

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

PAMUKLU DOKUMA HAVLU KUMAŞLARDA BOYAMA ÖNCESİ
KULLANILAN ENZİMLERİN KUMAŞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ABDULLAH CAN DENİZ

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**PAMUKLU DOKUMA HAVLU KUMAŞLARDA BOYAMA ÖNCESİ
KULLANILAN ENZİMLERİN KUMAŞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ABDULLAH CAN DENİZ

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

ABDULLAH CAN DENİZ tarafından hazırlanan “PAMUKLU DOKUMA HAVLU KUMAŞLARDA BOYAMA ÖNCESİ KULLANILAN ENZİMLERİN KUMAŞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 23.08.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI** Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Sema PALAMUTCU

Üye
Doç.Dr. Ayşe Ebru TAYYAR

Üye
Doktor Öğretim Üyesi Barış HASÇELİK


Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 10/09/2019 tarih ve 36/16..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez alışması TÜBİTAK tarafından desteklenmiş olan TEYDEB
3170464 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.



Abdullah Can Deniz

ÖZET

PAMUKLU DOKUMA HAVLU KUMAŞLARDA BOYAMA ÖNCESİ KULLANILAN ENZİMLERİN KUMAŞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ABDULLAH CAN DENİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. SEMA PALAMUTÇU)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

Havlu kumaşlarda hidrofilité, mukavemet, iyi boyanabilme yeteneği, yüksek renk haslığı, yıkanabilirlik, yumuşak tutum gibi özellikler beklenmektedir. Bu özellikler dışında ayrıca havlu kumaşın lintloss özelliği önemlidir. Havlu kumaşın nihai kullanıcıya ulaşmadan önce satış aşamasında tüylenme (boncuklaşma) ve tozlanma yapmayacak yapıda üretilmesi beklenmektedir. Enzim kullanımı tüylenme ve tozlanma sorununun çözümünde tercih edilmekte olan bir yöntemdir. Bu tez çalışmasında %100 pamuk dört farklı havlu kumaş çeşidi kullanılmıştır. Hav ipliği olarak Ne 20/1 ring ve Ne 20/1 OE iplik kullanılarak 340 gr/m² ağırlığında üretilen iki farklı bornozluk havlu dokuma kumaş ve hav ipliği Ne 16/1 ring ve Ne 16/1 OE iplik kullanılarak 500 gr/m² ağırlığında üretilen iki farklı havlu dokuma kumaş kullanılmıştır. Kumaşlara farklı oranlarda nötral selüloz enzimi uygulanarak, yaş enzim oranı değişiminin kumaş özelliklerine etkileri incelenmiştir. Kumaş yırtılma ve kopma mukavemeti değişimleri, boncuklanma eğilimlerindeki değişimler, tüylülük değerlerindeki değişimler ve ağırlık kaybı tespiti için tüylülük-lintloss testi yapılmıştır. Tüm test ve analiz verileri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Tüm bu denemeler ve değerlendirmeler sonucunda iplik çeşidi ve havlu kumaş gramaj değerine göre optimum enzimatik işlem koşulları için öneriler geliştirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: dokuma havlu, nötral enzim, iplik özellikleri, su emicilik, lintloss

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ENZYME UTILISATION ON WOVEN TERRY FABRIC PROPERTIES

MSC THESIS

ABDULLAH CAN DENİZ

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
TEXTILE ENGINEERING**

(SUPERVISOR: PROF.DR. SEMA PALAMUTÇU)

DENİZLİ, AUGUST - 2019

Terry fabrics are expected to provide good hydrophilicity, tear and breaking strength, good dye take up, high color fastness, washability, and softness properties. Apart from these properties, the lintloss property of the terry cloth is also important. Towel fabric is expected to be produced in a structure that will not cause pilling and dusting. The use of enzymes is a preferred method of solution to the problem of fabric pilling and dusting. In this thesis, four different types of 100% cotton terry fabric were used. Two different terry woven fabrics produced by using Ne 20/1 ring and Ne 20/1 OE yarn as pile yarn, weighing 340 gr / m² and two different terry woven fabrics by weighing 500 gr/m² produced using Ne 16/1 ring and Ne 16/1 OE yarn as pile yarn fabric was used. The effects of wet enzyme ratio change on fabric properties were investigated by applying different ratios of neutral cellulose enzyme to the fabrics. For tear and tear strength changes, pilling tendency changes, hairiness values and weight loss determination, hairiness-lintloss test was performed. All test and analysis data were evaluated and interpreted statistically. As a result of all these experiments and evaluations, suggestions for optimum enzymatic process conditions were developed according to yarn type and terry fabric weight value.

KEYWORDS: woven towel, neutral enzyme, characteristics of yarn, water absorbency, lintloss

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Pamuk Elyafı	3
2.2 Dokuma İşlemleri	5
2.3 Havlu Dokuma Teknolojisi	5
2.4 Dokuma Sonrası (Terbiye) Mamul İşlem Akışı	6
2.5 Havlu Kumaş	7
2.5.1 Havlu kumaşların üretiminde kullanılan iplik özellikleri	8
2.6 Havlu kumaş Özellikleri	9
2.7 İplik Tüylülüğü - Kumaş Pilling İlişkisi	10
3. KUMAŞTA BONCUKLANMA VE NEDENLERİ	11
3.1 Boncuklanmaya Neden Olan Lif Özellikleri	12
3.2 Boncuklanmaya Neden Olan İplik Özellikleri	12
3.2.1 USTER İplik kalite parametreleri	13
3.2.1.1 USTER Düzensizlik Değeri (%U)	15
3.2.1.2 IPI Değerleri	16
3.2.1.3 Tüylülük	18
3.2.1.4 Mukavemet	20
3.2.1.5 Elastikiyet (%uzama)	21
3.2.1.6 Değişim Katsayısı (CV %)	21
3.3 Boncuklanmaya Neden Olan Kumaş Özellikleri	21
3.4 Boncuklanmaya Neden Olan Terbiye İşlemleri	22
3.5 Havlu Kumaşlarda Boncuklanma (Tüylene), Sebepleri ve Giderilmesi ...	22
4. ENZİMATİK İŞLEMLER	24
4.1 Enzimler	24
4.1.1 Enzimlerin Özellikleri	25
4.1.2 Enzimlerin Yapıları	26
4.1.3 Enzimlerin Çalışma Mekanizması	26
4.1.4 Enzim Katalizi	28
4.1.5 Enzimlerin Aktivasyonu	28
4.2 Anti-Pilling İşlemi	29
4.3 Enzimli Anti-Pilling İşlemi	30
4.3.1 Selüloz Enzimi ile Gerçekleştirilen Anti-Pilling (Biyo-Parlatma İşlemi)	30
4.3.2 Enzimatik İşlemin Uygulanması	31
4.3.2.1 Asit Selüloz (standart) Enzimleri	33
4.3.2.2 Nötral Selüloz Enzimleri	33
5. LİTERATÜR BİLGİSİ	34
6. MATERYAL VE METOT	39

6.1 Kullanılan Materyaller.....	39
6.1.1 İplik Çeşitlerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Pareto Analizi.....	39
6.1.2 Kullanılan İpliklerin ve Kumaşların Özellikleri.....	40
6.1.3 Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	41
6.1.4 Havlu Dokuma İşlemleri	41
6.2 Metot.....	44
6.3 Kumaşların Hazırlanması	45
6.3.1 Tekstiller- Havlular ve Havlu kumaşlar için Şartname ve Test Metotları (EN 14697:2005)	45
6.3.1.1 Hidrofilite Testi.....	45
6.3.1.2 Kumaşlarda Kopma Mukavemeti Tespiti (TS EN ISO 13934-1).....	46
6.3.1.3 Kumaşlarda Yırtılma Mukavemeti Tayini (Tek dil pantolon Metodu TS EN ISO 13937-2);.....	47
6.3.1.4 Lint Loss Testi (In-House Yöntem).....	48
6.3.1.5 Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımlarının Tayini (TSE EN ISO 12947-2)	49
6.3.1.6 Boncuklanma Ölçümü	50
7. BULGULAR ve TARTIŞMA	52
7.1 İplik Bulguları	52
7.1.1 İplik Numara Değeri.....	52
7.1.2 İpliklerin %CVm (iplik düzgünsüzlük) Değerleri.....	53
7.1.3 İnce-Kalın Yer ve Neps Değerleri	53
7.1.4 Tüylülük Değerleri	54
7.1.5 İpliklerin Mukavemet ve Uzama Değerleri.....	55
7.2 Kumaş Hidrofilite Test Değerleri.....	58
7.2.1 Ne 20/1 Ring Hidrofilite İstatistik Değerlendirmeleri.....	59
7.2.2 Ne 20/1 OE Kumaş Hidrofilite İstatistik Değerlendirmeleri.....	60
7.2.1 Ne 16/1 Ring Hidrofilite İstatistik Değerlendirmeleri.....	61
7.2.2 Ne 16/1 OE Hidrofilite İstatistik Değerlendirmeleri	62
7.3 Kumaş Lint Loss Test Değerlendirmeleri	63
7.4 Kumaş Mukavemet Test Değerlendirmeleri	64
7.4.1 Ne 20/1 Ring İplikli Kumaş Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri 88	
7.4.1.1 Ne 20/1 Ring İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri	68
7.4.1.2 Ne 20/1 Ring İplikli Kumaş Yırtılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri	70
7.4.2 Ne 20/1 OE Kumaş Mukavemet İstatistik Değerlendirmeleri	71
7.4.2.1 Ne 20/1 OE İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri.....	71
7.4.2.2 Ne 20/1 OE İplikli Kumaş Yırtılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri	73
7.4.3 Ne 16/1 Ring İplikli Kumaş Mukavemet İstatistik Değerlendirmeleri 74	
7.4.3.1 Ne 16/1 Ring İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri	74
7.4.3.2 Ne 16/1 Ring İplikli Kumaş Yırtılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri	76
7.4.4 Ne 16/1 OE İplikli Kumaş Mukavemet İstatistik Değerlendirmeleri...77	
7.4.4.1 Ne 16/1 OE İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri	77

7.4.4.2 Ne 16/1 OE İplikli Kumaş Yırtılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri	79
7.5 Kumaş Boncuklanma Test Değerleri	80
7.5.1 Ne 20/1 Ring Hav İplikli 340 gr/m ² Boncuklanma Değerlendirmeleri	80
7.5.2 Ne 20/1 OE Hav İplikli 340 gr/m ² Boncuklanma Değerlendirmeleri ...	81
7.5.3 Ne 16/1 Ring Hav İplikli 500 gr/m ² Kumaş Boncuklanma Değerlendirmeleri	81
7.5.4 Ne 16/1 OE Hav İplikli 500 gr/m ² Boncuklanma Değerlendirmeleri ...	82
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
9. KAYNAKLAR.....	86
10. ÖZGEÇMİŞ.....	89

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Pamuk lifinin enine kesiti	3
Şekil 2.2: a) Armür ve b) Jakar dokuma makinesi	6
Şekil 2.3: Boyahane işlem basamakları	6
Şekil 2.4: Havlu kumaş kesiti ve Havlu kumaş örgü raporu	8
Şekil 2.5: İplikte difibrilasyon görünümü,	10
Şekil 3.1: Tekstil yüzeylerindeki pilling (boncuklanma) (Sağda boncuklanma olmayan kumaş, solda boncuklanma oluşmuş kumaş) (Web 3)	11
Şekil 3.2: Kompakt, ring ve OE ipliklerin tüylülüklerinin karşılaştırılması	13
Şekil 3.3: İplik düzgünlük değerleri ve kumaş görüntüsündeki farklılıklar, (36 Ne %100 pamuk iplikleri)	16
Şekil 3.4: Neps hataları olan iplik ve kumaş yüzey görünümleri	18
Şekil 3.5: Farklı tüylülük seviyelerine sahip iki ipliğin iplik levha görüntüsü ...	19
Şekil 3.6: İplik tüylülük özelliğinin örme kumaş yapılarında yüzey görünümü ve pilling üzerindeki etkileri	20
Şekil 4.1: Tekstil yaş işlem adımları	24
Şekil 4.2: Enzim yapısı ve etkisi	26
Şekil 4.3: Enzim hareketinde anahtar-kilit modeli	27
Şekil 4.4: İnduced-fit modeli	27
Şekil 4.5: 80-115°C’de Çalışan Enzimlerin Aktivitesinin Sıcaklığa Göre Değişimi	28
Şekil 4.6: Enzim aktivitesinin pH’a Göre Değişimi	29
Şekil 4.7: Asidik enzim işlem grafiği	32
Şekil 4.8: Nötral enzim işlem grafiği	32
Şekil 6.1: İpliklere ait pareto analizi sonuçları	40
Şekil 6.2: Test numunelerinin üretildiği dokuma makinesi	42
Şekil 6.3: Kalite kontrolden geçen ve depoda bekleyen deney numuneleri	43
Şekil 6.4: Deney numunelerinin boyandığı boyama makinesi	43
Şekil 6.5: İplik çıkırığı	44
Şekil 6.6: Numunelerin testlere hazırlanması	45
Şekil 6.7: Kopma mukavemeti ölçümü	46
Şekil 6.8: Yırtılma mukavemeti ölçümü	48
Şekil 6.9: Martindale test cihazı	50
Şekil 6.10: Boncuklanma derecesi kumaş resmi örneği	50
Şekil 7.1: Ne 16/1 OE hav ipliği kuvvet uzama grafiği ve değerleri	55
Şekil 7.2: Ne 20/1 OE hav ipliği kuvvet uzama grafiği ve değerleri	56
Şekil 7.3: Ne 16/1 Ring hav ipliği kuvvet uzama grafiği ve değerleri	57
Şekil 7.4: Ne 20/1 Ring hav ipliği kuvvet uzama grafiği ve değerleri	57
Şekil 7.5: Ne 20/2 Karde zemin ipliği kuvvet uzama grafiği ve değerleri	58
Şekil 7.6: Kumaşlarda hidrofilitate (batma süresi)-enzim oranı grafiği	59
Şekil 7.7: Enzim oranı lintloss değer grafiği	64
Şekil 7.8: Enzim oranı çözgü yönü kopma mukavemet değerleri grafiği	65
Şekil 7.9: Enzim oranı atkı yönü kopma mukavemet değerleri grafiği	66
Şekil 7.10: Enzim oranı çözgü yönü yırtılma mukavemet değerleri grafiği	67
Şekil 7.11: Enzim oranı atkı yönü yırtılma mukavemet değerleri grafiği	68

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Pamuğun fiziksel özellikleri	4
Tablo 2.2: Pamuğun kimyasal yapısı (Kuru Ağırlığa Göre)	4
Tablo 2.3: Gramajlarına göre havlu sınıflandırması	7
Tablo 4.1: Enzim işlem koşulları	31
Tablo 4.2: Nötral enzim işletme avantajları	33
Tablo 6.1: Test kumaşları ve özellikleri.....	41
Tablo 6.2: Test numuneleri dokuma kumaş hazırlık bilgisi.....	42
Tablo 6.3: Boyahane takip çizelgesi	43
Tablo 6.4: Kontrakt kullanım için (otellerde, restoranlarda ve okullarda vb.) havlu ve havlu kumaşlar için minimum gereksinimler ve test metotları	47
Tablo 6.5: Evsel kullanım için havlu ve havlu kumaşlar için minimum gereksinimler ve test metotları	47
Tablo 6.6: ASTM standartlarının değerlendirilmesi	51
Tablo 7.1: Test numunelerinde kullanılan iplik türü ve numaraları.....	52
Tablo 7.2: Hav, atkı ve zemin ipliği düzgünsüzlük değerleri	53
Tablo 7.3: Hav, atkı ve zemin ipliği ince kalın yer ve neps değerleri.....	54
Tablo 7.4: Hav, atkı ve zemin ipliği tüylülük değerleri	55
Tablo 7.5: Enzim oranı hidrofilite değerleri	59
Tablo 7.6: Hidrofilite değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 Ring hav iplik)	60
Tablo 7.7: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplik) hidrofilite homojen alt kümeler tablosu	60
Tablo 7.8: Hidrofilite değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 OE hav iplik)	60
Tablo 7.9: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1OE hav iplik) hidrofilite homojen alt kümeler tablosu	61
Tablo 7.10: Hidrofilite değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1 Ring hav iplikli).....	61
Tablo 7.11: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) hidrofilite homojen alt kümeler tablosu	62
Tablo 7.12: Hidrofilite değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1OE hav iplik)	62
Tablo 7.13: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) hidrofilite homojen alt kümeler tablosu	63
Tablo 7.14: Enzim oranına bağlı lintloss değerleri	63
Tablo 7.15: Enzim oranına bağlı çözgü yönü kopma mukavemet değerleri.....	64
Tablo 7.16: Enzim oranına bağlı atkı yönü kopma mukavemet değerleri	65
Tablo 7.17: Enzim oranı değişiminin çözgü yönü yırtılma mukavemet değerlerine etkisi	66
Tablo 7.18: Enzim oranının atkı yönü yırtılma mukavemet değerlerine etkisi.....	67
Tablo 7.19: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 Ring hav iplikli).....	69
Tablo 7.20: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu	69
Tablo 7.21: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	69
Tablo 7.22: Yırtılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1Ring hav iplikli).....	70

