ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alev ERENLER

BİYOENZİMLER VE BİYOENZİMLERİN ÖRME KUMAŞ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOENZİMLER VE BİYOENZİMLERİN ÖRME KUMAŞ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Alev ERENLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 10/ 07 / 2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA	Prof. Dr. Osman BABAARSLAN	Doç. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOENZİMLER VE BİYOENZİMLERİN ÖRME KUMAŞ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Alev ERENLER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Yıl : 2009, **Sayfa :** 100

Jüri : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Prof. Dr. Osman BABAARSLAN

Doç. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK

Bu tez çalışması kapsamında, son yıllarda tekstil terbiyesinde konvansiyonel olarak antipilling amaçlı boyama öncesi uygulanan biyo-parlatma işlemi incelenmiş, prosesin boyama sonrası uygulanması durumunda kumaşın çeşitli performans kriterleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada, boyama sonrası yapılan enzim uygulamasında enzim konsantrasyonun ve yapısının, kumaş renk tonunun ve viskon elyaf varlığının, kumaşın pilling, haslık ve CIELab değerlerine etkisi araştırılmıştır.

Bu amaçla çalışmada, %100 pamuk ve %75-25 Pamuk-Viskon karışımlı örme kumaşlar kullanılmıştır. Her iki kumaş işletme şartlarında aynı rengin açık ve koyu tonu olmak üzere boyanmıştır. Boyama sonrasında kumaşlara laboratuar şartlarında, 3 farklı kimyasal yapıda (standart selülaz, modifiye selülaz ve endo-enriched selülaz) selülaz enzimi, 4 farklı konsantrasyonda uygulanmıştır. Enzim prosesi öncesinde ve sonrasında kumaşlara renk ölçümü, haslık (ter haslığı, yıkama haslığı, sürtünme haslığı ve ışık haslığı) ve pilling testleri yapılmıştır. Kumaş tipine bağlı olarak hangi enzim ve çalışma şartının uygun olduğu test sonuçları irdelenerek tespit edilmeye çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlar Design Expert paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Biyoparlatma, Selülaz Enzimi, Örme Kumaş, Selüloz, Viskon

ABSTRACT

MsC THESIS

BIOENZYMES AND THE EFFECTS OF BIOENZYMES ON PROPERTIES OF KNITTED FABRICS

Alev ERENLER

DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING

INSTITUTE OF NATUREL AND APPLIED SECIENCE

UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Year : 2009, **Page :** 100

Jury : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Prof. Dr. Osman BABAARSLAN

Associate. Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK

In this thesis, bio-polishing, which is one of the most recent and conventionally used method of pretreatment for anti pilling in textile finishing, and its effects on quality of various performance properties of fabrics when applied after dyeing were reviewed.

In the study, the influences of enzyme application on the color characteristics, pilling degrees, fastness and CIELab color values of knitted fabrics have been analyzed regarding the concentration and chemical structure of enzyme, tone of color and viscone fiber contents of the fabrics.

For this aim in the research, %100 cotton and %75-25 Cotton-Viscone (cotton fiber is same in two fabrics) knitted fabrics were used. Both samples were dyed into two different tones (dark and light tone) of the same colour at current industry conditions. After dyeing, cellulase enzymes in 3 different chemical structure (standard, modify and endo-enriched cellulase) and 4 different concentration were applied to the samples at the laboratory conditions. Before and after enzyme applications, color measuring, color fastness and pilling tests were applied in order to determine the most suitable type of enzyme regarding the anti pilling characteristics and effects on the color of fabrics.

The results were evaluated by statistical analyse by the aid of pilling test, CIELab color coordinates and fastness values.

Key words : Biopolishing, Cellulase Enzyme, Knitted Fabric, Cellulose, Viscose

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince akademik bakış açısıyla desteğini esirgemeyen, tezin oluşumunda ve değerlendirilmesinde her türlü katkıda bulunan, değerli zamanını benimle paylaşan danışman hocam Sayın Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA'ya teşekkürü bir borç bilir, saygılar sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince her aşamada benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Onur BALCI'ya teşekkürü bir borç bilirim. Tezde kullanılan kumaşların ham olarak teminindeki yardımlarından dolayı İSKUR A.Ş işletme şefi Mehmet DOĞAN'a, ham kumaşların önterbiye işlemlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen sayın Muhsin CANPOLAT'a ve onun şahsında tüm Or-ze Tekstil A.Ş çalışanlarına, kumaşların boyanmasında yardımlarını esirgemeyen Tülin KAYA'ya ve onun şahsında tüm Selçuk Group Boya çalışanlarına, Adana METEM Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi hocalarına teşekkür ederim.

Tezde kullanılan kimyasal maddelerin temininde desteklerini esirgemeyen Setaş Kimya Bölge Müdürü Sayın İlkay TEZCAN'a, Setaş Kimya Adana Bölge Satış Sorumlusu Nurettin TALTEKİN'e ve Gemsan Ar&Ge ve Teknik Servis Sorumlusu Selen ESER'e teşekkür ederim.

Tezin analiz ve test kısımlarının yapılabilmesi için gerekli izni veren TÜBİTAK-ADANA ÜSAM Yönetim Kuruluna ve Merkez Müdür Vekili Huriser BALCI'ya teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca tezin yürütülmesinde emeği geçen hocalarım Arş.Gör. Halil ÖZDEMİR'e, Arş.Gör. Emel KAPLAN'a ve Arş. Gör. Serin MAVRUZ'a ve onların şahsında Ç.Ü Tekstil Mühendisliği bölümü akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca desteklerini yanımda hissettiğim ve bu çalışmam boyunca da gerek manevi ve gerekse fiili olarak desteklerini gördüğüm sevgili aileme, özellikle abim Emre ERENLER'e ve annem Tuncay ERENLER'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA NO**

ÖZ..... I

ABSTRACT..... II

TEŞEKKÜR..... III

İÇİNDEKİLER..... IV

ÇİZELGELER DİZİNİ..... VII

ŞEKİLLER DİZİNİ..... IX

1.GİRİŞ..... 1

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... 3

3.SELÜLOZİK LİFLER..... 9

3.1.Pamuk Lifi…..... 9

3.2.Viskon Lifi…..... 10

4.ÖRME KUMAŞLAR..... 12

4.1.Örme Kumaşların Genel Özellikleri..... 13

4.2.Temel Örgü Yapıları..... 13

5.ENZİMLER..... 19

5.1.Enzimlerin Özellikleri..... 20

5.2.Enzimlerin Yapısı..... 20

5.3.Enzimlerin Çalışma Mekanizması..... 22

5.4.Enzimlerin Çalışmasına ve Aktivitesine Etki Eden Faktörler..... 23

5.4.1.Enzim Konsantrasyonunun Etkisi..... 23

5.4.2.Substrat Konsantrasyonunun Etkisi..... 24

5.4.3.Ortam pH'ının Etkisi..... 24

5.4.4.Ortam Sıcaklığının Etkisi..... 25

5.4.5.Aktivatörlerin (Aktifleştiricilerin) Etkisi..... 26

5.4.6.İnhibitörlerin (Engelleyicilerin) Etkisi..... 26

5.4.7.Işık ve Diğer Fiziksel Etkenlerin Etkileri…..... 27

5.5.Enzim Aktivitesinin Düzenlenmesi..... 27

5.6.Enzim İmmobilizasyonu..... 27

5.7.Enzim Aktivasyonunun Tayini…..... 29

5.7.1.Çözülebilir Substratlar..... 29
5.7.2.Çözülemeyen Substratlar..... 30
5.8.Enzim Üretimi..... 31
6.TEKSTİL'DE ENZİM KULLANIMI..... 33
6.1.Tekstil Terbiyesinde Kullanılan Enzimler..... 35
6.1.1.Amilazlar..... 35
6.1.2.Katalazlar..... 35
6.1.3.Lakkazlar..... 36
6.1.4.Lipazlar..... 37
6.1.5.Pektinazlar..... 37
6.1.6.Peroksidazlar..... 37
6.1.7.Proteazlar..... 38
6.1.8.Selülazlar..... 38
6.2.Tekstil Terbiye Proseslerinde Enzimlerin Kullanımı…..... 39
6.2.1.Haşıl Sökme..... 39
6.2.2.Ağartma..... 39
6.2.3.Enzimatik Taş Yıkama..... 40
6.2.4.Enzimatik Kaynatma..... 40
6.2.5.Enzimatik Serisin Uzaklaştırma…..... 40
6.2.6.Biyo-Parlatma..... 41
7.BİYO-PARLATMA (BIOPOLISHING) İŞLEMİ…..... 42
8.RENK ve RENK ÖLÇÜMÜ 44
8.1.Renk, Renk Tayfı ve Elektromagnetik Spektrum 44
8.2.Rengin Sayısal olarak İfade Edilmesi..... 45
8.3.CIELab Renk Sistemi ve Renk Farkı Formulasyonları…..... 45
8.4.Renk Ölçümü ve Renk Ölçüm Cihazları..... 47
9.MATERYAL ve METOD..... 49
9.1.Kullanılan Materyaller..... 49
9.1.1.Kullanılan Kumaşların Özellikleri..... 49
9.1.2.Kullanılan Kimyasalların Özellikleri..... 50
9.2.Metod..... 50

9.2.1.Kumaşlara Uygulanan İşlemler……..... 50
9.2.2.Kumaşlara Uygulanan Testler..... 52
9.2.3.Renk Ölçümü..... 52
9.2.3.1.Pilling Testi..... 53
9.2.3.2.Yıkama Haslığı Testi..... 54
9.2.3.3.Sürtünme Haslığı Testi..... 55
9.2.3.4.Ter Haslığı Testi..... 56
9.2.3.5.Işık Haslığı Testi..... 57
10.ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME..... 58
10.1.Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi..... 58
10.1.1.CIELab Renk Farkı Sonuçları..... 58
10.1.2.Pilling Testi Sonuçları..... 61
10.1.3.Haslık Testleri Sonuçları..... 64
10.1.3.1.Yıkama Haslığı Sonuçları..... 64
10.1.3.2.Ter Haslığı Sonuçları..... 66
10.1.3.2.(1). Asidik Ter Haslığı Sonuçları..... 67
10.1.3.2.(2). Bazik Ter Haslığı Sonuçları..... 69
10.1.3.3.Sürtünme Haslığı Sonuçları..... 72
10.1.3.4.Işık Haslığı Sonuçları..... 74
10.2.Sonuçların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi..... 77
10.2.1.CIELab Renk Farkı Sonuçlarının Değerlendirilmesi…... 77
10.2.1.1.Varyans Analizi Tablosu..... 80
10.2.1.2.Modelin Doğruluğunun Kontrolü..... 83
10.2.2.Pilling Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi..... 86
10.2.2.1.Varyans Analizi Tablosu..... 89
10.2.2.2.Modelin Doğruluğunun Kontrolü..... 91
11.SONUÇLAR……. 93
KAYNAKLAR..... 96
ÖZGEÇMİŞ..... 100

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA NO**

Çizelge 6.1. Geliştirilen başlıca enzimatik Tekstil Aplikasyon Yöntemleri ve bunların ticari kullanımları..... 34
Çizelge 9.1. Çalışmada Kullanılan Kumaşların Konstüktif Özellikleri..... 49
Çizelge 9.2. Kasar Reçetesi..... 51
Çizelge 9.3. Boyama Reçeteleri..... 51
Çizelge 9.4. ISO 105-C06 standardına göre Yıkama Haslığı Deney Şartları 54
Çizelge 10.1. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri..... 59
Çizelge 10.2. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri..... 59
Çizelge 10.3. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri..... 60
Çizelge 10.4. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri..... 60
Çizelge 10.5. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Pilling Değerleri..... 62
Çizelge 10.6. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Pilling Değerleri..... 62
Çizelge 10.7. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Pilling Değerleri 63
Çizelge 10.8. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Pilling Değerleri 63
Çizelge 10.9. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri 64
Çizelge 10.10. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri 65
Çizelge 10.11. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri…….…… 65
Çizelge 10.12. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri…… 66
Çizelge 10.13. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri 67
Çizelge 10.14. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri 68
Çizelge 10.15. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri…….. 68
Çizelge 10.16. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri…….. 69

Çizelge 10.17. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri 70
Çizelge 10.18. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri 70
Çizelge 10.19. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri…….. 71
Çizelge 10.20. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri…….. 71
Çizelge 10.21. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri..... 72
Çizelge 10.22. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri..... 73
Çizelge 10.23. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri…….. 73
Çizelge 10.24. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri…….. 74
Çizelge 10.25. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçlar..... 75
Çizelge 10.26. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçlar..... 76
Çizelge 10.27. Pamuk-Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçları……. 76
Çizelge 10.28. Pamuk-Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçları……. 77
Çizelge 10.29. Varyans Analizi Uygulamasında Kullanılan Değişkenler……. 81
Çizelge 10.30. ΔL* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları..... 81
Çizelge 10.31. Δa* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları..... 81
Çizelge 10.32. Δb* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları..... 82
Çizelge 10.33. ΔC* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları..... 82
Çizelge 10.34. ΔE* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları..... 82
Çizelge 10.35. Varyans Analizi Uygulamasında Kullanılan Değişkenler……. 90
Çizelge 10.36. Pilling Değerlerinin Varyans Analizi Sonuçları..... 91

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA NO**

Şekil 3.1. Pamuk Lifinin Yapısı, S1: Birincil Çeper..... 9

Şekil 3.2. Selülozun Kimyasal Yapısı 10

Şekil 4.1. Örmeciliğin Sınıflandırılması..... 12

Şekil 4.2. Atkılı Örme..... 13

Şekil 4.3. Çözgülü Örme..... 13

Şekil 4.4. Atkılı Örmede Temel Örgü Yüzeyleri 14

Şekil 4.5. RL Süprem Örme kumaşın açık ilmek yapısı..... 15

Şekil 4.6. Ribana örme kumaşların açık ilmek yapısı..... 17

Şekil 4.7. İnterlok Örme Yüzeylerinin Açık İlmek Yapısı..... 17

Şekil 4.8. LL örme (haroşa) kumaşın açık ilmek yapısı..... 18

Şekil 5.1. Anahtar-Kilit Modeli..... 22

Şekil 5.2. İnduced-Fit Modeli…… 22

Şekil 5.3. Enzim Konsantrasyonu- Reaksiyon Hızı Grafiği..... 24

Şekil 5.4. Ortam pH'ının Enzim Aktivasyonuna Etkisi..... 25

Şekil 5.5. Sıcaklığın Enzim Aktivasyonuna Etkisi..... 26

Şekil 7.1. Selülaz'ın Kopardığı Selülozdaki Glikozidik Bağlar..... 42

Şekil 8.1. Elektromagnetik Spektrum..... 45

Şekil 8.2. 3 boyutlu CIELab Renk Uzayı..... 46

Şekil 9.1. Boyama Grafiği..... 51

Şekil 9.2. Enzim Prosesi..... 52

Şekil 9.3. Spektrofotometre..... 53

Şekil 9.4. Martindale Pilling Test Cihazı..... 54

Şekil 9.5. Gyrowash Yıkama ve Kuru Temizleme Haslığı Test Cihazı... 55

Şekil 9.6. Crokmetre..... 55

Şekil 10.1 Açık Ton kumaşlar için Δb^* değerleri..... 78

Şekil 10.2. Enzim Cinsi ve konsantrasyonun ΔE üzerine Etkisi..... 79

Şekil 10.3. Δb^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğrileri 83

Şekil 10.4. Δa^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğrileri 84

Şekil 10.5. ΔL^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğriler 84

Şekil 10.6. ΔC^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğriler 85

Şekil 10.7. ΔE için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğriler 85
Şekil 10.8. Biopolish 300 Enzimi Sonrası Pilling Değerleri 86
Şekil 10.9. 7000 devirde konsantrasyon ve enzim cinsinin Koyu Ton Kumaşlarda pilling üzerine etkisi..... 87
Şekil 10.10. Renk-Kumaş Cinsi-Enzim konsantrasyonu ilişkisi..... 88
Şekil 10.11. 7000 devirde konsantrasyon ve enzim cinsinin Açık Ton Kumaşlarda Pilling üzerine etkisi……..... 89
Şekil 10.12. Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğrileri..... 92

1. GİRİŞ

Türkiye'nin gelişmiş endüstri dallarından biri olan tekstil sektörü ihracatımızın lokomotifi durumundadır. Sektör içerisinde ise en fazla ihracat yapılan ürün grubu örme konfeksiyon olmaktadır. Yaklaşık 16 milyar dolar olarak gerçekleşen 2008 yılı hazırgiyim ve konfeksiyon ihracatına baktığımızda örme mamüllerin bu oranın %51'ini oluşturduğu görülmektedir [İstanbul Tekstil ve konfeksiyon İhracatçı Birlikleri, 2009].

Örme kumaşlar daha önceleri sadece iç giyimde kullanılırken, esnek olmaları, vücudu sarmaları, az buruşmaları ve rahatlık hissi vermeleri gibi bir takım özellikleri dolayısıyla günümüzde serbest zaman ve spor giyimde çeşitlenerek yaygınlaşmıştır. Örme kumaşlara olan talebin artmasıyla ve kullanım alanlarının iç giyimden dış giyime doğru kaymasıyla beraber örme kumaşların kalite parametrelerinde de artış olmuştur. Örme kumaş üretiminde kaliteye etki eden en önemli parametrelerden biri de boncuklanma yani pilling oluşumudur. Özellikle yumuşak bükümlü ipliklerle örülen pamuklu ve yünlü mamüllerde büyük sorun teşkil eden boncuklanma, çeşitli mekanik etkiler sonucunda ipliklerin içerisindeki kısa lif uçlarının kumaş yüzeyine çıkması ve daha sonra bu liflerin birbirlerine dolaşarak karmaşık lif demetleri oluşturması şeklinde tanımlanabilmektedir. Kumaş yüzeyinde oluşan boncuklanma dokuma kumaşlarda yakma işlemi uygulanarak, silikon yumuşatıcılar gibi yüzey aktif maddeler kullanılarak veya enzimatik prosesler yardımıyla giderilebilmekle birlikte bu yöntemlerden yakma işleminin kumaşı sarartma ve yüzey aktif maddelerin kullanımlarının ise kumaşın su emiciliğini azaltma risklerinden dolayı bu iki yöntem, örme kumaşlarda uygulanamamaktadır. Bu nedenle örme kumaşlarda antipilling özelliği kazandırmada ön terbiye aşamasında biyoparlatma işlemi uygulaması son yıllarda giderek yaygınlaşan bir uygulama olmaktadır. Selülozik liflerin biyoparlatma uygulamalarında selülaz enzimleri kullanılmaktadır. Ancak tekstil piyasasında biyoparlatma işleminde kullanılan çeşitli tiplerde çok sayıda selülaz enzimi bulunması tekstil terbiyecisinin yapmak istediği uygulama için en uygun ürünü seçebilmesini gittikçe zorlaştırmaktadır. Bu durum terbiyeciyi, işlemlerinde en uygun enzimi seçebilmesi için yoğun araştırmalara sevk etmektedir.

Bu çalışmada, sektörün önde gelen 3 firmasının ürettiği 3 farklı kimyasal yapıdaki selülaz enzimleri, 4 farklı konsantrasyonda, %100 Pamuk ve %75-25 Pamuk-Viskon karışımı kumaşlara uygulanmıştır. Çalışmada biyoparlatma işlemine farklı bir perspektifle bakılarak, enzim uygulaması piyasada yaygın olarak uygulanan ön terbiye aşamasında değil, aynı rengin iki farklı tonuna boyanmış kumaşlara boyama sonrası (apre aşamasında) enzim uygulaması yapılarak aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır:

- Enzim uygulaması boyama sonrasında yapıldığında kumaş rengi ve haslıkları üzerinde etkili midir?
- Eğer etkiliyse bu, kumaştaki elyaf karışımı ile ilişkili midir?
- Kumaşın rengi, dolayısıyla boyama reçetesinin içeriği ve kullanılan boyarmaddelerin derişimi (renk şiddeti) bu etkiyi nasıl değiştirmektedir?
- Uygulanan enzimin kimyasal yapısı renk ve haslıklar üzerinde etkili bir parametre midir?
- Uygulanan enzim konsantrasyonu renk ve haslıklar üzerinde etkili bir parametre midir?
- Eğer renk ve renk haslıkları yukarıdaki parametrelerden etkileniyorsa bu etki istatistiksel olarak anlamlı mıdır?
- Pilling oluşumu üzerinde, kumaş elyaf karışımı etkili midir?
- Kumaşın rengi, dolayısıyla boyama reçetesinin içeriği ve kullanılan boyarmaddelerin derişimi (renk şiddeti) pilling oluşumu üzerinde etkili midir?
- Uygulanan enzimin kimyasal yapısı, pilling oluşumu üzerinde etkili bir parametre midir?
- Uygulanan enzim konsantrasyonu pilling oluşumu üzerinde etkili bir parametre midir?
- Eğer pilling oluşumu yukarıdaki parametrelerden etkileniyorsa bu etki istatistiksel olarak anlamlı mıdır?

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Aşağıda Bioparlatma işleminin, kumaşların çeşitli özelliklerine etkisi konusunda literatürde yer alan bazı çalışmalar kısaca özetlenmiştir.

Sreenath, Shah, Gharia, Jeffries and Yang (1996) ; Çalışmada %20-80 jüt-pamuk karışımı kumaş kullanılmıştır. Çalışmada kumaşlara selülaz, pektinaz ve ksilanaz enzimleri teker teker ve farklı karışım konsantrasyon kombinasyonlarında uygulanmıştır. Her bir enzimin tek başına uygulamasında 3 farklı konsantrasyon (% 0.01-0.05-0.1) ve karışımlarda her bir enzim için 5 farklı konsantrasyon (0-0.025-0.05-0.1-0.2) kullanılarak 15 farklı kombinasyon elde edilmiştir. Selülaz enzimi olarak piyasada bulunan Denimax L, pektinaz enzimi olarak Pektinex (USP) ve ksilanaz enzimi olarak da VI-4 Xylanase ticari enzimleri kullanılmıştır. Kumaşa enzim uygulamaları 50°C'de, pH 7,0 ortamında 3 saat süreyle yapılmıştır. Flotte pH'ı sodyum fosfat tamponu ile ayarlanmıştır. Muamele sonrasında 3,5 dinitrosalisilik asit ile nötralizasyonun ardından musluk suyu ile yıkama yapılmıştır. İşlemlerin ardından elde edilen numunelerden enzim karışımı uygulanmış olan numunelerde polisakkarit indirgeme hareketleri, tüm numuneler üzerinde ise enzimatik parlatma özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak tek enzim uygulamalarında bütün konsantrasyonlarda en iyi enzimatik parlatma sonucunu Denimax L %0.1 konsantrasyonunda vermiştir. Enzimatik parlatma tek enzim uygulamalarına nazaran karışımlarda daha iyi çıkmakla birlikte en iyi özellik %0.05 ksilanaz, %0.05 pektinaz ve %0.005 selülaz enzim konsantrasyon karışımında elde edilmiştir.

Ayaz (2000) ; Haşıl sökme işlemi uygulanmış %100 Lyocell, %100 Viskon ve %70-30 Pes/ Modal karışımı, dokuma kumaşlara önce primer fibrilasyon daha sonra da enzimatik defibrilasyon işlemi (üç farklı yapıdaki enzim, üç farklı konsantrasyon ve üç farklı aplikasyon süresi ile) uygulanarak, uygulama sonrası alınan numuneler boyama işlemine tabi tutulmuştur. Primer fibrilasyon işlemi, optimal iplik fibrilasyonunu sağlamak amacıyla mekaniksel etkinin yanı sıra liflerin şişmesini artırmak amacıyla şişirme maddesi olarak alkali ilavesiyle gerçekleştirilmiştir. Ayrıca işlem esnasında flotteye kırık önleyici ilavesi yapılmıştır.

Muamele 90°C'de yapılmıştır. Enzimatik defibrilasyon adımında ise üç farklı yapıdaki selülaz enzimleri üç farklı konsantrasyon ve üç farklı aplikasyon süresinde uygulanmıştır. Uygulama pH 5 ve 55°C'de yapılmıştır. Ardından reaktif boyarmadde ile boyanan numunelerde yüzey modifikasyonu, beyazlık derecesi, pilling derecesi, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, eğilme dayanımı, hidrofillik derecesi, ağırlık kayıbı, remisyon değerlerinin ölçümü ve grileşme dercesi incelenmiştir.

Zadhoush, Khoddami ve Aghakhani (2001) ; Çalışmada biyoparlatma işleminin kaplama kumaşlardaki etkisi incelenmiştir. Araştırmada haşıl sökme, pişirme ve ağartma işlemleri uygulanmış %100 pamuklu dokuma kumaş kullanılmıştır. Kaplama işlemi öncesinde kumaşların bir kısmına işletme şartlarında makaslama ve yakma işlemlerinin ardından biyoparlatma işlemi uygulanmıştır. Diğer kısmına ise makaslama ve yakma işlemleri uygulanmadan sadece enzim uygulaması yapılmıştır. Her iki kısıma da enzim uygulaması % 2 selülaz enzimi (Primafast 100) ve pH 5'de 0.5 gr/lt non-iyonik ıslatıcı ilavesiyle 1:20 flotte oranında 50°C'de 20,40,80 ve 160 dakika olmak üzere 4 farklı aplikasyon süresinde yapılmıştır. Enzim uygulamalarının ardından enzim deaktivasyonu 1 g/lt Na_2CO_3 ile 1:20 flotte oranında 70°C'de 10 dk. muamele edilerek yapılmıştır. Deaktivasyon işleminden sonra numuneler sıcak ve soğuk yıkamanın ardından 105°C'de 4 saat kurutulmuştur. Enzim muamelesinin ardından tüm numunelere PVC kaplama yapılmıştır. Çalışmada görüntü analizi ve ağırlık kaybı incelenmiştir. Ağırlık kaybı enzim uygulaması öncesi ve sonrasında numune kumaşlar tartılarak hesaplanmıştır. Görüntü analizi ise kaplama kumaşın görüntüsünün mikroskopta 40 kat büyütülmesiyle yapılmıştır.

Akmaz (2001) ; Çalışmada selülozun selülaz enzimiyle hidrolizi ve bunun için gerekli olan önhidroliz çalışmaları yapılmıştır. Çalışmanın ilk kısmında selüloz 180, 190, 205, 220 ºC'lerde 1-6 saatlik sürelerde suyla hidroliz edilmiştir. daha sonra süzülerek sıvı kısmından ayrılmış olan kalıntı madde miktarlarından yararlanılarak selülozun su için reaksiyon hız sabitleri ve aktivasyon enerjisi değerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında ise 220ºC'de 4 saat süreyle su ile önhidrolizi gerçekleştirilen reaksiyon ürünleri kullanılarak 30,40,50,60ºC sıcaklıklarda 20 saate kadar süren tepkime süreleriyle çalışılmıştır.

Kontart ve Yarbaş (2001) ; Selülozik lif çeşidine uygun selülaz enzimi seçilmesi konusunda araştırma yapılmıştır. Araştırmada Gemsan firmasının, standart asit selülaz ve endo-aktivitesi artırılmış (endo-enriched) asit selülaz olmak üzere iki farklı kimyasal yapıdaki asit selülaz enzimleri kullanılmıştır. Çalışmada kumaş olarak %100 pamuk örgü, %100 viskon rayon dokuma ve %100 keten dokuma kumaşlar tercih edilmiştir. %100 pamuk örme kumaşa pH 5, 55°C'de 30 dk. ve 1/10 flotte oranında 1,5gr/lt, 2,0 gr/lt, 3,0 gr/lt, 4,0 gr/lt oranlarında Gempil TAP-100(standart asit selülaz) ve 1,95 gr/lt, 2,6 gr/lt, 3,9 gr/lt ve 5,2 gr/lt oranlarında da Gempil RFW (Endo-enriched asit selülaz) uygulanmıştır. Uygulamaların ardından numunelerde mukavemet kaybı ile pilling derecesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Aynı çalışma, 0,5 gr/lt, 1,0 gr/lt ve 1,5 gr/lt oranlarında TAP-100(standart asit selülaz) ve 0,65 gr/lt, 1,3 gr/lt ve 1,95 gr/lt oranlarında Gempil RFW (Endo-enriched asit selülaz) enzimleriyle %100 viskon kumaşa uygulanarak, kumaştaki mukavemet kaybı ile lif uzaklaştırma derecesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Benzer bir çalışma da %100 keten için aynı koşullarda 1/20 flotte oranında 1,0 gr/lt, 2,0 gr/lt, 3,0 gr/lt oranlarında Gempil TAP-100(standart asit selülaz) ve 1,3 gr/lt, 2,6 gr/lt, 3,9 gr/lt oranlarında Gempil RFW (Endo-enriched asit selülaz) enzimleriyle uygulanarak performans değerlendirmesi kumaş dolgunluğu ve dökümlülüğü ile mukavemet kaybı arasındaki ilişki incelenerek yapılmıştır.

