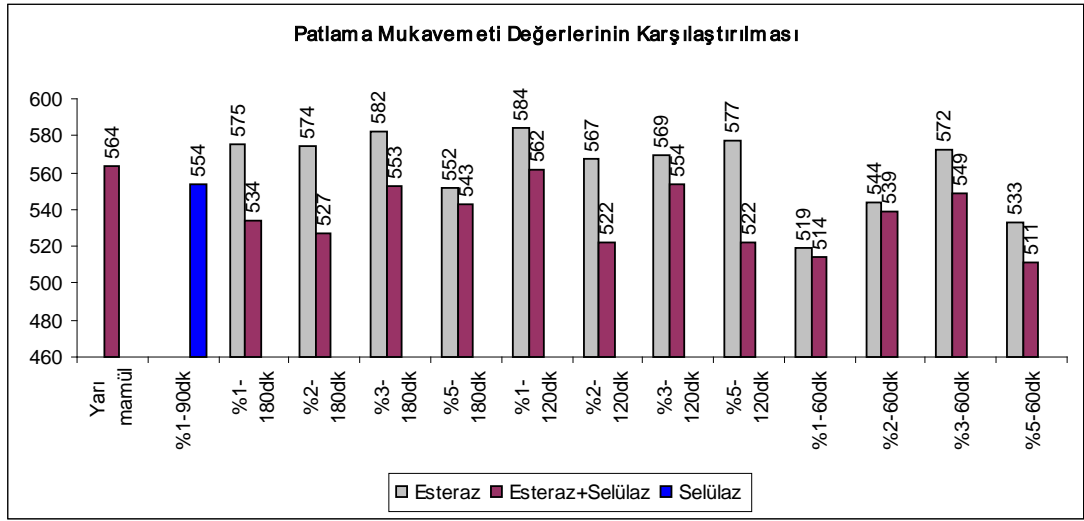
Şekil 3.75 Üç İplik Futter PET/Co kumaş gramaj değerlerinin karşılaştırılması

Sadece esteraz enzimleri ile yapılan işlem sonrası enzimatik işlem yapılmamışa göre genel ortalamada gramaj kaybı olmadığı, esteraz+selülaz ile işlem yapıldığında %2,5'luk gramaj kaybı olduğu gözlenmiştir. Selülaz enzimiyle muamele gören kumaşlarda daha fazla gramaj kaybı gözlenmektedir. Bu kayıp selülaz enziminin selülozu hidrolize etmesinden kaynaklanmaktadır.

Esteraz enzimi ile muamele edilen Poliester/pamuk 30/1 iplik kumaşta %2,8' lik gramaj kaybı gözlenirken üç iplik Futter kumaşta genel ortalamada gramaj kaybı gözlenmemiştir.

3.3.2 Patlama Mukavemeti Testi

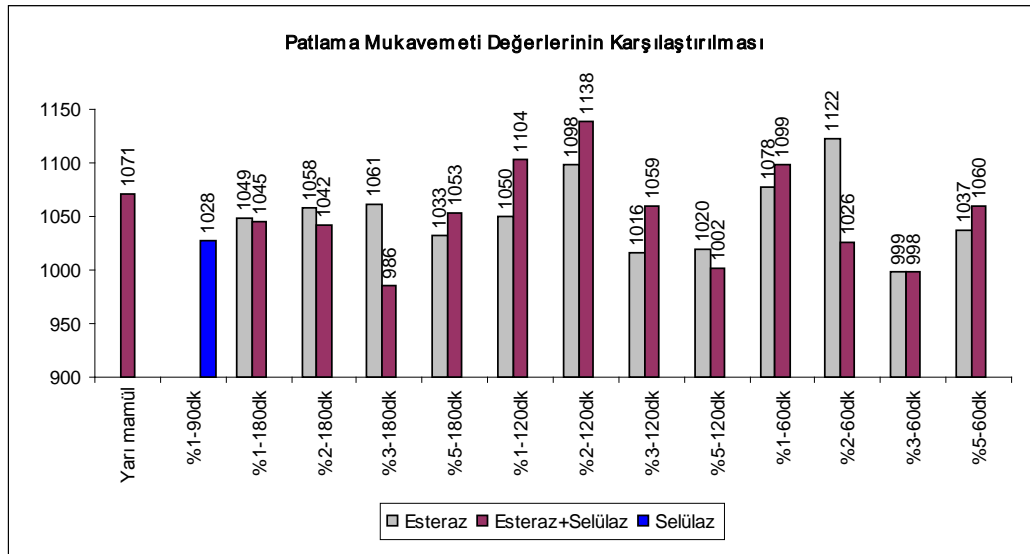
Şekil 3.76'da 30/1 PET/Co kumaşların esteraz ve selülaz enzimleriyle işlem öncesi ve sonrası patlama mukavemeti değerleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 3.76 30/1 PET/Co patlama mukavemeti değerlerinin karşılaştırılması

Sadece esteraz enzimi ile işlem gören kumaşlarda, enzimatik işlem görmemiş kumaşlara göre % 0,3'lük patlama mukavemetinde düşüş olduğu; esteraz+selülaz enzimi ile işlem gören kumaşlarda ise patlama mukavemetinde %5'lik düşüş olduğu gözlenmiştir. Selülaz ile işlem gören mamullerde bu sonuç beklenmektedir.