Tablo 7.23: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) çözgü yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu	70
Tablo 7.24: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	71
Tablo 7.25: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1OE hav iplikli).....	72
Tablo 7.26: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	72
Tablo 7.27: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	72
Tablo 7.28: Yırtılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 hav iplikli).....	73
Tablo 7.29: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) çözgü yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	73
Tablo 7.30: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	74
Tablo 7.31: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1 Ring hav iplikli).....	74
Tablo 7.32: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu	75
Tablo 7.33: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	75
Tablo 7.34: Yırtılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1 Ring hav iplikli)	76
Tablo 7.35: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) çözgü yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu	76
Tablo 7.36: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1Ring hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	77
Tablo 7.37: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1OE hav iplikli).....	77
Tablo 7.38: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	78
Tablo 7.39: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	78
Tablo 7.40 Yırtılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1OE hav iplikli).....	79
Tablo 7.41: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) çözgü yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	79
Tablo 7.42: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu.....	80
Tablo 7.43: Ne 20/1 ring hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri	80
Tablo 7.44: Ne 20/1 OE hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri.....	81
Tablo 7.45: Ne 16/1 ring hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri	82
Tablo 7.46: Ne 16/1 OE hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri.....	82

SEMBOL LİSTESİ

OE	: Open End
PES	: Polyester
Ne	: Numara Metrik İngiliz
USP™ 13	: Uster İstatistiksel Yüzdeleri 2013
U	: Uster Düzgünlük Değeri
CVm	: Kütlesel Değişim Katsayısı
CV	: Değişim Katsayısı
RKM	: İpliğin Kendi Ağırlığı ile Koptuğu Kilometre Cinsinden Uzunluk
p	: İstatistiksel Anlamlılık Değeri

ÖNSÖZ

Denizli tekstil sektörü için havlu üretimi en önemli üretim süreçlerinden birisidir. Havluda ürün kalitesini iyileştirmek için biyo-parlatma amaçlı enzim kullanımı çevre dostu bir süreç olarak yaygın bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Enzim kullanımı havlu kumaşlarda boncuklanma oluşumu ve tozlanma miktarını azaltmakta ancak aynı zamanda mukavemet ve gramaj üzerinde de olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Piyasada çok çeşitli marka ve yapıda enzim bulunması havluda kullanılacak enzim reçetelerinde optimizasyon araştırması yapılmasını gerektirmiştir. Tez çalışmasının yürütüldüğü firma özelinde, havlu kumaşlarda nötral selüloz enzimi kullanımı önemli bir araştırma konusu olarak dikkate alınmıştır. Bu tez kapsamında nötral selüloz enzimlerinin havlı kumaşlarda kullanımı ve ürün bazında optimize edilmesi amaçlanmıştır. Enzim optimizasyonu çalışmaları ile ürün kalitesinde iyileşme, üretim proseslerinde verimlilik artışı ve literatüre katkı sağlanması beklenmektedir. Ayrıca bu çalışma ile kimyasal maddelere göre daha çevreci olan enzimlerin kullanımı sağlanarak firmaların çevresel politikalarına da katkı sağlanacaktır.

Çalışmalarda kullanılan kumaşların temininde destek olan OZANTEKS TEKSTİL'e ve İşletme Müdürü Sn. Mustafa ÇÖREKÇİOĞLU'na, kumaşların dokuma aşamalarında yardımcı olan Dokuma Müdürü Sn. Halil AKKAYA'ya, boyama ve deney-test aşamalarında bizden yardımlarını esirgemeyen boyahane Müdürü Sn. Şaban YUMRU ve laboratuvar ekibine ayrıca tüm bu prosesler boyunca bana destek olan Ozanteks ARGE MERKEZİ ekibine ve değerli meslektaşlarım ARGE çalışanları Fatma Filiz YILDIRIM, Esra GELGEÇ'e teşekkür ederim. Tez çalışmamın her aşamasında katkıda bulunan, yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle bana daima yol gösteren çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sema PALAMUTÇU'ya sonsuz şükran ve saygılarımı sunarım.

Bu tez çalışması TÜBİTAK tarafından TEYDEB 3170464 nolu proje kapsamında yürütülmüştür.

1. GİRİŞ

Türkiye'nin önemli endüstri dallarından biri olan tekstil sektörü, ihracatımızın lokomotifidir. Tekstil sektörü ihracatının alt dallarından olan dokuma kumaş ihracatı ise önemini her dönem korumaktadır.

Dokuma kumaş ihracatının önemi ve kullanım yelpazesinin genişliği, kumaş kalite parametrelerinin de önemini arttırmaktadır. Bu nedenle; dokuma kumaşların kullanım ömrünü ve kalitesini arttıran bitim işlemleri, en çok araştırılan ve geliştirmeye yönelik üzerinde çalışılan işlemlerdir. Kumaşlarda kaliteyi ve kullanım ömrünü etkileyen en önemli parametrelerden biri boncuklanma olarak ifade edilmektedir. Boncuklanma; sürtünme gibi çeşitli mekanik etkiler sonucu, kumaş yapısında bulunan lif uçlarının kumaş yüzeyine çıkması ve mekanik etkinin devamı neticesinde lif uçlarının küçük yumaklar oluşturmasıdır. Bu istenmeyen bir durum olup çeşitli şekillerde önlenmektedir. Yüzey aktif maddeler yardımıyla, yakma işlemi ya da enzimatik işlemler yoluyla pilling oluşumu engellenebilmektedir. Yüzey aktif maddelerin kullanıldığı işlemler sonucu, kumaşlarda emicilik özelliği olumsuz etkilenirken, yakma işlemi sonucu ise kumaşlarda sararma meydana gelmektedir. Bu nedenle anti-pilling işlemi için enzimlerin kullanımı giderek artmaktadır. Enzimatik anti-pilling işlemleri için farklı yapılardaki çeşitli enzimler kullanılabilir.

Biyoteknolojinin tekstil işlemlerinde kullanımı ikibin yılı aşkın süredir bilinen bir durumdur. Doğal liflerin gelişimiyle 1990 yılı sonrasında enzim teknolojisi de gelişim göstermiştir. Enzimlerin çevre dostu olması, özel belli bir alana odaklanıp işlem yapılabilmesi, maliyetlerin düşük olması, enerji ve su tasarrufu sağlaması, ürün kalitesinde iyileşme sağlaması, gelişmesinin nedenleri arasında sayılabilir (Şekerci 2012).

Bu çalışmada farklı oranlarda nötral selüloz enzimi kullanılarak dokuma havlu kumaşlarda tozlanma, tüylenme ve kumaşta mukavemet sorununu giderme ve bu işlemi optimum enzim kullanarak gerçekleştirme amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Enzimler canlı hücreler tarafından sentezlenen, hücre dışında da etkinlik gösterebilen, biyokimyasal reaksiyonları katalize eden, özel yapı kazanmış protein molekülleridir. Enzimler, içinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli sanayi girdisi halini alacak protein esaslı biyo-katalizörlerdir. Enzimler düşük hızlarda oluşan reaksiyonları katalizleyerek reaksiyonun dengesini değiştirmeksizin katalitik aktivite göstermektedirler. Enzimlerin katalitik özellikleri pek çok etki nedeniyle yavaşlayabilmekte hatta, katalitik aktivite kaybedilebilmektedir. Isı, kuvvetli asit ve bazlar, tabiatını bozan ajanlar aktivitenin kaybına neden olmaktadır (Sarıışık 2001).

Enzimin etkilediği maddeye substrat, sonuçta ortaya çıkan maddeye de ürün denmektedir. Enzimler kimyasal olarak protein yapılıdır. Enzim molekülünün belirli bir bölgesinde amino asitlerin oluşturduğu bir kümeleşme bulunmakta, proteinin bu bölgesi enzimin katalitik etkisinden sorumlu olup aktif merkez olarak tanımlanmaktadır. Bir enzimin molekülünde çok sayıda aktif merkezler olabilir. Ancak çoğu durumda söz konusu protein yapısına protein olmayan daha küçük yapıları organik veya anorganik moleküllerin bağlanmasıyla oluşmuş protein yapısı da bulunur. Enzimin protein kısmı apoenzim, protein olmayan parçası ise prostetik grup (kofaktör veya koenzim) olarak tanımlanmaktadır. Kofaktörler ya bir metal, ya da kompleks bir organik moleküldür. Aktif olmayan enzim proteini (apoenzim) ile protein olmayan koenzimle (prostetik grup) birleşerek aktif enzimi oluşturur (haloenzim). Substrat ve koenzim (koenzime gereksinen enzimler için) aktif merkeze hidrojen köprü bağları, hidrofobik etkileşimler, iyonik bağlar ve/veya kovalent bağlar ile bağlanmaktadır (Sarıışık 2001).

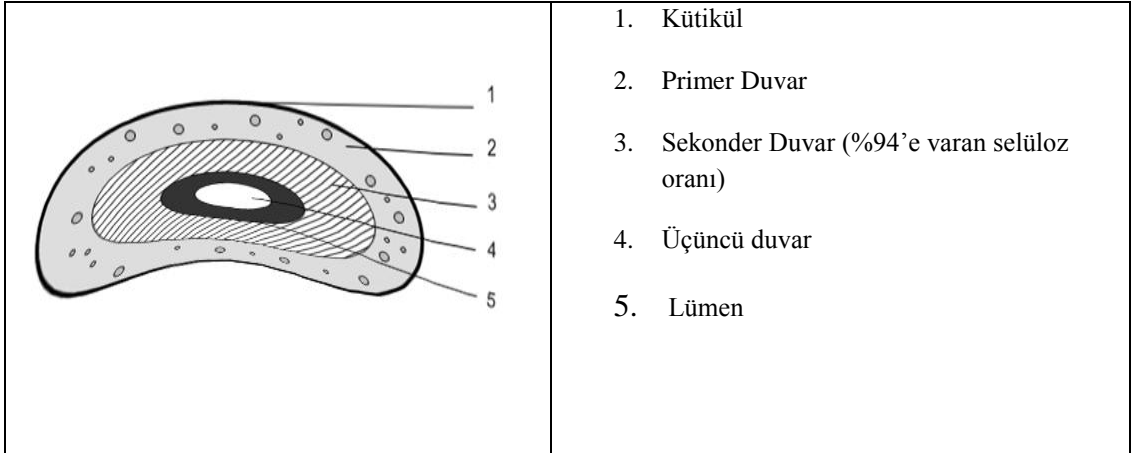
Özellikle doğal lifler enzimlerle muamele edilirken bazı sentetik lifler de enzimatik işleme tabi tutulabilirler. Enzim kullanımının temel amacı; lif yüzeyinde ve tutumda iyileşmenin sağlanmasıdır. Kimyasal ve enerji kullanımının düşmesi ve enzimlerin çevre dostu olması, kontrol altında tutulduğunda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

Enzimatik işlemler klasik kimyasal maddeler kullanılarak oluşturulan işlemlerle kıyaslandığında düşük sıcaklık ve basınçta kolayca özel reaksiyonlar vermekte, daha kontrollü işlem, zaman ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca enzimatik proseslerden kalan atık su bakterilerle ayrıştırılabilmektedir. Enzimler tekstil endüstrisinde elyaf, kumaş hatta giysi imalatında dahi kullanılabilir (Erenler 2009).

Pamuklu ürünlerin terbiyesinde amilazla birlikte en çok kullanılan enzim tipi selülozdur. Enzimatik işlemlerin büyük bir çoğunluğu selülozik liflerdeki ağır kimyasal maddeleri uzaklaştırmak veya kumaşa yeni efektler elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Sarışık 2001).

2.1 Pamuk Elyafı

Nem çekme özelliğinin iyi olması, kuru ve yaş mukavemetlerinin yüksek olması ve aşınmaya karşı gösterdiği direnç nedeni ile tekstil sanayisinde yoğun olarak kullanılan pamuk lifi, erkek ve bayan dış giyim, iş kıyafetleri, iç giyim gibi oldukça yaygın kullanım alanlarına sahiptir (Şekerci 2012).



Şekil 2.1: Pamuk lifinin enine kesiti (Dayıoğlu ve Karakaş 2007)

Tekstil sektöründe kullanılan pamuk elyafının fiziksel özellikleri Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1: Pamuğun fiziksel özellikleri (Dayıoğlu ve Karakaş 2007)

Yoğunluk	1,52- 1.54 g/cm ²
Nem içeriği	%8,53
Tenasite:	25-40 g/tex
Kopma uzaması	%6-8(kuru), %7-10(ıslak)
Isıya karşı davranışı	120 °C'de sararma, 150 °C'nin üzerinde bozunma.
Işığa karşı dayanım	Oldukça iyi, Çok uzun sürede sararma
Termal iletkenlik	Orta

Ham pamuk lifinin kimyasal yapısı incelendiğinde; lif içeriğindeki selüloz oranının elyafın yetiştiği toprak, iklim, pamuk tipi ve büyüme şartlarına bağlı olarak kuru ağırlığının %88'i ile %96'sı arasında değişmekte olduğu görülmektedir. Selüloz olmayan kısım genelde birinci duvar, kütikula tabakası ve lümende bulunur. Yıkanmış, ağartılmış ve kurutulmuş pamuklu kumaştaki selüloz oranı ise yaklaşık %99'dur (Aniş 1998).

Pamukta bulunan protein esas olarak lifin merkezinde bulunan boşlukta yani lümende yer alır. Pektin maddesinin çoğu ise primer hücre duvarında bulunmaktadır (Seventekin 2004).

Tablo 2.2: Pamuğun kimyasal yapısı (Kuru Ağırlığa Göre) (Dayıoğlu ve Karakaş 2007)

Bileşim	Oran (%)
Selüloz	88-96
Protein-Pektin	1.5-5
Anorganik madde	1-1.2
Vaks ve yağlar	0.5-0. 6

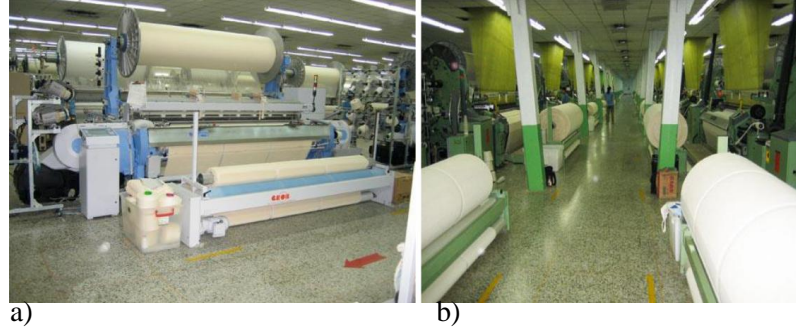
Tablo 2.2'de görüldüğü gibi pamuk lifi farklı kimyasal maddelerin bileşiminden oluşmuştur. Yapının büyük çoğunluğunu %88-96 ile selüloz maddesi oluşturmaktadır.