Khoddami, Siavaghi, Ravandi ve Morshed (2002) ; Araştırmada farklı atkı iplikleriyle dokunmuş pamuklu kumaşların enzimatik hidrolizleri çalışılmıştır. 5 farklı iplik üretim sisteminde (karde, penye, open-end, air-jet ve core-spun) üretilmiş pamuklu atkı iplikleriyle düz dokunmuş 5 farklı kumaşa selülaz enzim hidrolizinin etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan kumaşların çözgü ipliğinde 26/1 tex lineer yoğunluklu %50-50 pamuk-polyester iplik kullanılmıştır. Ham kumaş; haşıl sökme, pişirme, ağartma işlemlerinin ardından Genecor firmasının Primafast 100 isimli selülaz enzimi ile muamele edilmiştir. Muamele sonucunda kumaşlardaki ağırlık kaybı, artaya çıkan glikoz miktarı ve atkı ipliklerinin kopma yükü ölçülerek karşılaştırılmıştır.

Alkış (2003) ; %100 Pamuklu ve %95/5 Pamuk/Lycra karışımı, farklı kumaş örgüsüne sahip toplam 11 çeşit örme kumaş öncelikle ağartma işlemine tabi tutulmuş

daha sonra bu kumaşlara piyasada bulunan üç firmanın selülaz enzimleri uygulanmıştır. Uygulamalar sırasında ağartma öncesi, ağartma sonrası ve enzim uygulaması sonrası kumaşlardan numuneler alınarak bu numunelere gramaj, boncuklanma ve patlama mukavemeti testleri uygulanarak kumaş performansları ve enzimlerin kumaşlar üzerindeki etkileri incelenerek piyasada en çok kullanılan üç enzim birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Özdil, Öktem ve Özdoğan (2004) ; %100 Pamuk 30 Ne penye, karde ve OE iplikler ile, %50 Viskon- %25 Pamuk ve %25 Modal karışımı iplikten üretilmiş süprem kumaşlara işletme şartlarında ön terbiye sonrası, boyama (reaktif b.m) sonrası ve hem ön terbiye hem de boyama sonrası olmak üzere üç farklı şekilde bioparlatma işlemi uygulanarak, enzimatik işlemlerin boncuklanma üzerine, kumaş mukavemeti üzerine, kumaş ağırlığına ve kumaş renk değişimine etkisi iplik eğirme sistemleri de göz önünde bulundurularak incelenmiştir.

Duran, Özgüney ve Ekmekçi (2004) ; Bu çalışmada aşındırma baskı işlemi uygulanmış kumaşın çeşitli özelliklerine biyoparlatma işleminin uygulanma aşamasının etkisi incelenmiştir. 30/1 Penye Süprem kumaşa işletme şartlarında yağ sökme, ağartma, bioparlatma, düz boyama ve aşındırma baskı işlemleri;

1-Yağ Sökme, Ağartma, Düz Boyama, Aşındırma Baskı

2-Bioparlatma,Yağ Sökme, Ağartma, Düz Boyama, Aşındırma Baskı

3-Yağ Sökme, Bioparlatma, Ağartma, Düz Boyama, Aşındırma Baskı

4-Yağ Sökme, Ağartma, Bioparlatma, Düz Boyama, Aşındırma Baskı

şeklinde dört farklı sıra ile uygulanarak Biyoparlatma işleminin ve uygulandığı adımın; boyanmış bölgedeki renk değerlerine, pilling derecesine, aşındırılan bölgelerdeki beyazlık derecesine ve DL değerine, patlama dayanımına ve sürtünme haslığına etkisi incelenmiştir.

Duran, Özgüney ve Ekmekçi (2004) ; Çalışmada baskı işlemi uygulanmış kumaşın çeşitli özelliklerine biyoparlatma işleminin uygulanma aşamasının etkisi incelenmiştir. 30/1 Penye Süprem kumaşa işletme şartlarında yağ sökme, ağartma, bioparlatma ve baskı işlemleri;

1-Yağ Sökme, Ağartma, Baskı

2-Bioparlatma,Yağ Sökme, Ağartma, Baskı

3-Yağ Sökme, Bioparlatma, Ağartma, Baskı

4-Yağ Sökme, Ağartma, Bioparlatma, Baskı

şeklinde dört farklı sıra ile uygulanarak bioparlatma işleminin ve uygulandığı adımın; renk değerlerine, pilling derecesine, patlama dayanımına, kontür netliğine ve sürtünme haslığına etkisi incelenmiştir.

Mccloskey ve Jump (2005) ; Çalışmalarında %100 polyester dokuma kumaşı iki farklı katinaz enzimi ile muamele etmişlerdir. Bu çalışma %100 polyester kumaşın biyoparlatma bitim işleminde katinazla muamele edilebileceğini ve polyester/pamuk karışımı kumaşın biyoparlatma bitim işleminde katinaz enzimiyle kombine halde selülaz enziminin de kullanılabileceğini göstermiştir.

Bahtiyari (2005) ; Çalışmada %100 Viskon'dan biri 1/1 bezayağı diğeri süprem örgü olan iki farklı kumaşa ağartma, antiperoksit ve durulama işlemleri sırasıyla uygulandıktan sonra elde edilen kumaş temel alınarak bioparlatma işlemleri uygulanmıştır. Çalışmada viskon kumaşların bioparlatma özelliklerini incelemek için üç farklı deney planı ayrı ayrı uygulanmıştır. I. Planda yukarıda belirtilen iki farklı kumaş tipine 8 adet farklı selülaz enzimi 2 farklı süre ve 3 farklı konsantrasyonda uygulandıktan sonra numunelerin bir kısmına 5 kez ev tipi yıkama işlemi uygulanarak elde edilen efektlerin kalıcılıkları incelenmiştir. II. Planda ise 8 adet selülaz enzimi hem tek başlarına hem de çapraz bağlama işlemine tabi tutulduktan sonra farklı sıcaklık ve pH'larda kumaşlara uygulanmıştır. III. Deney planında ise selülaz enzim uygulamalarının yanı sıra terbiye işlemleri de kombine edilerek kumaşlardaki pilling problemlerinin çözülmesine çalışılmıştır. Bu kısımda terbiye işlemi olarak pillinglenmeyi etkileyen iki temel işlem olan kostikleme ve reçine apre işlemleri uygulanmıştır. Kostikleme yapılan numuneler herhangi bir enzim uygulaması yapılmadan, reçine apre uygulanan numuneler ise melamin formaldehit esaslı bir reçine emdirildikten sonra enzimatik işleme tabi tutulduktan sonra değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirmede ise kopma mukavemeti ölçümü, patlama mukavemeti ölçümü, yüzey modifikasyonu, pilling derecesi tayini, ağırlık

kaybı tayini, aktivite tayini, bradfort protein tayini ve SDS-PAGE (SDS Polyacrylamıde Gel Electrophoresıs) yapılarak çalışma tamamlanmıştır.

Stewart (2005) ; Çalışmada %100 Pamuk, %100 tencel ve %60/40 Pamuk/Polyester dokusuz yüzey kumaşlara Cellosoft L enzimi ile biyo-parlatma işlemi uygulanmıştır. Deneylerde, enzim konsantrasyonu %0.5-1.0-1,5-2,0-2,5-3.0 ve aplikasyon süresi ise 30,60,90,120,150,180 dakika şeklinde değiştirilerek dokusuz yüzey kumaşlara enzim uygulaması yapılmıştır. Uygulama yapılan kumaşlarla birlikte enzimsiz kumaş da dikkate alınarak ağırlık değişimi, eğilme rijitliği, gerilme mukavemeti, yırtılma mukavemeti, sürtünme özellikleri, pilling testi, patlama mukavemeti, hava geçirgenliği, görüntü analizi, pamuk lif dispersiyonunun akışkanlığı ve lif mukavemet kararlılığı incelemeleri yapılmıştır.

Oğulata ve Mavruz (2008) ; Çalışmada 30/1 Ne pamuk ipliğinden üretilmiş süprem kumaşa işletme şartlarında, 3 farklı selülaz enzimi (Enpilase 2XL, Gempil 4L CONC ve Biopolish 300), 3 farklı konsantrasyonda (0,6-0,8-1,0) uygulandıktan sonra kumaşlara boyama ve apre işlemleri aynı koşullarda uygulanmıştır. Uygulamalar sonrasında kumaşlara gramaj testi, pilling testi, patlama mukavemeti, yüzey görünümü, yıkama haslığı, ter haslığı, tükürük haslığı ve sürtünme haslığı testleri yapılmıştır.

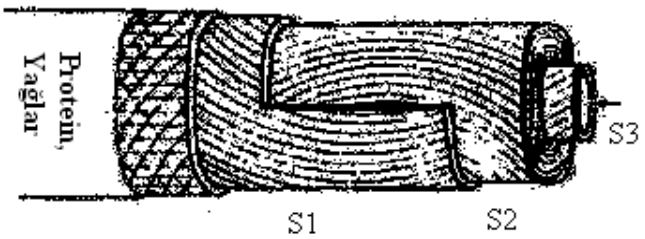
Duran, Ekmekçi, Bahtiyari ve Perinçek (2008) ; Çalışmada ağartılmış viskon ve pamuklu ribana kumaşlar kullanılmıştır. 55°C'de 60 dk. muamele edildikten sonra kumaşların bir kısmı 95°C'de 10 dk. muamele edilerek deaktivasyon işlemine tabi tutulmuştur. Kumaşların geri kalan kısmı ise deaktivasyon işlemine tabi tutulmadan 30, 60, 120, 240 dk, 1gün ve 1 hafta süre ile bekletilmiştir. Daha sonra numunelerde pillinglenme ölçümü, ağırlık kaybı ve mukavemet ölçümü yapılmıştır.

3. SELÜLOZİK LİFLER

3.1. Pamuk Lifi

Dünyadaki tüm tekstil lifleri içinde çok büyük öneme sahip olan pamuk elyafı, sahip olduğu özelliklerden dolayı özellikle giyim malzemesi olarak asırlardır değerini korumayı başarmıştır. Pamuk, Gossypium ailesine mensup pamuk bitkisinin tohumuna bağlı olarak bulunan doğal bir tek hücreli tohum lifidir. Pamuk, esas kimyasal yapısı selüloz olan en önemli bitkisel liftir. 5000 yılı askın bir süredir dünyada en yaygın kullanılan elyaftır (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

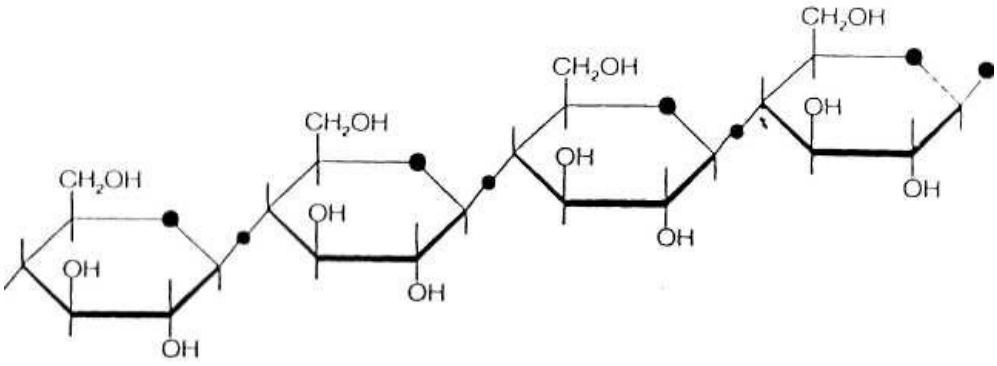
Pamuk hücresinin en dışında kutikül adı verilen yağ ve vakslardan oluşmuş ince bir tabaka vardır. Bunun hemen altında kalınlığı 200 nm (2×10^{-7} m) kadar olan ve selülozdan yapılmış fibrillerden oluşan hücre duvarı bulunmaktadır. Bu duvarın fibrilleri eksene 70° açı yapacak şekilde sarmal olarak düzenlenmiştir. Daha sonra merkeze doğru lifin bütün kütlesini oluşturan ve yine selülozdan yapılmış olan sekonder hücre duvarı yer almaktadır. Sekonder hücre duvarı, lifin olgunlaşması sırasında, hergün bir tabaka olmak üzere selüloz ile örülür. Bu duvar üç bölgeden oluşmuştur. En dıştaki tabakada fibriller, eksene $20\text{-}30^{\circ}$'lik açı ile sarmal yapı gösterirler. İkinci bölgedeki fibriller ise yine aynı açılarla fakat diğer bölgenin ters yönünde yerleşiktir. Sekonder duvarın üçüncü bölgesi ise lümen denilen ve içi protoplazma sıvısıyla dolu olan kanalı çevreler. Bu sıvı içinde proteinler, şekerler ve mineraller bulunur. Lif olgunlaştığında protoplazma sıvısı kurur. Bu esnada lifin enine kesiti daireselden fasulye şekline döner (Şekil3.1. Pamuk Lifinin Yapısı).



S1: Birincil Çeper, S2: Sekonder Çeper, S3: Lümen

Şekil 3.1. Pamuk Lifinin Yapısı (Davulcu., 2002)

Pamuk liflerinin ağırlıkça % 85-90'ını, keten'in % 60-85'ini, odunun % 40'ını oluşturan, bütün bitki, ot ve ağaçların ana yapı taşlarından birisi olan selüloz, doğada saf halde bulunmaz. Tekstil terbiyesi sırasında pamuğun gördüğü işlemler sonucu safsızlıkların uzaklaştırılması ile yukarıda belirtilen oran %99'a kadar çıkabilir. Bu nedenledir ki pamuk elyafı selülozun tüm kimyasal özelliklerini göstermektedir (Şekil 3.2. Selüloz'un Kimyasal Yapısı).



Şekil 3.2. Selülozun Kimyasal (Lewin and Pearce, 1998)

Selülozun kimyasal yapısındaki 2-OH, 3-OH ve 6-OH grupları, selülozun bir polialkol etkisi göstermesine neden olmaktadır. Kimyasal maddelerin selüloz moleküllerine etkisi büyük ölçüde bu gruplar üzerinden olmaktadır.

3.2. Viskon Lifi

Rejenere selüloz lifleri arasında viskon lifleri çok önemli bir yer teşkil etmektedir. Dünyada üretilen rejenere selülozların büyük bir kısmı viskoz prosesine uygun olarak üretilmektedir (Bahtiyari, 2005). Pamuk lifleriyle karşılaştırıldığında viskon lifleri 200-400 arasında değişen ve nispeten daha düşük polimerizasyon derecesine sahip bir lif türüdür. Bu liflerde selüloz moleküllerinin yalnızca %30-40 kadarı kristalin bölge olarak düzenlenmiştir, pamukta ise bu oran %70'ler seviyesindedir (Ayaz, 2000). Bu noktada pamuktan ayrılan yapısı dolayısıyla, sahip olduğu özellikler açısından da farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Buna göre viskon lifleri pamuğa nazaran daha düşük mukavemet, gevşek yapıda amorf bölgeler

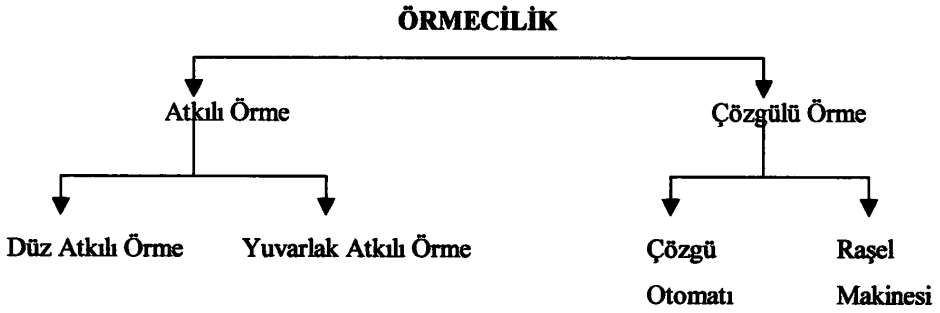
dolayısıyla yapısına daha fazla su alma yeteneği, daha yüksek elastikiyet ve daha kuvvetli buruşma özelliğine sahiptir.

Viskon, alkalilere karşı pamuk lifleri gibi dayanıklıdır. Ancak kuvvetli alkali altında şişmekte ve mukavemetlerinde azalma görülmektedir (Bahtiyari, 2005). Viskon liflerinde boyarmadde alımını ve materyal farklılıklarını ayarlamak üzere bu liflerin alkali çözeltiler içerisinde kuvvetli şişme özelliğinden yararlanarak NaOH ile ön işlem yapılmaktadır.

4. ÖRME KUMAŞLAR

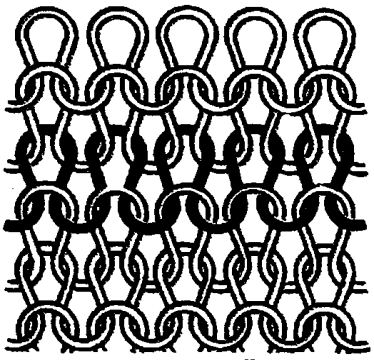
Örmecilik, tek veya grup haldeki ipliklerin iğne ve yardımcı elemanlar sayesinde ilmek haline getirilip bunların enine ve boyuna yönde bağlanması sonucunda bir tekstil yüzeyi elde etme işlemidir. Kumaşın asıl yapısında ilmekler oluşturulur, daha sonra yeni ilmekler bunların içinden çekilir. Yeni ilmeklerin sürekli olarak eklenmesi ile kumaş oluşturulur. Örmecilikte kullanılan örme teknikleri şekil 4.1.'de gösterilmiştir (Yüksek, 2001).

Konum itibariyle örmecilik çok geniş bir tabana yayılmış olup; iç giyim, dış giyim, dekorasyon ve özellikle çözgülü örme tekniği ile üretilmiş olan kumaşlar teknik alanlarda kullanılmaktadır.

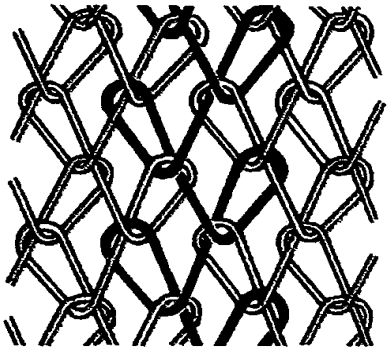


Şekil 4.1. Örmeciliğin Sınıflandırılması (Yüksek, 2001)

Atkılı örme tekniğinde kumaş, tek bir ipliği hareket eden iğnelerle tek tek işleme sokarak ve bu şekilde yan yana oluşturulan ilmeklerin kumaş boyunca birbirlerine bağlanmasıyla oluşturulur. Şekil 4.2.'de atkılı örme kumaş yapısı görülmektedir. Çözgülü örme tekniğinde ise dokuyu oluşturacak olan iplikler dokuma makinelerinde olduğu gibi bir çözgü levendinden topluca örme bölgesine sevk edilerek bir yüzey elde edildiği için bu teknik çözgülü örme adını almıştır. Şekil 4.3. 'de çözgülü örme kumaş yapısı görülmektedir.



Şekil 4.2. Atkılı Örme (Yüksek, 2001)



Şekil 4.3. Çözgülü Örme (Yüksek, 2001)

4.1. Örme Kumaşların Genel Özellikleri

Örme Kumaşların genel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Örme kumaşlar kendi doğalarında olan bir elastikiyete ve esnedikten sonra eski konumuna dönme özelliğine sahiptirler.
- Vücut hareketlerine kolaylıkla uyum sağlarlar.
- Durgun havada yalıtım özelliğine sahiptirler.
- Ütü az gerektirir ya da hiç gerektirmezler.
- İlmeği kolay kaçar ve çözülürler.
- Stabilleştirilmedikçe çekerler.
- Yılın her mevsiminde giyilebilecek kalınlık ve ağırlık çeşitliliğine sahip olan örme kumaşlar üretilebilmektedir. Ayrıca aynı metre-tül ağırlığına sahip dokuma kumaşlara nazaran daha iyi yalıtım sağlarlar.
- Örme kumaşların dokuma kumaşlar kadar örtme özelliği yoktur. Örme kumaşlar tüm ısı yalıtımının temeli olan hareketsiz havayı kalınlıkları nedeniyle bünyelerinde bulundurdukları için soğuk hava şartlarında sıcak tutabilirler.

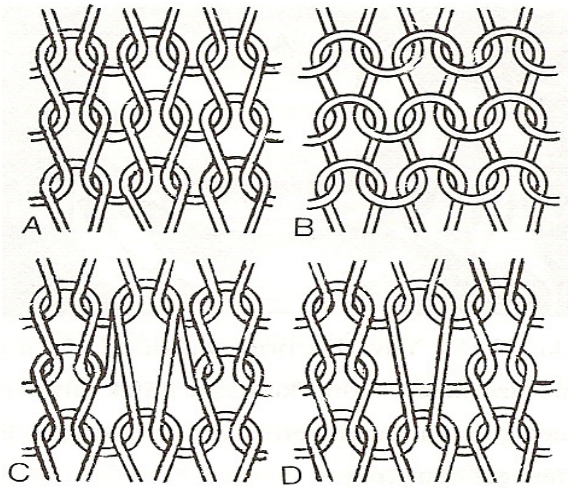
4.2. Temel Örgü Yapıları

Örme kumaşlarda ilmeklerin ayak bağlantılarına bağlı olarak başlıca iki çeşit yüzey şekli vardır. Örme yüzeyleri yapı bakımından ilmeklerin yüz kısmında

görünme şekline göre R ve L yüzeyler olarak tanınır. Askı ve atlama işlemleriyle zenginleştirilen yüzeyler de askılı, atlamalı, askılı-atlamalı yüzeyler diye adlandırılmaktadır. R yüzeyde bacak kısımlarının üstte kalmasından dolayı boyuna izler, L yüzeyde ise baş ve ayakların yan yana dizilmeleriyle bir kabarcık halinde enine izler kendini belli eder.

Örme makinelerinde örme kumaş oluşumunda, her bir iğnenin yapmış olduğu ilmekler boyuna, fakat bütün iğnelerin bir hareketle yaptıkları ilmeklerle de enine çizgiler meydana gelir. Boyuna meydana gelen bu izlere ilmek çubuğu, enine olanlara ise ilmek sırası adı verilir. Çubukların genişliği iğnelerin makinedeki taksimat durumuyla yani makine inceliği ile orantılı, sıraların genişliği ise ilmek boylarıyla, yani dokunun sıklığıyla orantılı olarak büyür veya daralırlar.

Şekil 4.4.'de atkılı örmede temel örgü yüzeyleri gösterilmektedir.



A: R ilmek yüzeyinin görünüşü, B: L ilmek yüzeyinin görünüşü, C: Askılı örgünün yüzey görünüşü, D: Atlamalı örgünün yüzey görünüşü

Şekil 4.4. Atkılı Örmede Temel Örgü Yüzeyleri

Atkı yönlü örme kumaşların üretilmeleri, makine üzerinde tek iğne rayında ya da karşılıklı iki iğne rayında olabilir. RL dokusu tek rayla (tek plakalı) örülebilen bir dokudur. Çift raylının tek rayında da örülebilir. RR doku ve varyasyonları mutlaka iki raylı (çift plakalı) makinelerle ve iğneler birbirine çapraz veya karşılıklı olarak

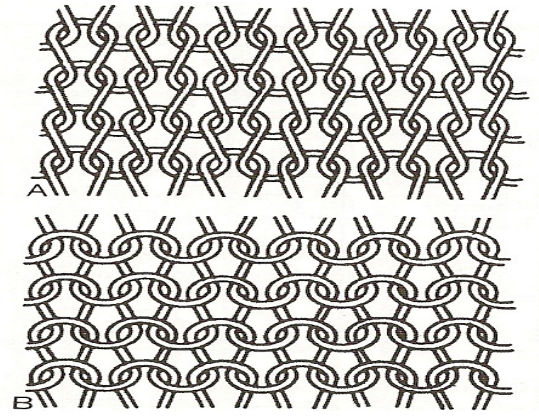
düzenlenmiş şekilde örülmektedirler. Buna karşın LL dokusu iki raylı makinelerde fakat iğnelerin bu raylarda gidiş-gelişi şeklinde elde edilir.

Temel örme yüzeyleri aşağıdaki başlıklarda incelenmiştir.

1. RL Süprem örme yüzeyleri, Düz örme yüzeyleri
2. RR örme yüzeyleri, Ribana ve interlok örme yüzeyleri
3. LL örme yüzeyleri, Haroşa örme yüzeyleri

4.2.1. RL Süprem Örme Yüzeyler, Düz Örme Yüzeyleri

RL örgü, tek plakalı (tek bir iğne raylı) triko (düz örme), yuvarlak ve çözgülü örme makinelerinde üretilen, metrekare ağırlığı ve elastikiyeti RR ve LL örgülere nazaran daha düşük olan tek katlı örgülerdir. Çift plakalı makinelerde ise plakalardan biri iptal edilerek RL örgü elde edilebilir. Tek plakalı olduğundan RL örgü daha az büzülmeye uğrar. Kullanılan iplik miktarı, makine inceliğine ve iplik numarasına göre değişiklik gösterse de en az iplik kullanılan örgüdür. RL örgü; desenlendirmeye müsait olmayıp, en ince örgü olarak bilinir. RL düz örgülü kumaşların ön yüzlerinde R ilmek görünüşü, arka yüzlerinde L ilmek görünüşü vardır. Şekil 4.5.'de RL Süprem örme kumaşın açık ilmek yapısı görülmektedir.



A: RL yüzeyinin önden görünüşü, B: RL yüzeyinin arkadan görünüşü

Şekil 4.5. RL Süprem Örme kumaşın açık ilmek yapısı

Bir RL örgü, yandan ve boydan çekme durumlarında; çekme yönünde uzama yapıp diğer yönde kısalma yapabilir. Yani her yönden esneyebilir. Bu esneklik, iğne kalınlığı ve iplik kalınlığına bağlıdır.

RL örgülü kumaşların stabilitesi düşüktür. RL örgülü kumaşların stabilitelerinin ayarlanabilmesi için;

1. Örgü ipliklerinde,
2. İlmek sıklığında,
3. Makine inceliğinde (iğne kalınlığında) değişiklik yapmak gerekir.

Çözgülü örme makinelerinde RL örgüsünün sökülmesi mümkün değildir.

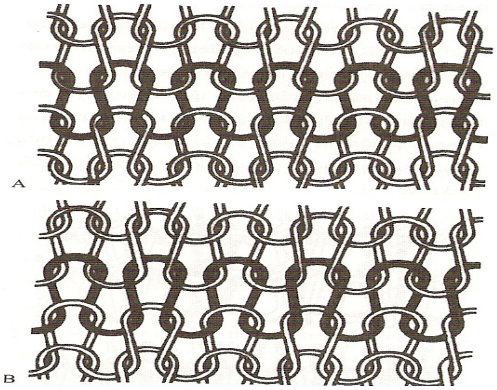
4.2.2. RR Örme Yüzeyler

RR ilmek yüzeyleri, çift raylı ve her bir ray üzerinde bir iğne sırası olan triko (düz örme), yuvarlak ve çözgülü örme makinelerinde üretilen çift katlı örme kumaşlardır.

4.2.2.1. RR Ribana Örme Yüzeyler

Kumaşın bitmiş görünümü her iki taraftan da R ilmek görünümündedir. Bir yüzde R ilmek varken diğer yüzde L ilmek vardır. Örgü her iki yüzde de bir L ilmek bir R ilmek olarak ilerler. Ön ve arka sırada RL olarak örülen örmelerde örme işlemi bitirilince makineden çıkan örme kumaş enine büzülür ve L ilmekler gizlenip, her iki tarafta R ilmekler görülür. Bu RR ribana örme yüzeyidir. Şekil 4.6.'da ribana örme kumaşların açık ilmek yapısı görülmektedir.

Bu yüzeylerde, enine büzülme boyundaki büzülmeden çok fazladır ve genellikle % 30–50 arasındadır. Bu da yüzeyde enine yönde büyük bir esneklik demektir. Enine büzülmeye etki eden faktörler; iğne sıklığı, iplik gerginliği, iplik kalınlığıdır. Boyuna büzülme % 20 kadardır ve iplik gerginliği ile ilmek sıklığına bağlıdır.