Şekil 3.77'de üç iplik futter PET/Co kumaşların esteraz ve selülaz enzimleriyle işlem öncesi ve sonrası patlama mukavemeti değerleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



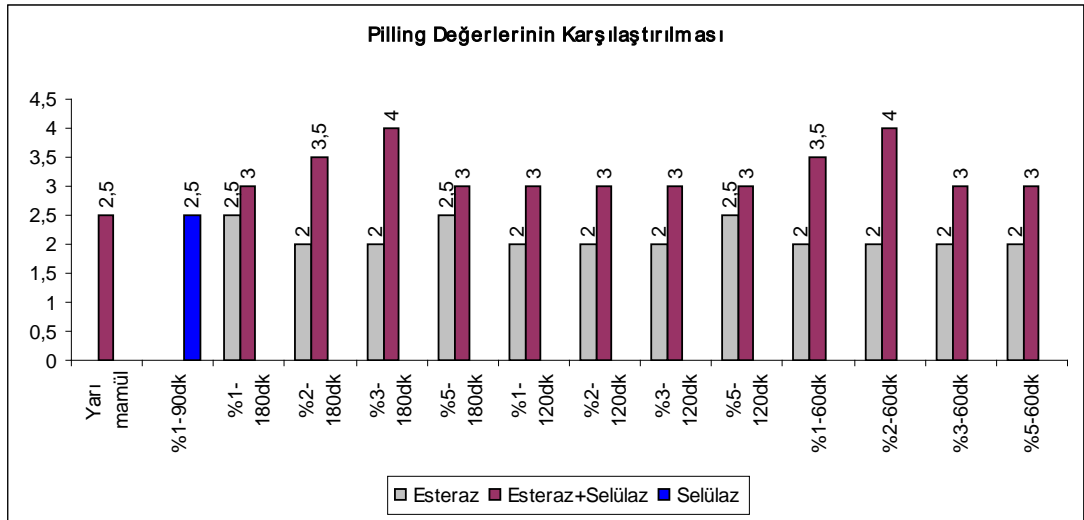
Şekil 3.77 Üç İplik Futter PET/Co kumaş patlama mukavemeti değerlerinin karşılaştırılması

Sadece esteraz enzimi ile işlem gören kumaşlarda, enzimatik işlem görmemiş kumaşlara göre % 1,8'lük patlama mukavemetinde düşüş olduğu; esteraz+selülaz enzimi ile işlem gören kumaşlarda ise patlama mukavemetinde %1,2'lik düşüş olduğu gözlenmiştir.

Esteraz enzimi ile işlem gören 30/1 PET/Pamuk kumaş ve üç iplik Futter PET/pamuk kumaş birlikte değerlendirildiğinde esteraz enziminin kumaşların mukavemetini çok az oranda düşürdüğü 30/1 PET/Pamuk kumaşta bu kaybın biraz daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

3.3.3 Boncuklanma Testi

Şekil 3.78'de 30/1 PET/Co kumaşların esteraz ve selülaz enzimleriyle işlem öncesi ve sonrası boncuklanma değerleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

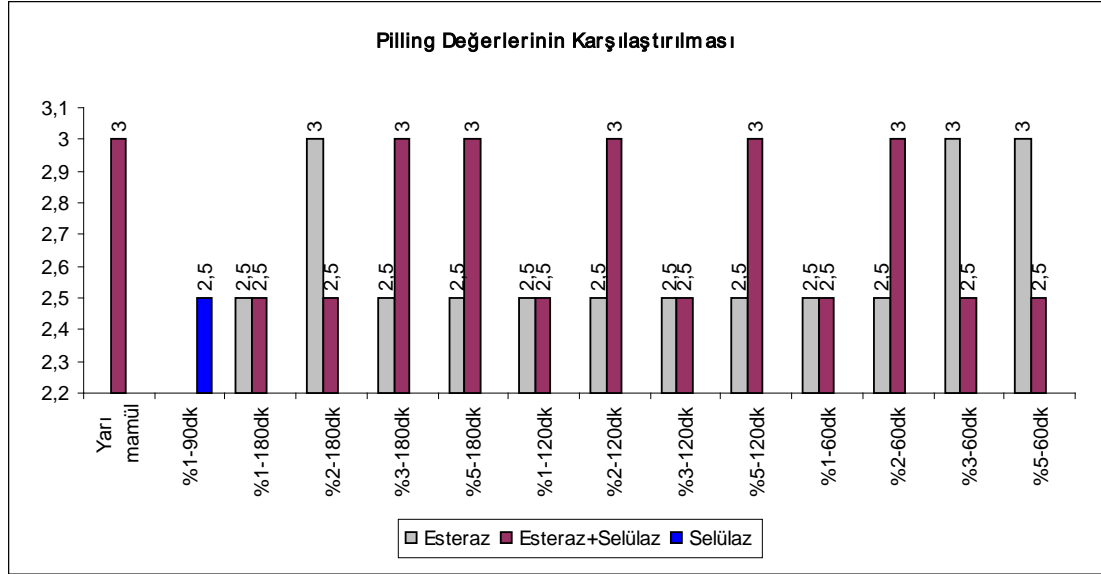


Şekil 3.78 30/1 Poliester/Pamuk kumaşın boncuklanma değerlerinin karşılaştırılması