2.2 Dokuma İşlemleri

Dokuma sırasında atkı ve çözgü ipliğinin en iyi performansı gösterebilmesi dokuma işleminden önce yapılan bazı işlemler vardır ve bu işlemleri şöyle sıralayabiliriz; Çözgü çözme, haşılama ve taharlama. Dokuma işleminin gerçekleştirilebilmesi için bobin halindeki ipliklerin birbirine paralel bir şekilde çözgü levendine çözgü renk raporuna uygun sırada ve dokunacak kumaşa uygun sıklık ve sayıda sarılması gerekir. Bu işleme çözgü çözme veya çözgü sarma adı verilmektedir. Çözgü işleminden sonra çözgü ipliklerinin bir nişasta çözeltisi içerisinden geçirilmesi işlemine haşıl denir. Haşıl işlemi çözgü ipliğinin mukavemetini arttırmak yapılır birde İpliğin yüzeyindeki tüylerin gövdeye yapışmasını sağlayarak çözgülerin dokuma esnasında birbirlerine dolanmasını önlemek ve çözgü tellerinin birbirleri ve dokuma makinesi elemanları ile sürtünmesini azaltmaktır. Dokuma işlemi öncesi iplikler dokumaya hazırlanır ve bu hazırlık işlemi sonrasında dokunan kumaşlar boyahaneye gönderilir.

2.3 Havlu Dokuma Teknolojisi

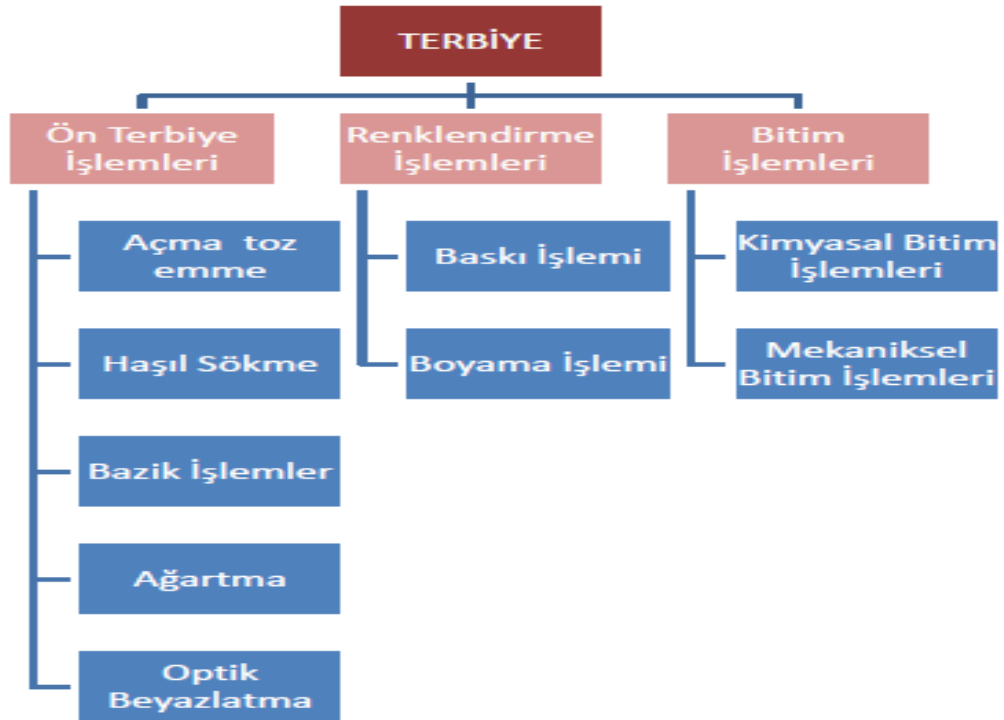
Havlu kumaş oluşturmak için genellikle dokuma işlemi tercih edilir. Havlu kumaşlarda normal dokumadan farklı olarak hav ve zemin çözgüsü olmak üzere iki çözgü ipliği kullanıldığından, havlu dokuma makinelerinde iki ayrı lamel grubu, hav ve zemin çözgü iplikleri için ayrı çerçeveler ve iki farklı çözgü gerginlik sistemi kullanılır. Üretilecek mamul havlu az desenli (4 çerçeve) ise genellikle armürlü, desenli olursa jakar dokuma makinelerinde üretilir. Şekil 2.2'de armürlü ve jakarlı dokuma makinesi gösterilmektedir. Bu makinelerde zemin çözgü iplikleri levant halindedir.



Şekil 2.2: a) Armür ve b) Jakar dokuma makinesi (Web 2)

2.4 Dokuma Sonrası (Terbiye) Mamul İşlem Akışı

Dokuma işlemi tamamlandıktan sonra, ürün kalite kontrol işlemlerinden geçer ve ardından boyahaneye veya kadife traş, kadifelik ürünler için, bölümüne sevkiyat öncesi depolama alanlarına getirilir. Şekil 2.3'te boyahane işlem basamakları görülmektedir.



Şekil 2.3: Boyahane işlem basamakları (Acar 2004).

Kalite kontrol işleminden sonra boyahaneye gönderilen kumaşlar istenen özelliklere göre Şekil 2.3'teki gibi istenen işlemlere tabi tutulur.

2.5 Havlu Kumaş

Havlu kumaş, suyu kolaylıkla emen, hav ipliği boyalı ve/veya boyasız pamuk ipliği olan bir veya iki yüzü ilmekli olarak dokunan veya örülen beyaz, boyalı veya baskılı kumaşlara denir (TSE 629 2015). Havlı yapılarda genellikle; havlı yapıyı oluşturan hav ipliği, zemin dokuyu oluşturan zemin ipliği ve atkı ipliği olmak üzere 3 iplik kullanılmaktadır. Havlunun sınıflandırılmasına bakacak olursak genel olarak havlı dokular; gramajlarına göre;

Tablo 2.3: Gramajlarına göre havlu sınıflandırması

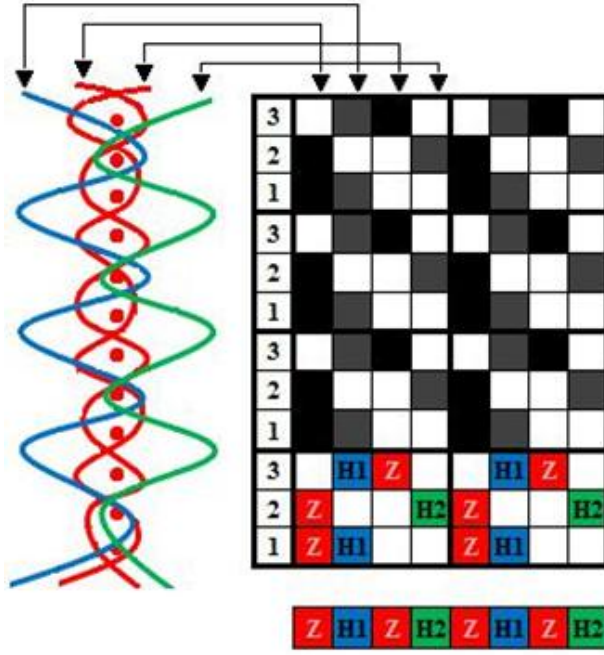
Çok ağır	> 550 g/m ²
Ağır	450-550 g/m ²
Orta	350-450 g/m ²
Hafif	250-350 g/m ²

olmak üzere dört sınıfa (Tablo 2.3), üretim şekillerine göre;

- Dokuma
- Örne

olmak üzere iki sınıfa, ilmek oluşum sistemine göre;

- Kumaş çizgisi sabit, tefe hareketli sistem
- Kumaş çizgisi hareketli, tefe sabit sistem
- olmak üzere iki sisteme ayrılmaktadır (Web 1).



Şekil 2.4: Havlu kumaş kesiti ve Havlu kumaş örgü raporu (Aşkın 2015)

Z: zemin çözgüsü, H1: Ön hav çözgüsü, H2: Arka hav çözgüsü

Birim havdaki atkı sayısına göre havlu kumaşlar:

- İki atkılı havlu kumaşlar
- Üç atkılı havlu kumaşlar
- Dört atkılı havlu kumaşlar
- Beş atkılı havlu kumaşlar
- Altı atkılı havlu kumaşlar
- Yedi ve daha fazla atkılı havlu kumaşlar olarak altı gruba ayrılır (TSE 2015).

2.5.1 Havlu kumaşların üretiminde kullanılan iplik özellikleri

Havlu kumaşlar üç tip iplikten oluşmaktadır;

Hav ipliği: Havlu yapılarda kullanılan ve kumaşın hav dokusunu oluşturan ipliklerdir.

Zemin ipliği. Kumaşta hav ve atkı ipliklerini birbirine bağlayarak kumaşın zemin yapısını oluşturan ipliklerdir.

Atkı iplikleri: Kumaşta hav ve çözgü iplikleri arasında bağlantıyı sağlayan ve hav oluşumuna yardımcı olan ipliklerdir.

Zemin çözüğü iplikleri genellikle Ne 20/1 ve 20/2 karde ring ipliğı olabilir, atkı sıklıkları ise genelde 14 ile 23 tel/cm arasında değişiklik gösterebilir, hav çözüğü iplikleri; Karde ring Ne 16/1,20/1 ve 20/2 pamuk veya bu iplik numaralarının open end (OE)'leri olabilir. Ne var ki kumaş gramaj ve ağırlıklarına göre bu iplikler daha kalın ya da ince numaralı olarak tercih edilebilir. Genel olarak 3-atkılı havlu sistemlerinde hav-çözüğü sıklıkları 12 çözüğü/cm olarak sabit çalışılır, nadiren bazı kumaşlarda 10 çözüğü/cm olabilir. Atkı ipliğı olarak; Ne 16/1, 20/1'dir, bordür atkıları için 150/300 polyester (PES) ve floş atkıları için 300 denye PES kullanılabilir. Kumaş atkı sıklıkları genellikle; 16 ile 18 tel/cm aralığında olur ve istenen kumaş ağırlığına göre değişiklik gösterebilir. Havlı yapılarda kullanılan ipliklerden beklenen özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Emicilik,
- Yaş dayanım,
- Boyanabilirlik,
- Renk haslığı,
- Yıkanma ve kolay temizlenebilirlik,
- Antialerjiklik,
- Ucuz,
- Kolay temin edilebilirlik olarak sınıflandırılabilir.

2.6 Havlu kumaş Özellikleri

Bir havlu kumaşın taşıması gereken özellikler:

Estetik görünüm, yüksek oranda su emicilik, yüksek oranda yaş mukavemet, iyi boya alabilme ve yüksek renk haslık değeri, yıkanabilirlik ve kolay temizleme, yumuşak tutum olarak sıralanabilir (Acar 2004).

Havlu kumaştan beklenen bazı yapısal özellikler vardır. Bunları da kısaca tanımlayacak olursak;

Nem emme özelliğı: Hav iplikleri kullanarak kumaş yüzey alanının artırılmasıyla ya da yüksek emicilik özellikli hidrofil pamuk ipliğı kullanarak kumaşlar yüksek nem tutma özelliğı kazanabilir.

Isı tutma özelliğı: Kumaş yüzeyinde kullanılan hav iplikleri havayı kumaşa

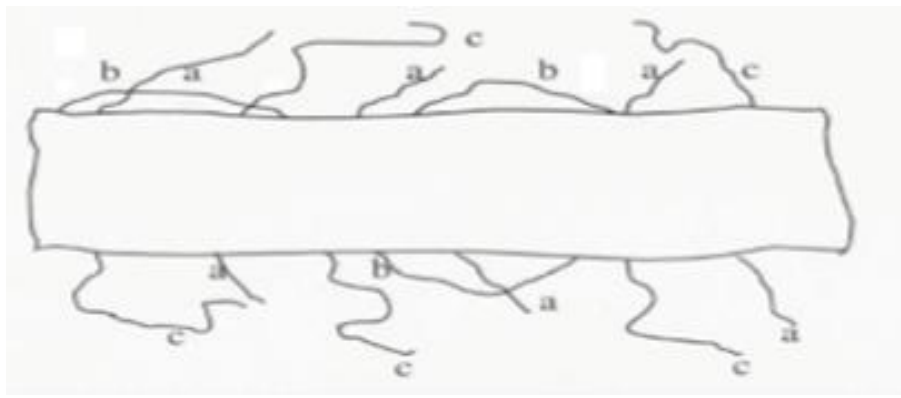
hapsederek kumaşa ısı tutma özelliği kazandırabilir.

Buruşmazlık özelliği: Havların kumaşa kalın bir yapı kazandırması, kumaşın buruşmasına engel oluşturur.

Matlık özelliği: Hav ipliklerinin oluşturduğu yüzey, havlu kumaşa mat özellik kazandırır. Bu durum yalnız kadife traş işleminden geçmemiş havlu kumaşlar için geçerlidir. Kadifelik kumaşlarda traş işlemine girdikleri için parlak bir görüntü verirler (Acar 2004).

2.7 İplik Tüylülüğü - Kumaş Pilling İlişkisi

İplik yüzeyinden dışarı doğru çıkan lif uçları tüylenmeyi meydana getirirler. İpliklerin tüylülüğünü; eğrilmiş iplik yüzeyinden çıkan liflerin sayısı veya toplam uzunlukları ile ifade edilebiliriz. Tüylülük bazı durumlarda istediğimiz bir özellik olsa da, genelde istenmeyen bir durumdur. Çünkü aşırı tüylü iplikler iplik üreticileri, dokumacılar ve örmeciler açısından farklı sorunlara yol açabilir.



Şekil 2.5: İplikte difibrilasyon görünümü, a: çıkıntı lif uçları, b: iplik dışında ilmekleşen elyaf, c: gelişigüzel lifler (Web 4)

İplikte tüylülük;

- Çözgü ve haşılama esnasında uçuntu artmasına,
- Dokuma esnasında çözgü çekmesine ve kopuşlara,
- Örne sırasında iplik kopuşlarına neden olur. Ayrıca üretilen kumaşların boncuklanma (pilling) özelliğini de büyük ölçüde etkilediği bilinmektedir.

3. KUMAŞTA BONCUKLANMA VE NEDENLERİ

Pilling (Boncuklanma) özellikle kesikli liflerden eğrilen ipliklerden üretilmiş kumaşlarda ortaya çıkan bir problemdir. Boncuklar, kullanma veya yıkama sırasında kumaş yüzeyinde ortaya çıkan karışık lif topakçıklarıdır. Boncuklanmış kumaşlar Şekil 3.1’de görüldüğü gibi bir görüntü ve istenmeyen bir tutum-tuşe sergilemektedir (Schindler ve Hause 2004). Boncuklanma kumaşta kalite kaybına neden olmakta ve bu durum dolaylı olarak tekstil sanayi ve ülke ekonomisi için önemli bir husus olarak dikkat çekmektedir (Özçelik 2009).



Şekil 3.1: Tekstil yüzeylerindeki pilling (boncuklanma) a) boncuklanma olmayan kumaş, b) boncuklanma oluşmuş kumaş (Web 3)

Kumaşın diğer yüzeyler ile sürtünmesi abrazyonu (aşınma) ile ortaya çıkan sürtünme kuvvetlerine bağlı olarak kumaş yüzeyindeki gevşek lifler ipliklerden çıkar ve birbirine tutunarak yuvarlak topakçıklar oluştururlar. Bu topakçıklar kumaş yüzeyine iplik içinde yer alan bir ucu iplik gövdesine bağlı olan ankor lifleri (çapa lifleri) ile bağlanır.

Boncuklar kumaş üzerinde oluştuktan sonra ankor lifleri kolayca kopabildiği için pamuk, yün veya rayon gibi kumaşlarda genellikle boncuklar kolaylıkla uzaklaştırılabilmekte; ancak polyester veya naylon liflerde ankor lifleri güçlü olduğu

için kolaylıkla kırılma veya kopma oluşmamakta ve oluşan boncukların giderilmesi zorlaşmaktadır (Schindler ve Hause 2004).