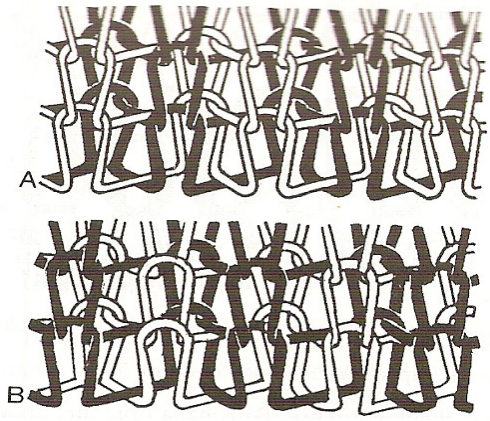


Şekil 4.6. Ribana örme kumaşların açık ilmek yapısı

A: Ribana örgünün ön yüzünün açık ilmek görünüşü, B: Ribana örgünün arka yüzünün açık ilmek görünüşü

4.2.2.2. RR İnterlok Örme Yüzeyleri

RR interlok örgüde durum ribana örgüden çok farklıdır. RR interlok örgüler sadece yuvarlak örme makinelerinde üretilmektedir. İki yataklı makinenin tüm iğneleri çalışır durumdadır. İnterlok kumaşlar, iki ayrı tam dolu ribana örgünün, aynı makinede, aynı anda örülmesi şeklinde oluşan örme yüzeyleridir. Şekil 4.7.'de interlok örme yüzeylerinin açık ilmek yapısı görülmektedir.



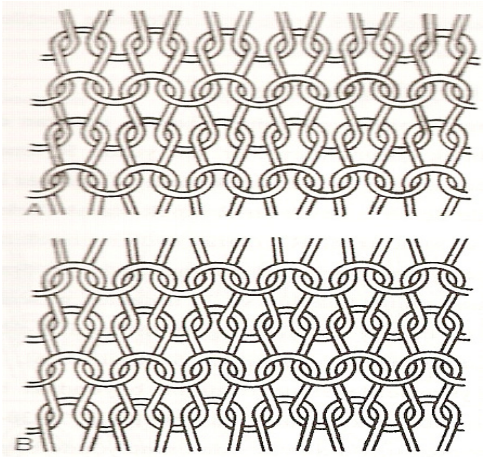
A: İnterlok örgünün ön yüzünün açık ilmek görünüşü, B: İnterlok örgünün arka yüzünün açık ilmek görünüşü

Şekil 4.7. İnterlok Örme Yüzeylerinin Açık İlmek Yapısı

Ön ve arka yüzey arasındaki boşluklar izolasyon özelliği kazandırır. Genellikle iç giyimde ve spor giyimde kullanılır, ter alma özelliğine sahiptir. Örgünün boyuna esnekliği çok düşüktür. Esneklik makine inceliğine, ilmek sıklığına ve iplik gerginliğine bağlı olarak değişir.

4.2.3. LL Örme Yüzeyi, Haroşa Örgü Yüzeyi

LL örgülü kumaşlar triko(düz), yuvarlak ve çözgülü örme makinelerinden elde edilen, tek katlı örme yüzeyidir. Her iki taraftaki iğnelerin ön taraflarında L ilmek oluştuğundan ve makineden alındıktan sonra kumaşın boyuna büzülmesinden dolayı, karşılıklı R ilmekler L ilmekler sıralarının arasında kalır. Bu nedenle LL örme kumaşlarda yüzey, L ilmek sıraları olarak görünür. Kumaşın ön ve arka yüzü aynı görünümdedir. Bu tip örgülerin boydan büzülmeleri yüksek olduğu için üretim miktarı da buna bağlı olarak düşüktür. Boydan büzülme oranı % 40–50 civarındadır. Şekil 4.8.'de LL örme (haroşa) kumaşın açık ilmek yapısı görülmektedir.



A: Haroşa örgünün ön yüzünün açık ilmek görünüşü, B: Haroşa örgünün arka yüzünün açık ilmek görünüşü

Şekil 4.8. LL örme (haroşa) kumaşın açık ilmek yapısı

5. ENZİMLER

Kökeni yunanca "zymae" kelimesine dayanan, "hamur mayası" veya "ekşi hamur" anlamına gelen "enzim"le ilgili bilimsel araştırmalar 18. yy'da gözlenmeye başlamıştır. 1783 yılında Spallanzani'nin, atmaca mide suyunun eti eritebildiğini bulması, 1811 yılında Kirchoff'un buğday nişastasının zamanla dekstrin ve şekere dönüştüğünü belirlemesi, 1830 yılında Robiquet, Boutron ve Chalan'nın amigdalinin acı badem tarafından hidrolizlendiğini keşfetmesi enzimoloji konusundaki ilk çalışmalar olarak gösterilebilmektedir. Enzimoloji alanındaki en önemli kilometre taşlarından birisi ise; Payen ve Persoz'un 1833 yılında nişastayı şekere dönüştüren termolabil bir maddeyi, alkol çöktürmesiyle elde etmeleridir. Bugün amilaz olarak bilinen bu enzim o günlerde diastaz olarak adlandırılmıştır. Ayrıca günümüzde enzimlere ilişkin tüm sistematik adlandırmalarda kullanılan "-ase" ekinin kaynağını da bu çalışma oluşturmuştur. Enzim terimini ilk kullanan kişi 1878 yılında Kühne olmuştur. Enzimlerin spesifikliği ve anahtar-kilit modeli gibi kavramlar ise ancak 19. yüzyılın sonlarında Fischer tarafından ortaya konulmuştur.

Genel olarak kıvrılıp, bükülmüş aminoasit zincirlerinden oluşan, büyük ve karmaşık protein yapısına sahip olan enzimler yanlış bir ifadeyle, sık sık bakteri ya da mikroba benzer canlıların bir türü olarak tanımlanmaktadır. Oysa ki enzimler, canlı olmadığı halde, canlıların ve çoğu zaman bakterilerin doğal metabolizma ürünleridir.

Doğada bulunan yüksek moleküllü proteinler olan enzimler, biokimyasal katalizörler olarak ifade edilmekte ve yaşayan hücrede üretilmektedir. Ancak, uygun koşullar altındaki etkileri organizmadan bağımsızdır. Spesifik açıdan yalnızca ve tamamen belirli bir reaksiyon ya da materyal üzerinde etkili olmakta ve modern biyoteknolojik yöntemlerle izole edilebilen enzimlerden endüstriyel proseslerde yararlanılabilmektedir (Ayaz, 2000).

Kimyasal açıdan bakıldığında proteinler, poliamidlerdir. Bir veya iki farklı monomerden elde edilen klasik poliamidlerin tersine, proteinler, aminoasit olan 20 farklı polimer bileşeninden oluşmaktadır. Daha da önemlisi; bu aminoasit yapı taşları

birbirlerine gelişigüzel bir şekilde bağlanmamakta; özel bir düzenleme ile sıralanmaktadır. Bir enzimdeki aminoasitlerin bağlanma düzeni, aminoasit zinciri olarak bilinmektedir. Enzimlerin çoğu sadece zincir şekli açısından değil aynı zamanda molekül büyüklükleri açısından da birbirlerinden farklılık göstermektedir. Molekül ağırlıkları genellikle 20.000-90.000 g/mol ağırlığında yer almaktadır ki bu da yaklaşık 200-900 aminoasit yapıtaşına karşılık gelmektedir (Bahtiyari, 2005).

5.1. Enzimlerin Özellikleri

- Enzimler reaksiyon başlatmazlar, başlamış reaksiyonları hızlandırırlar.
- Enzimler hücre içinde sentezlenir, hücre içi ve hücre dışı ortamlarda çalışırlar.
- Enzimler etkilerini maddenin dış yüzeyinden başlatırlar, dolayısıyla maddenin yüzeyi ne kadar geniş olursa etkileri o kadar hızlı olur.
- Enzimler spesifik olup, herbir enzim belli bir reaksiyonu katalizler.
- Enzimler takım halinde çalışırlar, birinin son ürünü diğerinin substratı olabilir.
- Enzim tepkimeleri çift yönlü olup, moleküllerin parçalanmasını veya birleşmesini sağlarlar. Enzimler tepkimenin yönünü değil dengenin oranını belirlerler. Denge noktası yani tepkimenin hangi yöne gideceği termodinamik yasalara göre belirlenir (Alkış, 2003).
- Bir reaksiyonda enzimler tüketilmezler, reaksiyonun başlangıcında da sonunda da enzim miktarı aynıdır. Ayrıca tüketilmedikleri için birden çok reaksiyonda tekrar tekrar kullanılabilirler.

5.2. Enzimlerin Yapısı

Enzim aktivitesi gösteren RNA molekülleri (ribozimler) gibi bazı yapıların dışında enzimlerin tümü protein yapısındadır (Temoçin, 2006). Bu yapı uzun peptid bağlarıyla birbirine bağlı aminoasitlerin kendi üzerine kıvrılıp bükülmesiyle oluşmaktadır. Uçlarda farklı yapılarda aminoasitler bulunmaktadır ve oluşturduğu

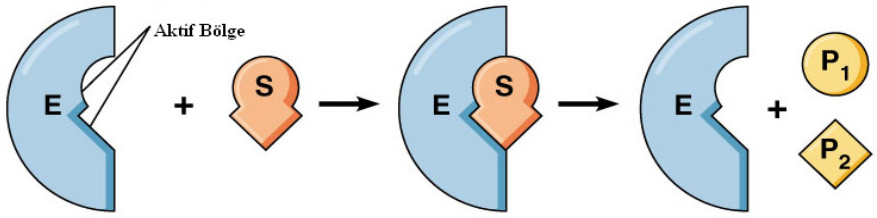
elektrik yüküne göre belirli molekülleri çeker ya da iterler. Enzimi oluşturan aminoasitler belirli bir kurala göre birbirlerini çektiklerinden kuarterner yapı denilen yumak şekli meydana gelir ve bu meydana gelen yumağın belirli yerlerinde "aktif bölgeler" oluşur. Enzimden enzime değişmekle birlikte aktif bölgelerin miktarı çok fazla değildir. Kimi enzimlerde yalnız bir aktif bölge bulunurken bazı enzimlerde iki ya da daha çok aktif bölge bulunabilmektedir. Aktif bölgelerin sahip olduğu alan, enzim molekülünün toplam alanı yanında çok küçüktür. Bu aktif bölgelerdeki aminoasitlerin yan zincirleri, substratın yapısına uyumlu üç boyutlu bir yapı oluşturmaktadır. Substratlar bu noktalarda enzime bağlanarak aktif ara kompleksi meydana getirmektedir. Substratların aktif bölgeye bağlanması çoğunlukla hidrojen bağları yardımıyla olmaktadır. Aktif bölgenin substratı bağlaması ile oluşan enzim-substrat kompleksi önce enzim-ürün kompleksine daha sonra ise serbest enzim ve ürüne dönüşmektedir.

Enzimler basit ve bileşik yapılı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Basit yapılı enzimler sadece proteinden meydana gelirken, bileşik yapılı enzimler protein ve yardımcı bir kısımdan meydana gelmektedir. Enzimin protein kısmına apoenzim, yardımcı kısmına ise koenzim veya kofaktör denilmektedir. Enzimin apoenzim kısmı yalnızca proteinden meydana gelmekte olup, enzimlerin çok çeşitli olmasını ve enzimin hangi maddeye etki edeceğini belirlemektedir. Yardımcı kısım ise bileşik enzimlerin etki gösterebilmesi için mutlaka gerekli olup organik ya da inorganik maddelerden meydana gelebilmektedir. Yardımcı kısım organik moleküllerden oluşuyorsa koenzim, inorganik moleküllerden oluşuyorsa kofaktör olarak adlandırılmaktadır. Yardımcı kısım enzimin esas iş yapan kısmı olup moleküllerin bağlarına etki etmektedir (parçalanma, birleştirme gibi). Bileşik yapılı bir enzimde ne protein kısmı ne de yardımcı kısım ayrı ayrı etkili olamaz yani bileşik enzimin çalışabilmesi için iki kısmın da birarada olması gereklidir (Alkış, 2003).

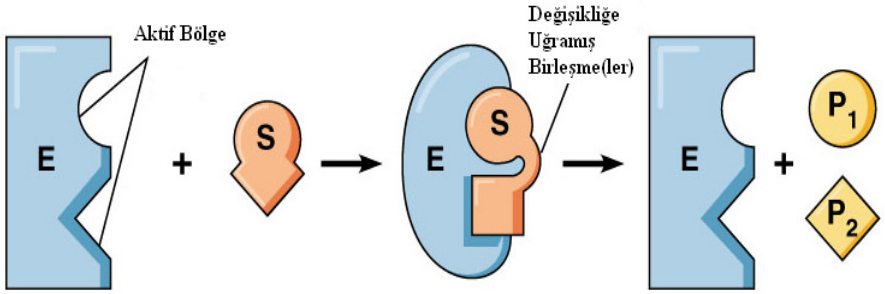
Apoenzim daima bir koenzim veya kofaktör ile çalışırken, bir koenzim veya kofaktör birden çok apoenzimle çalışabilmektedir.

5.3. Enzimlerin Çalışma Mekanizması

Enzimlerin çalışma mekanizması temel olarak, 1894 yılında Ficher tarafından geliştirilen anahtar - kilit modeli ile açıklanmaktadır. Enzimlerin çalışma mekanizmasında kural olarak enzim etki edeceği maddenin üzerine yığılır. Bu arada substratın belirli bir kısmı ile enzimin etkin grubu arasında elektriksel bağlantı kurulur ve tepkime ortaya çıkar. Enzimin apoenzim kısmı aktif bölgelerinden substrat molekülüne yapışır veya bağlanır, bu arada koenzim kısmı substrat üzerinde bağlarla gerçek anlamda birleşmeye veya bağlanmaya girerek onu parçalar (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1. Anahtar-Kilit Modeli



Şekil 5.2. İnduced-fit modeli

(tip.cumhuriyet.edu.tr/cutf/Donem1/DonemI20042005/IIKenancelik/enz2.ppt)

1958 yılında Koshlan tarafından ortaya atılan induced-fit hipotezine göre ise enzim-substrat ilişkisi anahtar-kilit modeline benzemesine rağmen enzimin aktif bölgesinin sabit bir yapısının olmadığı bazı moleküller için şekil değişikliklerine uğradığı belirtilmiştir. Şekil 5.2'de görüldüğü gibi substratlar enzimin aktif bölgesine

tutunduklarında enzimle substrat arasında zayıf bağlar oluşur ve enzimin şekli değişir. Bu değişiklik substratla enzim arasındaki uyumu, bağlanma isteğini ve kuvvetini artırır. Reaksiyon sona erdiğinde enzim herhangi bir değişikliğe uğramadan açığa çıkar.

5.4. Enzimlerin Çalışmasına ve Aktivitesine Etki Eden Faktörler

Enzimlerin çalışmasına ve aktivitesine etki eden faktörlere geçmeden önce enzim aktivite birimleri aşağıda sıralanmıştır:

Spesifik Aktivite : 1 mg enzim tarafından birim zamanda dönüşüme uğratılan substratın µmol miktarıdır.

IU = Spesifik Aktivite: µmol/mg.dak

Turnover Sayısı : 1 molekül enzim tarafından dakikada dönüme uğratılan substart molekülleri sayısıdır. Turnover sayısının yüksek olması aktivitenin fazla olduğu anlamına gelmektedir.

Katal (kat) : 1 sn'de 1 mol substratı dönüşüme uğratan enzim aktivitesi 1 kat'tır. µkat (mikrokat) ve nkat (nanokat) birimleri kullanılır.

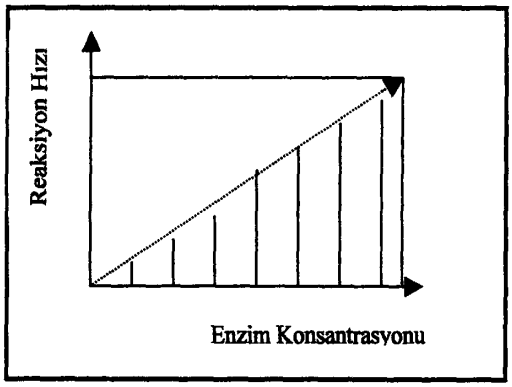
1 IU = 16,67 nkat

1 µkat = 60 IU

Kat = $60x10^6$ IU

5.4.1. Enzim Konsantrasyonunun Etkisi

Şekil 5.3.'de de görüldüğü üzere ortamda yeterli miktarda substrat varsa reaksiyonun hızı enzim konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artar. Ayrıca enzimler sulu ortamda etkili olup, genellikle su miktarının %18'in altında olduğu ortamda çalışmazlar.



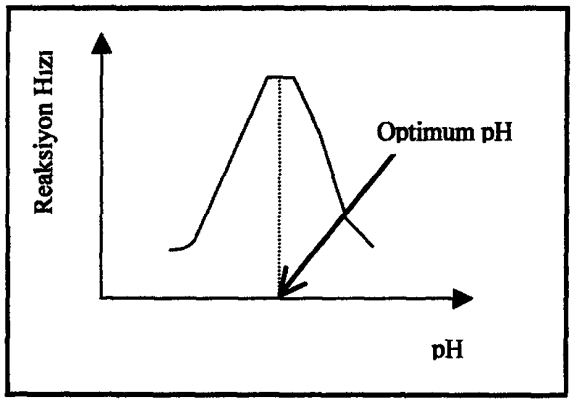
Şekil 5.3. Enzim Konsantrasyonu - Reaksiyon Hızı Grafiği (Alkış, 2003)

5.4.2. Substrat Konsantrasyonunun Etkisi

Ortamda yeterli miktarda enzim bulunduğu durumda, substrat miktarını artırdığımız zaman reaksiyon hızı da doğru orantılı olarak artacaktır. Substrat miktarını artırmaya devam ettiğimiz takdirde mir müddet sonra reaksiyon hızı sabitlenir. Çünkü ortamda bulunan enzimlerin tümü substratla reaksiyona girmiş olur.

5.4.3. Ortam pH'ının Etkisi

Enzimler pH değişimine karşı çok duyarlıdırlar. Genellikle çok fazla asidik veya bazik ortamlarda etkisizdirler. Genel olarak enzimler belirli bir pH değerinde en yüksek aktiviteyi göstermektedirler. Bu değere "optimum pH" denir. Optimum pH genellikle 4,5-5,0 aralığıdır.

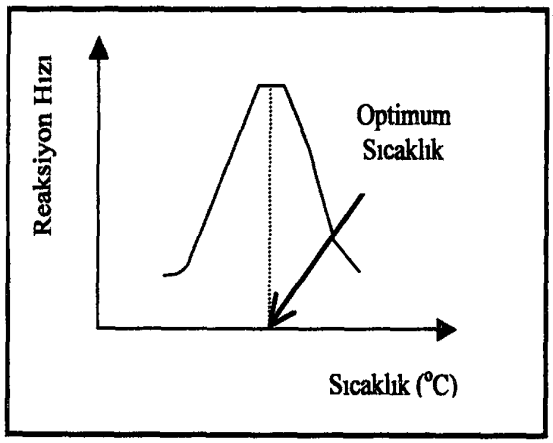


Şekil 5.4. Ortam pH'ının Enzim Aktivasyonuna Etkisi (Alkış, 2003)

5.4.4. Ortam Sıcaklığının Etkisi

Reaksiyon başlangıcında sıcaklığın her 10°C artışı enzim aktivitesinin %100 artmasını sağlamaktadır. Her 10°C 'lik sıcaklık artışı için reaksiyon hızında meydana gelen artışa o reaksiyonun "ısı katsayısı" denir ve Q10 ile gösterilir. Fakat optimum sıcaklık aşıldıktan sonra enzimler etkilerini kaybetmeye başlarlar. Bu yüzden optimum sıcaklıkların üzerindeki sıcaklıklarda enzimatik reaksiyonların hızları düşmeye başlamaktadır. Genellikle enzimlerin çoğu 50-60°C 'de aktif olmaktadırlar ancak bununla birlikte 80-90°C sıcaklığa kadar aktivitelerini kaybetmeyen enzimlere de rastlanmaktadır.

Optimum sıcaklığın biraz üzerinde enzimler etkisiz olmalarına karşın sıcaklık düşünce tekrar etkili hale geçebilirler. Fakat bu sıcaklığın devamı veya daha da yükselmesi enzimlerin etkinliğini geri dönülmez şekilde ortadan kaldırır. Enzimlerin inaktif hale geçişi olayına denatürasyon denilmektedir ve denatürasyon geri dönüşümsüz bir olaydır. Yani sıcaklığın etkisiyle denatüre olarak etkisini yitiren bir enzimi yeniden aktif hale getirmek imkansızdır. Düşük sıcaklıklarda ise enzimin yapısının bozunmamasıyla birlikte, etkinliği azalmaktadır. 0°C 'de enzimler ya çok az işlev görür ya da hiç işlev görmezler.



Şekil 5.5. Sıcaklığın Enzim Aktivasyonuna Etkisi (Alkış, 2003)

5.4.5. Aktivatörlerin (Aktifleştiricilerin) Etkisi

Enzimleri aktive eden (hızlandıran) maddelere aktivatör, koenzim veya kofaktör denir. Özellikle Manganez, Nikel, Krom ve Magnezyum iyonları enzimlerin etkinliğini artırır. Bazı aktivatörler enzimlerin substrat ile bileşimini kolaylaştırırken, bazıları enzimin aktif yüzeyini daha da aktif hale getirerek reaksiyon hızını artırır. (Sarıışık, 2001)

5.4.6. İnhibitörlerin (Engelleyicilerin) Etkisi

Enzim reaksiyonunu yavaşlatan veya engelleyen maddelere inhibitör denir. Substrata çok benzeyen bu maddeler enzimlerle birleşerek enzimi etkisiz hale getirirler. Bu tür enzimler iki kısma ayrılır: Bir kısmı substratın enzimle bağlandığı aynı aktif merkezler üzerinde enzim ile kompleks yaparlar. Böyle inhibitörler enzim ile substrata nazaran daha kolay kompleks verebildiği oranda etkendirler. Bu bakımdan böyle inhibitörlere "rekabet edici inhibitörler" denir. Genellikle ağır metallerin katyonları (demir, bakır vb tuzları) enzimler için inhibitördür.

Bazı inhibitörler ise enzimle birleşerek enzimin parçalanmasına neden olmaktadırlar. İndirgen ve yükseltgen maddeler enzim yok edici maddelerdir.

5.4.7. Işık ve Diğer Fiziksel Etkenlerin Etkileri

Enzimlerin etkileri ışıkla artırılabilir veya azaltılabilir. Örneğin kırmızı ve mavi ışık tükürük amilazının etkisini artırır, UV ışık ise ters etki gösterir. Enzim çözeltisinin kuvvetlice çalkalanması enzimi denatüre edebilir.

5.5. Enzim Aktivitesinin Düzenlenmesi

Enzimler yardımıyla gerçekleşen tepkimelerin hızına, enzimin ve substratın konsantrasyonu, sıcaklık, pH, kofaktörler ve inhibitörler gibi çeşitli faktörlerin etkisi bulunmaktadır.Normal koşullar altında enzimler yardımıyla gerçekleşen tepkimelerin düzenlenmesinde başlıca iki gruba ayrılan ve düzenleyici enzimler olarak adlandırılan bir grup enzim önemli rol oynamaktadır. Düzenleyici enzimlerin ilk grubunda allosterik enzimler yer almaktadır. Katalitik etkileri sırasında bu enzimler, enzim proteini (apoenzim) üzerinde aktif bölge dışında bir yere kovalent bağ oluşturmadan bağlanarak yapısal değişikliğe uğramaktadırlar. İkinci grupta ise aktif ve inaktif şekilleri bulunan pH veya başka enzimlerin yardımıyla kovalent modifikasyon gösteren enzimler yer almaktadır. Bu enzimlerin bir bölümünün proenzim ve zimojen olarak bilinen şekilleri bulunmaktadır.

5.6. Enzim İmmobilizasyonu

Biyokatalizörlerin teknik kimya ve teknolojide çeşitli amaçlarla kullanılmaya başlanması, bilim adamlarını bu katalizörlerin daha ekonomik ve kullanışlı hale getirilme olanaklarının araştırılmasına yöneltmiş ve bu araştırmalar sonucunda biyokatalizörlerin çeşitli işlemlerle daha rantabl kullanımının olanaklı olduğu gözlemlenmiştir.

Her ne kadar mikrobiyal kaynaklar sayesinde enzim üretiminde hammadde sorunu büyük oranda azaltılmışsa da enzimin izolasyon ve saflaştırma işlemleri halen oldukça masraflı olmaktadır. Bu nedenle biyokatalizörlerin potansiyellerinden olabildiğince yararlanmak gerekmektedir.

Bilindiği gibi enzimler suda çözünen spesifik katalizörlerdir. Endüstriyel uygulamaların çoğu sulu çözeltilerde gerçekleştirildiğinden katalizör olarak kullanılan serbest enzimin aktivitesini yitirmeden geri kazanılması olanak dışıdır. Serbest enzim reaksiyon ortamından istenilen anda uzaklaştırılamadığından reaksiyonun kontrolü çok güçtür, hatta çoğu kez olanaksızdır. Reaksiyonun istenilen anda durdurulması için inhibitör ilave edilmesi düşünülebilir ancak serbest enzim tarafından kirletilmiş olan reaksiyon ürünlerine böylece yeni bir kirlilik unsuru eklenmiş olacaktır. Ürün veya ürünlerin bu kirlilik unsurundan arıtılması, maliyeti çok artırmaktadır (Temoçin, 2006).

Tüm bu sorunları olumlu yönde çözümleyebilmek, enzimleri kimya endüstrisi için daha çekici hale getirmek için immobilizasyon üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Enzimler, suda çözünmeyen bir taşıyıcıya fiziksel veya kimyasal olarak bağlanarak, suda çözünmeyen ürün veren bir kopolimerizasyona enzim molekülünün bir monomer olarak katılmasıyla ve suda çözünmeyenbir matriks veya suda çözünmeyen mikrokapsüllerde hapsedilerek immobilize edilebilirler (Bahtiyari, 2005).

Enzimler katalizatör olarak pratikte üç değişik formda kullanılırlar:

1- Çözünen Form

2- Çözünen İmmobilize Form

3- Çözünmeyen İmmobilize Form

Tutuklama, çapraz bağlama ve taşıyıcı bağlama olmak üzere üç farklı enzim immobilizasyon yöntemi mevcuttur. Tutuklama yöntemi, kafeste tutuklama ve mikrokapsülleme olmak üzere ikiye, taşıyıcı bağlama yöntemi ise fiziksel adsorbsiyon, iyonik bağlama ve kovalent bağlama olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

İmmobilize enzimin, doğal (serbest) enzimden üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Reaksiyon sonunda ortamdan kolayca uzaklaştırılabilme (Süzme, Santrifüjleme vb.) ve ürünlerin enzim tarafından kirletilmesi gibi bir problem yaratmama
- Çevre koşullarına (sıcaklık, pH vs.) karşı daha dayanıklılık

- Birçok kez ve uzun süre kullanılabilirlik
- Sürekli işlemlere uygulanabilirlik
- Doğal enzime göre daha kararlılık
- Ürün oluşumunun kontrol altında tutulabilmesi
- Birbirini izleyen çok adımlı reaksiyonlar için uygunluk
- Bazı durumlarda serbest enzimden daha yüksek bir aktivite gösterebilme
- Enzimin kendikendini parçalayabilme olasılığının azlığıdır (Temoçin, 2006).

5.7. Enzim Aktivasyonunun Tayini

Enzim aktivasyonu, enzim preparasyonunun birim ağırlığının, birim zamanda tepkimeye girdiği substratın ya da biçimlendirdiği ürün miktarının bir ölçüsüdür.

Selülaz aktivasyonunu tanımlamak kolay değildir, zira mikroorganizmalar tarafından farklı selüloz yapılarında farklı yeterlilik gösteren çeşitli selülazlar üretilmektedir. Meydana gelen bir enzim ürününü belirlemek üzere kullanılan metod ile ancak çmzülebilir substrat için selülaz aktivitesi ölçülebilmektedir. Bu ise, bir pamuklu kumaşta selülazın etkisini değerlendirmek için yeterli olmamaktadır. Dolayısıyla selülaz aktivitesine ilişkin hazırlık çalışmasını belirlemek için kullanılan metodlar çözülebilen bir selüloz substratı (CMC gibi) üzerinde etkili olan ve çözülemeyen substrat üzerinde (pamuk lifi ve filtre kağıdı gibi) aktif olan metodlar olmak üzere iki farklı grup altında toplanabilmektedir (Ayaz, 2000).

5.7.1. Çözülebilir Substratlar

Çözülebilir substrat olarak CMC, analitik açıdan avantajlıdır. Çünkü, Substratın elde edilmesi kolay olduğu gibi, hazır olarak reprodüse edilebilir sonuçlar vermektedir. Uygulama açısından başlıca dezavantajı, substratın çözülebilir olması buna karşın kumaşların çözülemez olmasıdır. Bu nedenledir ki çözülebilir substrattan alınan çalışma oranları; biyoparlatma ya da denimden ileri gelen indigo gibi bazı tekstil efektlerinde küçük bir korelasyona sahip olabilmektedir.