Sadece esteraz enzimi ile işlem gören kumaşlarda, enzimatik işlem görmemiş kumaşlara göre boncuklanma değerleri açısından etkisinin olmadığı, esteraz +selülaz enzimi ile işlem gören kumaşlarda ise %30 iyileşme olduğu gözlenmiştir.

Şekil 3.79'da üç iplik Futter PET/Co kumaşların esteraz ve selülaz enzimleriyle

işlem öncesi ve sonrası boncuklanma değerleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 3.79 Üç İplik Futter PET/Co kumaş boncuklanma değerlerinin karşılaştırılması

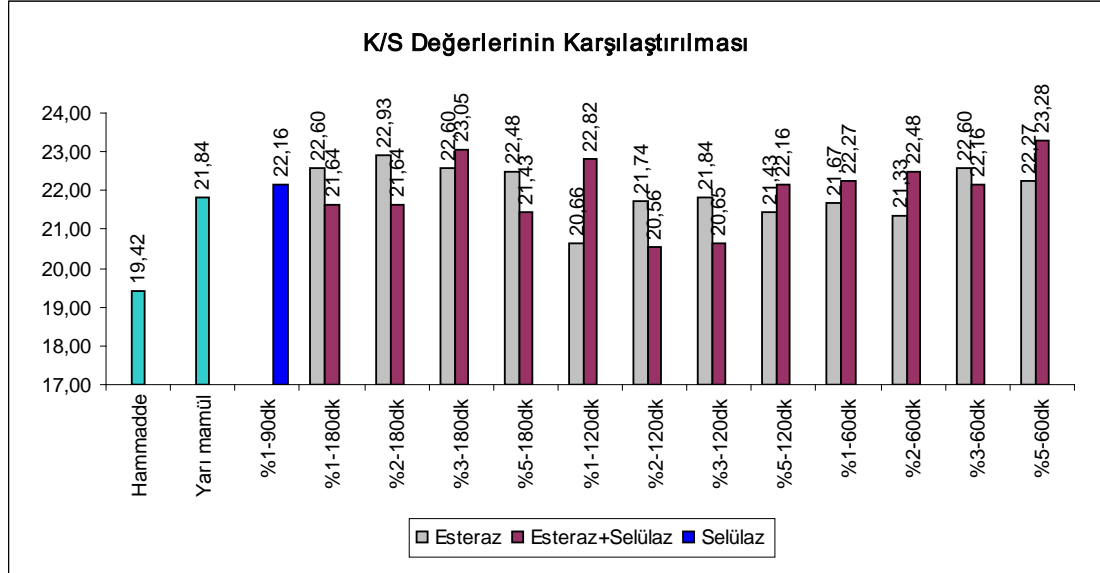
Sadece esteraz enzimi ile işlem gören kumaşlarda, enzimatik işlem görmemiş kumaşlara göre esteraz enziminin boncuklanma değerlerine etkisinin olmadığı, esteraz +selülaz enzimi ile işlem gören kumaşların da boncuklanma değerlerinde iyileşme sağlamadığı gözlenmiştir.

Esteraz enzimiyle işlem sonrası Üç iplik Futter kumaşta %12,5 gibi genel ortalama boncuklanma değerlerinde gerileme, 30/1 PET/pamuk kumaşta ise % 15 gibi genel ortalama gerileme gözlenmiştir. Üç iplik Futter de boncuklanma değerleri genel ortalama, 30/1 PET/pamuk kumaşa göre daha iyi olduğu gözlenmiştir.