Araştırmalara göre birçok lif, iplik ve kumaş özelliği boncuklanma oluşumunda etkili bulunmuştur. Lif tipi, lif uzunluğu, lif inceliği ve lif enine kesit şekli, lif mukavemeti, lif kıvrımlılığı, iplik eğirme metodu, iplik numarası, iplik bükümü, iplik tüylülüğü, iplik kat adedi, kumaşın sıklığı, kumaş gramajı, kumaş yapısı kumaşların boncuklanma oluşturma eğiliminde etken özelliklerdir (Kırtay ve Özçelik 2011). Bütün bunların yanında kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri de boncuklanma eğiliminde etken faktörler olabilmektedir.

3.1 Boncuklanmaya Neden Olan Lif Özellikleri

Sentetik lifler daha mukavemetli oldukları için bu tür kumaşlarda boncuk miktarı ve boncuk dayanımları biraz daha fazladır. Genelde farklı lif karışımlarından yapılmış kumaşlarda lifler arasındaki uyumsuzluk nedeniyle boncuklanma tek liften üretilmiş liflere göre daha fazladır (Özçelik 2009).

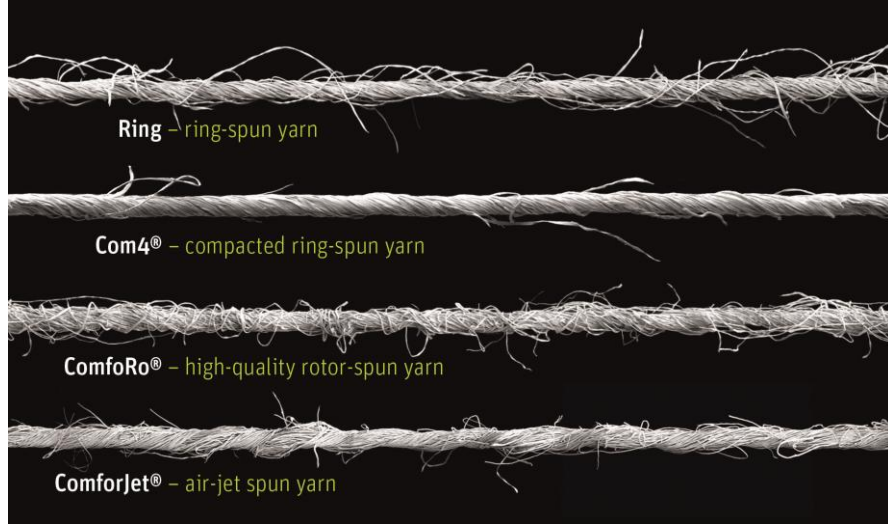
Yine kısa liflerden ve ince liflerden üretilmiş kumaşlarda boncuklanma eğilimi fazladır. Ayrıca dairesel kesite sahip lifler pürüzsüz yüzeyleri nedeniyle kumaş yüzeyine daha kolay çıkabilmekte ve boncuklanma eğilimini arttırmaktadırlar. Doğal lifler daha düşük mukavemete sahip oldukları için boncuklar daha kısa sürede oluşmakta ve daha kısa sürede de uzaklaştırılmaktadır. En düşük boncuklanma eğilimine sahip iplikler kompakt iplikler olarak belirlenmiştir (Alkış 2003).

3.2 Boncuklanmaya Neden Olan İplik Özellikleri

Tüylülük değeri az olan ipliklerde daha az boncuklanma görülmektedir. İpliklerde tüylülüğe neden olan durum çıkıntı lif uçları ve lif yumaklarıdır. Yani iplik yapısında dışarıya uzanan lif sayısı azaldıkça boncuklanma azalır. Bunun yanında örme kumaşlarda iplik tüylülüğünde %46'lık bir azalmanın bile boncuklanma özelliği üzerinde yarım derecelik bir iyileşme sağlayacağı öngörülmektedir (Aehle 2007). Bununla birlikte ipliğin tüylülüğünün artmasının uçuntunun artmasına, çözgü

çekmelerine, dokuma veya örme sırasında kopuşlara neden olduğu bilinmektedir (Vermette ve Ahamed 2008). Yine iplik büküm sayısı arttıkça liflerin hareket edebileceği alan azalacağı için boncuklanma eğilimi azalmaktadır. Katlı ipliklerde de boncuklanma eğilimi azalmaktadır. OE ve ring iplikler karşılaştırıldığında; OE ipliklerin tüylülük değerleri ring ipliklere göre daha düşüktür. Bu da boncuklanma eğiliminin daha az olduğunu gösterir.

İplik özelliklerinin kumaşın fiziksel özelliklerini nasıl etkilediğini anlamak ve iplik test sonuçlarıyla ilgili daha sağlıklı kararlar verebilmek için Uster iplik kalite parametreleriyle ilgili bilgi sahibi olmakta gerekmektedir.



Şekil 3.2: Kompakt, ring ve OE ipliklerin tüylülüklerinin karşılaştırılması (Web 6)

3.2.1 USTER İplik kalite parametreleri

İplikçilik konusunda ülkelerin kendilerinin belirlemiş oldukları standartlar olabilir fakat globalleşen dünyada iplikçilik ve iplik kalite parametreleri konusunda da aynı dili konuşmak zorunluluk haline gelmiştir. Bu alanda bazı uluslararası standartlar olsa da Uster istatistikleri, kalite konusunda hangi kavramlardan söz edildiğini belirlemek amacıyla en yaygın kullanılan kaynaklardan biridir. Zellweger Uster firması çeşitli laboratuvar test cihazları üretmesiyle tanınmasının yanında, uzun bir süreden beri dünyadaki çeşitli iplik üreticilerinden istatistiksel bilgiler toplamakta ve bir veri tabanı oluşturmaktadır. Ayrıca bu verileri kullanarak istatistik kitapları

yayınlanmaktadır. 2013 yılında yayınlanmış olan bu iplik istatistik kitaplarında, her ayrı tip ve numaradaki iplikler için toplanan istatistiksel değerlerden sınır grafikleri oluşturulmakta, %5, %25, %50, %75 ve %95 kalite sınır limitleri belirlenmekte ve bu sayede iplik üreticilerinin ipliklerinin dünya üretiminin hangi %'lik kalite dilimine girdiğini gösterebilmektedir. Yani Uster istatistikleri kullanılarak bir kıyaslama yapmak ve yukarıda sözü edilen dilimlerden hangisine dâhil olduğunu bilmek mümkün olmaktadır (Web 6).

Örneğin; iki parti Ne 30/1 penye ipliğinden birinin Uster (Düzgünsüzlük) değeri %14,1 (%95 seviyesinde), diğerinin ki ise 10,7 (%5 seviyesi) olsun. Bu ipliklerin birincisinin düzgünsüzlük (U) değeri itibarı ile dünyada üretim yapan iplik firmalarının %95 ile aynı kalite seviyesinde olduğu; diğer ipliğin ise dünyada üretim yapan iplik firmalarının %5'i ile aynı seviyede kalite özelliği olan iplik üretimi yaptığı sonucuna varılabilir. CV değeri yüksek olan ipliklerden yapılmış ürünler üzerinde abraj görülmektedir. Yine yüksek oranda kalın yer, ince yer ve neps içeren örme kumaşların yüzeyinde de düzgünsüzlükler görülmektedir. İplik kalite ölçüm değerleri, iplik üreticisi ile tartışma-yorum yapabilmek için ideal bir temel oluşturmaktadır. Tüm iplik işletmelerinin aynı kalitede iplik üretebilmeleri mümkün olmamakla beraber, iplik kalite ölçüm değerlerinin bilinmesi ile her hangi bir işletmeden gelecek olan ipliğin hangi ürün için uygun olabileceğinin tayin edilmesi için bu veriler son derece kullanışlıdır. Bu şeffaflık, iplik tedarikçilerinin kolay yönetilebilmesi, iplik üreticileri ile iplik kullanıcılarının uzmanlığının optimize edilmesi ve doğru iplik için doğru fiyatı ödeme konusunda yardımcı olacaktır.

Uster istatistiklerinin yorumlanmasının tekstil uygulamaları açısından önemi; Modern bir iplik işletmesinde iplik testleri üç nedenden dolayı yapılmaktadır:

- İplikçi son iplik kalitesini etkileyen hataların hangi prodesten kaynakladığını görebilir ve bunları düzeltmek için önlemler alabilir.
- İplikçinin ürettiği ipliğin çözgü, haşıl, dokuma vb gibi aşamalarda nasıl davranacağı ile ilgili önceden bilgisi olmasını sağlar.

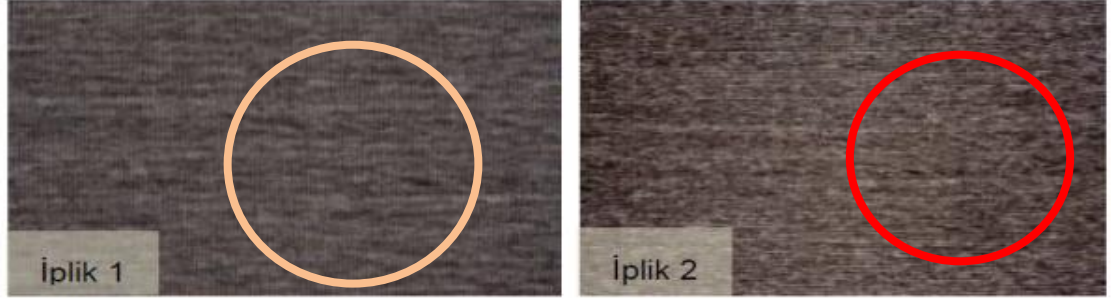
Mümkün olduğunca iplik test sonuçlarından nihai kumaş yapısının nasıl görünebileceğini belirleyebilir. Bu adım en zor adımdır ve önemlidir. Örneğin dokuma kumaş yapısı, atkı ve çözgü iplik numaraları, atkı sayısı, kopuş sayısı gibi

etkenler kumaş görünümünü etkileyen değişkenlerdir. Yine boyama ve terbiye işlemlerinde kumaş görünümü üzerinde etkilidir.

Örneğin; son derece düzgünsüz görünüme sahip bir iplik görünüş açısından asla mükemmel bir kumaşla sonuçlanmamaktadır. Her örnek için laboratuvar cihazları ile ölçülebilen kalite verilerini içeren bir tablo bulunur ve bu tabloda Uster Statistics değerleri USPTM 13 (Uster Statistics Percentile 2013) olarak gösterilmektedir. İplik kalitesini ve bu sayede kumaş görünümü etkileyen faktörler aşağıda sırasıyla örnekleriyle açıklanacaktır (Web 6).

3.2.1.1 USTER Düzgünsüzlük Değeri (%U)

Tamamen düzgün bir iplik üretmek mümkün değildir. Düzgünsüzlük değerinin “0” olması beklenen böyle bir ideal yapıda ipliğin her metresinin kütlesinin birbirine eşit ağırlıkta olması beklenilir. Ancak böyle ideal bir iplik yapısının elde edilmesi mümkün olamamaktadır. İplik kütlesi belirli ortalama değer etrafında aşağı ve yukarı sapmalar gösterebilmekte ve bu sapma büyüklükleri düzgünsüzlük oranını belirlemekte kullanılmaktadır. İplik düzgünsüzlük değeri Uster test cihazı ile ölçülmekte elyaf demetinin kütlesindeki birim uzunluğun ağırlığındaki değişimler kaydedilmekte ve matematiksel yöntemle %U (düzgünsüzlük) değeri hesaplanmaktadır. Şekil 3.3'te farklı CV değerlerinde 36 Ne %100 pamuk ipliklerinin görünüm bakımından karşılaştırılması verilmiştir.



	CV _m [%]	CV _m 1m [%]	CV _m 3m [%]	CV _m 10m [%]	İnce -50% [1/km]	Kalın +50% [1/km]	Neps +200% [1/km]	H
İplik 1	12.6	3.1	2.3	1.9	1	33	72	5.2
USP13	30	15	20	25	5	30	52	25
İplik 2	14.9	3.7	2.9	2.2	19	148	149	4.9
USP13	95	53	55	40	>95	>95	93	15

Şekil 3.3: İplik düzgünsüzlük değerleri ve kumaş görüntüsündeki farklılıklar, (36 Ne % 100 pamuk iplikleri) (Web 6)

Şekil 3.3'te görüldüğü gibi USP13 değeri %30 olan (iplik 1) iplikten yapılmış kumaş USP13 değeri %95 olan (iplik 2) iplikten yapılan kumaşa göre daha iyi bir görünüme sahiptir. USPTM Statistics değerleri, bu iki ipliğin önemli ölçüde kalite farklılıkları sergilediğini göstermektedir. USPTM değerlerinin kalite belirleme aracı olarak kullanılması sonucunda zaman ve risk kaybı azaltılabilir. İplik kütle düzgünlüğü (CV değeri) istenen kumaş görünümünün sağlanabilmesi için güçlü bir belirleyicidir. %50 civarı USPTM düzeyleri periyodik hatalar olmadığı sürece kabul edilebilir kumaş görünümleri sergileyecektir. Kritik dokuma ve örme yapılarında bu değer %25'e doğru kayar. Eğer kumaş yapıları daha az kritikse bu değerler %75 civarına kaymaktadır. %75'in üzerindeki seviyelerdeki ipliklerle üretilen kumaşların görünümlerinde problem oluşma riski çok daha fazladır.

3.2.1.2 IPI Değerleri

Kesikli elyaftan üretilen ipliklerde çeşitli hatalar oluşur. Bu hataları, ince yerler, kalın yerler ve neps olarak sıralayabiliriz. Bu hataların nedeni olarak hammadde, iplik hazırlama ve doğrudan eğirme işlemi sayılabilir. İplik üretim tesisleri sürekli olarak bu değerleri ölçmekte ve analiz edebilmekte ve bu sayede dünyada istatistiksel olarak nerede olduklarını görebilmektedirler.

İnce Yer (-%50): İpliğin normal enine kesitinden %50 daha ince olan bölgeler ince yer olarak kabul edilir ve 100 0 metre iplik uzunluğundaki adet olarak ifade edilir. İnce yerlerin çoğalmasa işletme şartlarının bozulduğunu göstermektedir. Genellikle iplik kopuşlarının temel nedeninin ince yerler olduğu düşünülür ancak bu bölgeler daha çok büküm aldıkları için mukavemetleri her zaman düşük olmaz. Yani örme ve dokumadaki kopuşların temel nedeni olmayabilirler. İnce yerlerin yarattığı en büyük sıkıntı bitmiş ürünlerde yüzey görüntüsünü bozmalarıdır.

Kalın Yer (+%50): İpliğin normal enine kesitinden %50 daha kalın olan bölgeler en az 4 mm uzunluğunda devam etmeleri durumunda kalın yer olarak kabul edilir. Bu bölgelerin oluşumundaki ana neden yeterli çekim alınamamasıdır. Kalın yer sayıları 1000 metre uzunluğundaki iplikte adet olarak ifade edilmektedir. Bu bölgeler iplik kopuşlarının en önemli nedenidir. Çünkü bu bölgeler iyi büküm almamış olup, mukavemetleri düşüktür. Ayrıca bu bölgeler nihai ürünün görüntüsünü de bozmaktadır.

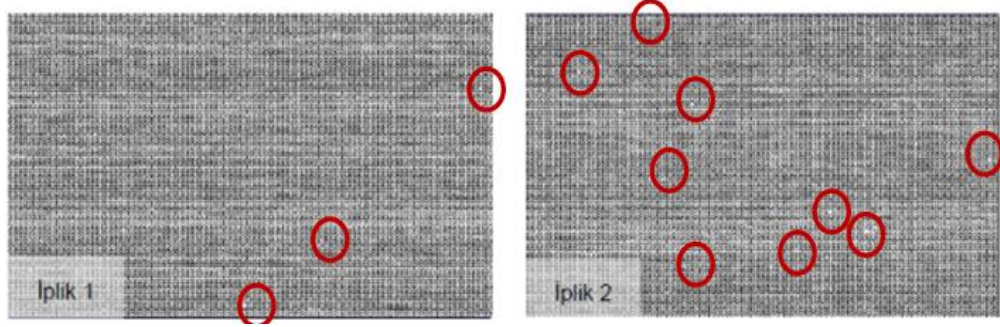
Neps (+%200): İpliğin normal enine kesitinden %200 daha kalın ve uzunluğu 1 mm ile 4 mm aralığında olan bölgelere neps adı verilir. 1000 metre uzunluğundaki iplikte adet olarak ifade edilmektedir. Bu bölgeler kumaşın görüntüsünü kötü etkilemektedir. Ayrıca belli büyüklüklerden sonra örme işlemi sırasında ipliğin kullanılmasında da sorun yaratmaktadır. Nepsler genellikle iki ana nedenden kaynaklanır.