CMC üzerindeki ölçümler, çok farklı sonuçlar veren oldukça farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Yaygın bir şekilde kullanılan yöntemde, selülaz örneğinin ilavesinden sonra zamana bağlı olarak viskozitede meydana gelen azalma ölçülmektedir. CMC de glikoz birimlerinden oluşmaktadır ve selülaz dolayısıyla bir hidroliz gerçekleştiği zaman, bu durum viskozitede azalma ile sonuçlanmaktadır. Bu ölçme sistemi endo-glikonaz (EG) aktivitesinin ölçümü için çok uygulanmaktadır. Bununla birlikte sellobiohidrolaz'ın CMC bağlarının sonunda etkili olması nedeniyle viskozite üzerinde etkisi olmamaktadır.

Azalan viskoziteyi esas alan ölçme metodları farklı menşeili selülazların karşılaştırılmasında sonuçlandırıcı nitelikte değildir. Zira çözülemeyen selüloz üzerinde etkili olan selülaz aktivitesi için az miktarda bilgi vermektedir.

Uygulama alanı fazla olan diğer bir metod ise zamana bağlı olarak glikoz ve azalan şeker miktarının ölçülmesidir. CMC bağında gerçekleşen selüloz hidrolizi, azalan şeker grupları ile kendini gösterecektir. Azalan şeker miktarı ise, bir örnekte bulunan tüm selülaz çeşitlerinin toplam miktarı hakkında bir fikir vermektedir. Bu metod da, mevcut olan farklı selülazlar arasındaki orana ilişkin ipucu vermemektedir.

Daha önceden de söz edildiği gibi, farklı selülazlar pamuk üzerinde çok farklı şekillerde etkili oldukları için bir örnekteki selülazların toplam miktarının ölçülmesi, bekleneceği üzere kumaş üzerindeki etki hakkında çok az şey ifade etmektedir.

5.7.2. Çözülemeyen Substratlar

Selülaz aktivasyonunun ölçümü için, pamuk gibi çözülemeyen substratlara bakıldığında, farklı problemler ortaya çıkmaktadır. Tipik olarak bu metodlarda filtre kağıdı ya da pamukta azalan şekerin yayılması esas alınmaktadır. Pamuklu kumaşın selülazla muamelesi halinde, daha uygun bir yapıya sahip olan substrat eldesi bu metodların avantajı iken, ölçme işleminin uzun olması ve reprodüse edilebilirliğinin çok güç olması dezavantajlarıdır.

Diğer bir olasılık da, selülazla işlemden sonra pamuk ya da filtre kağıtlarında meydana gelen ağırlık kayıplarını ölçmektir.

5.8. Enzim Üretimi

Enzimler endüstriyel anlamda mikroorganizmaların fermentasyonu yoluyla elde edilmektedir. Enzim üretiminde ya da fermentasyonunda giriş materyali olarak patates unu, soya fasülyesi, mısır suyu, tuz ve şeker gibi doğal maddelerden yararlanılmaktadır (Duran ve Korkmaz, 1999). Bu maddeler, üretim için hangi enzimi üreteceği bilinen belirli bir mikroorganizma ile bir araya getirilmektedir. Bu aşamada bir aşılama işlemi söz konusudur. Yani mikroorganizma fermentasyona hazırlanmalı ya da adapte edilmelidir. Ayrıca aerob bir proses söz konusu olduğundan, fermentasyon için oksijene de ihtiyaç vardır ve gerekli oksijen sisteme sterilize edilmiş havanın verilmesi ile sağlanmaktadır. Mikroorganizmanın üretimi için çalışmaya başlamasından sonra, bütün kültür büyük bir ölçek üzerine alınmaktadır.

Otuza kadar besin maddesini kapsayabilen böyle bir fermetrede, uygun bir şekilde ayarlanmış koşullar altında (pH, temperatür ve basınç gibi) enzim üretimine devam edilmekte, yeteri kadar üretim halinde proses durdurulmaktadır. Fermentasyon prosesinin tamamlanmasından sonra, enzimler fermentasyon sıvısından kazanılmaktadır. Üretim sırasında oluşan ve sterilize edilmiş biokütlenin büyük bir kısmı da, gübre olarak değerlendirilebilmektedir.

Üretilen enzimlerin standart hale getirilmesi ve bu şekilde piyasaya sunulması için maliyeti yüksek temizleme ya da ayrıştırma teknikleri (örneğin, tambur filtrasyonu ve çeşitli ultrafiltrasyon teknikleri) ile izole edilmesi gerekmektedir. Bu temizleme teknikleri, enzimin sıvı ya da granül olmasına göre sınıflandırılmaktadır.

Enzim üreticisi firmalardan Novo Nordisk tarafından, bütün katı formdaki enzimlerde üründen ileri gelen tozlanmayı ve buna bağlı plarak proteinlerin neden olduğu kontakt alerjileri önlemek amacıyla, özel granülasyon teknikleri kullanıldığı bildirilmektedir. Bu şekilde elde edilen granülatlarda enzim, koruyucu bir zarla kaplanmaktadır. Granülatlar, oldukça iyi bir depolama stabilitesi taşımaktadır ki, bu da enziminkuru depolamada 1-2 yıl sonra dahi yüksek relatif bir aktivite gösterdiği anlamına gelmektedir. Sıvı formdaki enzim ürünlerinde ise, depolama koşullarına

göre (depolama temperatürü gibi) değişmekle birlikte uygun formülasyonla bugün yaklaşık 3-12 ay arasında değişmektedir (Ayaz, 2000).

6. TEKSTİL'DE ENZİM KULLANIMI

Son yıllarda çeşitli tekstil mamüllerinin terbiyesinde enzimlerin kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu artışın nedeni, enzimlerin reaksiyonları hızlandırmaları, yalnızca spesifik substratlara etkili olmaları, kullanımları ve kontrol edilebilirliklerinin kolay olmaları ve bütün bu özelliklerinin yanı sıra enzimatik proseslerin ve atıklarının çevre kirliliğine neden olmamasıdır.

Amilaz enzimi çok eskiden beri nişastayı uzaklaştırmada kullanılmaktadır. Yakın bir geçmişte ise tekstil araştırmaları özellikle proteazlar, selülazlar, lipazlar ve nükleazlar için terbiye proseslerinde ilginç uygulama olasılıklarını keşfetmiştir. Örneğin yünlü terbiyesinde enzimatik degredasyonla deri artıkları, deri yağı ve bitkisel maddelerin uzaklaştırılması mümkün olabildiği gibi, yün liflerinin yüzey modifikasyonu yardımıyla kimyasal ve ekonomik açıdan endişe verici klorlama işlemi uygulanmaksızın liflerin parlaklık ve tutumunun aynı zamanda geliştirilmesi suretiyle, keçeleşmezlik bitim işlemi uygulamak da mümkündür.

Selülozu hidrolize eden selülaz enzimleri, kumaş yüzeyini düzgünleştirmede, boncuklanma eğilimini azaltmada, biyo-parlatmada ve denim kumaşlara eskimiş görünüm kazandırmada kullanılmaktadır. Proteaz enzimlerinden ise ipek mamüllerden serisini uzaklaştırmada yararlanılmaktadır. Pektinaz enzimleri ağartma öncesinde pamuklu materyallerin hidrofilleştirilmesinde; keten, kenevir, rami, jüt gibi bitkisel liflerin enzimatik havuzlama işlemlerinde kullanılmaktadır. Katalaz enzimleri ise hidrojen peroksit ağartmasından sonra, banyodaki peroksidi su ve oksijene parçalamaktadır.

Geliştirilen başlıca enzimatik Tekstil Aplikasyon Yöntemleri ve bunların ticari kullanımları çizelge 6.1'de verilmiştir (Sarıışık, 2001).

Çizelge 6.1. Geliştirilen başlıca enzimatik Tekstil Aplikasyon Yöntemleri ve Bunların Ticari Kullanımları (Sarıışık, 2001)

Lif Tipi	**Enzimin Substraktı**	**Enzim**	**Uygulama**
	Nişasta	A-amilazlar	Haşıl Sökme
Pamuk	Pektin	Pektinazlar	Biyo-Kaynatma
	Protein	Proteazlar	Biyo-Kaynatma
	Selüloz	Selülazlar	Biyo-Parlatma Biyo-Taşlama
	İndigo	Lakkaz / Mediatör	Biyo-Bitim İndigonun Renginin Giderilmesi
Lyocell, Viskon, Modal	Selüloz	Salülazlar	Biyo-Parlatma Biyo-Bitim Şeftali Tüyü Efekti
	Hidrojen Peroksit	Katalaz	Ağartma sonrası H_2O_2'nin uzaklaştırılması
Yün	Protein	Proteazlar	Çekmezlik, Boyanabilirliği Artırmak Tutum ve Beyazlık
	Selüloz Artıkları	Selülazlar	Karbonizasyon
İpek	Protein	Proteazlar	Serisin Uzaklaştırma Kum Yıkama Efekti
Akrilik	Nitrile	Nitril Hydratazkar ve Nitrilazlar	Boyanabilirliği Artırma
Poliester	BEB, ETE*	Esterazlar	Pillinglenmeyi giderme ve Boyanabilirliği Geliştirme
Lif Çözelti Hamuru	Selüloz ve Hemiselüloz	Selülazlar ve Hemiselülazlar	Rejenere Liflerin Üretimi

BEB* :Etilen glikol dibenzil ester, ETE* :Teraftalatik asit dietilester

6.1. Tekstil Terbiyesinde Kullanılan Enzimler

6.1.1. Amilazlar

Pamuklu çözgü ipliklerinin haşıllanmasında en yaygın olarak kullanılan haşıl maddesi olan nişastanın yapısında lineer ve düşük moleküllü amiloz ve dallanmış yüksek moleküllü amilopektin bulunmaktadır. Nişastanın bu uzun molekül zincirleri amilaz enzimleri ile parçalanabilir. Amilazların yardımıyla nişastanın α-glikozidik bağları parçalanarak (nişasta depolimerize edilerek) suda çözünen oligoşeker (dekstrin) oluşturulmaktadır. Ancak bu işlem sırasında selülozun β-glikozidik bağları zarar görmemektedir (Ayaz, 2000).

Amilazlar yalnız nişasta moleküllerini parçalayıp selüloz ve diğer liflere zarar vermedikleri için en güvenli haşıl sökme işleminin gerçekleşmesini sağlamaktadırlar. Amilaz enziminin üç tipi mevcuttur:

1- Pankreas Amilazı : Kesilmiş hayvanların pankreaslarından su ve tuz ekstraksiyonu ile elde edilirler.

2- Bakteri Amilazı : Uygun bakterilerin üretilmesi ve bakteriyal faaliyetlerin sonunda oluşan enzimlerin ekstraksiyonu ile elde edilirler.

3- Malt Amilazı : Yeşermeye başlayan arpadan elde edilen maltın su ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilirle (Alkış, 2003).

Haşıl sökme işlemi için günümüzde piyasada hakim olan amilazlar, bakteri amilazıdır (Ayaz, 2000).

6.1.2. Katalazlar

Oksi-redüktaz grup enzimlerdir. Solunum aktivitesi olan hücrelerde bulunur. Anaerobik çevrelerde yoktur. Hücreler için zehirli olan hidrojen peroksidi su ve oksijene parçalar (Sarışık, 2001).

Çeşitli esaslı katalazlar, kristalin yapıda elde edilir fakat kimyasal özellikleri aynıdır. Katalaz enzimlerinde enzim-substrat oranı oldukça yüksektir. Bir molekül katalaz 5 milyon peroksit molekülünü parçalayabilir (Alkış, 2003).

Katalaz enzimleri mantar ve bakteriyel olmak üzere iki kaynaktan elde edilebilir. Yapılan çalışmalar bakterilerden elde edilen katalaz enzimlerinin depolama stabilitesinin düşük olduğunu ve yüksek peroksit içeren çözeltilerde deaktive olduğunu göstermiştir. Bu dezavantajlara rağmen elde edilebilirlikleri kolay ve ucuzdurlar. Mantar kaynaklı katalaz enzimlerinin elde edilme maliyetlerinin yüksek olmasına karşın depolama stabiliteleri oldukça iyidir. Yüksek peroksit konsantrasyonlarında bile aktivitelerini yitirmez ve zamana bağlı olarak tüm peroksitin parçalanmasını sağlarlar. 35-40 °C 'de bile bir yıl aktivitelerini kaybetmeyecek kadar dayanıklıdır.

Katalazların uygun maddelerle immobilize edilmeleri; hem teknik stabilite oranlarının artmasına hem de kayıpsız olarak tekrar kullanılmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca enzimlerin malzemeden uzaklaştırılmaları için ekstra temizleme işlemine gerek yoktur. Kesikli ve kesiksiz yıkama proseslerinin her ikisine de uygulanabilir (Temoçin, 2006).

6.1.3. Lakkazlar

Lakkazlar bakır içeren multinükleer oksidazlara ait oksidoredükleyicilerdir. Lakkazlar (EC 1.10.3.2, p-diphenol:dioxygen oksidoreductase) oksidazların mavi bakır ailesine aittir. Doğada her yerde,yüksek bitkilerde ve araştırılan hemen hemen bütün funguslarda, bakteri ve böceklerde bulunan glikoproteinlerdir. Bu grup enzim ilk olarak 19. yüzyılın sonunda Rhus vernicifera adlı vernik ağacının reçine komponenti olarak Yoshida tarafından tanımlanmıştır (Riva, 2006).

Moleküler oksijenin harcanmasında substuratların monoelektronik oksidasyonunu katalizlerler. Tekstil, kağıt ve gıda endüstrilerinde kullanılırlar. Tekstil endüstrisinde boyarmaddelerin renk gideriminde, ağartma işleminde ve toksik bileşiklerin uzaklaştırılmasında kullanılmaktadırlar. Lakkazlar ayrıca tipik substratları fenoller ve aminler olan reaksiyon ürünleri dimer ve oligomerler olan organik sentezlerde de kullanılmaktadırlar.

Lakkaz enzimi serbest veya immobilize olarak azo boyarmaddelerinin renk gideriminde kullanılmaktadırlar. 1-hidroksibenzotriazol (HBT)'nin mediatör (aracı)

olarak kullanımı lakkaz enziminin katalitik yeterliliğini artırmaktadır (Temoçin, 2006).

6.1.4. Lipazlar

Lipazlar gliserin ve yağ asitlerinin esterlerini ve düşük molekül ağırlıklarındaki alkollerin çeşitli esterlerini hidrolize ederler. Esterazlar eteral tuzlar üzerinde etkili olurken, fosfatazlar esterlerden fosforik asidi ayırırlar (Sarıışık, 2001).

6.1.5. Pektinazlar

Pektinaz enzimleri bitkilerin lamellar tabakalarında bulunan polisakkarit yapıya sahip pektin maddesine etki ederler. (keten, rami, jüt, kenevir, pamuk vs.) Pektin glakturanon bağları ile birbirine bağlanmış heteropolisakkarit kompleksidir. Enzimler D-poligalakturonik (pektik) asitin metil esterleşmiş α,1,4 bağlarına etki ederler (Sarıışık, 2001).

Ham pamukta pektin temel yabancı maddelerin %1'lik kısmını oluşturmaktadır. Pektin primer çeperde bulunan kuvvetli bir biyolojik tutkaldır. Pektinaz enzimi selülozik esaslı liflerin içerisinde bulunan pektin, yağ ve vaks gibi maddelerin kaynatma prosesiyle uzaklaştırılmasında kullanılır.

6.1.6. Peroksidazlar

Hidrojenperoksit iyi ekolojik uyumluluğu nedeniyle, tekstil terbiye proseslerinde daima büyük bir yer almaktadır. Herşeyden önce eskiden çoğunlukla klorlu bileşiklerle yapılan ağartma prosesleri buğün yerini hidrojenperoksit ile ağartmaya bırakmıştır.

Peroksit ağartması sonrasında mamül boyama işlemine girmeden önce kumaş üzerinde peroksit artığı bulunmaması sağlanmalıdır. Aksi takdirde oksidasyona hassas boyarmaddelerde nüans değişimleri meydana gelebilmektedir. Bu amaçla ya birden fazla yıkama-durulama yapılmakta ya da flotteye bir redüksiyon maddesi

ilave edilmektedir. Şimdiye kadar kullanılan anorganik indirgen maddeler, atık suda yüksek tuz yüküne neden olmaktadırlar. Peroksidazların kullanımı ile enzimatik bir reaksiyonun bütün avantajlarını taşıyan bir redüksiyon prosesi gerçekleşmektedir. Peroksidazların avantajları;

- Reaksiyon ürünlerinin ekolojik açıdan sakınca yaratmaması
- Kullanılan enzim miktarlarının, anorganik redüksiyon maddeleri ile yapılan syokiyometrik bir redoks reaksiyonuna nazaran önemli ölçüde az olması
- Atık suda hiç bir tuz yüküne neden olmaması
- şeklinde ifade edilebilmektedir.

Peroksidazın H_2O_2 ile enzimatik reaksiyonu da anahtar-kilit prensibine göre gerçekleştiğinden hiçbir yan reaksiyondan endişe edilmemelidir. Peroksidazlar, boyarmaddelerle reaksiyona girebilen zincirler üzerinde etkili olmadığından her tip boyarmaddeye karşı kimyasal açıdan inert davranmaktadır. Sonuç olarak flotte bir defa daha boşaltılmaksızın enzimatik reaksiyonun tamamlanmasından hemen sonra boyama işlemine başlanabilmektedir (Ayaz, 2000).

6.1.7. Proteazlar

Bu enzim grubu pektin ve polipeptid moleküllerini organik asit ve amine ayırmaktadır. Peptidaz ve proteinaz olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Peptidazlar; peptidlerin türevleri üzerinde etkili olup, proteinlere etkisizdirler. Proteinazlar ise proteinleri polipeptid zincirlere ve polipeptidlere ayırırlar (Alkış, 2003).

6.1.8. Selülazlar

Selülazlar kısaca I.U.B.(International Union of Biochemistry) 3.2.1.4 veya 1,4-(1,3;1,4)-β-D-Glucan-4-glucanohydrolase olarak olarak adlandırılan ve Emert ve arkadaşları (1974) ve whitaker (1971)'ın belirttiği gibi beraber hareket ederek selülozu hidrolize eden enzim grubuna verilen isimdir (Bahtiyari, 2005).

Selülaz enzimleri artan bir şekilde tekstil terbiye endüstrisinde kullanılmaktadır. Selülazların tekstil endüstrisindeki kullanım yeri iki önemli

alandadır. Bunlar bio-parlatma işlemi ve denim kumaşların taş yıkamasıdır. Ayrıca selülaz enzimleri evlerde kullanılan deterjanlarda lif yüzeyini temizlemek ve renk parlaklığını artırmak için de kullanılmaktadır (Dervent, 2003).

6.2. Tekstil Terbiye Proseslerinde Enzimlerin Kullanımı

6.2.1. Haşıl Sökme

Nişastanın parçalanmasında etkili olan enzimlere "amilaz" denir. Amilazlar, yalnız nişasta moleküllerini parçalayıp selüloz ve diğer liflere zarar vermediği için nişasta haşılının sökülmesinde en güvenli yöntem enzimatik haşıl sökmedir (Duran ve Korkmaz, 1999).

6.2.2. Ağartma (Antiperoksit İşlemi)

Hidrojen peroksit pamuk ve karışımlarının ağartılmasında %90'dan daha fazla bir kullanıma sahiptir. Ağartma işlemi sonrasında, kumaş üzerinde kalan fazla miktardaki hidrojenperoksitin boyama işleminde istenmeyen bir etki yaratmaması için uzaklaştırılması gereklidir. Bu işlem genellikle birbirini takip eden durulamalar ile yapılmaktadır. Bu da ek bir maliyet getirmektedir. Bu problem hidrojen peroksitin oksijen ve suya bozunumunu katalize eden bir katalaz enziminin kullanımı ile kolaylıkla çözülebilmektedir. Peroksidasyonların enzimatik reaksiyonu anahtar-kilit prensibine göre gerçekleştiği için herhangi bir yan reaksiyon oluşumu söz konusu değildir. Katalaz enzimleri sadece peroksite karşı etkili olduğu için boyaları etkilemez. Dolayısıyla peroksit ve diğer indirgen maddelerin neden olabileceği renk farklılıkları önlenmiş olur. Boyamaya geçiş süresi azaldığı için enerji tasarrufu sağlanır. Peroksit giderimi için yapılan durulamaların sayısı azaldığı için su tasarrufu da yapılmış olur (Alkış, 2003).

6.2.3. Enzimatik Taş Yıkama

İndigo boyarmaddeleri ile boyanmış denim kumaşlardan yapılmış giysilerin ponza taşı ile yıkanması sonucu boyalı yüzey aşındırılmaktadır (Duran ve Korkmaz, 1999). Ponza taşının çeşitli dezavantajları nedeniyle son yıllarda taş yıkama efekti kumaşa selülaz enzimleriyle kazandırılmaktadır.

Enzimatik taş yıkamada asit ve nötral olmak üzere iki tip selülaz enzimi kullanılır. Nötral selülaz il işlemde tekrarlanabilirlik yüksek olup boyama sorunu yoktur (pH 5.5-7.5). Asidik selülazların ise fiyatları düşüktür (Bahtiyari, 2005).

6.2.4. Enzimatik Kaynatma

Pamuk lifleri, içerisinde selülozun yanısıra lifin toplam ağırlığının yaklaşık olarak %10'u kadar lipid, mum, pektin, organik asit, protein ve selüloz esaslı olmayan polisakkaritler içermektedir.Pamuk liflerindeki bu yabancı maddelerin mamul üretiminden önce uzaklaştırılması gerekmektedir ve bu işlem genellikle sodyum peroksit çözeltisi ile kaynatılarak sağlanmaktadır.çok miktarda su ve enerji kullanılan konvansiyonel kaynatma işlemi sırasında alkali yapıdaki atık su spesiyal işlemlere ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple pamuk lifleri farklı yapuda selülaz, pektinaz, proteaz, lakkaz ve lipazlar ile muamele edilmektedir (Duran ve Ayaz, 2001).

6.2.5. Enzimatik Serisin Uzaklaştırma

Serisin uzaklaştırma, ipek liflerinin yaklaşık %25'ini oluşturan ipek zamkını uzaklaştırma işlemidir. Serisini fibroinden uzaklaştırma derecesi amaca göre değişebilir. Serisin tamamen uzaklaşabileceği gibi kısmen de uzaklaştırılabilir. İpeğin serisin uzaklaştırma işleminde enzimlerin kullanımı uygun bir yüzey aktif madde ile ipek serisininin şişirilmesi ve giderilmesini kapsamaktadır.

Serisin bir çeşit protein olduğu için proteini parçalayan (proteolitik) enzimlerden etkilenir. Onun için fibroine zarar vermeyen proteaz enzimlerinin kullanılmasıyla serisinin bozunması sağlanır (Alkış, 2003).

6.2.6. Biyo-Parlatma

Selülazla, kumaş yüzeyinden dışarı çıkan lif uçlarını uzaklaştırma işlemine biyoparlatma işlemi denilmektedir. Biyoparlatma işlemi sonrasında mamul yüzeyinde sağlanan etkiler; boncuklanma eğiliminde azalma, mamul yüzeyi üzerinde minimum bir tüylenme, yumuşak bir tutum ve dökümlülük şeklindedir.

Biyoparlatma işlemi pamuklu mamullerin pilling eğiliminin giderilmesi için yapılabildiği gibi özellikle rejenere selüloz liflerinin yüzey modifikasyonları ve fibrillerinin uzaklaştırılması içinde uygulanmaktadır (defibrilasyon). Biyo-parlatma işlemi 7 no'lu başlık altında daha detaylı olarak incelenmiştir.

7. BİYO-PARLATMA (BIOPOLISHING) İŞLEMİ

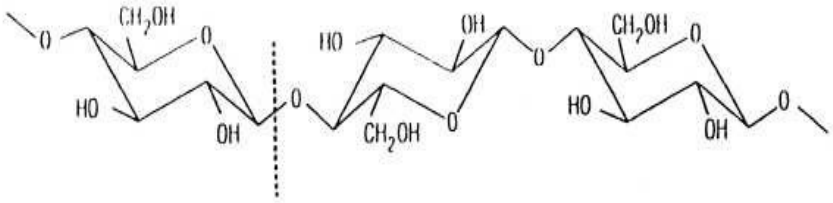
Selülozu hidrolize eden enzimlerin, kumaş yüzeyinden dışarı çıkan lif uçlarını uzaklaştırması işlemine bio-parlatma işlemi denir (Sarıışık, 2001). Bio-parlatma işlemi sonrası mamul üzerinde sağlanan etkiler; boncuklanma eğiliminde azalma, mamul yüzeyi üzerinde minimum tüylenme, yumuşak bir tutum, dökümlülük ve mamul hidrofilitesinde artış şeklinde sıralanabilir (Kontart ve Yarbaş, 2001).

Bio-parlatma, özel bir selülaz enziminin kullanıldığı, tamamen biyolojik bir prosestir (Bahtiyari, 2005). Selülaz enzimleri, selülozu hidrolize etmekte ve selülozu daha kısa zincirli selüloz polimerlerine ve glikoza parçalamaktadır. Selülaz'ın kopardığı selülozdaki glikozidik bağlar şekil 7.1'de gösterilmiştir. Selülaz enzimleri, sinerjik olarak hareket eden en az üç enzim sisteminden meydana gelmektedir (Dervent, 2003).

1- Endo-Beta (1,4)-glukonaz: Doğal selülozdaki düşük kristaliniteye sahip bölgeleri hidrolize eder ve serbest zincir ucu meydana gelir. Yani endoglukonazlar selülozu amorf bölgede iken parçalamaya başlarlar.

2- Ekzo-Beta (1,4)-glukonaz: Selüloz zinciri sonundaki selülozu parçalar ve sellobiozları serbest hale getirir.

3- Beta-(1,4)-glukosidaz: Sellobioz gibi kısa zincirli selüloz oligomerlerini glikoza parçalar (Sarıışık, 2000).



Şekil 7.1. Selülaz'ın Kopardığı Selülozdaki Glikozidik Bağlar (İçoğlu, 2006)

Ticari anlamda ise piyasada en az üç tip asit selülaz mevcuttur:

1- Konvansiyonel Asit Selülaz

2- Modifiye Asit Selülaz

3- Endo-Enriched (Endo-Zenginleştirilmiş) Asit Selülaz (Kontart ve Yarbaş, 2001).

Konvansiyonel selülazlar, doğal olup modifiye edilmemiş selülaz komplexlerinden oluşmaktadır. Bu komplexler, iki ana tipte komponent aktivitesi içeren selülazla ilişkili bir spektrumdan meydana gelmektedir ki bunlar endo-selülaz ve exo-selülaz aktivitesidir. Endoglukonazlar (EG) yada Endo-selülazlar, selüloz polimerini rastgele ve zincirlerden hidrolize ederken tercihen polimerin iç bölgesine nüfuz etmektedirler. Sellobiohidrolazlar (CBH) veya Exo-selülazlar, polimer zincirlerinin sonlarına nüfuz ederek öncelikle sellobioz üretmektedir. Enzimle ilgili nüfuz edilen bölgelere çift bağlı olan exo-selülozlar, bölgesel kristalin selüloz yapısının yarılmak suretiyle, selülozun parçalanmasına neden olurken, bu kısımları Endo-selülazların hidrolizine karşı daha hassas bir hale getirmektedir. β-glukosidazlar ise sellobiohidrolazlar gibi küçük zincirli oligomerleri glikoza hidrolize etmektedir. Bu sinerjik etkiler tekstil uygulamalarında her zaman arzu edilmemektedir. Bu nedenledir ki, enzim üreticileri tarafından endo-enriched (endo kısmı zenginleştirilmiş) selülazlar geliştirilmiştir. Modifiye komponentli selülazların amacı, üründeki ilgili selülaz aktivitelerinin spektrumunu ya da spesifik selülaz komponentinin kompozisyonunu değiştirmektir. Modifiye komponentli selülazlar, genellikle bir ya da daha fazla selülaz aktivitesi içermektedir ve konvansiyonel selülazlara göre sahip oldukları performans, kompozisyonda ayrı ayrı bulunan selülaz aktivitesine bağlıdır (Ayaz, 2000).

8. RENK ve RENK ÖLÇÜMÜ

8.1. Renk, Renk Tayfı ve Elektromanyetik Spektrum

Renk, psikofizyolojik bir duyumdur ve cisimlerin görünümünün bir ifadesidir. Rengin algılanabilmesi için bir cisim, bir gözlemci ve ışık kaynağı gereklidir (Abış, 2004). Rengin doğadaki kaynağı güneştir. Rengin fiziksel bir olayla beyaz ışığın parçalanmasından oluştuğunun bilimsel olarak ilk kanıtını 1670 yılında Isaac Newton yapmıştır. Karanlık bir odaya açılan bir delikten verilen güneş ışınlarının bir prizmadan geçirilerek; beyaz bir perdeye düşürülmesi sonucu: Mor (Violet), mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı renkler görülmüştür. Prizmadan geçirilen ışık demetinin, değişik açılarla kırılarak beyaz perde üzerine düşürülmesi sonucu değişik tenklerden oluşan renk dizisi "tayf" adını alır. Tayfta oluşan bütün renkler belli bir dalga boyu aralığına sahip olup birbirlerinin içerisine kesintisiz olarak girerler (Duran, 2001). Elektromanyetik spektrum içerisinde görünür alan spektrumu 380-780 nm aralığında yer alır ve yaklaşık olarak 6 bölgeye ayrılabilir (Öner, 2006).