3.3.4 Renk Verimi (K/S)

Boyama sonrası 560 nm maksimum absorpsiyon dalga boyunda ölçülen K/S değerleri ölçülüp değerlendirilmiştir. Esteraz enzimleriyle ön işlem sonrası yapılan boyamalar sonucu renk verimliliğine ortalama çok az miktarda % 0.7 olumlu etkisi olduğu, yine esteraz+selülaz enzimi ile işlem yapıldığında renk verimliliğine

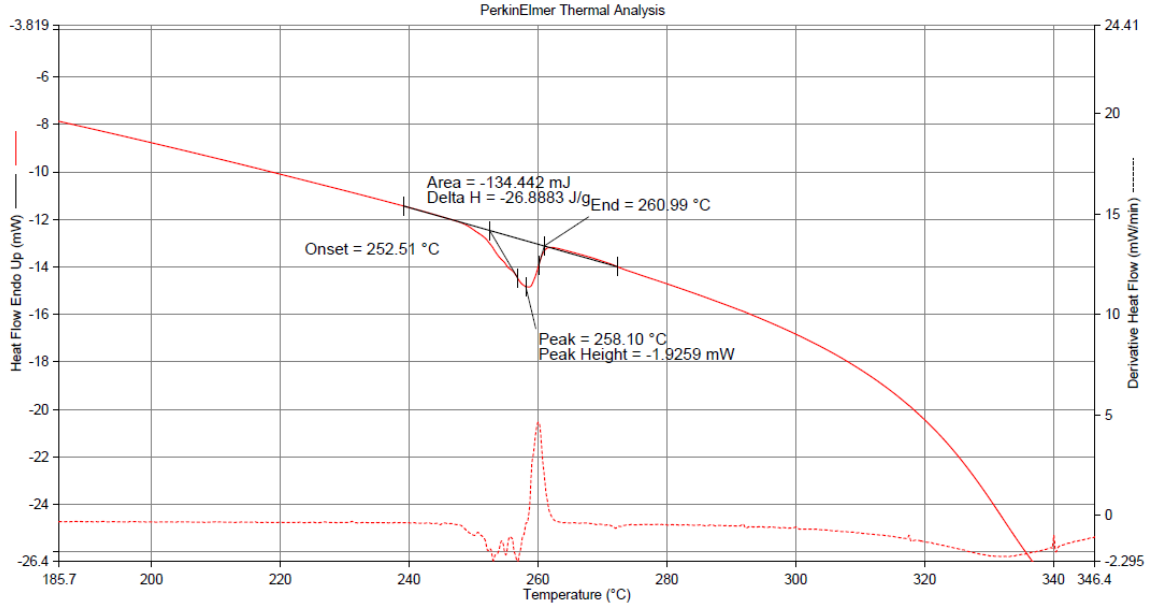
ortalamada % 0.7 olumlu etkisinin olduğu gözlenmiştir. Özellikle uzun işlem süreli esteraz enzimiyle yapılan işlemlerde renk verimine olumlu etkisi daha fazla olabileceği gözlenmiştir (Şekil 3.80).



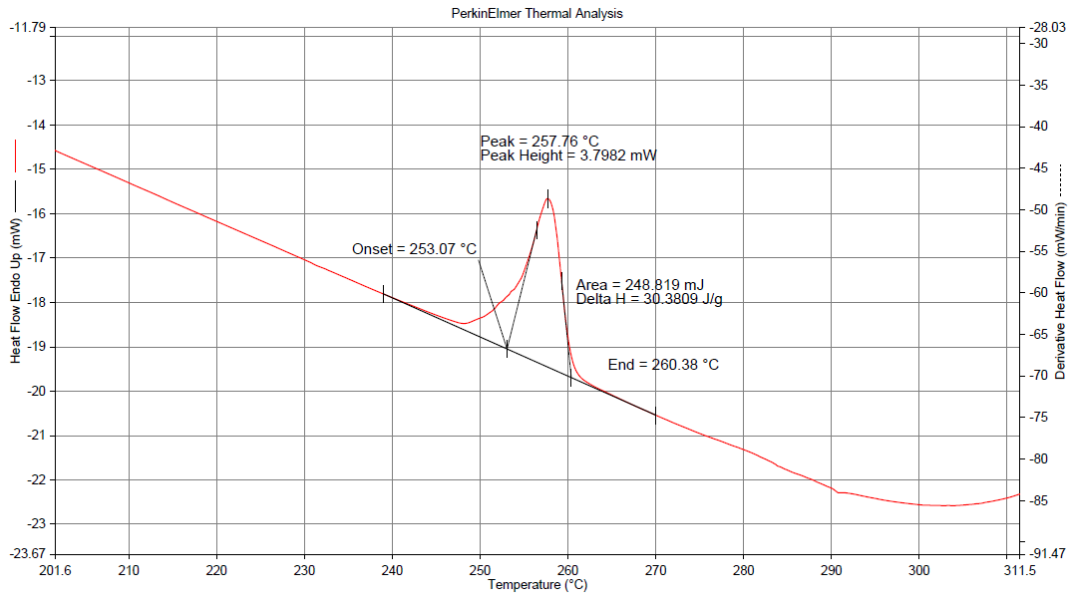
Şekil 3.80 30/1 PET/Co kumaş boyama sonrası K/S değerlerinin karşılaştırılması

3.3.5 DSC Analizi

Üç iplik futter PES/Co kumaşa yapılan esteraz enzimi ile işlem gören ve görmeyen kumaşlara ait DSC analiz sonuçları Şekil 3.81 ve Şekil 3.82'de gözlenmektedir. Analizlerde de görüldüğü üzere enzimatik işlem öncesi ve sonrası kumaşların erime noktalarında farklılık gözlenmemiştir.