Hammaddeden kaynaklanan nepsler: Bu nepsler çekirdek veya yaprak kırıklarından kaynaklanıyorsa terbiye işlemleri sırasında büyük ölçüde yok edilecektir ancak eğer bu nepsler ölü elyaflardan kaynaklanıyorsa özellikle boyama işlemi sırasında boyanmamış alanlar olarak karşımıza gelecektir. Bu da ciddi bir sorun haline gelmektedir (Web 6).

Proses sırasında oluşan nepsler: Çirçirlama işleminden başlayarak iplik üretiminin her aşamasında gerek uygun olmayan makine ayarları gerekse uygun olmayan işletme ve klima şartları doğrudan neps oluşumuna neden olabilmektedir. Eğer nepsler uzaklaştırılmazsa ham kumaşta ve terbiye işlemleri sonrasında kumaş görünümünde rahatsız edici görüntüler ortaya çıkmaktadır. Şekil 3.4'de sık görülen

ince, kalın yer ve neps hatalarına sahip ve farklı neps değerlerine sahip ipliklerden üretilmiş kumaşlar karşılaştırılmıştır.

Farklı kalitedeki %100 pamuk Ne 60 iplikten üretilmiş kumaşların görüntüleri Şekil 3.4’de verilmiştir. İkinci iplik, yani USP değerleri %90 civarında olan iplikten üretilen kumaşların üzerinde yer alan nepsli bölgeler işaretlenmiştir.



	CV _m [%]	CV _m 1m [%]	CV _m 3m [%]	CV _m 10m [%]	İnce -50% [1/km]	Kalın +50% [1/km]	Neps +200% [1/km]
İplik 1	13.9	3.9	3.1	2.4	10	40	65
USP13	30	50	75	50	30	25	25
İplik 2	13.9	4.6	3.6	2.9	13	60	170
USP13	30	95	95	95	50	50	90

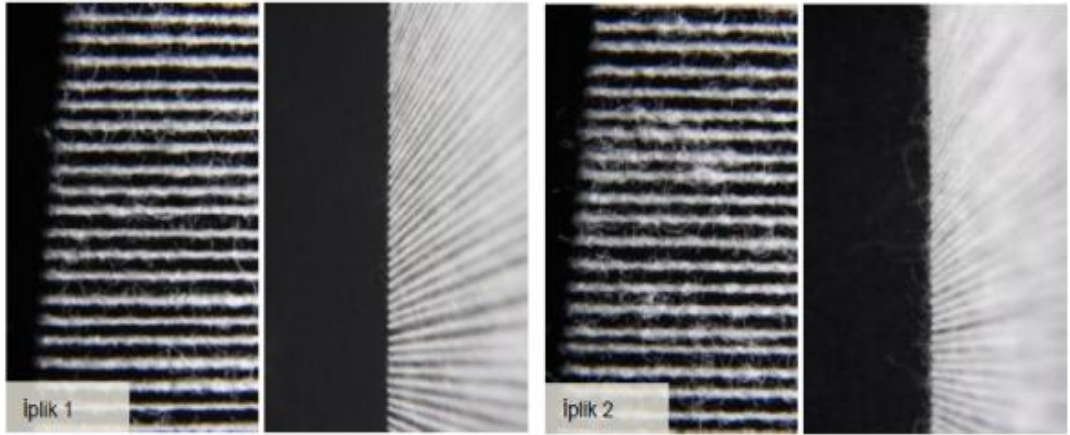
Şekil 3.4: Neps hataları olan iplik ve kumaş yüzey görüntüleri, (Ne 60) (Web 6).

Neps değerleri incelendiğinde USP değerlerinden %75 ve daha fazla olan iplikler kötü kumaş yüzeyi oluşturmaya meyilli olduğu görülecektir. Bu problem ince veya kompakt ipliklerde daha ince ve düzgün yapılar olduğundan daha da rahatsızlık verici olacaktır (Web 6).

3.2.1.3 Tüylülük

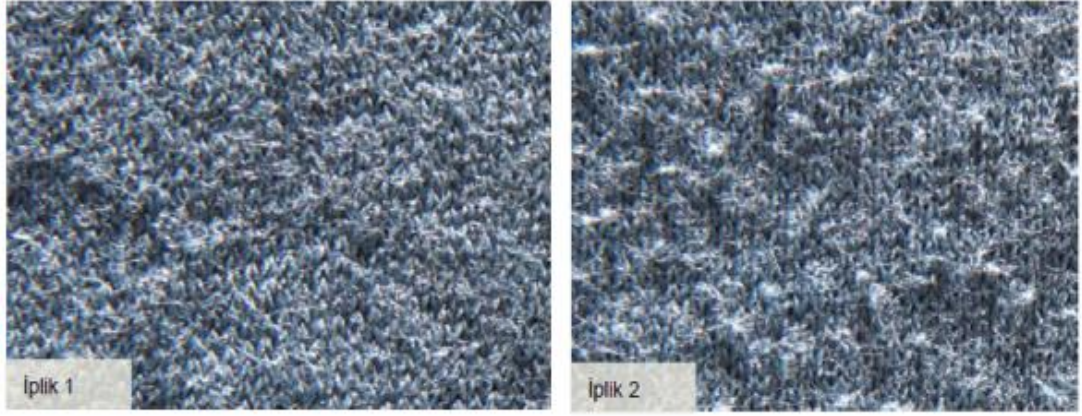
Kesikli elyaf kullanılarak üretilmiş ipliklerin kesitinden dışarı doğru uzanmış lif uçları tüylülük veya tüylenme olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüylülük, ipliğin 1 cm’lik ölçüm bölgesinde dışarı doğru uzanan kılcal liflerin toplam uzunluğu olarak ifade edilir.

İplik işletmelerinde tüylenmenin nedenleri çok çeşitlidir ve en önemlileri; hammadde, iplik bükümü, işletme şartları ve eğirme elemanlarıdır. Genellikle tüylülüğün trikoda istenen, dokumada istenmeyen bir efekt olduğu düşünülmektedir. Ancak tüylülüğün belirli sınırları aşması örgü işlemi sırasında iğnelerden geçerken kopmalara neden olabilmekte ve kumaşa aşırı tüylü bir görüntüye neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar tüylülükle pilling arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermiştir, ipliğin tüylülük değeri arttıkça kumaşın pilling eğilimi de artmaktadır. Tüylenme özelliği ile ilgili çeşitli faktörlerin yanı sıra, iplik makinesi üreticileri eğirme üçgenine odaklanmış ve tüylülüğün azaltılması için çalışmalar yapmıştır. Üreticilerden bir kısmı bu üçgeni çok küçültmüş veya ortadan kaldırmıştır. Bu durumun ipliğin tüylülüğü üzerinde oldukça büyük etkisi bulunmaktadır. Aşağıda verilen örneklerde farklı tüylülük değerlerine sahip iplikler karşılaştırılmıştır (Web 6). Farklı tüylülük seviyelerine sahip iki iplik örneğinin iplik levhası üzerindeki görünümü Şekil 3.5’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi daha çok tüylülüğe sahip iplikler (iplik 2) iplik levhası üzerinde daha düzgünsüz görünmektedir.



Şekil 3.5: Farklı tüylülük seviyelerine sahip iki ipliğin iplik levha görüntüsü(Web 6)

Şekil 3.6’da %100 pamuk Ne 12/1 OE numaraya sahip ve tüylülük değeri birbirinden farklı iki iplikten üretilmiş kumaşlar gösterilmiştir. Tüylülük değerleri %95 USP civarında olan iplik 2’nin kumaş üzerinde boncuklanma değerlerinin %40 USP değerlerinde olan iplikten üretilmiş kumaştan çok daha kötü olduğu görülmektedir.



	CV_m %	H	sh	S3
İplik 1	12.06	5.66	1.61	363
USP13	5	40	30	75
İplik 2	12.39	7.71	1.83	594
USP13	25	95	70	>95

Şekil 3.6: İplik tüylülük özelliğinin örme kumaş yapılarında yüzey görünümü ve pilling üzerindeki etkileri (Web 6)

Kumaşta kullanılan ipliklerde tüylülük değeri %80 ve üzerinde olan ipliklerin tüylülük düzeyleri %40 ve altında olan ipliklere göre daha fazla boncuklanma eğilimindedir. Ayrıca tüylülük değeri yüksek iplikler örme ve dokuma makinelerinde daha çok uçuntu yapma eğilimindedir ve yine daha çok kopmaya neden olarak makine performansını düşürmektedir(Web 6).

3.2.1.4 Mukavemet

İpliğin, iplik gövdesine aksinel olarak uygulanan yüke karşı gösterdiği direnç iplik mukavemet değeri olarak tanımlanır. Mukavemetin yüksek olması iplik kopuşunu ve makine duruşlarını azaltmakta ve bu sayede verimliliği arttırmaktadır. İpliğin mukavemetini etkileyen en önemli faktörlerden biri elyaf mukavemetidir. Hammadde cinsi, elyaf inceliği (mikroner), elyaf mukavemeti, elyaf cinsi gibi özellikler ipliğin mukavemetini etkilemektedir. Belirli bir noktaya kadar iplik bükümünün artırılması da iplik mukavemetini arttırmaktadır. İplik mukavemeti

çeşitli laboratuvar makineleri ile ölçülebilmekte ve farklı mukavemet birimleri kullanılabilir. Mukavemet ölçütü olarak kopma kilometresi (RKM) kavramı yaygın olarak kullanılmaktadır. RKM değeri, çalışılan ipliğin kendi ağırlığı ile koptuğu uzunluktur. Örneğin; 17 RKM mukavemet değerine sahip bir ipliğin; 17 kilometresinin ağırlığının ipliği koparabileceği ifade edilmektedir(Web 6).

3.2.1.5 Elastikiyet (%uzama)

Elastikiyet özelliği, bir ipliğin gerilim altında boyuna uzaması ve gerilim kaldırıldığında eski uzunluğuna tamamen veya kısmen dönebilme yeteneğidir. Elastikiyeti iyi olan iplikler ile üretilmiş kumaşların ömrü uzamakta ve bu iplikler kullanılarak daha rahat giyilebilir giysiler üretmek mümkündür.

Örnek; üretici tarafından farklı tedarikçilerden alınan Ne 40/1 iplik numarasına sahip iki penye ring ipliğin karşılaştırılması yapılacak olursa; uzama seviyesi %25 olan iplikler %95 olan ipliklere göre daha az kopuş riski taşımaktadır. İplik elastikiyeti özellikle eğirme ve bobinleme işlemlerinde proses hızlarını ve üretim maliyetlerini önemli ölçüde etkilediği için bu bilgi iplik üreticileri için oldukça önemlidir (Web 6).

3.2.1.6 Değişim Katsayısı (CV %)

Numara, mukavemet, büküm ve elastikiyet gibi kalite parametreleriyle birlikte CV% değerinden söz edilmektedir. Türkçe olarak değişim katsayısı anlamına gelen kavram kalite parametreleri kadar önemli bir parametredir.

3.3 Boncuklanmaya Neden Olan Kumaş Özellikleri

Örme kumaşlar dokuma kumaşlara göre daha esnek bir yapıya sahip olduğu için daha çok boncuklanma eğilimi gösterirler. Boncuklanma kumaşların kötü görünmesi yanında bazen deliklerin oluşmasına kadar birçok hataya neden olabilmektedir. Daha sıkı yapıdaki kumaş yapısında boncuklanma eğilimi azdır.

Ribana ve süprem kumaşların interlok kumaşlara göre boncuklanma eğilimi fazladır. Boncuklanma eğilimi, kullanılan iplik kalınlaştıkça ve birim kumaş ağırlığının artmasıyla azalmaktadır (Kahraman 2006). Kumaşın stabilitesini artıran ve dolayısıyla boncuk oluşumunu azaltan faktörler, kumaşın yumuşaklığını ve hacimliliğini olumsuz etkilemektedir (Kahraman 2006).

3.4 Boncuklanmaya Neden Olan Terbiye İşlemleri

Lif, iplik ve kumaş karakteristikleri yanında uygulanan terbiye işlemleri de tüylülüğü ve boncuklanma eğilimini etkilemektedir (Purtell ve Kumar 1997). Boncuklanma durumu aynı zamanda yaş terbiye işlemlerinde liflerin şişerek, bükülüp eğilmesi sonucunda kısa liflerin yüzeye çıkması ve topaklanması ile açıklanabilmektedir. Lifler halat formunda, tamburda veya yaş işlemler sırasında açılmakta ve kumaş yüzeyine çıkabilmektedir. Ya da boncuklanma giysilerin giyilmesi sırasında karşılaşılan sürtünme ile oluşabilmektedir (Lund ve diğerleri 2000). Yani yaş terbiye işlemleri de boncuklanmayı arttırabilmektedir. Bunların yanında kullanılan yumuşatıcılar ve kayganlaştırıcı maddeler boncuklanma eğilimini arttırmaktadır. Yine sıkça yapılan yıkama işlemlerinin de boncuklanmayı hızlandırıcı etkiye neden olduğu bilinmektedir (Aehle 2007).