Mor 380-450 nm
Mavi 450-490 nm
Yeşil 490-560 nm
Sarı 560-590 nm
Turuncu 590-630 nm
Kırmızı 630-780 nm

380 nm'nin altındaki dalga boyları morötesi (UV) ışınlar, 780 nm'nin üzerindeki dalga boyaları ise kızılötesi (IR) ışınlar olarak adlandırılırlar.

0,0001 nm	0,001 nm	1 nm	10 nm		0,0001 ft	0,1 ft	1 ft	100 ft	3100 mi
Kozmik Işınlar	Gamma Işınları	X ışınları	UV	Görünür Bölge	IR	Mikrodalga Işınları	TV	Radyo	Elektrik Gücü

Şekil 8.1. Elektromagnetik Spektrum (Abış, 2004)

8.2. Rengin Sayısal Olarak İfade Edilmesi

Renk, sayısal olarak Tristimulus değerleri ile ifade edilir. Bu değerler ışık kaynağı, cisim (örnek) ve göz gibi üç unsurun özellikleri tarafından belirlenir. Işık kaynağının ışık yoğunluğu (S) ile cismin sahip olduğu refleksiyon faktörü (R)'nin spektral çarpımı ile her dalga boyu için ışık yoğunluğunu elde ederek ve elde edilen bu ışık yoğunluğu, bulunulan dalga boyunda gözün sahip olduğu üç uyarı merkezi x, y, z 'nin uyarılma oranları ile birleştirilerek gözün ağ tabakası üzerindeki sinirlerin algılaması sonucu spektral sayı değerleri x, y, z elde edilir. Sonuçta üç ayrı tipteki uyarı merkezinden 400-700 nm arasındaki dalga boyları için elde edilen sayı değerlerinin toplanması ile Standart Renk (Tristimulus) Değerleri diye bilinen X; Y; Z ile sembolize edilen Renk Ölçüm Değerleri elde edilir (Duran, 2001).

8.3. CIELab Renk Sistemi ve Renk Farkı Formulasyonları

Rengin ölçüm prensibi için çok eski dönemlere dayanan çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar 1600'lı yıllarda başlamış, 1970'lerin sonuna kadar sürmüştür. Bu tarihsel süreç içinde Oswald, Munsell, Manfred Richter, CIE ve CIELab renk sistemi önemli noktalar olmuşlardır (Balcı, 2008).

CIE sistemi Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Comission Inernationale de L'eclerage) tarafından geliştirilmiş olup, standart renk kısımlarında x ve y kromatisite koordinatları kullanılarak elde edilir. Ancak CIE düzlemsel renk sistemi rengin açıklığı - koyuluğu ve nüansı hakkında fikir vermede yetersiz kalmaktadır. Bunun üzerine 1970'li yıllarda tekstil endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulan CIELab sistemi geliştirilmiştir (Duran, 2001).

CIELab renk sisteminde L*, a*, b*,C*, h değerleri renklerin tanımlanmasında kullanılan ana parametrelerdir. Bu parametreler, X, Y ve Z değerlerinden hesaplanmaktadır. Aşağıda bu formüller verilmektedir:

$$L^* = 116(Y/Yn)^{1/3} - 16 \quad (8.1)$$

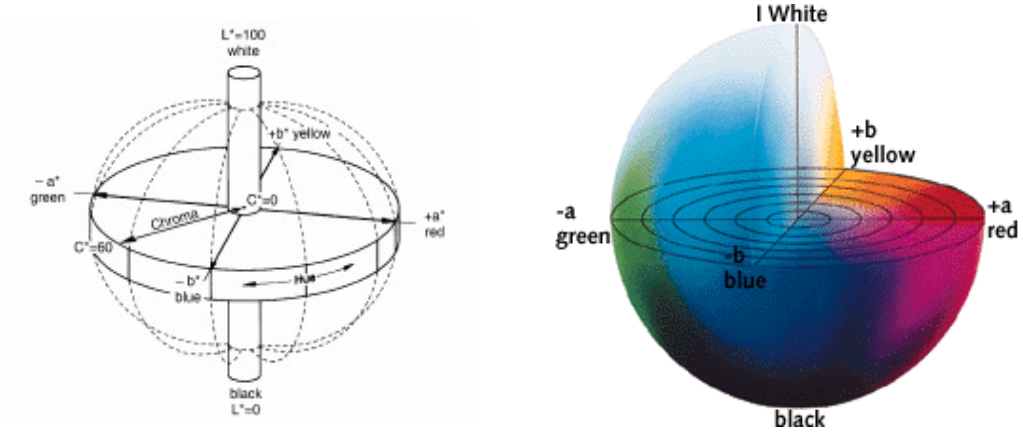
$$a^* = 500[(X/Xn)^{1/3} - (Y/Yn)^{1/3}] \quad (8.2)$$

$$b^* = 200[(Y/Yn)^{1/3} - (Z/Zn)^{1/3}] \quad (8.3)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2)]^{1/2} \quad (8.4)$$

$$h = \text{Arctan}(b^* / a^*) \quad (8.5)$$

a* (kırmızı-yeşil) ve b* (sarı-mavi) eksenleri nötral nokta üzerinde kesişirler. Üçüncü eksen ise a*-b* eksenlerinin oluşturduğu eksene dik gelen L* ekseni olup, rengin açıklık-koyuluğunu göstermektedir. Aynı rengin farklı tonları, a* ve b* eksenleri tarafından oluşturulan düzlem içerisinde nötral noktadan dışarıya doğru uzanan bir hat üzerinde yer almaktadır. Burada, kırmızıdan sarıya doğru artış gösteren dönme açısı "h" (derece cinsinden), rengin bir ölçüsüdür. Örneğin, h=0° kırmızı bir renk tonuna, h=90° sarı bir renk tonuna, h=270° mavi bir renk tonuna tekabül etmektedir.Rengin bulunduğu noktanın, renksiz noktaya olan uzaklığı, rengin C ile ifade edilen doygunluk değerini gösterir. Bu değer rengin belli bir açıklıktaki parlaklığı ve duruluğu için de bir ölçektir. Belirtilen tüm bu ifadelerin birbirlerine formülsel olarak çevrimi mümkündür. Şekil 8.2.'de CIELab Renk Uzayı gösterilmektedir.



Şekil 8.2. 3 boyutlu CIELab Renk Uzayı (www.sapdesignguild.org, 2009)

CIELab renk uzayında renk farklılıklarının matematiksel olarak hesaplanması şöyledir (Akgün, 2004);

$\Delta L = L_{numune} - L_{standart}$ ΔL = (+) ise numune daha ışıklı (8.6)

$\Delta C = C_{numune} - C_{standart}$ ΔL = (-) ise numune daha karanlık (8.7)

$\Delta A = A_{numune} - A_{standart}$ ΔA = (+) ise daha kırmızı,(-) ise daha yaşil (8.8)

$\Delta B = B_{numune} - B_{standart}$ ΔB = (+) ise daha sarı, (-) ise daha mavi (8.9)

Renk farkı belli koşullar altında iki renk arasındaki farkın büyüklüğü ve karakteridir ve ΔE bir renk farkı denklemi ile hesaplanan toplam renk farkını gösterir.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta A)^2 + (\Delta B)^2]^{0,5} \quad (8.10)$$

8.4. Renk Ölçümü ve Renk Ölçüm Cihazları

Renk ölçümü, bir numune tarafından belirli koşullar altında yayılan, geçirilen veya yansıtılan ışığın fiziksel ölçümü ve buradan elde edilen sonuçların standart hale getirilmiş kolorimetrik terimlere matematiksel olarak dönüştürülmesidir (Akgün, 2004). Her bir dalga boyunda yansıyan veya geçen ışık miktarı cismin renk karakteristiğinin spektral eğrisini oluşturur. Bağıl yansıtma (%R) ve bağıl geçirgenlik (%T) eğrileri rengin adeta parmak izi gibidir. Rengin her bir dalga boyundaki spektral reflektans verilerini sayısal bir liste halinde verir ve bu listeyi kullanarak bir veri sistemi vasıtasıyla renk iletişimi kolayca sağlanır (Keskin, 2006). Buna göre renk ölçüm cihazları şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

1) Kolorimetreler
2) Spektrofotometreler
    A) Reflektans Spektrofotometreleri
    B) Transmittans Spektrofotometreleri
        I) Tek Demetli Transmittans Spektrofotometreleri
        II) Çift Demetli Transmittans Spektrofotometreleri

Reflektans spektrofotometreleri ve kolorimetreler opak (ışığı geçirmeyen) yüzeylerden yansıyan ışığı ölçerken, transmittans spektrofotometreleri renkli çözeltilerin içinden geçen ışığı ölçer ve değerlendirir (Abış, 2004).

Kolorimetreler reflektans ölçümü esasına göre renk ölçümü yapan ilk cihazlar olup renkli filtreler yardımıyla kumaş numunelerinin X, Y, Z tristimulus değerleri ölçülür. Bu cihazlar bir ışık kaynağı, üç filtre (çoğunlukla kırmızı, yeşil ve mavi) , bir dedektör ve göstergeden oluşmuşlardır.

Transmittans spektrofotometreleri ise transparan cisimlerin ve çözeltilerin renk ölçümünde kullanılırlar. Yapılan ölçüm absorblanan veya geçirilen ışığın ölçümüdür ve büyük çoğunlukla ölçümü yapılan numunenin renk karakteristiğini veren dalga boylarında yapılır. Transmittans spektrofotometreleri biri ışık kaynağı ve monokromatör diğeri ise fotometre olmak üzere iki kısımdan oluşur.

Bir reflektans spektrofotometresi ile opak bir cismin rengini ölçmek için 400-700 nm arasında cismin reflektans/dalgaboyu eğrisi ölçülür. Farklı aydınlatıcı ve gözlem şartları altında eğrinin değişimi cihaz ile beraber kullanılan renk yazılımı ile bulunabilir (Akgün, 2004).

Bir spektrofotometrede ölçülmekte olan numuneyi ışıklandırmak için bir ışık kaynağı kullanır. Cisim tarafından yansıtılan ışık spektruma ayrıştırılarak bir değerlendirmeden geçer. Spektrum, her bir dalga boyundaki ışık miktarını ölçen bir diyot düzeni üzerine düşer bu spektral veriler daha sonra işlemciye gönderilir ve X, Y ve Z değerleri elde edilmek üzere orda seçilen ışık kaynağına göre 2º veya 10º standart gözlemci fonksiyonları ile çarpılır (Keskin, 2006).

9. MATERYAL ve METOD

9.1. Kullanılan Materyaller

9.1.1. Kullanılan Kumaşların Özellikleri

Çalışmada aynı lot pamuk harmanı kullanılarak %100 Pamuk ve %75-25 Pamuk-Viskon karışımı ring ipliğinden örülmüş iki kumaş türü kullanılmıştır. Pamuk-Viskon karışımı elyaf harmanında yapılmıştır. Çalışmada kullanılan kumaşların özellikleri çizelge 9.1.'de verilmiştir. Çalışmada kullanılacak kumaşların özellikleri belirlenirken, piyasada en yaygın olarak üretilen kumaşların konstrüktif özellikleri tercih edilmiştir.

Çizelge 9.1. Çalışmada Kullanılan Kumaşların Konstrüktif Özellikleri

No	**Özellik**	**Pamuk**	**Pamuk/Viskon**
1	Hammadde	%100 Penye	%75-25 Penye-Viskon
2	İplik Numarası	Ne 30/1	Ne 30/1
3	Kumaş Örgüsü	Ribana	Ribana
4	Kumaş Formu	Tüp	Tüp
5	İlmek sıra sıklığı	18	18
6	İlmek sütun Sıklığı	34	34
7	Gramaj	150	150

Çizelge 9.1.'de özellikleri verilen her iki kumaş, kasar işleminin ardından açık ve koyu olmak üzere aynı rengin iki farklı tonuna boyanarak, çalışmada kullanılmak üzere; %100 Pamuk açık ton, %100 Pamuk koyu ton, %75-25 Pamuk-Viskon açık ton ve %75-25 Pamuk-Viskon koyu ton olmak üzere 4 farklı numune kumaş elde edilmiştir.

9.1.2. Kullanılan Kimyasalların Özellikleri

Setenzim Super L : Setaş Kimya firmasının standart asit selülaz tipi enzimi.
Biopolish 300 : Eksoy firmasının modifiye selülaz tipi enzimi
Gempil 4L CONC : Gemsan firmasının selüloz esaslı kumaşların yüzey parlatmasında ve pilling giderilmesinde kullanılan patojenik olmayan bakterilerden elde edilmiş endo aktivitesi artırılmış asit selülaz enzimi.
Asetik Asit : Biyoparlatma işlemi sırasında pH ayarlamak için kullanılmıştır.
Hidrojen Peroksit : Kasar işleminde kullanılmıştır.
Gemsol KYT : Gemsan firmasının kasar işlemi sırasında kullanılan ıslatıcı maddesi.
Setawash DL : Setaş firmasının yağ sökücü maddesi.

9.2. Metod

9.2.1. Kumaşlara Uygulanan İşlemler

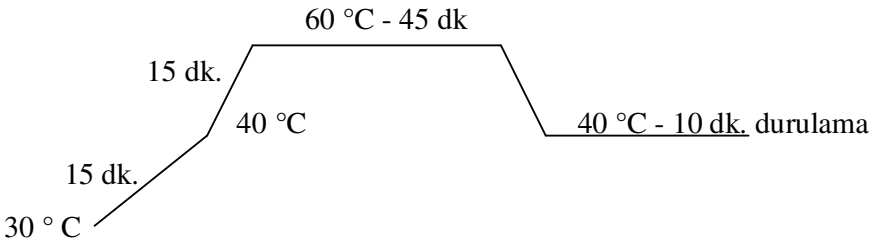
Çizelge 9.1'de özellikleri verilen, Ribana örgü ile örülmüş ham kumaşlara işletme şartlarında aynı jet boyama makinesinde, kumaşlar birbiri ardına eklenerek, çizelge 9.2.'de verilen kasar reçetesi ile ağartma işlemi uygulanmıştır. Kasar işlemi 110 ºC'de 30 dk. muamelenin ardından anti-peroksit ilavesi ile 50ºC'de 20 dk muamele şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kasar işleminin ardından 4m/dk hız ile 140ºC'de kurutma yapılmıştır. Kasar işleminin ardından bu iki kumaş türünün her biri yine işletme şartlarında, açık ve koyu olmak üzere aynı rengin iki farklı tonuna Dyestar firmasının Remazol boyalarıyla çizelge 9.3.'de verilen iki farklı reçete ile şekil 9.1.'de verilen boyama grafiği ile boyanarak, %100 Pamuk açık ton, %100 Pamuk koyu ton, %75-25 Pamuk-Viskon açık ton ve %75-25 Pamuk-Viskon koyu ton olmak üzere 4 farklı numune kumaş elde edilmiştir.

Çizelge 9.2. Kasar Reçetesi

Kimyasal Madde	Miktar (gr/lt)
Hidrojen Peroksit	2.0
Kostik Peroksit	3.0
Islatıcı	0.5
İyon Tutucu	2.0
Yağ Sökücü	1.0
Asetik Asit	1.0
Anti-Peroksit	0.5

Çizelge 9.3. Boyama Reçeteleri

Kullanılan Boyarmadde / Yrd. Kimyasallar	Açık Renk (%)	Koyu Renk (%)
Remazol Red 3BS	%1.54	% 3.08
Remazol Navy RGB	% 0.55	% 1.10
Remazol Yellow 3RSA	% 0.79	% 1.58
Tuz (Sülfat Tuzu)	80	80
Soda	10	10

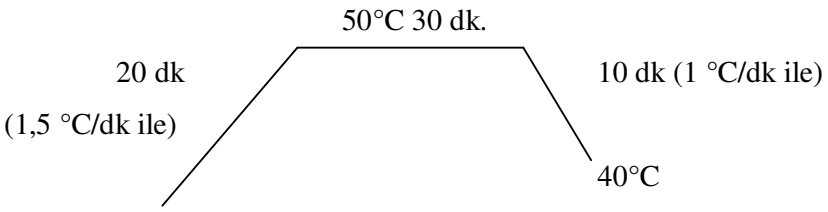


Şekil 9.1. Boyama Grafiği

Boyama işleminin ardından 95°C'de sabunlu yıkamanın sonrasında 80° C ve 70° C'de yapılan durulama işlemi ile boyama prosesi tamamlanmıştır.

Boyama işlemi sonrasında elde edilmiş olan 4 farklı kumaş türüne laboratuar şartlarında enzim uygulaması yapılmıştır. Kumaşlara 3 farklı enzim 4 farklı konsantrasyonda (%0.5- %1.0- %1.5- %2.0) uygulanmıştır. Tüm enzim uygulamaları IR ısıtma sistemine sahip 10 tüplü Ataç marka laboratuar tipi boyama makinesinde şekil 9.2.'de verilen grafik doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Enzim uygulamaları

sonrasında enzim deaktivasyonu 90°C'de kaynar yıkama ile yapılmıştır. Kaynar yıkamanın ardından soğuk durulama yapılarak numuneler laboratuar tipi germe makinesinde 100°C'de 2 dk kurutulduktan sonra ortam şartlarında 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra 48 saat kondisyonlama yapılarak testler uygulanmıştır.



Şekil 9.2. Enzim Prosesi

9.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler

9.2.2.1. Renk Ölçümü

Çalışmada renk ölçümü için spektrofotometrik renk ölçümü tercih edilmiştir. Bu yöntemde spektrofotometreler ile fiziksel olarak renk ölçümü yapılmaktadır. Şekil 9.3.'de ölçüm yapılan spektrofotometre görülmektedir

Renk ölçümleri için MINOLTA marka, CM 3600 model spektrofotometre kullanılmıştır. Cihaz bilgisayara bağlı olup, sadece %R değerlerini ölçüp aktarmaktadır. Daha sonra renk değerlerinin ve onlardan renk farkı değerlerinin hesaplanması yazılım ile gerçekleşmektedir. Renk ölçümü esnasında cihazın çalıştırılıp, %R değerlerinin kaydedilmesi için ve renk farkı değerlerinin hesaplanması için RealColor1.3® yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 9.3. Spektrofotometre

9.2.2.2. Pilling Testi

Numune Kumaşların pilling oluşumlarının tespit edilmesi ISO 12945-2 standardı esas alınarak Martindale Pilling cihazında (Şekil 9.4) yapılmıştır. Kumaş numunelerinden üçü deney parçası üçü de alt kumaş olarak kullanılmak üzere 150 mm çapında 6 adet numune kesilmiştir. Pilling oluşumunun gözlenmesi makinenin belirli devirlerinde gerçekleşmektedir. Makine çalıştırıldıktan sonra 125, 500, 1000, 2000, 5000 ve 7000. devirlerde durdurulup üst deney parçaları çıkarılarak standart ışık kabininde değerlendirilmiştir. Her devir aralığı sonunda değerlendirme 1-5 aralığında değişen Empa standardı fotoğrafları referans alınarak yapılmıştır. Bu fotoğraf skalasında 1 en kötü, 5 ise en iyi olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 9.4. Martindale Pilling Test Cihazı [www.aygenteks.com.tr, 2005]

9.2.2.3. Yıkama Haslığı Testi

Numune kumaşların yıkama haslıklarının tespiti TS EN ISO 105-C06 standardı esas alınarak yapılmıştır. Çizelge 9.4.'de ISO 105-C06 Standardına Göre yıkama haslığı deney şartları verilmiştir. Numunelerin örme kumaş olmaları gözetilerek çalışmada A2S standartı uygulanmıştır. Analizi yapılacak numune kumaştan ve multifibre'den 10 cm x 4 cm boyutlarında 1'er adet kesilip ve birbirine dikilerek numune hazırlanmıştır. Test için 1 lt saf suya 4 gr/lt ECE deterjan ve 1 gr/lt Sodyum Perborat Tetrahidrat ilave edilerek hazırlanan çözeltiden, 1 numune için 150 ml alınarak numune çözelti içerisine atılmıştır. Test, GYROWASH cihazında 40ºC'de 30 dk.da gerçekleştirilmiştir. Cihaz Şekil 9.5.'de görülmektedir.

Çizelge 9.4. ISO 105-C06 Standardına Göre Yıkama Haslığı Deney Şartları [TS EN ISO 105-C06 Standardı]

Deney Şartları	**Sıcaklık (°C)**	**Çözelti Hacmi (ml)**	**Sodyum Perborat (g/lt)**	**Süre (dk.)**	**Çelik Bilye Sayısı**	**pH**
A2S	40	150	1	30	10	-
B2S	50	150	1	30	25	-
C2S	60	50	1	30	25	10.5±0,1



Şekil 9.5. Gyrowash Yıkama ve Kuru Temizleme Haslığı Test Cihazı

Uygulama sonrasında numunedeki renk değişimi (solma) veya refakat bezine renk akması (lekeleme) gri skalayla standart ışık kabini içerisinde değerlendirilmektedir.

9.2.2.4. Sürtünme Haslığı Testi

Numune kumaşların yaş ve kuru sürtünme haslıkları ISO 105-X12 esas alınarak "crockmetre" cihazında gerçekleştirilmiştir. Testin yapıldığı cihaz Şekil 9.6'da görülmektedir.



Şekil 9.6 Crockmetre

Deney için 14 x 5 cm boyutlarında 2 adet çözgü, 2 adet atkı numunesi olmak üzere toplam 4 adet numune alınır. Numuneler ile beraber kullanılmak üzere 4 adet TS 5326 (ISO 105 F09) ile uyumlu, haşılsız, ağartılmış, apresiz ve 50 mm x 50 mm boyutlarında kare şeklinde refakat bezi kesilir. Deney kuru ve yaş sürtünme olarak 2 seferde gerçekleştirilir. Kuru sürtünmede sürtme ayağına düz olarak yerleştirilmiş kuru sürtme bezi deney parçası üzerindeki 100 mm'lik bir hat üzerinde aşağıya doğru 9 N'luk bir kuvvet uygulayarak 10 saniye içinde 10 kez ileri ve geri yönde sürtülür. Yaş sürtünme haslığının uygulanmasındaki tek fark ise, refakat bezinin kendi ağırlığı kadar ıslatılmasıdır. Yaş sürtünme haslığı deneyinde işlemden sonra, sürtme bezi oda sıcaklığında kurutulur. Değerlendirme yapılırken refakat bezindeki akmaya bakılır. Sonuçların değerlendirilmesi gri skala ile yapılır.

9.2.2.5. Ter Haslığı Testi

Numune kumaşlarda ter haslığının tespit edilmesi EN ISO 105-E04 standardı esas alınarak yapılmıştır. Ter oluştuğunda hafif asidiktir. Bakteri etkisiyle bazik hale gelir. Bu nedenle ter haslığı deneyi hem asidik, hem de bazik olarak uygulanır.

Deney için 100 mm x 40 mm boyutlarında 2 adet deney numunesi ve aynı boyutlarda multifibre refakat bezi kesilerek, birbirlerine dikilmiştir. Test cihazı olarak da 60 mm x 115 mm boyutlarında tabana ve çelik bir şasiye sahip olan, 60 mm x 115 mm boyutlarında akrilik levhaları bulunan ve levhalar arasına konulan numunelere 12,5 kPa (5 kg)'lik yük uygulayabilen "perspirometre" kullanılmıştır.

Deney esnasında asidik ve bazik ter ortamının sağlanması için 2 çözelti hazırlanmıştır.

Bazik ter çözeltisi;

- 0,5 g/l L-Histidin Monohidroklorid Monohidrat
- 5 g/l Sodyum Klorür
- 2,5 g/l Di sodyum Hidrojen Ortofosfat Dihidrat

pH 8 olacak şekilde ayarlanır.

Asidik ter çözeltisi ise;

- 0,5 g/l L-Histidin Monohidroklorid Monohidrat
- 5 g/l Sodyum Klorür
- 2,2 g/l Sodyum Dihidrojen Ortafosfat Dihidrat

pH 5,5 olacak şekilde ayarlanır.

Multifibre ile dikilen test numunesi 1/50 oranında pH'ı 8 olan bazik ter çözeltisi ile 30 dk oda sıcaklığı şartlarında muamele edilmiştir. Burada birleşik numune çözelti ile iyice ıslatılmıştır. 30 dk sonunda numuneler çözeltiden çıkarılarak (bir perspirometrede max. 10 adet numune olacak şekilde) 37°C'ye ayarlı etüvde bekletilmiş olan perspirometrenin akrilik plakaları arasında yerleştirilip, üzerine 12,5 kPa'lık yük uygulanarak perspirometre sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan perspirometre 37°C'ye ayarlı olan etüvde 4 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkan ve ıslak olan deney numuneleri multifibre ve numune kumaş birbirine yalnızca dikiş yerlerinden değecek şekilde serilerek ortam şartlarında serbest kurumaya bırakılmıştır. Bazik ter çözeltisi için yapılan bu işlem asidik ter çözeltisi için de aynen uygulanmıştır.

Deney sonunda değerlendirme aşamasında, ana kumaştaki solmaya ve multifibre'daki akmaya bakılmıştır. Renk solmasının değerlendirilmesi için TS 423 (ISO 105-A02), renk akmasının değerlendirilmesi için ise TS 423 (ISO 105-A03)'e uygun gri skala kullanılmıştır.

9.2.2.6. Işık Haslığı Testi

ISO 105B 02 test standardına göre ışık haslığı testi uygulanmıştır. Bu metotta prensip olarak mamul kumaştan alınan numune belli şartlarda ışık haslığı standart kıyaslama skalasıyla yan yana ksenon ark lambası ışığına tutulur. Numunedeki solma standart numunelerden hangisinin solmasına uyuyorsa renk haslığı o standardın haslığıdır. Standart skala 8 tane standart boyalı yünlü kumaştan oluşur.

Bu koşullarda 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640 soldurma saatlik bir ışıklandırmadan sonra numune ve standart boyamalar incelenir. Numunedeki solma standart boyamalardan hangisinin solmasına uyuyorsa renk haslığı o standardın haslığıdır. Standart boyamalar burada 8 tanedir.

10. ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME

Deneysel çalışmanın sonuçları değerlendirilirken yapılan kısaltmalar şöyledir:

P : %100 Pamuklu Kumaş
V : %75-25 Pamuk/Viskon Karışımlı Kumaş
0,5 : %0.5'lik Enzim Konsantrasyonu
1,0 : %1.0'lik Enzim Konsantrasyonu
1,5 : %1.5'luk Enzim Konsantrasyonu
2,0 : %2.0'lik Enzim Konsantrasyonu
A : Açık Renk
K : Koyu Renk
S : Setenzim Super L
B : Biopolish 300
G : Gempil 4L CONC

10.1. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

10.1.1. CIELab Renk Farkı Sonuçları

Çizelge 10.1., çizelge 10.2., çizelge 10.3. ve çizelge 10.4.'de verilen CIELab değerleri incelendiğinde her 3 enzim uygulaması yapılan 4 farklı kumaşta da a^* değeri (kırmızılık-yeşillik değeri) açısından tüm konsantrasyonlardaki enzim uygulamalarının kumaş rengini kırmızıya kaydırdığı gözlenmiştir. Bu durumun uygulanan enzimlerin mavi ve sarı boyarmaddeye ilgilerinin kırmızı boyarmaddeye olan ilgilerinden daha yüksek olması sebebiyle olduğu yani enzim uygulamalarının mavi ve sarı boyarmaddeleri kumaştan kırmızı boyarmaddeye nazaran daha fazla uzaklaştırdığı için gerçekleştiği düşünülmektedir. b^* değeri (mavilik - sarılık değeri) açısından ise yine tüm konsantrasyonlardaki enzim uygulamalarının kumaş rengini sarıya kaydırdığı gözlenmiştir. Bu durumun uygulanan enzimlerin mavi boyarmaddeye ilgilerinin sarı boyarmaddeye olan ilgilerinden daha yüksek olması sebebiyle olduğu yani enzim uygulamalarının mavi boyarmaddeyi kumaştan sarı boyarmaddeye nazaran daha fazla uzaklaştırdığı için gerçekleştiği düşünülmektedir. Enzimlerin b.m.lere ilgisi sıralanacak olursa;

Kırmızı < Sarı < Mavi 'dir.