Şekil 3.81 Enzimatik işlem görmeyen üç iplik futter kumaşın erime noktası analizi



Şekil 3.82 Enzimatik işlem gören üç iplik futter kumaşın erime noktası analizi

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada %100 pamuk, %100 viskoz, %100 modal, pamuk/viskoz, pamuk/modal ve pamuk/elastan karışımli örme kumaşlara ticari selüloz enzimleri ve bu çalışma kapsamında yeni üretilecek olan selüloz enzimi ile biyoparlatma işlemleri uygulamaları yapılmış ve sıcaklık, pH, makine devri, flote oranı parametreleri sabit tutularak enzim konsantrasyonu ve süre gibi faktörler farklı seviyelerde incelenmiştir. Bununla birlikte pamuk/poliester karışımları için yeni bir enzimatik işlem yöntemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu yöntemde selüloz enzimi ile birlikte poliester (PET) liflerinin degradasyonunda kullanılan esteraz enzimlerinden de yararlanılmıştır. Bir diğer çalışma ise yağ lekelerinin enzimatik işlemlerle uzaklaştırılması amacıyla klasik olarak kullanılan kimyasal içerikli yağ sökücüler yerine lipaz enzimlerinden yararlanılarak yağ sökme işlemi için alternatif ve ekolojik bir proses geliştirmektedir.

Sonuçlar, enzimatik işleme bağımlı mekanik dayanımdaki değişimin tespiti için patlama mukavemeti testi, boncuklanma eğilimlerindeki değişimlerin tespiti için boncuklanma testi, yüzey özelliklerinin görülebilmesi amacıyla SEM ve enzimatik işlem sonrası kumaşların bağ yapısına ilişkin değişimlerin incelenebilmesi amacıyla FTIR analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm test ve analizlerin sonuçları Minitab® adlı istatistiksel yazılım programı yardımıyla istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Tüm bu denemeler ve değerlendirmeler sonucunda optimum enzimatik işlem koşullarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan denemeler sonucu ticari enzimler kullanılarak optimum çalışma koşulları belirlenmiş olup uygun çalışma koşulları sağlandığında pamuk ve rejenere selüloz liflerinin boncuklanma eğiliminin selüloz enzimleri kullanıldığında düştüğü tespit edilmiştir. Tüm parametreler göz önüne alındığında ve özellikle boncuklanma değerleri ve patlama mukavemetleri birliktede ele alındığında optimum deney koşulları; Vezsym PIL 328 enzimi %1 konsantrasyon ve 90 dakika süre ile

çalışıldığında, Lauzym RVL enzimi ile %1 konsantrasyon ve 60 dakika süre ile çalışıldığında, deneysel enzimle ise %2 konsantrasyon ve 60 dakika süre ile çalışıldığında ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Ticari enzimlerin yanı sıra Ege Üniversitesi Biyokimya Bölümü Biyoteknoloji laboratuvarında üretilen selüloz enzimiyle de laboratuvar şartlarında bile ticari enzimlerle elde edilen sonuçlara ulaşılabilir hatta bazı kumaş tipleri için geliştirilmiş özellikler sağlıyor olması, üretilen deneysel enzimin her hangi bir mediatör içermemesi, ülkemizde uygun ortamların oluşturulması halinde enzim üretiminin yapılabilmesi ve çok daha iyi değerlere ulaşılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Klasik yağ sökücülerin yanı sıra kullanılan lipaz enzimleriyle yapılan çalışmalarda lipaz enzimlerinin yağ sökme işlemlerinde olumlu sonuçlar vermesi lipaz enzimlerinin yağ sökme proseslerinde kullanılabilmesini göstermiştir.

Esteraz enzimleriyle işlem yapılan pamuk/poliester kumaşlarda esteraz enzimlerinin boncuklanma değerlerine etkisi olmamasına rağmen renk verimine dolayısıyla boya alımına olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Ankeny, M., (2002). Single- bath dyeing and biyo-polishing, *AATCC Review*, 13-19.
- Aniş, P., (1998). *Tekstil ön terbiyesi*, Alfa Basın Yayın Dağıtım, Ltd. Şti. 204 s.
- Aehle, W., (2007). *Enzymes in industry*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 517 s.
- Ahamed, A., & Vermette, P., (2008). Culture-based strategies to enhance cellulase enzyme production from *Trichoderma reesei* RUT-C30 in bioreactor culture conditions, *Biochemical Engineering Journal*, 40 ,399-407.
- Akin, D.E., Rigsby L.L., & Morrison, W.H., (2004). Oil Red as a histochemical stain for natural fibers and plant cuticle, *Industrial Crops and Products*, 19, 119–124.
- Alisch, M., Feuerhack, A., Müller, H., Mensak, B., Andreaus, J., & Zimmermann, W., (2004). Biocatalytic modification of polyethylene terephthalate fibres by esterases from *Actinomyces Isolates*, *Biocatalysis and Biotransformation*, 22 (5/6), 347-351.
- Asferg, L.O., Videbaek, T., (1990). Softening and polishing of cotton fabrics by cellulase treatment, *International Textile Bulletin*, 2.
- Bahtiyari, M.İ., Duran, K., Körlü, A.E., Perinçek, S., (2010). Usage of commercial cellulases in biyopolishing of viscose fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 57-64.
- Bornscheuer, U. T., Kazlauskas, R.J, (2006). *Hydrolases in organic synthesis*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 368 p.