3.5 Havlu Kumaşlarda Boncuklanma (Tüylene), Sebepleri ve Giderilmesi

Havlu kumaşların yumuşak ve su emici olması bir havludan en çok beklenen durumdur. Son zamanlarda ise havlu kumaşların daha da yumuşak ve emici olması için hav ipliklerinde farklı büküm tipleri geliştirilmekte ve havlularda uygulanmaktadır. İpliklerin düşük büküme sahip olması havanın ve suyun ipliğin içine rahatça girmesini sağlar ve bu durum yumuşaklığı ve emiciliği arttırır ve daha çabuk kuruma sağlar. Kullanılan bu düşük bükümlü ipliklerin dezavantajı liflerin birbirine tutunma özelliği azaldığı için elyaf tüylenmesi ve yolunmasının fazla olmasıdır. Bunların yanında bu tarz ipliklerle üretilen havluların mukavemetlerinin de düşük olması beklenen bir durumdur (Zervent ve Çelik 2013). Bunların yanında

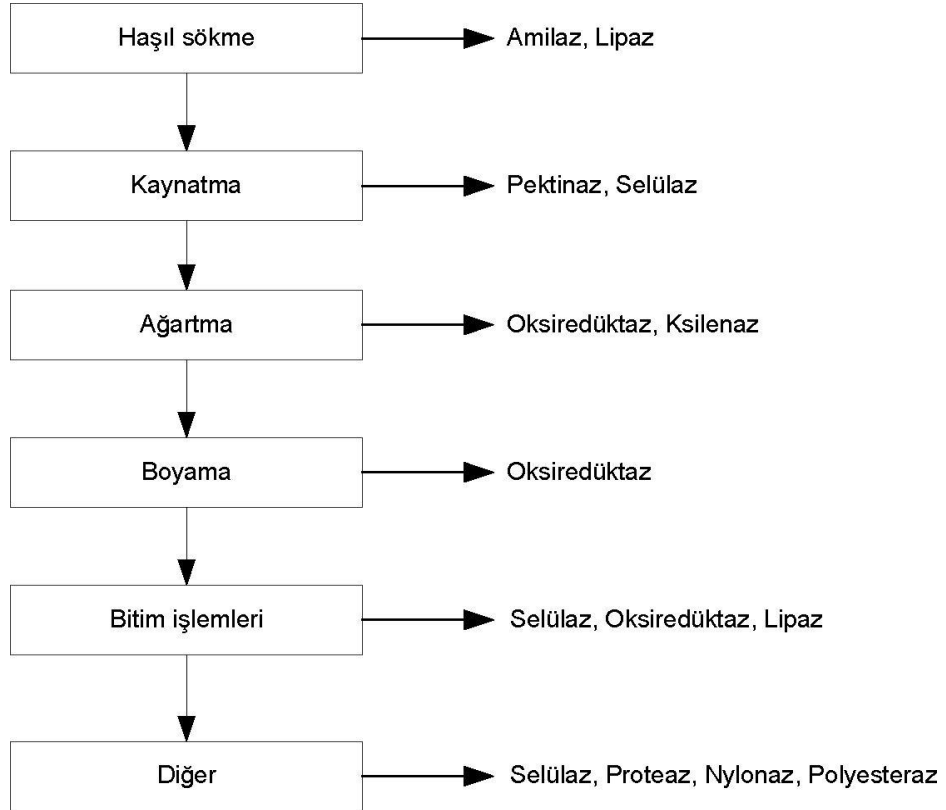
open-end ve ring ipliklerinin su emme hızları karşılaştırıldığında, sıklığı daha az ve aynı gramajdaki open end havluların maksimum su emiciliğinin ring havlulardan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Havluların hidrofilitesine etki eden etkenler olarak; çözgü sıklığı, atkı sıklığı, hav yüksekliği ve iplik kalitesi verilebilir. Havlu kumaşlarda gramaj artışının yumuşaklığı azalttığı, hav yüksekliği arttıkça hidrofilitenin arttığı fakat yumuşaklığın azaldığı, kadife kumaşların buklelerden, top boyalı kumaşların yine ipliği boyalı kumaşlardan daha yumuşak olduğu da bilinmektedir (Zervent ve Çelik 2013). Havlularda istenilen hidrofilit ve yumuşaklık özelliği için, daha az bükümlü ipliklerin, daha gramajı az ve sıklığı az kumaşların ve daha yumuşak olması için daha kısa lifli ipliklerin kullanılması tercih edilmektedir. Bu talepler ve kullanılan materyaller kumaşların üzerinde boncuklanma (tüylenme) eğilimini artıran durumlardır ve bu boncuklanma eğilimini terbiye işlemleri ile azaltmaya çalışmak havlu kumaşlar için daha uygun görünmektedir. Bu nedenle terbiye işlemleri sırasında boyama öncesinde, boyama işleminde veya sonrasında anti-pilling işlemi uygulamak tercih edilebilir. Bu işlemi enzimlerle gerçekleştirmek çevreci bir yaklaşım olduğu için tercih edilebilir. Enzimlerin liflere zarar vereceği düşünüldüğünde enzimatik biyo-parlatma işleminin optimum konsantrasyonlarda gerçekleştirilmesi de ayrıca önem kazanmaktadır. Bu konu hakkında yapılmış fazla çalışmaya rastlanmamıştır ve daha çok çalışma yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Boncuklanma problemi tekstilde kesikli lif ile eğrilen iplik kullanılan kumaşlarda çoğunlukla karşılaşılan ve kumaşların kalitesini etkileyen önemli bir sorundur. Boncuklanma sorununu giderebilmek için lifin, ipliğin ve kumaşın özelliklerini boncuklanmayı azaltacak biçimde seçmek önemlidir. Fakat havlu kumaşlar gibi yumuşaklığın ve hidrofilitenin önemli olduğu durumlarda boncuklanma ve tüylenme kaçınılmazdır. Havlularda karşılaşılan bu durumu önlemek için en çevreci ve en uygun maliyetli seçenek olarak terbiye işlemleri süresince enzimler kullanılabilir. Bu konu hakkında daha fazla çalışma yapılması enzimlerin havlu kumaşlarda kullanılabilirliği açısından önemlidir.

4. ENZİMATİK İŞLEMLER

4.1 Enzimler

Enzimler yalın bir ifadeyle, bakteri ya da mikroba benzer canlıların bir türü olarak tanımlanmaktadır (Mavruz ve Oğulata 2007). Hücrelerde oldukça önemli metabolik görevleri olan enzimler, biyokimyasal reaksiyonları katalize eden protein yapısında moleküllerdir ve çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere gündelik ve endüstriyel hayata girmiştir (Sarıışık 2001). Canlı hücreler tarafından sentez edilen, hücre dışında da etkinlik gösteren, biyokimyasal reaksiyonları özgüllükle katalize eden, özel yapı kazanmış protein moleküllerdir (Kıran ve diğ. 2006). Genel olarak tekstil yaş işlem adımları ve kullanılabilecek enzimler Şekil 4.1’de görülmektedir (Sarıışık 2001).



Şekil 4.1: Tekstil yaş işlem adımları (Sarıışık 2001)

Enzimlerin tekstilde kullanımları 1900'lü yılların ortalarına kadar uzanır. Enzimler, organik materyallerin spesifik kimyasal reaksiyonlarını katalizleyebilen protein molekülleridir ve tekstilde enzimatik işlemler tekstil ürünlerinin temizlenmesinden bitim işlemlerine kadar birçok alanda kullanılabilir. Genel olarak enzimler, katalize ettikleri kimyasal reaksiyonun tipi veya etkiledikleri substrat esasına göre isimlendirilir (Bahtiyari 2005).

Tekstilde kullanılan enzimlerden; amilaz enzimleri nişasta haşılını uzaklaştırmada, selülaz enzimleri, boncuklanma eğilimini azaltmada, biyo-parlatmada ve denim kumaşlara eskimiş görünüm kazandırmada ve kumaş yüzeyini düzgülendirmede, proteaz enzimleri yünlü mamullere keçeleşmezlik özelliği sağlamada ve boyarmadde alımını arttırmada kullanılabilir. Pektinaz enzimleri ağartma öncesi pamuklu mamullerin hidrofilleştirilmesinde ve katalaz da flottedeki peroksiti su ve oksijene parçalamak için kullanılmaktadır (Erenler 2009).

4.1.1 Enzimlerin Özellikleri

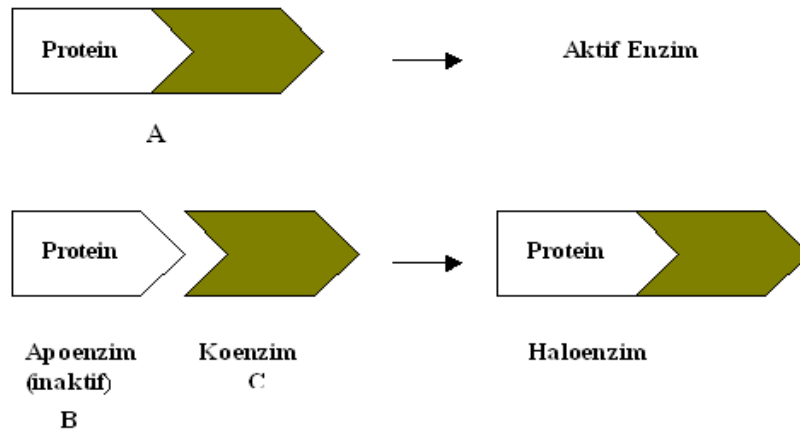
Genel olarak tekstil ya da diğer sektörlerde kullanılan enzimlerin başlıca özelliklerini şöyle sıralayabiliriz;

- Enzimler reaksiyon başlatmazlar, başlamış reaksiyonları hızlandırır.
- 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.
- Enzim tepkimeleri çift yönü 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
- Enzimler spesifik olup, herbir enzim belli bir reaksiyonu katalizler.

- Enzimler takım halinde çalışırlar, birinin son ürünü diğerrinin substratı olabilir (Bahtiyari 2005)

4.1.2 Enzimlerin Yapıları

Enzimlerin etki ettiği maddeye substrat denir. Diğer bir ifadeyle bir enzim etkisi altında, biçim değiştiren maddeye substrat, elde edilen maddeye de ürün denir. Enzimin protein kısmı apoenzim (B) protein olmayan parçası ise prostetik grup (kofaktör veya koenzim) (C) olarak tanımlanmaktadır. Bu halde, aktif olmayan enzim proteini (apoenzim) ile protein olmayan koenzimle (prostetik grup) birleşerek aktif enzimi oluşturur (haloenzim), Şekil 4.2' de enzim yapısı ve işleyiş şekli verilmiştir.

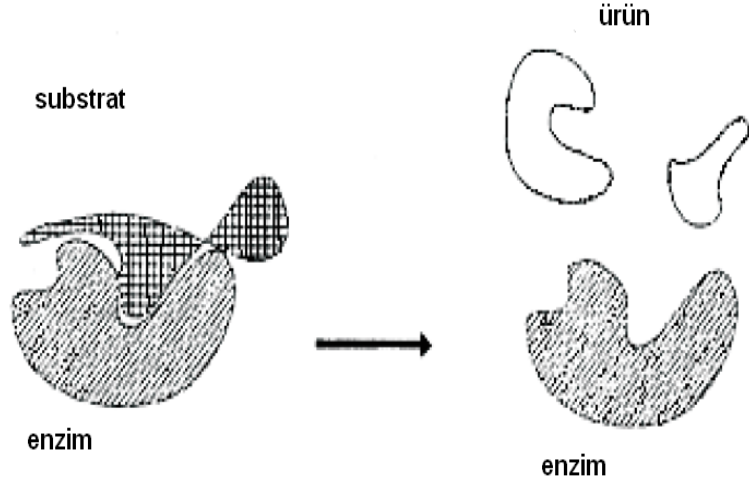


Şekil 4.2: Enzim yapısı ve etkisi (Kurbak 2011).

4.1.3 Enzimlerin Çalışma Mekanizması

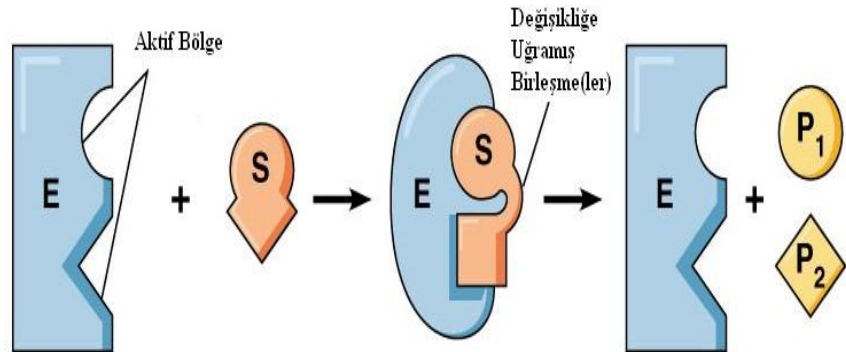
Enzimin hangi substratla çalışılacağını saptayan kısmı apoenzim kısmıdır. Enzimin apoenzim kısmı bir ya da birkaç yerinden (aktif bölgelerden) substrat molekülüne yapışır veya bağlanır, yani bir enzim-substrat kompleksi oluşturur. Koenzim kısmı substrat üzerindeki bağlarla gerçek anlamda birleşmeye veya

bağlanmaya giderek onu parçalar, Şekil 4.3'te enzim çalışma mekanizması görülmektedir (Kurbak 2011).



Şekil 4.3: Enzim hareketinde anahtar-kilit modeli (Kurbak 2011).

Enzimler, düşük hızlarda oluşan reaksiyonları katalizlerler. Bu işlem sırasında reaksiyonun dengesini değiştirmeden katalitik aktivite gösterirler. Enzimlerin katalitik özellikleri çeşitli nedenlerle yavaşlayabilir. Enzimler, protein oldukları için proteinlerin yapılarını etkileyen her faktörden etkilenmektedirler. Isı, yüksek veya düşük pH değerleri, mekanik kuvvetlerin etkisi, UV, X ve radyoaktif ışınlar, organik çözenler, ağır metal tuzları, bazı deterjanlar ve kompleks yapıcı maddeler proteinlerin denatürasyonuna sebep olmakta ve enzimlerin aktivitelerini etkilemektedir. Şekil 4.4'de enzim inducit modeli görülmektedir(Erenler 2009).



Şekil 4.4: Induced-fit modeli (Erenler 2009).

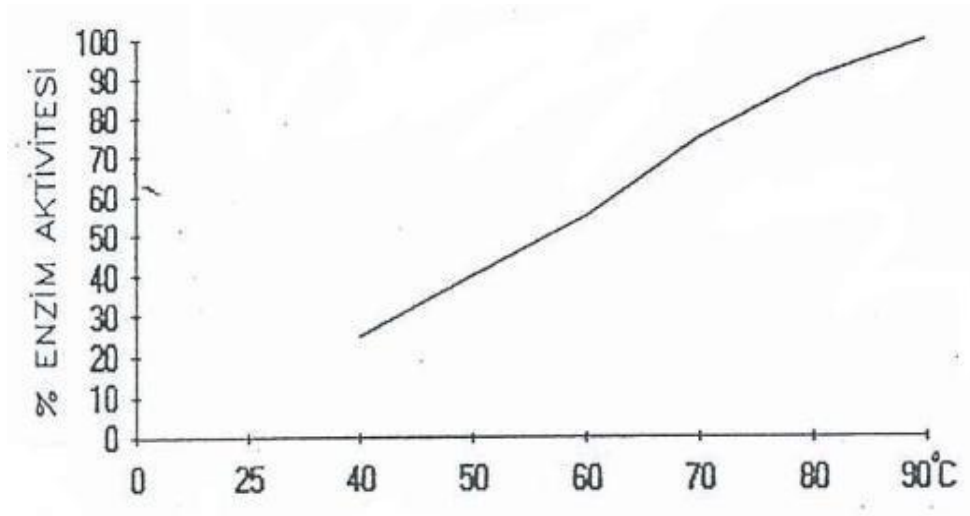
4.1.4 Enzim Katalizi

Moleküler kimyasal reaksiyonlarda, moleküller yeterli enerji düzeyine sahipse reaksiyon kendiliğinden meydana gelmektedir. Kimyasal reaksiyonun hızını arttırmak için sıcaklığı arttırmak, sisteme katalizör ilave etmek işlem hızını artırır. Katalizörlü sistemde serbest enerji değişimi katalizörsüze kıyasla daha düşüktür (Sarışık 2001).

4.1.5 Enzimlerin Aktivasyonu

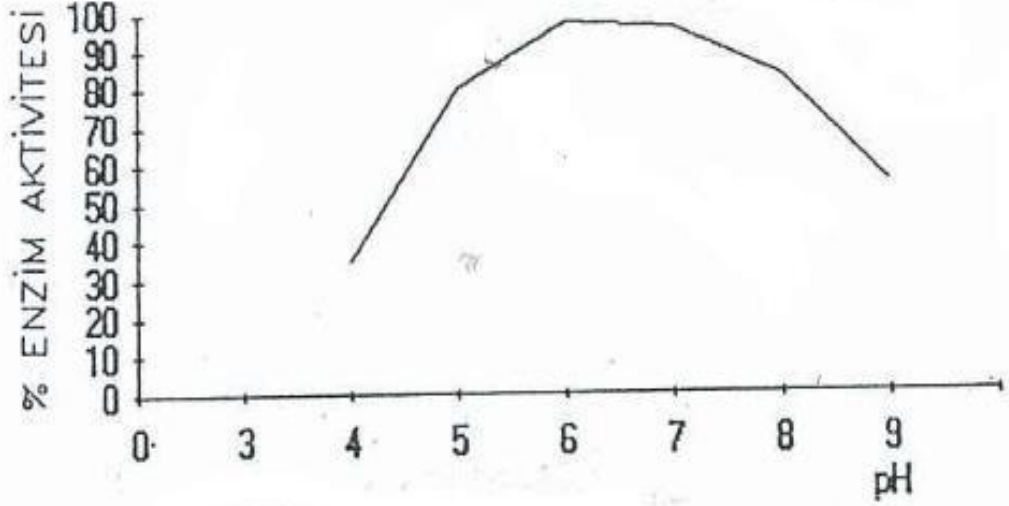
Enzimler, kimyasal reaksiyonları katalize eden biyo-moleküllerdir. Tüm katalizörler gibi enzimler de reaksiyonların aktivasyon enerjisini (E_a) düşürerek çalışırlar, böylece reaksiyon hızı artmaktadır. Ayrıca enzim aktivasyonu, yüksek ısı ile pH değerlerinin değiştirilmesi ile ya da 3 boyutlu yapıları yok edebilen yüksek konsantrasyonlu elektrolitler tarafından azaltılabilir ve tamamen yok edilebilir. Enzimlerin aktivasyonunu etkileyen belli başlı faktörler vardır bunlar;

Sıcaklık, enzim konsantrasyonu, pH, suyun etkisi, metal iyonları, kullanılan malzemenin yapısı, işlem süresi şeklinde sıralanabilir. Sıcaklık enzim aktivasyonunu arttırmakta, pH ise enzim aktivasyonunu belli bir seviyeye kadar arttırmakta ve belli bir seviyeden sonrada azaltmaktadır.