Çizelge 10.1. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri

Numune	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE	L^*	a^*	b^*	C^*	h
PA	0	0	0	0	0	0	40.44	15.84	-5.18	16.67	341.90
PAS 0,5	0.12	0.55	0.47	0.39	0.61	0.73	40.56	16.39	-4.71	17.05	343.98
PAS 1,0	-0.11	0.43	0.37	0.30	0.48	0.58	40.33	16.27	-4.81	16.97	343.53
PAS 1,5	0.17	0.28	0.55	0.10	0.61	0.64	40.61	16.12	-4.63	16.77	343.99
PAS 2,0	0.00	0.19	0.37	0.07	0.41	0.41	40.44	16.03	-4.81	16.74	343.30
PAB 0,5	-0.10	0.33	0.11	0.28	0.21	0.36	40.34	16.18	-5.06	16.95	342.62
PAB 1,0	0.05	0.31	0.47	0.15	0.54	0.56	40.49	16.15	-4.71	16.82	343.74
PAB 1,5	-0.01	0.46	0.51	0.29	0.62	0.69	40.43	16.30	-4.66	16.95	344.03
PAB 2,0	0.20	0.38	0.55	0.20	0.63	0.69	40.64	16.22	-4.63	16.87	344.06
PAG 0,5	0.34	0.34	0.60	0.15	0.67	0.77	40.78	16.18	-4.58	16.81	344.21
PAG 1,0	0.51	0.28	0.61	0.09	0.67	0.84	40.95	16.12	-4.57	16.75	344.18
PAG 1,5	0.24	0.31	0.49	0.15	0.56	0.63	40.68	16.16	-4.68	16.82	343.83
PAG 2,0	0.37	0.29	0.47	0.13	0.54	0.67	40.81	16.13	-4.70	16.80	343.74

Çizelge 10.2. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri

Numune	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE	L^*	a^*	b^*	C^*	h
PK	0	0	0	0	0	0	29.86	15.13	-5.06	15.95	341.50
PKS 0,5	-0.67	0.37	0.55	0.19	0.64	0.94	29.19	15.50	-4.51	16.14	343.78
PKS 1,0	-0.44	0.37	0.52	0.20	0.61	0.77	29.42	15.50	-4.54	16.15	343.66
PKS 1,5	-0.51	0.29	0.66	0.08	0.72	0.89	29.34	15.42	-4.40	16.03	344.07
PKS 2,0	-0.76	0.21	0.55	0.04	0.59	0.96	29.10	15.34	-4.51	15.99	343.62
PKB 0,5	-0.62	0.28	0.28	0.18	0.35	0.73	29.24	15.40	-4.78	16.13	342.76
PKB 1,0	0.62	0.36	0,56	0.17	0.64	0.90	29.24	15.48	-4.50	16.12	343.78
PKB 1,5	-0.59	0.45	0.65	0.24	0.75	0.99	29.27	15.57	-4.41	16.19	344.19
PKB 2,0	-0.41	0.30	0.60	0.11	0.66	0.78	29.45	15.43	-4.47	16.06	343.85
PKG 0,5	-0.31	0.35	0.73	0.12	0.80	0.86	29.55	15.47	-4.33	16.07	344.35
PKG 1,0	-0.22	0.34	0.70	0.12	0.77	0.81	29.63	15.47	-4.37	16.07	344.24
PKG 1,5	-0.21	0.33	0.58	0.14	0.65	0.69	29.65	15.45	-4.49	16.09	343.81
PKG 2,0	-0.52	0.28	0.56	0.10	0.62	0.82	29.34	15.41	-4.50	16.05	343.72

Çizelge 10.3. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri

Numune	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE	L^*	a^*	b^*	C^*	h
VA	0	0	0	0	0	0	37.24	16.51	-5.77	17.49	340.74
VAS 0,5	0.12	0.45	0.26	0.35	0.39	0.54	37.36	16.96	-5.51	17.83	342.01
VAS 1,0	0.48	0.48	0.44	0.31	0.57	0.81	37.72	16.98	-5.33	17.80	342.58
VAS 1,5	0.58	0.46	0.39	0.31	0.52	0.83	37.81	16.97	-5.38	17.80	342.41
VAS 2,0	-0.01	0.41	0.45	0.25	0.56	0.61	37.23	16.92	-5.32	17.74	342.56
VAB 0,5	0.25	0.30	0.20	0.22	0.29	0.44	37.49	16.81	-5.57	17.71	341.68
VAB 1,0	0.37	0.38	0.31	0.27	0.41	0.61	37.61	16.89	-5.46	17.75	342.07
VAB 1,5	0.46	0.23	0.52	0.06	0.57	0.73	37.70	16.74	-5.25	17.54	342.59
VAB 2,0	0.42	0.46	0.50	0.28	0.62	0.80	37.66	16.97	-5.27	17.77	342.75
VAG 0,5	0.53	0.23	0.44	0.08	0.49	0.72	37.76	16.74	-5.33	17.57	342.33
VAG 1,0	0.59	0.49	0.47	0.32	0.60	0.90	37.83	17.00	-5.30	17.80	342.69
VAG 1,5	0.40	0.45	0.51	0.27	0.62	0.79	37.64	16.96	-5.26	17.76	342.76
VAG 2,0	0.25	0.33	0.47	0.17	0.55	0.63	37.49	16.84	-5.30	17.66	342.52

Çizelge 10.4. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Enzim Uygulaması Sonrası CIELab Değerleri

Numune	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE	L^*	a^*	b^*	C^*	h
VK	0	0	0	0	0	0	31.94	15.17	-5.09	16.00	341.44
VKS 0,5	-0.16	0.54	0.48	0.37	0.62	0.74	31.78	15.70	-4.62	16.37	343.62
VKS 1,0	0.13	0.59	0.75	0.35	0.89	0.96	32.07	15.76	-4.35	16.35	344.58
VKS 1,5	0.06	0.39	0.48	0.23	0.57	0.62	32.00	15.55	-4.62	16.22	343.47
VKS 2,0	-0.02	0.45	0.73	0.21	0.83	0.85	31.92	15.61	-4.37	16.21	344.37
VKB 0,5	0.03	0.33	0.50	0.16	0.58	0.60	31.96	15.50	-4.59	16.16	343.50
VKB 1,0	0.08	0.46	0.45	0.30	0.56	0.64	32.02	15.63	-4.65	16.30	343.44
VKB 1,5	0.12	0.37	0.71	0.15	0.79	0.81	32.05	15.54	-4.38	16.15	344.26
VKB 2,0	0.18	0.40	0.66	0.18	0.75	0.79	32.12	15.56	-4.43	16.18	344.10
VKG 0,5	0.29	0.32	0.54	0.15	0.62	0.70	32.23	15.49	-4.55	16.15	343.63
VKG 1,0	0.37	0.59	0.74	0.34	0.88	1.01	32.31	15.75	-4.36	16.34	344.54
VKG 1,5	0.16	0.48	0.72	0.25	0.83	0.88	32.10	15.65	-4.38	16.25	344.37
VKG 2,0	0.12	0.48	0.72	0.24	0.83	0.87	32.05	15.64	-4.37	16.24	344.39

Kumaşların açık-koyu ton karşılaştırmalarında ΔL* (açıklık-koyuluk) ekseninde bakıldığında 3 enzim uygulamasının da her iki kumaş türünün (%100 pamuk ve Pamuk-Viskon karışımı) rengini açık ton kumaşta koyu ton kumaşa nazaran daha fazla açtığı gözlenmiştir. ΔE toplam renk farkı açısından bakıldığında ise her iki kumaş türünde de enzim uygulamaları ΔE değerini artırmıştır. Yani koyu ton kumaştaki toplam renk farkı açık ton kumaştakinden daha fazla olmuştur.

Pamuk ve Pamuk-Viskon karışımı kumaşlar karşılaştırıldığında ΔE açısından Biopolish 300 enzimi uygulamaları toplam renk farkını azaltmıştır. Yani viskon karışımlı kumaşın rengi %100 pamuklu kumaşın renginden daha fazla değişmiştir. Dolayısıyla kumaştaki viskon varlığı kumaş renginin etkilenmesini artırıcı bir rol oynamıştır.

10.1.2. Pilling Testi Sonuçları

Numune kumaşlara uygulanan pilling testi sonuçları çizelge 10.5, çizelge 10.6., çizelge 10.7. ve çizelge 10.8'de verilmiştir. Çizelge 10.5 ve çizelge 10.6.'de pamuklu ve çizelge 10.7. ve çizelge 10.8.'de pamuk/viskon karışımlı kumaşların pilling değerleri verilmiştir. %100 pamuklu kumaşın hem açık hem de koyu tonunda pilling derecesi açısından en iyi sonucu Gempil 4L CONC enziminin verdiği gözlenmiştir. Pamuk/Viskon karışımında koyu ton kumaşın pilling değeri açık tona nazaran enzim konsantrasyonundan daha fazla etkilendiği görülmüştür. Ayrıca Pilling derecesi açısından enzim derişiminden en fazla etkilenen pamuk/viskon karışımlı koyu ton kumaş olmuştur.

Çizelge 10.5. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Pilling Değerleri

Numune No	Devir Sayısı					
	125	**500**	**1000**	**2000**	**5000**	**7000**
PA	3-4	3	2-3	2-3	2	2
PAS 0,5	4-5	4-5	4	4	3-4	3
PAS 1,0	5	4-5	4-5	4	4	3-4
PAS 1,5	5	4-5	4-5	4	4	3-4
PAS 2,0	5	4-5	4-5	4	4	3-4
PAB 0,5	4	3-4	3-4	3	2-3	2
PAB 1,0	4-5	4	4	3-4	2-3	2-3
PAB 1,5	4-5	4-5	4	3-4	3	3
PAB 2,0	5	5	4-5	4-5	4	3-4
PAG 0,5	4-5	4	3-4	3-4	3	2-3
PAG 1,0	4-5	4	3-4	3-4	3	2-3
PAG 1,5	4-5	4	3-4	3-4	3	3
PAG 2,0	5	5	5	4-5	4	4

Çizelge 10.6. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Pilling Değerleri

Numune No	Devir Sayısı					
	125	**500**	**1000**	**2000**	**5000**	**7000**
PK	4	4	3-4	3-4	3	2-3
PKS 0,5	4-5	4-5	4	4	3-4	3
PKS 1,0	4-5	4-5	4	3-4	3-4	3
PKS 1,5	4-5	4-5	4	3-4	3-4	3
PKS 2,0	5	4-5	4-5	4	3-4	3
PKB 0,5	4	3-4	3-4	3-4	2-3	2
PKB 1,0	5	4-5	4	4	3-4	3
PKB 1,5	5	4-5	4-5	4	3-4	3
PKB 2,0	5	5	4-5	4-5	4	4
PKG 0,5	4-5	4	3-4	3	2-3	2-3
PKG 1,0	5	5	4-5	4-5	4	3-4
PKG 1,5	5	5	4-5	4-5	4	3-4
PKG 2,0	5	5	5	5	4-5	4

Çizelge 10.7. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Pilling Değerleri

Numune No	Devir Sayısı					
	125	**500**	**1000**	**2000**	**5000**	**7000**
VA	3	3	2-3	2-3	2	2
VAS 0,5	4-5	4	3-4	3-4	3	3
VAS 1,0	4-5	4	3-4	3-4	3	3
VAS 1,5	5	4-5	4-5	4-5	4	3-4
VAS 2,0	5	5	4-5	4-5	4	3-4
VAB 0,5	4	4	3-4	3	2-3	2
VAB 1,0	4-5	4	4	3-4	3	2-3
VAB 1,5	5	4-5	4	4	3-4	3
VAB 2,0	5	5	4-5	4-5	4	3-4
VAG 0,5	5	4-5	4-5	4	3-4	3
VAG 1,0	5	4-5	4-5	4	3-4	3
VAG 1,5	5	5	4-5	4-5	4	3-4
VAG 2,0	5	5	5	4-5	4	3-4

Çizelge 10.8. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Pilling Değerleri

Numune No	Devir Sayısı					
	125	**500**	**1000**	**2000**	**5000**	**7000**
VK	3-4	3-4	3	2-3	2	2
VKS 0,5	4	3-4	3-4	3	3	2-3
VKS 1,0	5	4-5	4-5	4-5	4	3-4
VKS 1,5	5	5	4-5	4-5	4	3-4
VKS 2,0	5	5	4-5	4-5	4	3-4
VKB 0,5	4	4	3-4	3-4	3	2-3
VKB 1,0	4	4	3-4	3-4	3	2-3
VKB 1,5	5	4-5	4	4	3-4	3
VKB 2,0	5	5	5	4-5	4	3-4
VKG 0,5	5	4-5	4	4	3-4	3
VKG 1,0	5	4-5	4	4	3-4	3
VKG 1,5	5	4-5	4	4	4	4
VKG 2,0	5	5	4-5	4	4	4

10.1.3. Haslık Testleri Sonuçları

Haslık testleri kapsamında numunelere yıkama haslığı, asidik ve bazik ter haslığı, kuru ve yaş sürtünme haslığı ve ışık haslığı testleri uygulanmıştır. Çizelge 10.9., çizelge 10.10., çizelge 10.11. ve çizelge 10.12'de yıkama haslığı test sonuçları, çizelge 10.13., çizelge 10.14., çizelge 10.15., çizelge 10.16., çizelge 10.17., çizelge 10.18., çizelge 10.19. ve çizelge 10.20.'de ter haslığı sonuçları, çizelge 10.21., çizelge 10.22., çizelge 10.23. ve çizelge 10.24'de sürtünme haslığı test sonuçları ve çizelge 10.25., çizelge 10.26., çizelge 10.27. ve çizelge 10.28'de ışık haslığı test sonuçları verilmektedir.

10.1.3.1. Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Çizelge 10.9. ve çizelge 10.10.'da %100 pamuklu kumaşların, çizelge 10.11. ve çizelge 10.12'de %75-25 pamuk-viskon karışımlı kumaşların yıkama haslığı test sonuçları verilmektedir.

Çizelge 10.9. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PA	4-5	5	5	5	5	5	5
PAS 0,5	4-5	5	5	5	5	5	5
PAS 1,0	5	5	5	5	5	5	5
PAS 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
PAS 2,0	4-5	5	5	5	5	5	5
PAB 0,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 1,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 2,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 0,5	5	5	5	5	5	5	5
PAG 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 1,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5

Çizelge 10.10. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PK	4-5	5	5	5	5	5	5
PKS 0,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PKS 1,0	5	5	5	5	5	5	5
PKS 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
PKS 2,0	4-5	5	5	5	5	5	5
PKB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PKB 1,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PKB 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
PKB 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PKG 0,5	5	5	5	5	5	5	5
PKG 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PKG 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PKG 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5

Çizelge 10.11. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
VA	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 1,5	5	5	5	5	5	5	5
VAS 2,0	5	5	5	5	5	5	5
VAB 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VAB 1,0	5	5	5	5	5	5	5
VAB 1,5	5	5	5	5	5	5	5
VAB 2,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VAG 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VAG 1,0	5	5	5	5	5	5	5
VAG 1,5	5	5	5	5	5	5	5
VAG 2,0	5	5	5	5	5	5	5

Çizelge 10.12. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Yıkama Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
VK	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VKS 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VKS 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VKS 1,5	5	5	5	5	5	5	5
VKS 2,0	5	5	5	5	5	5	5
VKB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VKB 1,0	5	5	5	5	5	5	5
VKB 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
VKB 2,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VKG 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VKG 1,0	5	5	5	5	5	5	5
VKG 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
VKG 2,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5

Çizelge 10.9. ve çizelge 10.10. incelendiğinde enzim uygulamalarının %100 pamuklu kumaşların yıkama haslıkları üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı görülmektedir. Pamuk/Viskon karışımlı kumaşta ise açık tonda Gempil 4L CONC ve Setenzim Super L'nin kumaş haslıklarını bir derece iyileştirdiği, koyu tonda ise sadece Setenzim Super L'nin kumaş yıkama haslığını bir derece iyileştirdiği görülmüştür.

10.1.3.2. Ter Haslığı Test Sonuçları

Ter haslığı testi asidik ve bazik olmak üzere iki şekilde yapılmıştır.

10.1.3.2.(1). Asidik Ter Haslığı Sonuçları

Çizelge 10.13 ve çizelge 10.14.'de verilen test sonuçları incelendiğinde pamuklu açık ton kumaş üzerine enzim uygulamasının anlamlı bir etkisi olmadığı, koyu tonda ise Biopolish 300 enziminin yüksek konsantrasyonlardaki uygulamalarının kumaş haslığını iyileştirdiği, Gempil 4L CONC enziminin ise tüm konsantrasyonlardaki uygulamalarının kumaş haslığını iyileştirdiği görülmüştür.

Çizelge 10.15. ve çizelge 10.16.'da verilen Pamuk/viskon karışımlı kumaşın asidik ter haslığı testi sonuçları incelendiğinde ise açık tonda sadece Gempil 4L CONC enziminin konsantrasyona bağlı olmaksızın kumaş haslığını düşürdüğü, koyu tonda ise enzim uygulamalarının haslık üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 10.13. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	**Test Sonuçları**						
	Solma	**Akma**					
		Asetat	**Pamuk**	**Naylon**	**Poliester**	**Akrilik**	**Yün**
PA	5	5	5	5	5	5	5
PAS 0,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PAS 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAS 1,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PAS 2,0	4-5	5	5	5	5	5	5
PAB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 0,5	5	5	5	5	5	5	5
PAG 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5

Çizelge 10.14. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PK	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PKS 0,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PKS 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PKS 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
PKS 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PKB 0,5	4-5	5	4	5	5	5	5
PKB 1,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PKB 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PKB 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PKG 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PKG 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PKG 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PKG 2,0	5	4-5	4	5	5	5	5

Çizelge 10.15. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
VA	5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VAS 1,0	5	5	5	5	5	5	5
VAS 1,5	5	5	5	5	5	5	5
VAS 2,0	5	5	5	5	5	5	5
VAB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VAB 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VAB 1,5	4-5	5	4	5	5	5	5
VAB 2,0	5	5	4	5	5	5	5
VAG 0,5	4-5	5	5	5	5	5	5
VAG 1,0	4-5	5	5	5	5	5	5
VAG 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
VAG 2,0	4-5	5	5	5	5	5	5

Çizelge 10.16. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Asidik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
VK	4-5	5	5	5	5	5	5
VKS 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VKS 1,0	5	5	5	5	5	5	5
VKS 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
VKS 2,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VKB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VKB 1,0	5	5	5	5	5	5	5
VKB 1,5	5	5	4	5	5	5	5
VKB 2,0	4-5	4-5	4	5	5	5	5
VKG 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VKG 1,0	4-5	5	5	5	5	5	5
VKG 1,5	4-5	5	5	5	5	5	5
VKG 2,0	5	5	5	5	5	5	5

10.1.3.2.(2) Bazik Ter Haslığı Sonuçları

Çizelge 10.17. ve çizelge 10.18.'de verilen %100 pamuklu, çizelge 10.19. ve çizelge 10.20.'de verilen %75-25 pamuk-viskon karışımlı kumaşların bazik ter haslığı testlerinin sonuçları incelendiğinde enzim uygulamalarının her iki kumaş cinsinin her iki tonunda da anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 10.17. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PA	5	5	4-5	5	5	5	5
PAS 0,5	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5
PAS 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAS 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PAS 2,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAB 1,5	5	5	4	5	5	5	5
PAB 2,0	5	4-5	4-5	5	5	5	5
PAG 0,5	5	5	4	5	5	5	5
PAG 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PAG 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5

Çizelge 10.18. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PK	4-5	4-5	4	5	5	5	5
PKS 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PKS 1,0	5	4-5	4	5	5	5	5
PKS 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
PKS 2,0	5	4-5	4	5	5	5	5
PKB 0,5	4-5	4-5	4	5	5	5	5
PKB 1,0	4-5	4-5	4	5	5	5	5
PKB 1,5	5	4-5	4	5	5	5	5
PKB 2,0	5	4-5	4	5	5	5	5
PKG 0,5	5	4-5	4	5	5	5	5
PKG 1,0	5	4-5	4	5	5	5	5
PKG 1,5	5	4-5	4	5	5	5	5
PKG 2,0	5	4-5	4	5	5	5	5

Çizelge 10.19. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
		Akma					
	Solma	Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
VA	5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VAS 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VAB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VAB 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VAB 1,5	5	4-5	4	5	5	5	5
VAB 2,0	5	4-5	4	5	5	5	5
VAG 0,5	5	5	5	5	5	5	5
VAG 1,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VAG 1,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VAG 2,0	4-5	5	4-5	5	5	5	5

Çizelge 10.20. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Bazik Ter Haslığı Değerleri

Numune No	Test Sonuçları						
		Akma					
	Solma	Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
VK	5	5	5	5	5	5	5
VKS 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VKS 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VKS 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VKS 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VKB 0,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VKB 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VKB 1,5	5	4-5	4	5	5	5	5
VKB 2,0	5	4-5	4	5	5	5	5
VKG 0,5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
VKG 1,0	5	5	4-5	5	5	5	5
VKG 1,5	5	5	4-5	5	5	5	5
VKG 2,0	5	5	4-5	5	5	5	5

10.1.3.3. Sürtünme Haslığı Test Sonuçları

Çizelge 10.21. ve çizelge 10.22.'de verilen %100 pamuklu ve çizelge 10.23. ile çizelge 10.24.'de verilen %75-25 pamuk-viskon karışımlı kumaşların kuru ve yaş sürtünme haslığı sonuçları incelendiğinde enzim uygulamalarının, kuru ve yaş sürtünme haslıkları üzerine anlamlı bir etkileri olmadığı görülmektedir.

Çizelge 10.21. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri

Numune	**YAŞ**	**KURU**
PA	4	5
PAS 0,5	4	5
PAS 1,0	4	5
PAS 1,5	4	5
PAS 2,0	4	5
PAB 0,5	4	5
PAB 1,0	4	5
PAB 1,5	3-4	5
PAB 2,0	4	5
PAG 0,5	4	5
PAG 1,0	4	5
PAG 1,5	4	5
PAG 2,0	4	5

Çizelge 10.22. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri

Numune	YAŞ	KURU
PK	3-4	4-5
PKS 0,5	3-4	5
PKS 1,0	3-4	5
PKS 1,5	3-4	5
PKS 2,0	3-4	5
PKB 0,5	3	4-5
PKB 1,0	3	4-5
PKB 1,5	3-4	4-5
PKB 2,0	3-4	5
PKG 0,5	3-4	5
PKG 1,0	3-4	5
PKG 1,5	3-4	5
PKG 2,0	3-4	5

Çizelge 10.23. Pamuk/Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri

NUMUNE	YAŞ	KURU
VA	4	5
VAS 0,5	4	5
VAS 1,0	4	5
VAS 1,5	4	5
VAS 2,0	4	5
VAB 0,5	4	5
VAB 1,0	4	5
VAB 1,5	4	5
VAB 2,0	4	5
VAG 0,5	4	5
VAG 1,0	4	5
VAG 1,5	4	5
VAG 2,0	4	5

Çizelge 10.24. Pamuk/Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Sürtünme Haslığı Değerleri

NUMUNE	YAŞ	KURU
VK	4	4-5
VKS 0,5	4	5
VKS 1,0	4	5
VKS 1,5	4	5
VKS 2,0	3-4	5
VKB 0,5	4	5
VKB 1,0	3-4	5
VKB 1,5	3-4	5
VKB 2,0	3-4	5
VKG 0,5	3-4	5
VKG 1,0	3-4	5
VKG 1,5	3-4	4-5
VKG 2,0	3-4	5

10.1.3.4. Işık Haslığı Test Sonuçları

%100 Pamuklu kumaşın ışık haslığı test sonuçları çizelge 10.25. ve çizelge 10.26.'de, %75-25 Pamuk-Viskon Karışımı kumaşın ışık haslığı test sonuçları ise çizelge 10.27. ve çizelge 10.28.'de gösterilmektedir.

%100 Pamuklu kumaşta enzim uygulamalarının genel olarak ışık haslığını düşürdüğü gözlenmiştir. Biopolish 300 ve Gempil 4L CONC enzimlerinde enzim uygulamalarının koyu tonda ışık haslığı açısından bir etkisi olmamakla beraber açık tonda enzim konsantrasyonuna bağlı olmaksızın haslığın bir derece düştüğü gözlenmiştir. Enzim konsantrasyonunun Setenzim Super L standart selülaz enzimi hariç bir etkisi görülmemiştir. Setenzim Super L enziminde ise enzim konsantrasyonundaki artış numunelerin ışık haslığını ya etkilememiş ya da bir derece düşürmüştür. Açık - koyu ton karşılaştırmasında ise ışık haslığı açısından açık rengin koyu renge nazaran daha fazla etkilendiği gözlenmiştir.

%75-25 Pamuk-Viskon karışımlı kumaşın enzim uygulanmış ve uygulanmamış numunelerinin ışık haslığı sonuçları incelendiğinde Setenzim Super L

enzim uygulamasının koyu tonda bir etkisi görülmemekle beraber açık tonda konsaantrasyona bağlı olmamakla birlikte haslık değerini bir derece düşürdüğü, Biopolish 300 enziminin koyu tonda %1,5 konsantrasyona kadar haslık açısından etkisi olmamakla beraber %1,5 konsantrasyonda haslığı bir derece düşürdüğü, açık tonda ise anlamlı bir etkisinin olmadığı, Gempil 4L CONC enzim uygulamasının ise konsantrasyona bağlı olmamakla beraber açık tonda haslığı bir derece düşürdüğü, koyu tonda ise anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 10.25. %100 Pamuklu Açık Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçları

Numune	**Sonuç**
PA	3
PAS 0,5	2-3
PAS 1,0	2-3
PAS 1,5	2
PAS 2,0	2
PAB 0,5	2-3
PAB 1,0	2-3
PAB 1,5	2-3
PAB 2,0	2-3
PAG 0,5	2-3
PAG 1,0	2-3
PAG 1,5	2-3
PAG 2,0	2-3

Çizelge 10.26. %100 Pamuklu Koyu Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçları

Numune	Sonuç
PK	2-3
PKS 0,5	2-3
PKS 1,0	2-3
PKS 1,5	2
PKS 2,0	2
PKB 0,5	2-3
PKB 1,0	2-3
PKB 1,5	2-3
PKB 2,0	2-3
PKG 0,5	2-3
PKG 1,0	2-3
PKG 1,5	2-3
PKG 2,0	2-3

Çizelge 10.27. Pamuk-Viskon Karışımlı Açık Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçları

Numune	Sonuç
VA	3
VAS 0,5	2-3
VAS 1,0	2-3
VAS 1,5	2-3
VAS 2,0	2-3
VAB 0,5	3
VAB 1,0	2-3
VAB 1,5	2-3
VAB 2,0	3
VAG 0,5	2-3
VAG 1,0	2-3
VAG 1,5	2-3
VAG 2,0	2-3

Çizelge 10.28. Pamuk-Viskon Karışımlı Koyu Ton Kumaşın Işık Haslığı Test Sonuçları

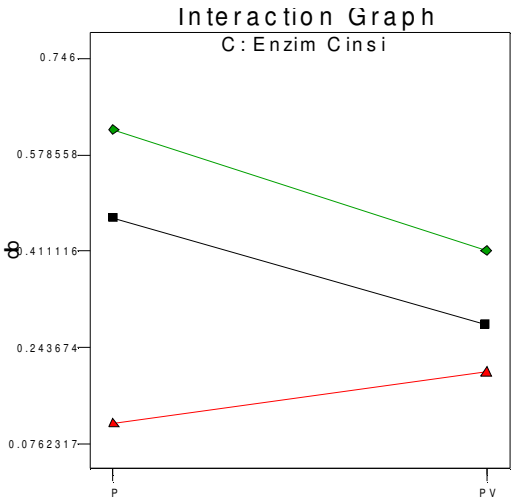
Numune	Sonuç
VK	2-3
VKS 0,5	2-3
VKS 1,0	2-3
VKS 1,5	2-3
VKS 2,0	2-3
VKB 0,5	2-3
VKB 1,0	2-3
VKB 1,5	2
VKB 2,0	2
VKG 0,5	2
VKG 1,0	2
VKG 1,5	2-3
VKG 2,0	2-3

10.2. Sonuçların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

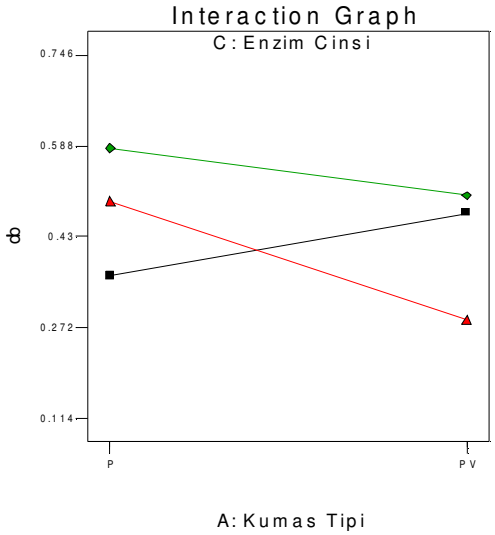
Deneysel çalışma sonucunda elde edilen verilerle, faktörlerin sonuç üzerindeki etkilerini inceleyebilmek amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Tek yönlü ANOVA sadece pilling ve renk farkı çıktıları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Haslık testleri sonuçları üzerinde enzim uygulamalarının çok anlamlı ve karmaşık bir etkilerinin olmaması dolayısıyla bu çıktılar üzerinde istatistiksel değerlendirmeye gerek duyulmamıştır.