- Buschler-Diller,G., Traore,M.K., (1998). Influence of direct end reactive dyes on the enzymatic hydrolysis of cotton, *Textile Research Journal*, 68, 3, 185-192.
- Buschle-Diller,G., Zeronian,H., (1994). Enzymatic and acid hydrolysis of cotton cellulase after slack and tension mercerization, *Textile Chemist and Colorist* , 26, 17-24
- Carr, C.M., (1995). *Chemistry of the textiles industry*, Chapman & Hall, 361 p.
- Cavaco-Paulo, A., Almeida, L., (1996). Cellulase activities and finishing effects, *Textile Chemist and Colorist*, 28, 28-32.
- Cavaco- Paulo, A., Almeida, L., & Bishop, D., (1998). Hydrolyses of cotton cellulose by engineered cellulases from *Trichoderma reesi*, *Textile Research Journal*, 68,273-280.
- Cavaco- Paulo A., Gübitz, G., (2003). *Textile processing with enzymes* , Woodhead Publishing Ltd, 231 p.
- Choe, E.K., Park, S.Y., Cha H.C., Jean, B.D., (1997). Effects of pre-ekzisting dyes and fabric type on cellulase treatment of cotton fabrics, *Textile Research Journal*, 67, 155-162,
- Ciechanska, D., Struszczyk, H., Miettinen- Oinonen, A., & Strobin, G., (2002) Enzymatic treatment of viscose fibres based woven fabric, *Fibres and Textiles in Eastern Europe October 2002*.
- Ciechanska, D., Kazimierczak, J., (2006). Enzymatic treatment of fibers from regenerated cellulose, *Fibre &Textiles in Eastern Europe*, 14,1, 55, 92-95.
- Dayıoğlu H., Karakaş H., (2007). *Elyaf bilgisi*, Ajans Plaza Tanıtım ve İletişim Hizmetleri A.Ş. , 185 s.

- Duran , K., Ayaz, Ö.Y., (1999). Selülazların rejenere selüloz liflerinde kullanımıyla alternatif terbiye prosesleri, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 5, 390-395.
- Duran , K., Ayaz, Ö.Y., (2000). Selülazların rejenere selüloz liflerinde kullanımıyla alternatif terbiye prosesleri, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1-2, 34-38.
- Duran, K., Bahtiyari, M.İ., Perinçek, S.D., Seven İ., (2011). *Tekstil terbiyesinde enzim kullanımı*, Ders Notları.
- Duran, K., (2001). *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir 306s.
- Ekmekçi, A., Duran, K., (2001). Pamuklu kumaşlarda tüylenme sorunu ve önleme çareleri, 8. *Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu*, Bursa, 1-18.
- Ekmekçi, A., Özgüney, A., Duran, K., 2004, Pamuklu kumaşlarda biyoparlatmanın reaktif baskıya etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 13-15.
- Erdem, N., (2004). *Kimyasal ve sentetik lifler*, Ders Notları
- Fischer-Colbrie, G., Heumann, S., Liebminger, S., Almansa, E., Cavaco-Paulo, A., Guebitz, G.M., (2004). New enzymes with potential for PET surface modification, *Biocatalysis and Biotransformation*, 22, 341-346.
- Fischer-Colbrie, G., Heumann, S., Guebitz, G., (2006). Enzymes for polymer surface modification, *Modified Fibers with Medical and Specialty Applications-Springer-,Netherlands, 181-189*
- Gordon, S., Hsieh, Y-L., (2007). *Cotton: Science and technology*, Woodhead Publishing Limited, 569 p.

- Guebitz, G.M., Cavaco-Paulo, A., (2007). Enzymes go big: surface hydrolysis and functionalisation of synthetic polymers, *Elsevier Ltd*, Available online 26 November 2007.
- Harmancıoğlu, M., (1981). *Rejenere ve sentetik lifler*, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir 399 s.
- Hao, L., Wang, R., Liu, J., Liu, R., (2012). The adsorptive and hydrolytic performance of cellulase on cationised cotton, *Carbohydrate Polymers*, 89, 171-176
- Hebeish, A., Hashem, M., Shaker, N., Ramadan, M., El-Sadek, B., Hady, M.A., (2009). Effect of post- and pre- crosslinking of cotton fabrics on the efficiency of biofinishing with cellulase enzyme, *Carbohydrate Polymers*, 78, 953-960.
- Hemmpel, W.H., (1991). The surface modification of woven and knitted cellulose fibre fabrics by enzymatic degradation, *International Textile Bulletin*, 3, 5-13.
- İbrahim,N.A., Allam, E., Morsy, M.S., El-Zairy, M.R., Hassan, T.M, (2000). Biofinishing of pre-dyed cotton fabrics, *Colourage*, 4, 29-35
- İbrahim,N.A., EL-Badry, K., Eid, B.M, Hassan, T.M., (2010). A new approach for biofinishing of cellulose-containing fabrics using acid cellulaseses, *Carbohydrate Polymers*, 83, 116-121
- İbrahim, N.A., Fahmy,H.M., Hassan, T.M., Mohamed, Z.E., (2005). Effect of cellulase treatment on the extent of post- finishing and dyeing of cotton fabrics, *Journal of Materials Processing Technology*, 160, 99-106.