Şekil 4.5: 80-115°C’de Çalışan Enzimlerin Aktivitesinin Sıcaklığa Göre Değişimi (Duran ve Öneş 1994)

Şekil 4.5'te görüldüğü üzere enzim aktivitesi sıcaklıkla birlikte artmaktadır. Şekil 4.6'da da enzim aktivitesinin pH 5.5-7 aralığında en verimli çalıştığı ve pH 7'den sonra azalmaya başladığı görülmektedir.



Şekil 4.6: Enzim aktivitesinin pH'a Göre Değişimi (Duran ve Öneş 1994)

4.2 Anti-Pilling İşlemi

Kumaşta oluşan boncuklanmaları kumaş üzerinden uzaklaştırma işlemine anti-pilling denir. Biyo-parlatma işlemi sonrasında mamul yüzeyinde sağlanan etkiler; boncuklanma eğiliminde azalma, mamul yüzeyi üzerinde minimum bir tüylenme, yumuşak bir tutum, dökümlülük şeklindedir.

Biyo-parlatma işlemi pamuklu mamullerin pilling eğiliminin giderilmesi için yapılabildiği gibi özellikle rejenere selüloz liflerinin yüzey modifikasyonları ve fibrillerinin uzaklaştırılması içinde uygulanmaktadır. Fibrillenme eğilimi tekstil materyalinin cinsine göre değişmektedir (Ayaz ve Duran 2000). Biyo-parlatma ya da anti-pilling işlemi çeşitli şekillerde yapılabilir örneğin; kimyasal maddeler kullanarak, lif çekilen polimerleri modifiye ederek ya da enzimatik yöntem ile anti-pilling özellik sağlanabilmektedir (Ayaz ve Duran 2000).

4.3 Enzimli Anti-Pilling İşlemi

Biyo-parlatma veya biyo-polishing olarak bilinen, selüloz liflerine enzimlerin kullanılması ile kalıcı etkilerin verildiği bir bitim işlemidir. Bu işlem ile amaç kimyasal maddeler kullanılmadan yumuşak tutuma sahip ve boncuklanma özelliği olmayan kumaşlar üretebilmektir. Kumaşlarda pilling eğilimini azaltmak amacıyla, selülaz enzimi kullanılarak gerçekleştirilir ve biyolojik yıkama olarak da bilinir. İşlemden kumaş yüzeyindeki lif uçları azaltılır ve bunun sonucunda kumaşa, boncuklanma eğiliminde azalma, tutumda yumuşaklık ve dökümlülük gibi özellikler kazandırılır (Çoban 1997).

4.3.1 Selülaz Enzimi ile Gerçekleştirilen Anti-Pilling (Biyo-Parlatma İşlemi)

Selülaz enzimi selülozun $\beta(1-4)$ bağları arasındaki komşu tekrarlı birimlerde katalitik hidroliz sağlamaktadır (Schindler ve Hause 2004). Selülozik kumaşlarda boncuklanmanın azaltılması için selülaz enzimi kullanılmakta ve bu işleme biyo-parlatma veya biyolojik yıkama adı verilmektedir. Bu işlem ile kumaş yüzeyindeki lif uçları uzaklaştırılmakta, boncuklanma eğilimi azalmakta, tutum ve yumuşaklıkta iyileşme görülmektedir. Bu işlem ile meydana gelen değişimler kalıcıdır (Eker ve Oğulata 2011). Ticari olarak kullanılan selülaz enzimleri; asit selülaz (pH 4.5-5.5), nötral selülaz (pH 6.0-7.0) ve bazik selülaz (pH 9-10) olarak sayılabilir (Cavaco ve Gubitz 2003). Bu enzimlerin performansı ile ilgili olarak dikkat edilmesi gereken parametreler;

- Makine tipi,
- Flotte oranı
- Makine içindeki kumaş devir sayısı
- Su sertliği
- Konsantrasyon

İşlem süresi ve bu işlem ile ilgili istenen özellikler yüzeydeki tüylerin uzaklaştırılması, yüzey parlaklığının ve canlılığının artırılması, tuşe ve görünümün

gelişmesi ve kullanım sırasında boncuklanmanın azalmasıdır. İstenmeyen özellikler ise renk değişimi, mukavemet kaybı ve tozumdur. Bu işlem sonucunda ağırlık kaybının %3-5 arasında, mukavemet kaybının ise %2-7 arasında olması beklenir. Bununla birlikte 60°C’de asidik bir ortamda işlem görmüş bazı pamuklu ve viskon kumaşlarda %25-30’a kadar mukavemet kaybı olduğu gözlenmiştir (Duran ve Öneş 1994).

4.3.2 Enzimatik İşlemin Uygulanması

Selülaaz enzimi genellikle biyo-parlatma için boyamadan önce kullanılmaktadır. Fakat günümüzde yeni geliştirilen enzimler ile banyo sayısını azaltmakta mümkündür. Kullanılan standart bir selülaaz enzimi konsantrasyonu ve enzim uygulama şartları aşağıda Tablo 4.1’de verilmiştir;

Tablo 4.1: Enzim işlem koşulları

Teçhizat	Overflow, jet boyama
Konsantrasyon	% 1.0-2.0
Flotte oranı	1:8-1:20
pH	5.5-8.0 (ideal pH değeri; 6.5-7.0)
Sıcaklık;	40-60°C (ideal sıcaklık 55°C)
İşlem süresi	30-60 dak.

Günümüzde kullanılan asidik selülaaz ile uygulanan biyo-parlatma işlem adımları ve banyolar Şekil 4.7’ de verilmiştir;



Şekil 4.7: Asidik enzim işlem grafiği (Web 5)

Yeni nötral selülozların kullanılması ile biyo-parlatma işlemi 5 adımdan üç adıma düşürülebilmektedir (Şekil 4.8). Bu işlem ile hidrojen peroksit uzaklaştırılması, biyo-parlatma ve boyama aynı anda banyoda yapılabilecek işlemler 3 adımda gerçekleştirilmiştir. Biyo-parlatma işleminde kullanılan **selüloz** enziminin üç türü bulunmaktadır;

- Asidikt selüloz (Asidik pH 4,5-5)
- Nötral selüloz (Nötral pH 6,6-7)
- Alkali selüloz (çok yaygın kullanılmaz pH 9-10)



Şekil 4.8: Nötral enzim işlem grafiği (Web 5)

4.3.2.1 Asit Selülaz (standart) Enzimleri

Asit selülaz enzimleri konvensiyonel olarak asidik ortamlarda kullanılırlar ve daha agresif bir yapıları vardır. Boyama öncesi veya sonrası kullanılabilir boyama sonrası kullanımın dezavantajı olarak, enzim prosesinin asidik yapısı nedeniyle renk değişikliği olabilir ve boyamada selüloz molekülüne kovalent bağ ile bağlanan büyük moleküllü boya grupları nedeniyle verim düşeceği için genellikle boyama öncesi kullanılması tavsiye edilmesi ifade edilebilir. Boyama öncesi kullanımda da; yıkama haslıklarının boyama sonrası uygulamalarına göre daha kötü olduğu bildirilmiştir. (Şekerci 2012)

4.3.2.2 Nötral Selülaz Enzimleri

Nötral selülazlar asit selülazlara göre prosesler konusunda avantaj sağlamaktadır. Toplam işlem süresi kısaltmakta ve daha az banyoya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenlerden dolayı maliyet konusunda avantaj sağlamak ve anti pilling işlemlerinin geleceği olarak yorumlanmaktadır. Nötral enzim kullanımının hem çevresel hem de mali açıdan faydaları olduğu Tablo 4.2’de görülmektedir.

Tablo 4.2: Nötral enzim işletme avantajları

Kazanç konusu	Evet	Hayır	Açıklama
Termin süresi azaltma	X		Her proste 30 dk işlemde kılalma
Enerji Tasarrufu	X		1 şarj su kullanımı azalma
Kalite iyileştirme	X		Üründeki boncuklanma problemi daha iyi, boncuklanmadan dolayı ürün tamir oranında azalma
Çevre etkisi	X		Isıtma ve elektrik tüketiminde azalma

Asit selülazlar 45-55°C aralığında ve pH 4,5-5,5 aralığında en yüksek aktiviteye sahiptir. Nötral selülaz 50-60 °C aralığında ve pH 5,5-8 aralığında daha etkilidir ve flote oranı 1:10 olduğunda, konsantrasyonları 0,5-2 g/l seçilebilir.

5. LİTERATÜR BİLGİSİ

Havlubornozluk kumaş dokuma işlemlerinde en çok kullanılan asidik selüloz enzim ve nötral enzim kullanımının kumaş özelliklerine etkisinin araştırılacağı bu çalışma; alanında ilk çalışmalar arasında yer alabilecek bir çalışmadır. Bu konuda daha önce yapılmış olan çalışmalar hakkında aşağıda bilgi verilmektedir.

Ayaz ve Duran (2000) ; Yapmış olduğu çalışmada 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 uygulamış ve üç işlem esnasında flotteye kırık önleyici ilavesi edilmiştir, işlem 90°C’ de yapılmıştır. Enzimatik defibrilasyon adımında ise üç farklı yapıdaki selüloz 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 kaybı, remisyon değerlerinin ölçümü ve grileşme derecesi incelenmiştir.

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 selüloz 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.

Özgül ve diğerleri (2003) %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 bulundurulularak incelenmiştir.

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

Bahtiyari (2005) çalışmasında %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 biyo-parlatma işlemleri uygulanmıştır. Çalışmada Viskon kumaşların biyo-parlatma 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, Bradford protein tayini ve SDSPAGE (SDS Polyacrylamide Gel Electrophoresis) yapılarak çalışma tamamlanmıştır.

Oğulata ve Mavruz (2007) 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 ve diğerleri (2008) çalışmada ağartılmış viskon ve pamuklu ribana kumaşlar kullanılmıştır. 55°C'de 60 dk. muamele edildikten sonra kumaşların bir kısmı 95°C'de 10 dakika. 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 pillingleme ölçümü, ağırlık kaybı ve mukavemet ölçümü yapılmıştır.

Erenler (2009) 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 konsantrasyonunun ve yapısının, kumaş renk tonunun ve viskon elyaf varlığının, kumaşın pilling, haslık ve CIE Lab değerlerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla çalışmada, %100 pamuk ve %75-25 pamuk-viskon karışimli örme kumaşlar kullanılmıştır. Her iki kumaş işletme şartlarında aynı rengin açık ve koyu tonu olmak üzere boyanmıştır. Boyama sonrasında kumaşlara laboratuvar 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.

Eker (2011) tez kapsamında, farklı hammaddeler ve iplik numaralarına sahip bezayağı dokuma kumaşların performans özelliklerine, biyo-parlatma işleminin etkisi incelenmiştir. Farklı iplik numaralarında %95 pamuk %5 lycra kumaşlar, %95 viskon %5 lycra kumaş, %95 yün %5 lycra kumaş, %95 keten %5 lycra kumaş, farklı karışım oranlarında polyester/viskon lycralı kumaşlar ve polyester/viskon/yün karışımından dokunmuş lycralı dokuma kumaşlar kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan kumaşlar üç grupta incelenmiştir. İlk grup kumaşlar biyo-parlatma işlemi öncesi performans testlerine tabi tutulmuştur. İkinci grup kumaşlara endo aktivitesi arttırılmış selülaz enzimi ile biyo-parlatma işlemi uygulanmış ve performans özellikleri incelenmiştir. Üçüncü grup kumaşlara ikinci grup kumaşlar ile aynı şartlar altında modifiye asit selülaz enzimleri biyo-parlatma işlemi uygulanmış ve ardından kumaş performans özellikleri tespit edilmiştir. Performans testleri kapsamında kumaşlara pilling testi, yumuşaklık testi, hidrofilite tayini, kopma ve yırtılma mukavemetleri testi yapılmıştır. Her üç grup için kaydedilen test sonuçları kıyaslanarak biyo-parlatma işleminin ve farklı yapıdaki enzim türlerinin kumaş performans özelliklerine etkileri incelenmiştir.

Şekerci (2012) çalışmasında pamuk, viskoz ve modal ile pamuk/viskoz ve pamuk/modal karışumlu örme kumaşlara, ticari selülaz enzimleri ve bu çalışma kapsamında yeni üretilecek olan selülaz enzimi ile biyo-parlatma işlemi uygulamaları yapılmış ve sıcaklık, pH, makine devri, flotte oranı parametreleri sabit tutularak, enzim konsantrasyonu ve süre gibi faktörler farklı seviyelerde incelenmiştir. Bununla birlikte pamuk/polyester karışımları için yeni bir enzimatik işlem yöntemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu yöntemde selülaz enzimi ile birlikte polyester (PET) liflerinin degradasyonunda kullanılan esteraz enzimlerinden de yararlanılmış, uygun koşulların (sıcaklık, pH, vb.) sağlanması durumunda tek yıkama işlemi ile hem pamuk hem de polyester lif uçlarının uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Ancak kullanılan enzimlerin optimum işlem koşullarının farklı olması nedeniyle iki adımlı işlem gerçekleştirilmiştir. Bir diğer çalışma ise yağ lekelerinin enzimatik işlemlerle uzaklaştırılması amacıyla klasik olarak kullanılan kimyasal içerikli yağ sökücüler yerine lipaz enzimlerinden yararlanılarak yağ sökme işlemi için alternatif ve ekolojik bir proses geliştirmektedir. Sonuçlar, enzimatik işleme bağlı mekanik dayanımdaki değişimin tespiti için patlama mukavemeti testi, boncuklanma eğilimindeki değişimlerin tespiti için boncuklanma testi, yüzey özelliklerinin görülebilmesi

amacıyla SEM ve enzimatik işlem sonrası kumaşların bağ yapısına ilişkin değişimlerin incelenmesi amacıyla FTIR analizi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Dalbaş ve Özçelik (2015) Çalışmasında, pamuklu örme kumaşlarda boncuklanma üzerine bitim işlemlerinin etkisini incelemiştir. Bu doğrultuda, üç farklı numaralı iplik (Ne 20, Ne 30, Ne 40), iplik büküm katsayısı ($\alpha=3, 2-3, 6-4, 0$) ve farklı sıklıklarda (sıkı, orta, gevşek) üretilen ön terbiye işlemi yapılmış (hidrofilleştirilmiş) %100 pamuk interlok örme kumaşlar, iki farklı enzim ve bir anti-pilling bitim işlem maddesi ile iki farklı konsantrasyonda işleme tabi tutulmuştur. Daha sonra, pilling testleri yapılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Madde tipi, madde konsantrasyonu ve kumaşların yapısal özellikleri bu karşılaştırmada değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, pamuklu kumaşların pillinglenme eğiliminin özellikle yüksek konsantrasyondaki poliakrilat esaslı anti-pilling bitim işlemi maddesiyle azaltılabileceği belirlenmiştir.