10.2.1. CIELab Renk Farkı Sonuçlarının Değerlendirilmesi

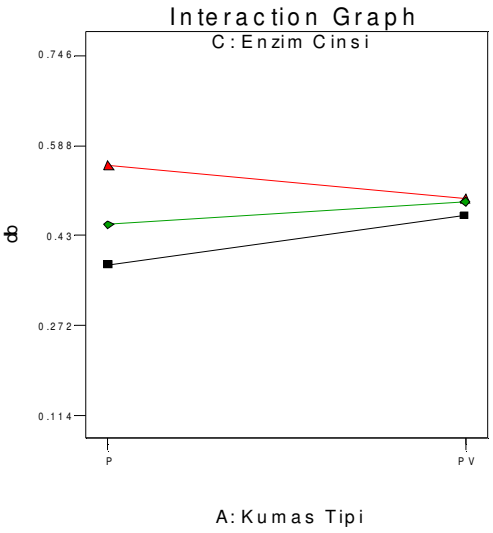
Şekil 10.1 'de açık ton boyalı Pamuk(P) ve Pamuk/Viskon (PV) kumaşların farklı konsantrasyon ve farklı enzim uygulamaları sonucu Δb^* değerleri verilmiştir. Verilen sonuçlar incelendiğinde enzim uygulamalarının Δb^* (sarılık-mavilik) değerlerini etkilediği görülmektedir.



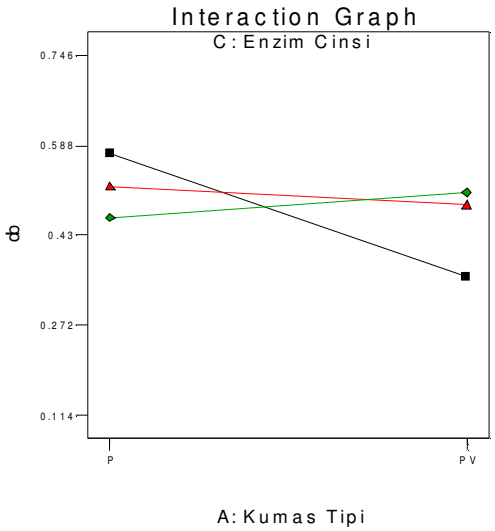
(A) % 0.5 Konsantrasyonda



(B) % 1.0 Konsantrasyonda



(C) % 1.5 Konsantrasyonda



(D) % 2.0 Konsantrasyonda

[P: %100 pamuk PV : Pamuk/Viskon]

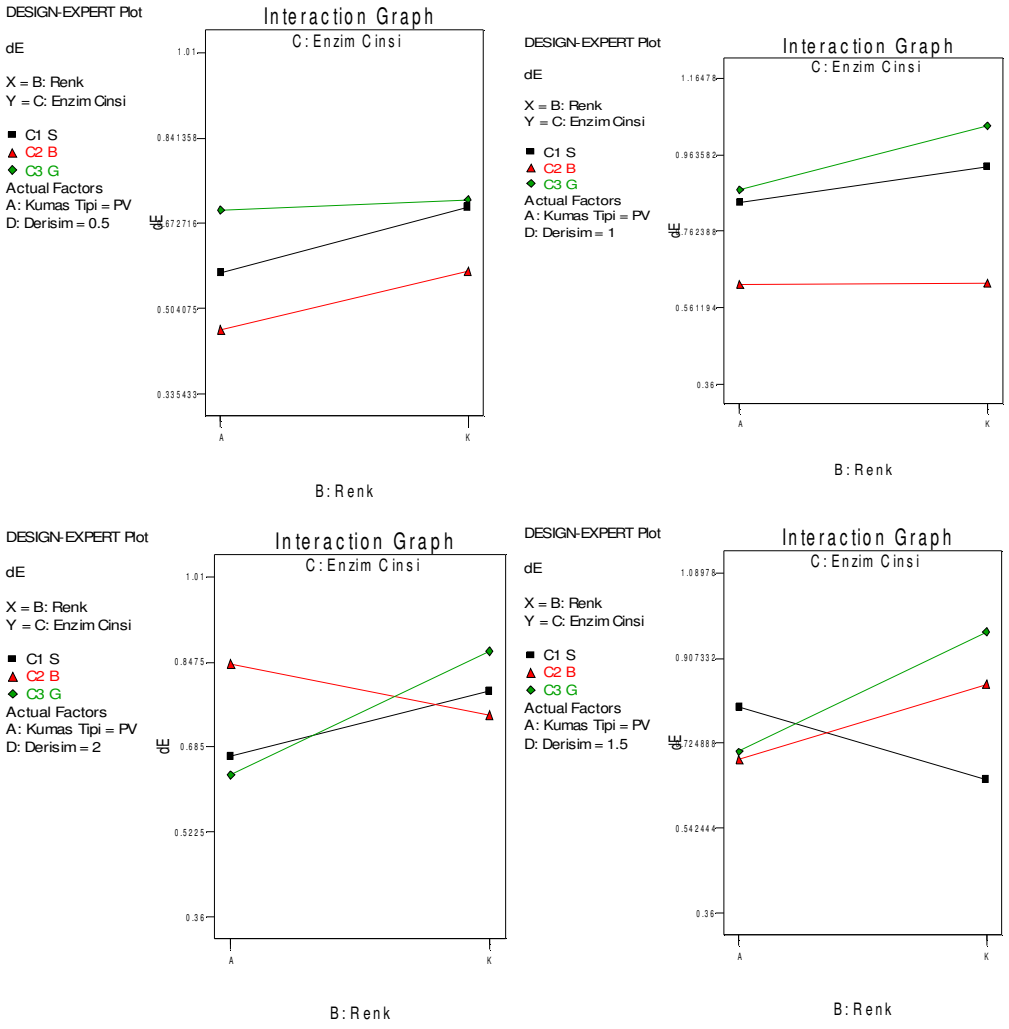
[------ Setenzim Super L ------ Biopolish 300 ------ Gempil 4L CONC]

Şekil 10.1 Açık Ton kumaşlar için Δb* değerleri

Şekil 10.1 'de verilen sonuçlara göre;

1) Biopolish 300 enziminin pamuklu kumaşın rengini pamuk/viskona nazaran daha fazla sarıya kaydırdığı tespit edilmştir.

2) Kumaş tipinin enzim uygulamalarında renk değişimi üzerine etkili olduğu gözlenmiştir.



Şekil 10.2. Enzim Cinsi ve konsantrasyonun ΔE üzerine Etkisi

Şekil 10.2.'ye bakıldığında pamuk-viskon karışımlı açık ton kumaşın toplam renk farkı değerini biopolish 300 enzimi uygulamalarının diğer enzimlere nazaran daha fazla artırdığı görülmektedir.

10.2.1.1.Varyans Analizi Tablosu

Orjinal yani enzim uygulaması yapılmamış referans kumaşlar ve 3 farklı enzimin 4 farklı konsantrasyonda uygulaması sonucu elde edilen 48 adet kumaşa renk ölçümü yapılarak elde edilen sonuçlar varyans analizi ile işlenmiştir. Çizelge 10.30.'da ΔL^* değerinin, çizelge 10.31'da Δa^* değerinin, çizelge 10.32'de Δb^* değerinin, çizelge 10.33.'de ΔC^* değerinin ve çizelge 10.34'de ΔE değerinin varyans analizleri verilmiştir. Bu incelemede F değeri artıkça ve p değeri azaldıkça incelenen faktör ve etkileşimlerin, sonuç üzerindeki anlamlılığı artmaktadır. Ayrıca bir faktörün, sonuç üzerinde etkili olması için p değerinin 0.05'in altında olması gerekmektedir. "% Katkı" ise toplam varyans içinde incelenen faktörün payını ifade etmektedir. Bu değer arttıkça, incelenen faktörün sonuç üzerindeki etkisini artırmaktadır. İstatistiksel analiz yapılırken modellere temel faktörlerin yanında ikili, üçlü ve dörtlü etkileşimler de dahil edilmiştir. Bunun amacı modelin gücünü, yani R^2 değerini artırmaktır. Yukarıda sayılan çizelgeler incelendiğinde kurulan modellerin genel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Çizelge 10.29.'da varyans analizi uygulamasında kullanılan değişkenler kodlarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 10.31. incelendiğinde Δa^* değeri üzerinde temel faktörlerden B "kumaş rengi"nin ve C "enzim cinsi"nin etkili olmadığı ancak C "enzim cinsi"nin enzim konsantrasyonu ile birlikte anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 10.32. incelendiğinde Δb^* değeri üzerinde ise temel faktörlerden A "kumaş cinsi"nin tek başına anlamlı etkisinin olmadığı ancak C "enzim cinsi" ve D "enzim konsantrasyonu" ile birlikte üçlü etkileşiminde anlam kazandığı belirlenmiştir. Buna karşın çizelge 10.33. incelendiğinde ΔC^* değeri üzerinde en anlamlı etkinin A "kumaş cinsi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 10.29. Varyans Analizi Uygulamasında Kullanılan Değişkenler

KOD	FAKTÖR	SEVİYE
A	Kumaş Cinsi	%100 Pamuk
		%75-25 Pamuk-Viskon
B	Kumaş Rengi	Açık Ton
		Koyu Ton
C	Enzim Cinsi	Setenzim Super L
		Biopolish 300
		Gempil 4L CONC
D	Enzim Konsantrasyonu	0.5
		1.0
		1.5
		2.0

Çizelge 10.30. incelendiğinde ise ΔL^* değeri üzerinde en anlamlı iki etkinin B "kumaş rengi" ve A "kumaş cinsi" olduğu belirlenmiştir.

ΔE toplam renk farkı açısından ise çizelge 10.34.'de de görüldüğü üzere A "kumaş cinsi"nin anlamlı bir etkisinin olmadığı, en etkili faktörün ise B "kumaş rengi" olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 10.30. ΔL^* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları

Faktör	F	p Değeri	% Katkı
Model	34.89	< 0.0001	-
A	225.0	< 0.0001	31.22
B	270.44	< 0.0001	39.05
C	30.72	< 0.0001	8.94
D	15462	0.0047	2.75
AB	49.20	< 0.0001	6.71
AC	26359	0.0375	1.14
CD	24959	0.0006	4.91
ABD	40089	0.0432	1.37
R^2 Değeri		0.96	
Standart Sapma		92	
CV %		183.88	

Çizelge 10.31. Δa^* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları

Faktör	F	p Değeri	% Katkı
Model	4.98	<0.0001	
A	27.25	<0.0001	23.85
B	0.38	0.5432	0.50
C	1.64	0.21	3.0
D	3.33	0.0328	9.09
AD	4.28	0.0126	11.87
CD	4.45	0.0025	24.35
R^2 Değeri		72.66	
Standart Sapma		62	
CV %		16.18	

Çizelge 10.32. Δb^* Değerinin Varyans Analizi Sonuçları

Faktör	F	p Değeri	% Katkı
Model	31.53	<0.0001	
A	0.17	0.6839	0.018
B	304.62	<0.0001	32.67
C	51.06	<0.0001	10.95
D	42.61	<0.0001	13.71
AB	26.76	<0.0001	2.87
AD	8.25	0.0012	2.65
CD	26.56	<0.0001	17.09
ACD	24.47	<0.0001	15.75
BCD	3.66	0.0150	2.35
R^2 Değeri		98.07	
Standart Sapma		0.032	
CV %		6.18	

Çizelge 10.33. ΔC^* Değerinin Varyans Analiz Sonuçları

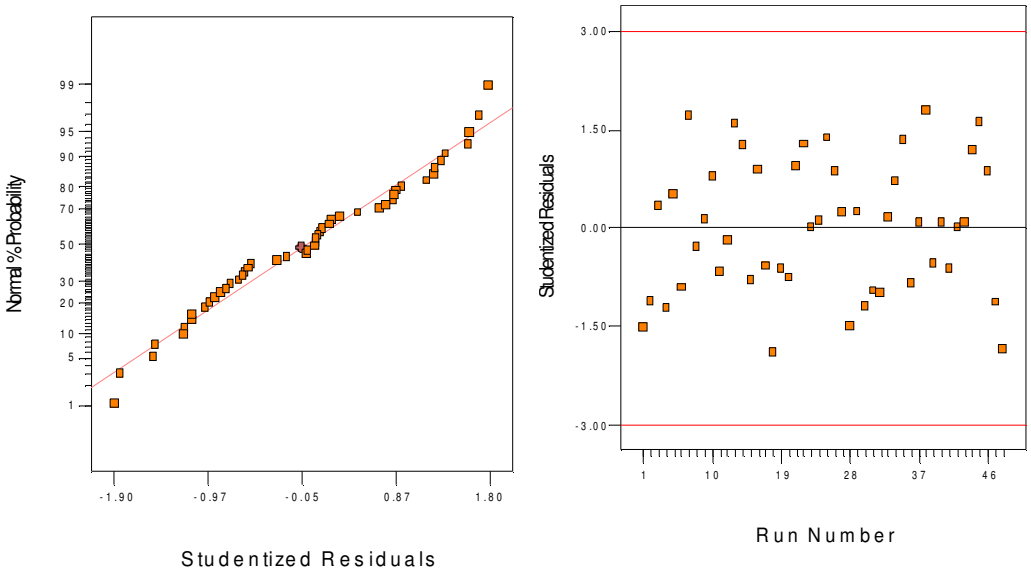
Faktör	F	p Değeri	% Katkı
Model	6.96	<0.0001	
A	34.10	<0.0001	17.39
B	3.25	0.0851	1.66
C	6.88	0.0048	7.01
D	6.93	0.0019	10.61
AB	4.87	0.0380	2.49
AC	8.73	0.0016	8.91
AD	6.04	0.0037	9.24
CD	6.06	0.0007	18.55
ACD	4.22	0.0056	12.92
R^2 Değeri		0.8878	
Standart Sapma		0.045	
CV %		22.06	

Çizelge 10.34. ΔE Değerinin Varyans Analizi Sonuçları

Faktör	F	p Değeri	% Katkı
Model	3.45	0.0348	
A	0.083	0.78	0.059
B	38.05	0.0003	26.70
C	4.68	0.0451	6.57
D	3.53	0.0682	7.44
AB	6.58	0.0333	4.62
AC	1.03	0.3990	1.45
AD	2.79	0.1162	5.69
CD	3.84	0.0417	16.18
ABC	2.77	0.1216	3.89
ACD	2.09	0.1649	8.80
BCD	2.14	0.1574	9.02
ABCD	0.94	0.5169	3.95
R^2 Değeri		0.9438	
Standart Sapma		0.085	
CV %		11.46	

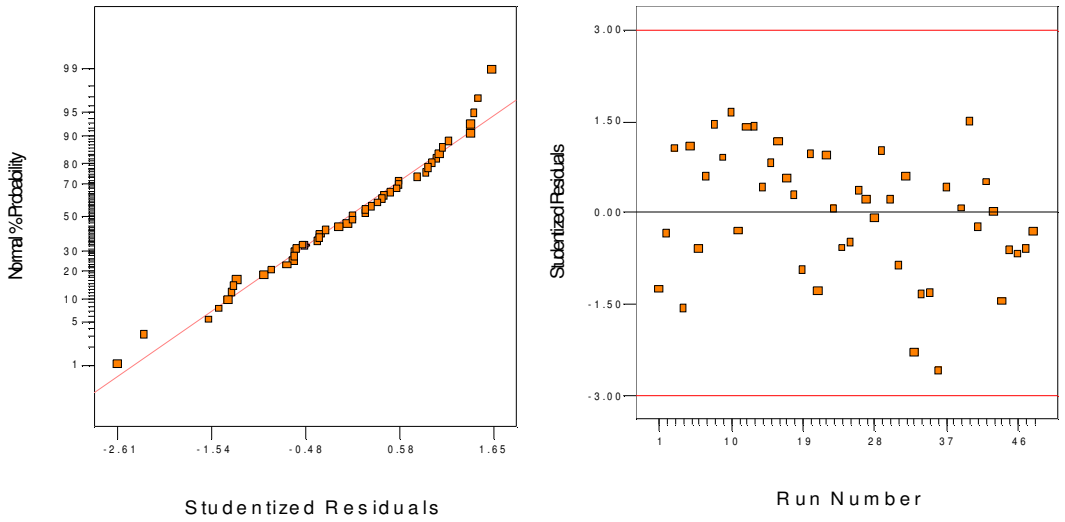
10.2.1.2. Modelin Doğruluğunun Kontrolü

Deney tasarımından elde edilen veriler varyans analizi yardımıyla yorumlandıktan sonra kurulmuş olan modelin uygunluğu kontrol edilmelidir. Hatalar normal olasılık grafiğine işaretlendiğinde düz bir çizgi elde edilir ise bu hataların, normal dağılımdan geldiği kabul edilmektedir. Çizelge 10.30., çizelge 10.31., çizelge 10.32., çizelge 10.33. ve çizelge 10.34'de incelenen çıktılar için kurulan modellerin uygunluğu, normal % dağılım ve artık değer-gerçek değer grafikleri kullanılarak test edilmiştir. Şekil 10.3., şekil 10.4., şekil 10.5., şekil 10.6. ve şekil 10.7. incelendiğinde genel olarak verilerin normal eğrisine yakın olduğu ve hataların aşağı yukarı düz bir çizgi oluşturacak şekilde dağıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç kurulan modellerin yeterli ve uygun olduğu anlamına gelmektedir. Şekiller incelendiğinde, hata değerlerinin homojen olarak dağıldığı ve deneme sırasına bağımlı olmadığı görülmektedir. Ayrıca alt ve üst kontrol limitlerini aşan artık değer görülmemesi kurulan modelin güvenilirliğini gösteren diğer bir durumdur.



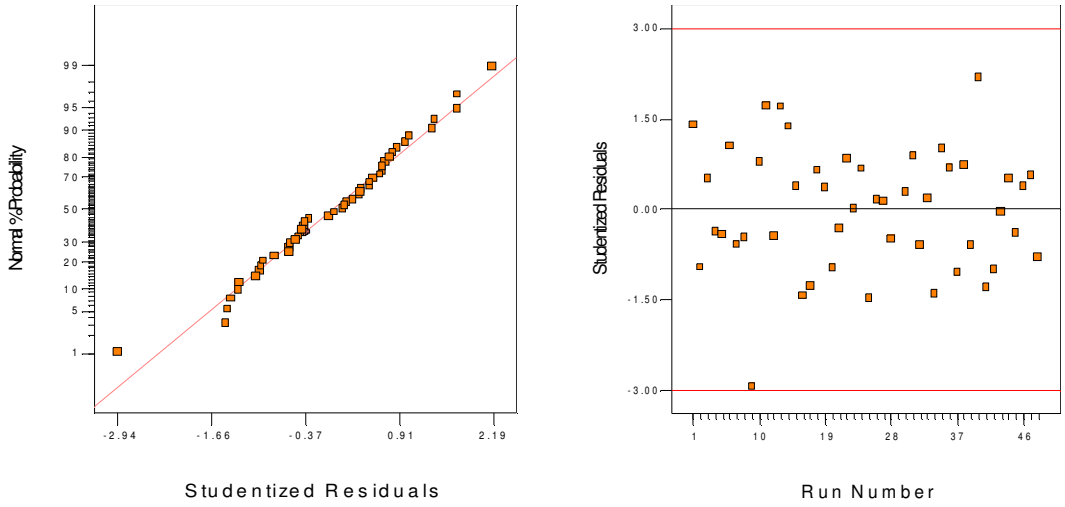
A: Normal % Dağılım Eğrisi B: Artık Değer-Deney No

Şekil 10.3. Δb^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğrileri



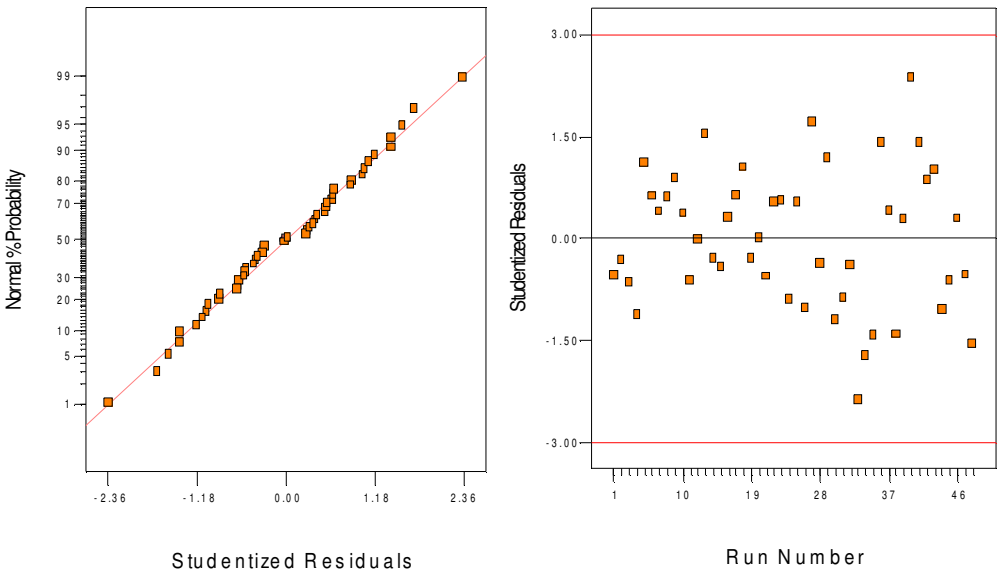
A: Normal % Dağılım Eğrisi B: Artık Değer-Deney No

Şekil 10.4. Δa^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğrileri



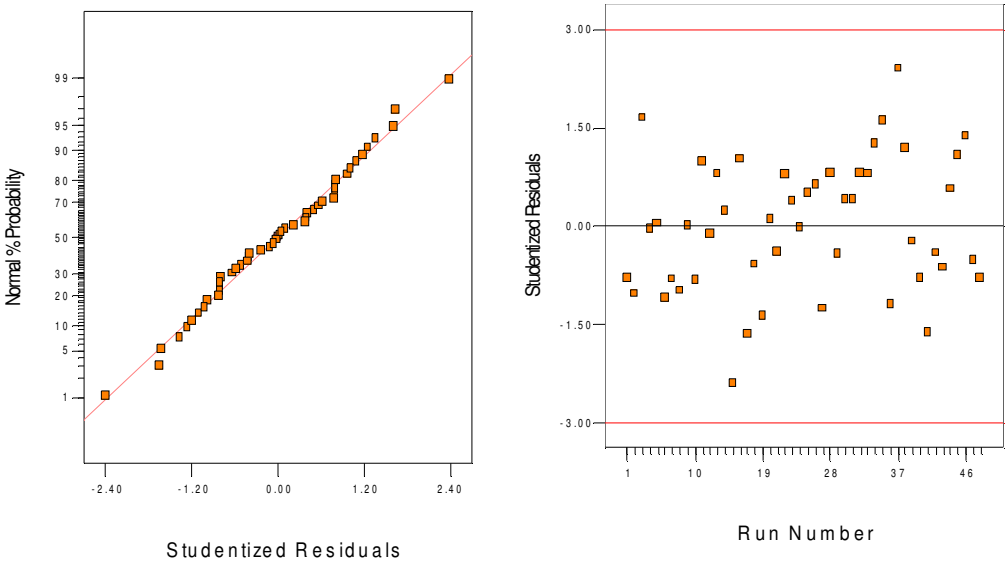
A: Normal % Dağılım Eğrisi B: Artık Değer-Deney No

Şekil 10.5. ΔL^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğriler



A: Normal % Dağılım Eğrisi B: Artık Değer-Deney No

Şekil 10.6. ΔC^* için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğriler

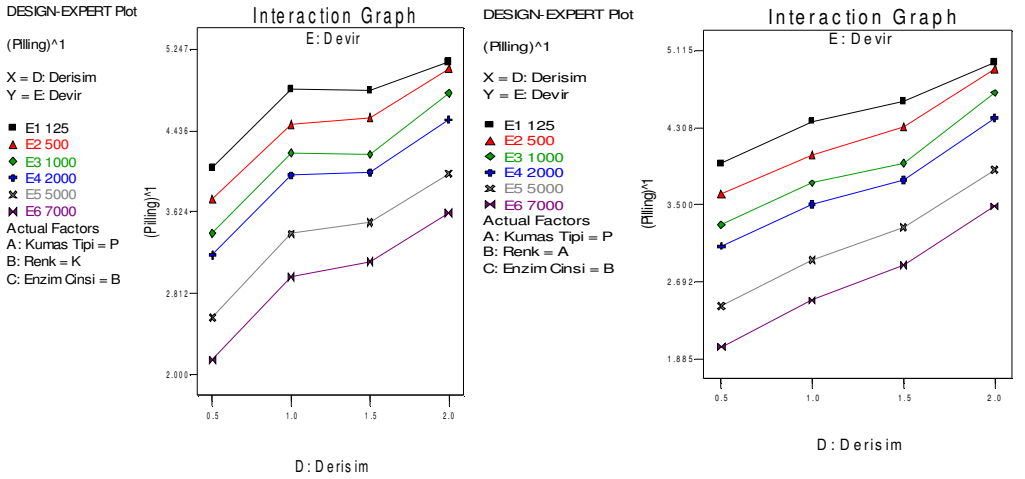


A: Normal % Dağılım Eğrisi B: Artık Değer-Deney No

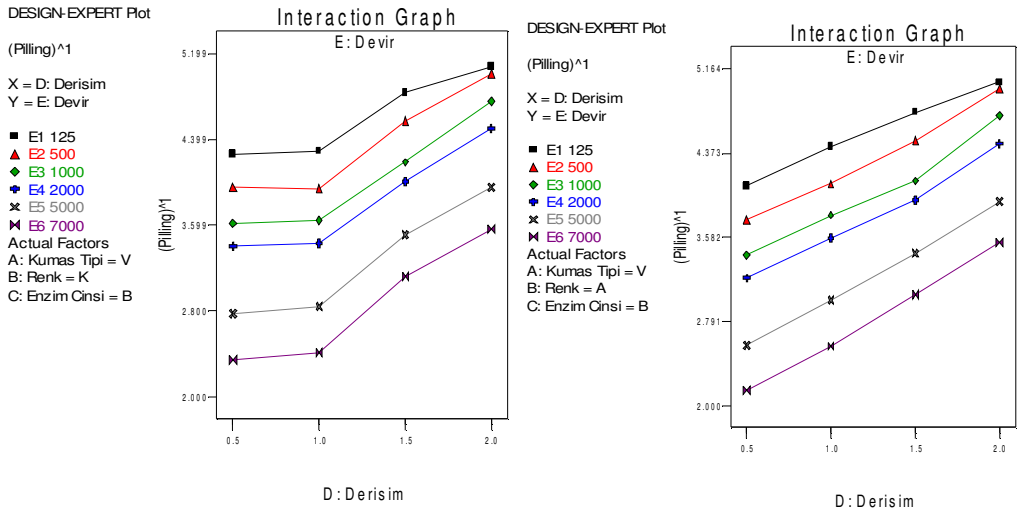
Şekil 10.7. ΔE için Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğriler

10.2.2.Pilling Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 10.8.'e bakıldığında biopolish 300 enzimi uygulamalarında enzim konsantrasyonu arttıkça her iki kumaş cinsinin her iki tonunda da pilling derecesinin iyileştiği görülmüştür.