- Jevsnik, S., Stjepanovic, Z., Heikinheimo, L., Gotlih, K., (2010). Effect enzyme treatments on interlock knitted fabric, *International Journal of Clothing and Technology*, 23, No:1, 61-73.
- Kahraman, B., (2006). *Örme kumaşlarda boncuklanma nedenlerinin incelenmesi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Karadağ, Ç. (2005). *Viskon, modal ve lyocel liflerinin reaktif boyarmaddelerle boyanmalarının Optimizasyonu*, Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi
- Kardas, I., Lipp-Symonowicz, B., Sztajnowski, S., (2009). Comparison of the effect of PET fibres' surface modification using enzymes and chemical substances with respect to changes in mechanical properties, *Fibres and Textiles In Eastern Europe*, 17, No:4, 93-97.
- Kayseri, G.Ö., Bozdoğan, F., Hes, L., (2010). Performance properties of regenerated cellulose fibers, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 208-212
- Kayseri, G.Ö., Kırtay E., (2011). Farklı ölçüm yöntemleri ile kumaş boncuklanma eğilimin değerlendirilmesi, *Tekstil ve Mühendis*, yıl 18, sayı 84, 27-31
- Kao, H., Ueda, M., Wakida, T., Yoshimura, Y., Igarashi, T., (1994), Cellulase treatment of cotton fabrics, *Textile Research Journal*, 64, 2, 70-74.
- Kim, H.R, Song, W.S., (2009). Lipase treatment to improve hydrophilicity of polyester fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 22 (1), 25-34.
- Körlü, A.E., Duran, K., Bahtiyari, İ., Perinçek, S., (2008). Selüloz enziminin selülozik esaslı kumaşlar üzerine etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 35-41.

- Körlü, A.E., Taralp, A., Duran, K., Sezerman, U., Bayram, G., Bahtiyari, İ., 2005, Effect of Crosslinked and Commercial cellulases on Bio-Polishing of Viscose Based Knitted Fabrics, *5th World Textile conference AUTEX*, Portoroz, Slovenia
- Kumar, A., Yoon, M.Y., Purtell, C., (1997). Optimizing the use of cellulase enzymes in finishing cellulosic fabrics, *Textile Chemist and Colorist*, 4, 37-42.
- Lewin, M., (2006). *Cotton and Fiber Chemistry*, Taylor & Francis Group, LLC. 170p.
- Lewin, M., (2007). *Handbook of Fiber Chemistry*, Taylor & Francis Group, LLC. 170p.
- Liu, J., Oto, E., Lange, N.K., Husain, P., Condon, B., (1998). Biyo-polishing of cotton knit: From multicomponent cellulase complex to mono-component, *AATCC International Conference*, Philadelphia, 445-453.
- Liu, J., Otto, E., Lange, N., Husain, P., Condon, B., Lund, H., (2000). Selecting cellulases for biyo-polishing based on enzyme selectivity and process conditions, *Textile Chemist and Colorists & American Dyestuff Reporter*, 32, 5, 30-36.
- Matama, T., Vaz, F., Gübitz, G.M, Cavaco-Paulo, A., (2006). The effect additives and mechanical agitation in surface modification of acrylic fibres by cutinase and esterase, *Biotechnology Journal*, 1, 842-849
- Mavruz, S., Oğulata, R.T., (2001). Tekstil terbiyesinde biyoparlatma uygulamaları ve pamuklu örme kumaşların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi, *Tekstil ve Mühendis*, yıl 14, sayı 66, 15-22.
- Mavruz, S., Oğulata, R.T., (2009). Biyoparlatma uygulanmış örme kumaşlara tekrarlı (çoklu) yıkamaların etkisinin incelenmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 224- 230.

- Menceloglu, Y.Z., Kontart,O.,Yarbaş,T., (1999). Pamuklu ürünlerde çevreci bitim işlemleri: Enzimler, *1. Ulusal Çukurova Kongresi*, Ç.Ü. Adana, 503-512
- Novel, T.P., Zeronian,S.H., (1984). *Cellulase Chemistry and Its Applications*, Ellis Horwood Limited , England, 552p.
- Nithya, E., Radhai, R., Rajendran, R., Shalini, S., Rajendran, V., Jayakumar, S., (2010). Synergetic effect of DC air plasma and cellulase enzyme teratment on the hydrophilicity of cotton fabric, *Carbonhydrate Polymers*, 83, 1652-1658
- Oinonen, A.M., Heikinheimo, L., Buchert, J., Margado, J., Almeida, L., Ojapalo, P., Cavaco-Paulo, A., (2001). The role of *Trichoderma reesi* cellulases in cotton finishing, *AATCC Review*, 1, 33-35.
- Örtlek, H. G., Yolaçan, G., Bilget, Ö., Bilgin, S., (2010). Effects of enzymatic treatment on the performance of knitted fabrics made from different yarn types, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 115-119.
- Özdil, N., Özdoğan, E., Öktem , T., (2003). Effects of enzymatic treatment on various spun yarn fabrics, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 11 , No 4.
- Özgüney, A.T., Ekmekçi, A., Duran, K., (2004). Pamuklu kumaşlarda biyoparlatmanın boyama ve baskı işlemlerine etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 47-50.
- Öztürk, S., (1994). *Pamuklu kumaşlarda biyo-parlatma*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Müh. Bitirme ödevi, Bornova-İzmir, 45
- Pedersen, G.L., Screws, G.A., Cedroni, D.M., (1993). Biyopolishing von cellulosextextilen, *Melliand Textilberichte*, 12, 1277-1280

- Pere, J., Puolakka, A., Nousiainen, P., Buchert, J., (2001) Action of purified *Trichoderma reesei* cellulases on cotton fibers and yarns, *Journal of Biotechnology*, 89, 247-235.
- Ramkumar, S.S., (2002). Frictional characterization of enzyme-treated fabrics, *AATCC Review*, 11, 24-27.
- Rossner, N., (1995). Enzyme in der baumwoll-vorbehandlung, *Textilveredlung*, 30, 82-88
- Rousselle, M., Howley, P.S., (1998). Use of molecular weight measurements to assess the effects of cellulase treatment on cotton fabrics, *Colourage Annual*, 153-159.
- Sarıışık, M., 2001, *Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzimler*, ISBN 975-441-183-2, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 286, 190 s.
- Sarkar, A.K., Etters, J.N., (2001). Kinetics of the enzymatic hydrolysis of cellulose, *AATCC Review*, 3, 48-52.
- Schindler, W.D, Hauser, P.J., (2004) *Chemical Finishing of Textiles*, Woodhead Publishing Ltd., 224 s.
- Seventekin, N., (2004). *Tekstil kimyası*, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayınları, İzmir, 110 s.
- Snyder, L.G., (1997). Improving the quality of 100% cotton knit fabrics by defuzzing with singeing and cellulase enzymes, *Textile Chemist and Colorist*, 6, 27-31.
- Tarakçıoğlu I.,(1986). *Tekstil terbiyesi ve makinaları cilt 3, Poliester liflerinin üretimi ve terbiyesi*, Aracılar Matbaacılık Reprodüksiyon A.Ş. 1986, 554 s.

- Traore, M.K. ve Buschle- Diller, G., (1999). Influence of wetting agents and agitation on enzymatic hydrolysis of cotton, *AATCC Review*, 12, 51-56.
- Tyndall, M., (1992). Improving the softness and surface appearance of cotton fabric and garments by treatment with cellulase enzymes, *AATCC Review*, 24, 6, 23-26.
- Vertommen, M.A.M.E., Nierstrasz, V.A., van der Veer, M., Warmoeskerken, M.M.C.G., (2005). Enzymatic surface modification of poly(ethylene terephthalate), *Journal of Biotechnology*, 120, 376-386
- Wakelyn, P.J., Bertoniere, N.R, French, A.D., Thibodeaux, D.P., Triplett, B.A, Rousselle, M.A, Goynes, Jr.W.R., Edwards, J.W., Hunter, L. McAlister, D.D, Gamble, G.R, (2007). *Cotton fiber chemistry and technology*, Taylor & Francis Group LLC, 162s.
- Wang, Q., Fan, X., Gao, W., Chen, J., (2006). Characterization of bioscoured cotton fabrics using FTIR ATR spectroscopy and microscopy techniques, *Elsevier Ltd, Carbohydrate Research*, 341, 2170-2175
- Yahmanev, V.G., Blanchard, E.J., Lambert, A.H., (1998). Study of the influence of ultrasound on enzymatic treatment of cotton fabric, *AATCC International Conference*, Philadelphia, 445-459
- Yazıcıoğlu, G., (1999). *Pamuk ve Diğer Bitkisel Lifler*, DEU Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 378 s.

EKLER**A-KISALTMALAR DİZİNİ**

Pamuk	Co
Lyocell	CLY
Modal Lifler	CMD
Viskoz	CV
Bakır	CUP
Poliester	PET
Optimum	OPT
Flotte Oranı	F.O.