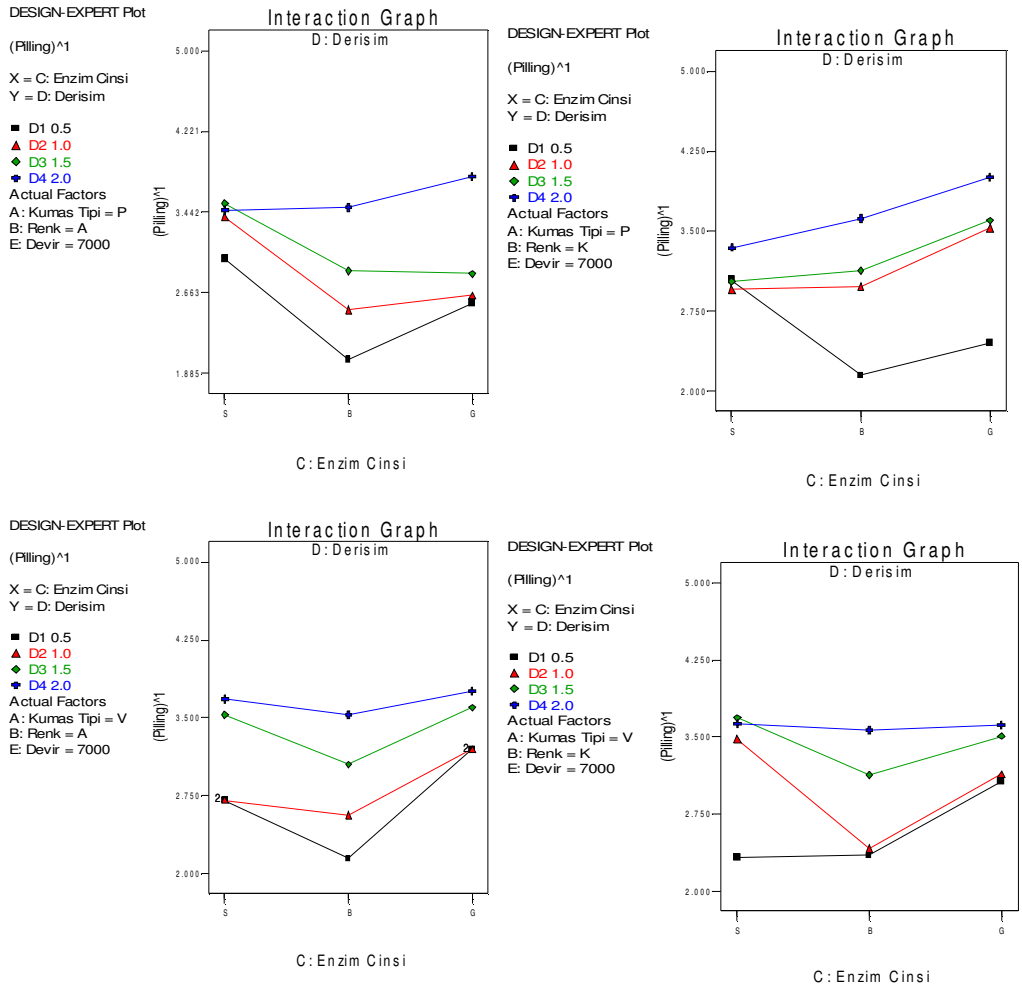
(A) Koyu Ton Pamuklu Kumaş (B) AçıkTon Pamuklu Kumaş



(C) Koyu Ton Pamuk/Viskon Kumaş (D) Koyu Ton Pamuk/Viskon Kumaş

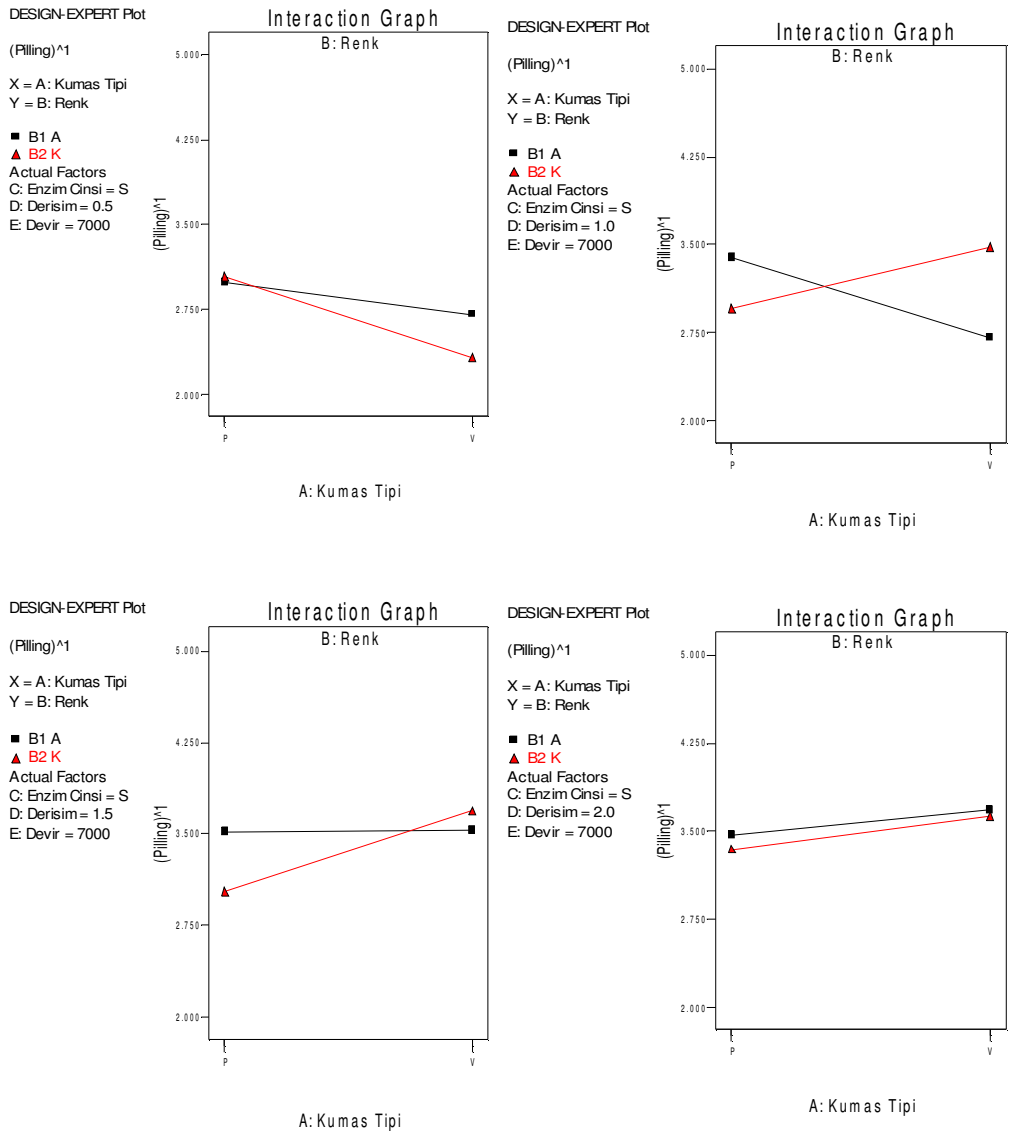
Şekil 10.8. Biopolish 300 Enzimi Sonrası Pilling Değerleri

Şekil 10.9.'a bakıldığında 7000 devir sonunda %100 pamuklu kumaşlar için hem açık hem koyu tonda en iyi pilling sonucunu Gempil 4L CONC enziminin %2.0 konsantrasyonda en kötü sonucuda Biopolish 300 enziminin 0.5 konsantrasyonda verdiği görülmektedir. Pamuk/Viskon karışımlı kumaşın ise en iyi pilling değerlerini koyu tonda setenzim super L'nin %1.5 konsantrasyonda, açık tonda ise Gempil 4L CONC enzimin %2.0'lik konsantrasyonda verdiği görülmüştür.



Şekil 10.9. 7000 devirde konsantrasyon ve enzim cinsinin Koyu Ton Kumaşlarda pilling üzerine etkisi

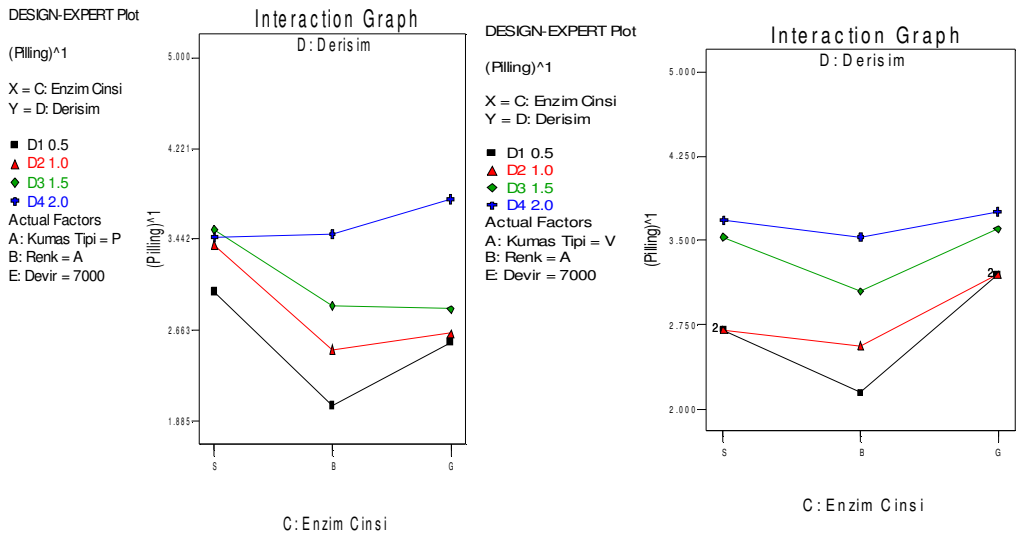
Şekil 10.10.'a bakıldığında Pamuk/Viskon karışımında koyu ton kumaşın pilling değeri açık tona nazaran enzim konsantrasyonundan daha fazla etkilendiği görülmüştür. Ayrıca Pilling derecesi açısından enzim derişiminden en fazla etkilenen pamuk/viskon karışımlı koyu ton kumaş olmuştur



Şekil 10.10. Renk-Kumaş Cinsi-Enzim konsantrasyonu ilişkisi

.

Şekil 10.11. incelendiğinde her iki kumaş cinsi için de açık tonda 7000 devir sonunda üç enzim cinsi içerisinde en kötü pilling değerini Biopolish 300 enziminin verdiği görülmektedir.



(A) Açık Ton Pamuklu Kumaş (B) Açık Ton Pamuk/Viskon Kumaş

Şekil 10.11. 7000 devirde konsantrasyon ve enzim cinsinin Açık Ton Kumaşlarda Pilling üzerine etkisi

10.2.2.1. Varyans Analizi Tablosu

Orjinal yani enzim uygulaması yapılmamış referans kumaşlar ve 3 farklı enzimin 4 farklı konsantrasyonda uygulaması sonucu elde edilen 48 adet kumaşa pilling testi uygulanarak elde edilen sonuçlar varyans analizi ile işlenmiştir. Çizelge 10.36 'da pilling değerinin varyans analizi verilmiştir. Bu incelemede F değeri artıkça ve p değeri azaldıkça incelenen faktör ve etkileşimlerin, sonuç üzerindeki anlamlılığı artmaktadır. Ayrıca bir faktörün, sonuç üzerinde etkili olması için p değerinin 0.05'in altında olması gerekmektedir. "% Katkı" ise toplam varyans içinde incelenen faktörün payını ifade etmektedir. Bu değer arttıkça, incelenen faktörün sonuç üzerindeki etkisini artırmaktadır. İstatistiksel analiz yapılırken modele temel faktörlerin yanında ikili, üçlü ve dörtlü etkileşimler de dahil edilmiştir. Bunun amacı modelin gücünü, yani R^2 değerini artırmaktır. Çizelge 10.36. incelendiğinde kurulan

modelin genel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Pilling değerleri üzerinde en etkili parametre doğal olarak devir sayısı olurken ikinci en önemli parametre enzim konsantrasyonu olmuştur. Diğer iki parametre olan kumaş cinsi ve tonu tek başlarına çok düşük etkilere sahip iken ikili, üçlü ve dörtlü etkileşimlerde pilling üzerinde daha etkili olmaktadırlar.

Çizelge 10.35. Varyans Analizi Uygulamasında Kullanılan Değişkenler

KOD	**FAKTÖR**	**SEVİYE**
A	Kumaş Cinsi	%100 Pamuk
		%75-25 Pamuk-Viskon
B	Kumaş Rengi	Açık Ton
		Koyu Ton
C	Enzim Cinsi	Setenzim Super L
		Biopolish 300
		Gempil 4L CONC
D	Enzim Konsantrasyonu	0.5
		1.0
		1.5
		2.0
E	Devir	125
		500
		1000
		2000
		5000
		7000

Çizelge 10.36. Pilling Değerlerinin Varyans Analizi Sonuçları

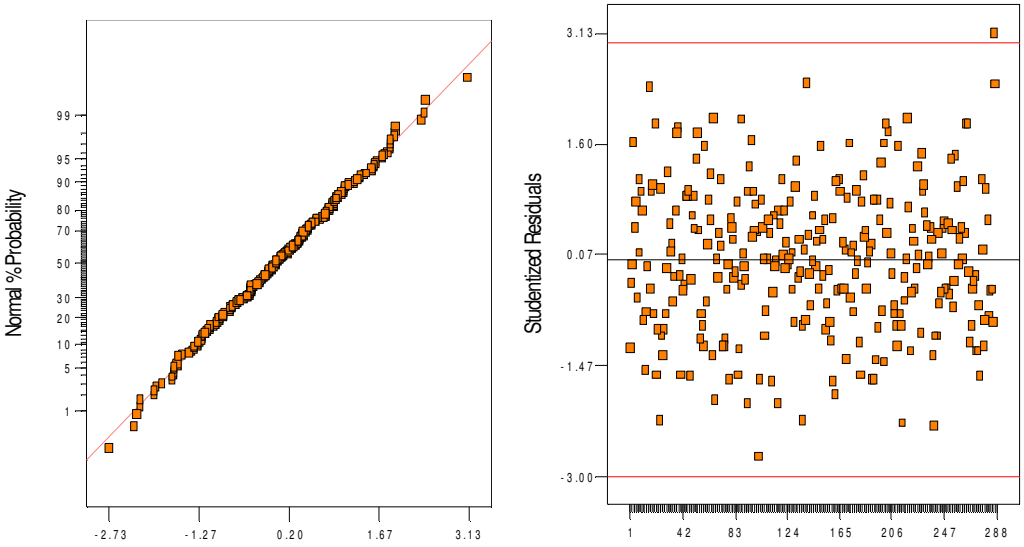
Faktör	**F**	**p Değeri**	**% Katkı**
Model	58.86	< 0.0001	-
A	10.51	0.0014	0.23
B	15.13	0.0001	0.33
C	72.19	< 0.0001	3.16
D	316.26	< 0.0001	20.77
E	527.84	< 0.0001	57.77
AB	8.51	0.0039	0.19
AC	10.51	< 0.0001	0.46
AD	10.86	< 0.0001	0.71
BC	11.66	< 0.0001	0.51
BD	8.90	< 0.0001	0.58
CD	15.73	< 0.0001	2.07
CE	2.14	0.0225	0.47
DE	2.00	0.0163	0.66
ABC	39.09	< 0.0001	1.71
ACD	22.00	< 0.0001	2.89
BCD	3.75	0.0014	0.49
ABCD	17.86	< 0.0001	2.35
R^2 Değeri		0.95	
Standart Sapma		0.18	
CV %		4.56	

10.2.2.2. Modelin Doğruluğunun Kontrolü

Deney tasarımından elde edilen veriler varyans analizi yardımıyla yorumlandıktan sonra kurulmuş olan modelin uygunluğu kontrol edilmelidir. Varyans analizi iki temel varsayıma dayanmaktadır. Modelin uygunluğunun kontrolü yapılırken bu iki temel varsayımın geçerli olup olmadığı kontrol edilmektedir. Bunun için ilk olarak deney hatalarının normal olasılık dağılımına bakılmalı veya deneyde incelenen her bir faktör seviyesine ait varyansların birbirine eşitliği kontrol edilmelidir. Bunun için sırasıyla normal dağılım eğrisine ve her bir gözlem için

tahmin değerlerine karşı gelen hata değerlerinin dağılımına bakılmalıdır. Şekil 10.12 'de, incelenen parametreler için kurulan modelleri % normal olasılık eğrileri ve hata dağılım grafikleri verilmiştir.

Hatalar normal olasılık grafiğine işaretlendiğinde düz bir çizgi elde edilir ise bu hataların, normal dağılımdan geldiği kabul edilmektedir. Şekil 10.12.(A) incelendiğinde, genel olarak verilerin normal eğrisine yakın olduğu ve hataların aşağı yukarı düz bir çizgi oluşturacak şekilde dağıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, kurulan modelin yeterli ve uygun olduğu anlamına gelmektedir. Şekil 10.12.(B) incelendiğinde, hata değerlerinin homojen olarak dağıldığı ve deneme sırasına bağımlı olmadığı görülmektedir. Bu da kurulan modelin güvenilirliğini gösteren diğer bir durumdur.



A: Normal % Dağılım Eğrisi B: Artık Değer-Deney No

Şekil 10.12. Normal % dağılım ve Artık Değer- Deney No Eğrileri

11. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneyler, yapılan ölçümler ve istatistiksel uygulamalardan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Seçilen enzimlerin boyama sonrası yapılan tüm uygulamaları, çalışmada kullanılan numunelerin tamamının renk değerlerini etkilemiştir.
- Enzim uygulamalarının renk üzerindeki etkisi, kumaş cinsi (%100 Pamuk, %75-25 Pamuk-Viskon), kumaş renk tonu (açık ton, koyu ton), enzim kimyasal yapısı (standart asit selülaz, modifiye asit selülaz, endo aktivitesi artırılmış asit selülaz) ve enzim konsantrasyonu parametrelerinden etkilenmiştir.
- Enzim uygulamalarının tamamında kumaş renginin a* (kırmızılık-yeşillik) ekseninde kırmızıya, b* (sarılık-mavilik) ekseninde ise sarıya kaydığı gözlenmiştir.
- Renk farkı değerleri üzerinde uygulanan varyans analizinde, Δa^* değeri üzerinde en anlamlı parametrenin kumaş cinsi (pamuk, pamuk-viskon karışımı) olduğu, temel faktörlerden kumaş rengi (açık, koyu) ve enzim cinsinin tek başına anlamlı bir etkisinin olmadığı ancak enzim cinsinin enzim konsantrasyonu ile birlikte anlamlı bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Δb^* değeri üzerinde ise kumaş cinsinin anlamlı bir etkisinin olmadığı, en anlamlı parametrenin ise kumaş rengi olduğu gözlenmiştir.
- Açık ton-koyu ton karşılaştırmasında ΔL^* (açıklık-koyuluk) ekseninde bakıldığında, tüm uygulamalarda kumaş renginin açık ton kumaşta koyu ton kumaşa nazaran rengin daha fazla açıldığı gözlenmiştir.
- ΔE toplam renk farkı açısından bakıldığında ise her iki kumaş türünde de koyu ton kumaştaki toplam renk farkı açık ton kumaştakinden daha fazla olmuştur. Yani her iki kumaş türünde de (%100 pamuk ve Pamuk-Viskon karışımı) koyu ton kumaş enzim uygulamalarından açık ton kumaşa nazaran daha fazla etkilenmiştir.
- Pamuk ve Pamuk-Viskon karışımı kumaşlar karşılaştırıldığında ΔE açısından en anlamlı sonucu Biopolish 300 enzimi uygulamaları vermiştir. Bu enzimin tün konsantrasyonlarındaki uygulamaları sonucunda Pamuk-Viskon karışımlı kumaşın rengi %100 pamuklu kumaşın renginden daha fazla değişmiştir. Dolayısıyla kumaştaki viskon varlığı kumaş renginin etkilenmesini artırıcı bir rol oynamıştır.

- Pilling değerleri incelendiğinde, Pamuk/Viskon karışımında koyu ton kumaşın pilling değerinin açık tona nazaran enzim konsantrasyonundan daha fazla etkilendiği görülmüştür. Ayrıca Pilling derecesi açısından enzim derişiminden en fazla etkilenen Pamuk/Viskon karışımlı koyu ton kumaş olmuştur
- Renk haslıkları açısından bakıldığında ise; enzim uygulamalarının %100 pamuklu kumaşların yıkama haslıkları üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı görülmektedir. Pamuk/Viskon karışımlı kumaşta ise açık tonda Gempil 4L CONC ve Setenzim Süper L'nin kumaş haslıklarını bir derece iyileştirdiği, koyu tonda ise sadece Setenzim Süper L'nin kumaş yıkama haslığını bir derece iyileştirdiği görülmüştür.
- Asidik ter haslığı testi sonuçları incelendiğinde %100 pamuklu açık ton kumaş üzerine enzim uygulamasının anlamlı bir etkisi olmadığı, koyu tonda ise Biopolish 300 enziminin yüksek konsantrasyonlardaki uygulamalarının kumaş haslığını iyileştirdiği, Gempil 4L CONC enziminin ise her 4 konsantrasyonda da kumaş haslığını iyileştirdiği görülmüştür. Pamuk-Viskon karışımlı kumaşta ise %100 pamuklu kumaşın aksine koyu tonda enzim uygulamalarının anlamlı bir etkisi olmadığı, açık tonda ise sadece Gempil 4L CONC enzimi uygulamalarının kumaş haslığını düşürdüğü gözlenmiştir.

Bazik ter haslığı testi sonuçları incelendiğinde enzim uygulamalarının her iki kumaş cinsinin her iki tonunda da anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir
- Sürtünme haslığı sonuçları incelendiğinde, enzim uygulamalarının kuru ve yaş sürtünme haslıkları üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir.
- Işık haslıkları incelendiğinde ise, %100 Pamuklu kumaşta enzim uygulamalarının genel olarak ışık haslığını düşürdüğü gözlenmiştir. Biopolish 300 ve Gempil 4L CONC enzimlerinde enzim uygulamalarının koyu tonda ışık haslığı açısından bir etkisi olmamakla beraber açık tonda haslığın bir derece düştüğü gözlenmiştir. Enzim konsantrasyonunun Setenzim Super L standart selülaz enzimi hariç bir etkisi görülmemiştir. Setenzim Super L enziminde ise enzim konsantrasyonundaki artış numunelerin ışık haslığını ya etkilememiş ya da bir derece düşürmüştür. Açık - koyu ton karşılaştırmasında ise ışık haslığı açısından açık rengin koyu renge nazaran daha fazla etkilendiği gözlenmiştir.

%75-25 Pamuk-Viskon karışımlı kumaşın ışık haslığı değerleri incelendiğinde ise, Setenzim Super L enzim uygulamasının koyu tonda bir etkisi görülmemekle beraber açık tonda haslık değerini bir derece düşürdüğü, Biopolish 300 enziminin koyu tonda %1,5 konsantrasyona kadar haslık açısından etkisi olmamakla beraber %1,5 konsantrasyonda haslığı bir derece düşürdüğü, açık tonda ise anlamlı bir etkisinin olmadığı, Gempil 4L CONC enzim uygulamasının ise açık tonda haslığı bir derece düşürdüğü, koyu tonda ise anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

ABIŞ, S., 2004. Poliester Mamüllerde Kimyasal Bitim İşlemlerinin Renk Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 117s.

AKGÜN, M., 2004. Bazı Dokuma Kumaşlarda Yapısal Parametrelerle, Yüzey Aşınması Sonucunda Ortaya Çıkan Renk Değişimi Arasındaki İlişkinin Araştırılması, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 128s.

AKMAZ, S., 2001. Selülozun Enzimli Hidroliz Yoluyla Glukoza Dönüştürülmesi ve Tepkime Kinetiğinin İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 46s.

ALKIŞ, M., 2003. Biyo-Parlatma Yöntemi İle Pamuklu Kumaşların Yüzey Düzgünlüğünün Sağlanmasında Olası Sorunlar. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 90s.

AYAZ, Ö.Y., 2000. Selülazların Rejenere Selüloz Liflerine Etkilerinin Sistematik Araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 213s.

BAHTİYARİ, M.İ., 2005. Viskon Kumaşlarda Farklı Tip Enzimlerle Pilling Probleminin Önlenmesi ve Elde Edilen Efektlerin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 178s.

BALCI, O., 2008. Farklı Bitim (Apre) İşlemlerinin Kumaş Rengine Olan Etkisinin İncelenmesi ve Uygun Tahmin Modellerinin Geliştirilmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana, 268s.

BAŞER, B., 2006. Dünya Tekstil ve Hazır Giyim Pazarı ve Türkiye'nin Konumu, Türkiye Tekstil Sanayi İşverenleri Sendikası, 35s.

BAŞER, İ., 1998. Tekstil Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 62-73s.

CIELab Colour Space, Web Sitesi, www.sapdesignguild.org , 31.05.2009

DAVULCU, A., 2002. Örme Mamüllerin Terbiye İşlemleri ile Kumaş Stabilitesinin Artırılması Üzerine Bir Araştırma, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 120s.

DERVENT, N., 2003. Tekstil Terbiyesinde Enzimler ve Selülaz Enzimleri, Tekstil& Teknik, Mart, 205-210s.

DURAN, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, No:17, İzmir.

DURAN, K. ve AYAZ, Ö.Y., 2001. Enzimlerin Tekstil Terbiyesinde Kullanımına Yönelik Farklı Perspektifler, Tekstil ve Konfeksiyon, 1/ 2001, 14-24s.

DURAN, K., EKMAKÇİ, A., BAHTİYARİ, M.İ. ve PERİNÇEK, S., 2008. Selülaz Enziminin Selülozik Esaslı Kumaşlar Üzerine Etkisi, Tekstil ve Konfeksiyon, 1/2008, 35-41s.

İÇOĞLU, H.İ., 2006. Pamuklu Dokunmuş Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 187s.

İNKAYA, T., 2006. Pamuklu Mamüllerin Ağartılmasında Enzim Kullanımı, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 174s.

İSTANBUL TEKSTİL ve KONFEKSİYON İHRACATÇI BİRLİKLERİ, 2009. İstatistiklerle Türkiye Tekstil ve Konfeksiyon Dış Ticareti 2008, www.itkib.org.tr

KONTART, O. ve YARBAŞ, T., 2001. Selülozik Kumaşlarda Biyo-Parlatma İşlemi ve Enzim Seçimi, Tekstil&Teknik, Ağustos, 127-130s.

KORKMAZ, A. ve DURAN, K., 1999. Önterbiyede Enzim Kullanımı, Tekstil ve Konfeksiyon, 4/1999, 321-325s.

LEWİN, M. and PEARCE, E.M., 1998. Handbook of Fiber Chemistry, New York, 1083s.

MACCLOSKEY, S.G. and JUMP, J.M., 2005. Bio-Polishing of Polyester and Polyester/Cotton Fabric, Textile Research Journal, 75(6), 480-484s.

OĞULATA, R.T. ve MAVRUZ, S., 2008. Tekstil Terbiyesinde Biyoparlatma Uygulamaları ve Pamuklu Örme Kumaşların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi, Tekstil ve Mühendis Dergisi, sayı 66, 15-22s.

ÖZDİL, N., ÖKTEM, T. ve ÖZDOĞAN, E., 2004. Viskon ve Farklı Pamuklu Örme Kumaşlarda Biyo-Parlatma İşleminin Fiziksel Özelliklere Etkisi, Tekstil ve Konfeksiyon, 1/2004, 51-55s.

ÖZGÜNEY, A.T., EKMEKÇİ, A. ve DURAN, K., 2004. Pamuklu Kumaşlarda Biyo-Parlatmanın Boyama ve Baskı İşlemlerine Etkisi, Tekstil ve Konfeksiyon, 1/2004, 47-50s.

_____, 2004. Pamuklu Kumaşlarda Biyo-Parlatmanın Reaktif Baskıya Etkisi, Tekstil ve Konfeksiyon, 2/2004, 113-115s.

RİVA, S., 2006. Laccases: Blue Enzymes For Green Chemistry, Trends in Biotechnology, 24, 219-226s.

SARIIŞIK, M., 2001. Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzimler, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 190s.

_____, 2000. Pamuk Mamüllerinin Hidrofilleştirilmesinde Enzim Kullanımı, Tekstil&Teknik, Kasım, 166-177s.

SEVİM, Ü., 2006. Kumaş Sanayi, TC Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, 18s.

SREENATH, K.H., SHAH, B.A., GHARIA, M.M., JEFFRIES, W.T. and YANG, W.V., 1996. Enzymatic Polishing of Jute/Cotton Blended Fabrics, Journal of Fermentation and Bioenginieering, Vol. 81(1), 18-20s.

STEWART, M.A., 2005. Biopolishing Cellulosic Nonwovens. North Carolina State University PhD Thessis, Carolina, 143s.

TEMOÇİN, H., 2006. Tekstil Atık Sularının Renginin Giderilmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 159s.

tip.cumhuriyet.edu.tr/cutf/Donem1/DonemI20042005/IIKenancelik/enz2.ppt

YAKARTEPE M. ve YAKARTEPE Z., 1993. T.K.A.M. Tekstil Ansiklopedisi, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, İstanbul, Cilt 5-6, 2158s.

YÜKSEK, M., 2001. Ribana Örgülerde Çekimin ve İlmek Sıklığının Dokuya Etkileri, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 103s.

ZADHOUSH, A., KHODDAMİ, A. And AGHAKHANİ, M., 2001. The Influence of "Enzymatic Hydrolysis of Cellulosic Substrates" on The Final Quality of Coated Fabrics, Journal of Industrial Textiles, January, Vol. 30(3), 211-221s.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Adana'da doğdu. Lise öğrenimini 2002 yılında Adana Ticaret Odası (ATO) Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Aynı yıl girdiği Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden 2006 yılında mezun olarak aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisansına Başladı.

2008 yılında seçildiği TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası Güney Bölge Şube yönetim kurulu üyeliğine Şube Sekreterliği göreviyle devam etmektedir.