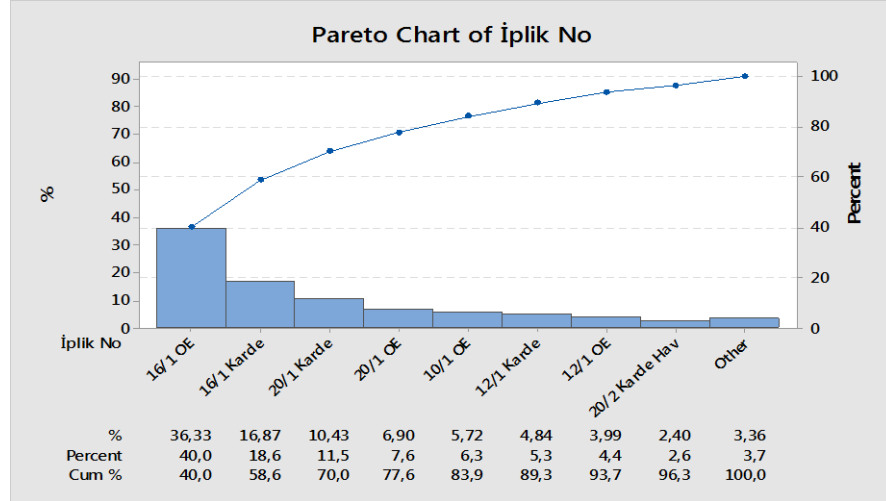
6. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasında %100 pamuk dört farklı havlu kumaş çeşidi kullanılmıştır. Hav ipliği olarak Ne 20/1 ring ve 20/1 OE iplik kullanılarak 340 gr/m² ağırlığında üretilen iki farklı bornozluk havlu dokuma kumaş ve hav ipliği Ne 16/1 ring ve Ne 16/1 OE iplik kullanılarak 500 gr/m² ağırlığında üretilen iki farklı havlu dokuma kumaş kullanılmıştır. Kumaşlara beş farklı oranda nötral selüloz enzimi uygulanarak, enzim oranı değişiminin kumaş özelliklerine etkileri incelenmiştir. Kumaşların üretimi sırasında hav iplikleri, kumaş gramajı, havlı yapı (bornozluk ve havlu kumaş) değiştirilerek 20 farklı tipte kumaş elde edilmiştir. Elde edilen bu kumaşların mukavemet, hidrofilite, lintloss ve tüylülük gibi özellikleri incelenmiştir

6.1 Kullanılan Materyaller

6.1.1 İplik Çeşitlerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Pareto Analizi

Kumaşın yapısal özelliği ve boncuklanmayla ilişkilendirilebilecek önemli özelliklerden biri olan iplik tüylülüğünün ve diğer iplik fiziksel özelliklerinin tez kapsamında değerlendirilebilmesi için işletmede en çok kullanılan ipliklerin hangileri olduğu pareto analizleri ile belirlenmiştir. Şekil 6.1' de işletmede kullanılan ve tezde yer alacak ipliklere ait pareto analiz tablosu ve değerleri görülmektedir.



Şekil 6.1: İpliklere ait pareto analizi sonuçları

Yapılan analizler sonucunda bu ipliklerin işletmede en çok kullanılan iplikler olduğu görülmüştür. Tezde kullanılmak üzere daha çok bu iplikleri içeren kumaşlar seçilmiştir. Ayrıca tez kapsamında üretilecek kumaşlara uygulanacak optimum enzim miktarlarını tespit edebilmek için boyahane ve ARGE laboratuvarlarında müşterilerden gelen mamül kriterlerine göre çeşitli enzim oranları da belirlenmiştir.

6.1.2 Kullanılan İpliklerin ve Kumaşların Özellikleri

Tez dâhilinde farklı enzim oranı uygulanacak kumaşların konstrüksiyonları ve bu kumaşlarda kullanılan ipliklerin iplik özellikleri, kumaş gramajları, hav uzunlukları ve uygulanan enzim oranları Tablo 6.1’de verilmiştir. Tabloda görülen bornoz kumaş terimi 165cm eninde havlı yapıda kumaş için kullanılmakta, havlu kumaş terimi ise; dokuma tezgahı genişliğinde 6 adet havlu olacak şekilde, eni 50 cm boyu 90-100 cm olan, tek taraflı bordür dokuma yapısı içeren parça havlu ürünler için kullanılmaktadır. Belirlenen dört farklı havlu kumaşa enzimsiz, %0.1, %0.3, %0.5 ve %0.7 oranlarında 5 seviyede enzim uygulaması yapılmış, toplam 20 farklı kumaş kodlarıyla birlikte tanımlanmıştır. Tez dahilinde kullanılan bornozluk kumaşların yalnızca hav iplikleri farklı olup Ne 20/1 ring ve ri Ne 20/1 OE iplik kullanılmıştır. Tüm havlularda zemin ipliği Ne 20/2 karde ring ipliği, atkı iplikleri Ne 16/1 OE olup yine tüm kumaş tiplerinde aynıdır.

Tablo 6.1: Test kumaşları ve özellikleri

	KUMAŞ ÇEŞİDİ	GRAMAJ, TEORİK g/m ²	HAV İPLİK TÜRÜ	HAV İPLİK NO, Ne	HAV BOYU	ENZİM ORANI
1.1	BORNOZ	340	RİNG	20/1	52 mm	%0.0
1.2	BORNOZ	340	RİNG	20/1	52 mm	%0.1
1.3	BORNOZ	340	RİNG	20/1	52 mm	%0.3
1.4	BORNOZ	340	RİNG	20/1	52 mm	%0.5
1.5	BORNOZ	340	RİNG	20/1	52 mm	%0.7
2.1	BORNOZ	340	OE	20/1	52 mm	%0.0
2.2	BORNOZ	340	OE	20/1	52 mm	%0.1
2.3	BORNOZ	340	OE	20/1	52 mm	%0.3
2.4	BORNOZ	340	OE	20/1	52 mm	%0.5
2.5	BORNOZ	340	OE	20/1	52 mm	%0.7
3.1	HAVLU	500	RİNG	16/1	64 mm	%0.0
3.2	HAVLU	500	RİNG	16/1	64 mm	%0.1
3.3	HAVLU	500	RİNG	16/1	64 mm	%0.3
3.4	HAVLU	500	RİNG	16/1	64 mm	%0.5
3.5	HAVLU	500	RİNG	16/1	64 mm	%0.7
4.1	HAVLU	500	OE	16/1	64 mm	%0.0
4.2	HAVLU	500	OE	16/1	64 mm	%0.1
4.3	HAVLU	500	OE	16/1	64 mm	%0.3
4.4	HAVLU	500	OE	16/1	64 mm	%0.5
4.5	HAVLU	500	OE	16/1	64 mm	%0.7

6.1.3 Kullanılan Kimyasal Maddeler

Tez kapsamında test kumaşlarına terbiye-boya işlemleri için terbiye dairesinde bazı kimyasal işlemler uygulanmaktadır. Dokuma işlemi sonrası yaş işlemler için kullanılan kimyasal maddeler aşağıda verilmiştir:

- Genzimper 600: Nötral enzim - selülaz enzimi + tuz + soda
- Antiper: Anti-pilling enzimi asit enzim
- Asetik Asit: Biyo-parlatma işlemi sırasında pH ayarlamak için.

6.1.4 Havlu Dokuma İşlemleri

Bu aşamada kumaşların ham olarak istenen özelliklerde dokunması tamamlanmıştır. Tablo 6.2’de dokuma mekanik planı görülmektedir.

Tablo 6.2: Test numuneleri dokuma kumaş hazırlık bilgisi

İplik No(Ne)	Tel Sayısı	Kumaş Miktarı	Gramaj
20/1 OE Hav	4152	500 kg	340 g/m ²
Ring zemin	4310		
20/1 Ring –Atkı ipliği	16 tel/cm		
20/1 Ring Hav	4152	500 kg	340 g/m ²
20/2 Ring zemin	4310		
16/1 OE Atkı ipliği	16 tel/cm		
16/1 OE Hav	2592	500 kg	500 g/m ²
20/2 Ring zemin	3116		
16/1 OE Atkı ipliği	18 tel/cm		
16/1 Ring Hav	2592	500 kg	500 g/m ²
20/2 Ring zemin	3116		
16/1 OE Atkı ipliği	18/cm		



Şekil 6.2: Test numunelerinin üretildiği dokuma makinesi

Deney numuneleri (Tablo 6.1), Şekil 6.2’de resmi verilen Vamatex Leonardo esnek kancalı, 260 cm ende, 320 devir/dak. 2003 model dokuma makinelerinde üretildikten sonra kalite kontrol işleminden geçirilmiş daha sonra ürünler boyahaneye sevk edilmiştir. Ürünlere ait kalite kontrol ve depolama resimleri Şekil 6.3’de verilmiştir.



Şekil 6.3: Kalite kontrolden geçen ve depoda bekleyen deney numuneleri

Tez kapsamında kullanılacak kumaşlar aynı şartlar altında aynı boyama makinelerinde ve diğer ard makinelerde (santrifüj, turbang vb) üretilmiştir.



Şekil 6.4: Deney numunelerinin boyandığı boyama makinesi

Bunu sağlayabilmek için Tablo 6.3'deki gibi boyama planları oluşturulmuştur.

Tablo 6.3: Boyahane takip çizelgesi

İplik (Ne)	Gramaj, g/m ²	Kumaş eni, cm	Boyacak miktar /kg	Kumaş rengi
20/1 OE	340	160	500	gri
20/1 Ring	340	160	500	lacivert
16/1 OE	500	50*90	500	sütlü kahve
16/1 Ring	500	50*100	500	pembe

Bu faaliyet dâhilinde boyama ve ard işlemler yapılmıştır. Enzim oranlarının optimize edilebilmesi için çizelgeleme çalışmalarına uygun işlemler;

Levent-Haşıl-Dokuma-Kasar-Enzim-Boyama-Santrifüj-Turbang-Ramöz-Sevk sıralamasına göre yapılmış olup tüm kumaşlar için aynıdır. Tez deney numunelerinin boyandığı en küçük kapasiteli boyama makinesi Şekil 6.4'de verilmiştir.

6.2 Metot

Tez kapsamında iplik ve kumaş performans ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Dokuma işlemlerine başlanmadan önce deney planında belirlenmiş olan ve tezde havlu üretiminde kullanılan iplikler kopma mukavemeti, tüylülük, ince-kalın yer ve neps, tüylülük ölçümlerinden geçirilmiştir. Tezde çalışmasında kullanılmış olan ipliklerin İplik numara ölçümleri TS 244 İplik numara ölçümü test standardına göre yapılmıştır.



Şekil 6.5: İplik çıkırığı

İplik numara ölçümleri Ozanteks'de Mesdan Lab marka ölçüm cihazında yapılmış, ipliklerin %CV (iplik düzgünsüzlüğü) değerleri, ince-kalın yer ve neps değerleri, tüylülük değerleri, ipliklerinin mukavemet ve uzama değerleri testleri ise; Denizli Uspar İplik Firması laboratuvarlarında Uster iplik test cihazlarında yaptırılmıştır.

6.3 Kumaşların Hazırlanması

Bu faaliyet dâhilinde tez deneylerinde kullanılacak kumaşların deneysel çalışmalara hazırlanması sağlanmıştır. Yapılacak testler için kumaşlar uygun yöntemlerle kesilmiş, numaralandırılmış ve testlere hazır hale getirilmiştir. Yapılacak testler için standartlara uygun olarak numune hazırlama işlemleri yapılmıştır. Yapılan hazırlık çalışmaları Şekil 6.6'da verilmiştir. Tez kapsamında gerçekleştirilen testler ve testlerin kısaca anlatımları aşağıda verilmiştir.



Şekil 6.6: Numunelerin testlere hazırlanması

6.3.1 Tekstiller- Havlular ve Havlu kumaşlar için Şartname ve Test Metotları (EN 14697:2005)

Bu test yöntemi havlu kumaşların taşıması gereken özellikleri gösteren bir spesifikasyon niteliğindedir. Bu test metodunun, tezde havluların hidrofiliği ile ilgili olan kısımları kullanılmıştır. Yine kumaşların kopma mukavemetleri değerlendirilirken de spesifikasyonda yer alan değer alt sınır olarak kabul edilmiştir. Ayrıca spesifikasyon içinde hidrofilitenin yapım yöntemi ve sahip olması gereken değer de verilmiştir.

6.3.1.1 Hidrofilite Testi

Bu yöntemde kullanılan materyaller;

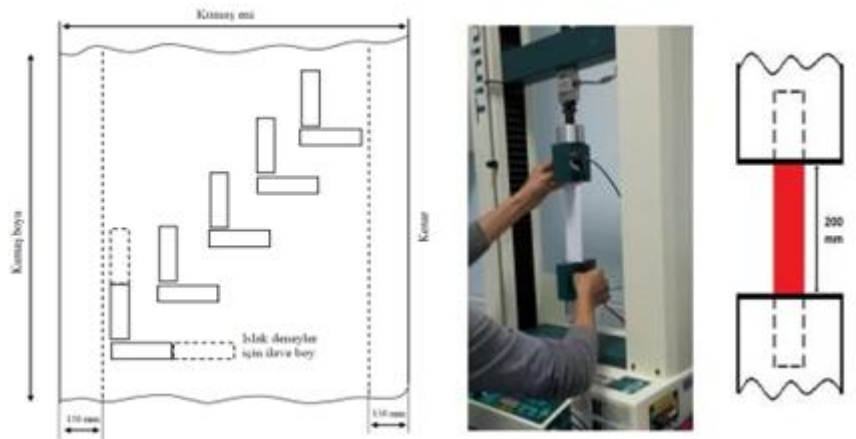
- 3. kalitede su (EN ISO 3696)
- Kronometre

- Su konteynırı
- Makas veya kumaşı kesmek için diğer test ekipmanları
- EN14697 (Su içine daldırılarak, su emme derecesinin saptanması)

Bu test havlu ürünlerin ıslanma sürelerinin belirlenmesi için yapılan bir testtir. Kumaşlar 10x10 cm boyunda kesildikten sonra saf su doldurulmuş konteynıra n yüzleri su yüzüne gelecek şekilde serilir ve kronometre başlatılarak numunenin tamamen ıslanmasına bakılarak bu süre kayıt edilir. Deney 4 defa daha tekrar edilir ve 4 ölümüm aritmetik ortalaması alınarak havluların ıslanma süreleri hesaplanır. Testler yapılmadan önce kumaşlar 65 ± 3 nem ve 21 ± 1 °C derecede kondisyonlanmıştır.

6.3.1.2 Kumaşlarda Kopma Mukavemeti Tespiti (TS EN ISO 13934-1)

Bu test yöntemi ile tekstil kumaşların uygulanan kuvvete karşı dayanımı ve uzaması şerit metodu ile llmektedir. rnek almadan önce kumaş numuneleri standart atmosfer koşullarında kondisyonlanmalıdır. Deneye tabi tutulacak kumaş numunesinden atkı ve zgi yönünde iki takım deney parçası kesilir. şekilde gösterildiği gibi numuneler alınır şekil 6.7’de kopma mukavemeti test cihazı görülmektedir. Testler Pamukkale Üniversitesi Tekstil Fiziksel Test Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.



şekil 6.7: Kopma mukavemeti lm

Deney parçaları kesilirken aynı atkı ve zgi yönünde dikkat edilir. Her deney parçasının eni 50 mm ve boyu 200 mm’lik bir gösterge uzunluğuna

yetecek kadar şekilde olmalıdır. Bu yüzden numuneden deney parçası eni 60 mm ve boyu 300 mm (çene payları ile beraber) olacak şekilde kesilir. Deney parçasının her iki kenarından iplikler sökülerek saçaklar oluşturulur ve eni 50 mm'ye ayarlanır. Böylece deney parçası içerisinde kuvvete maruz kalmayan iplik bulunmaz. Deney parçası test cihazının çeneleri arasına çalışma prensibine bağlı olarak ön gerilmeli olarak veya gevşek olarak yerleştirilir (Kumaş gramajı 200 g /m²'den küçük ise ön gerilme 2 N, kumaş gramajı 200-500 g /m² arasında ise ön gerilme 5 N ve 500 g /m²'den büyük ise ön gerilme 10 N). Ön gerilmeli olarak yerleştirildiğinde bu gerilmenin %2'den büyük bir boyca uzamaya sebep olmamasına dikkat edilir. Deney parçasında kopma meydana geldiğinde en büyük kuvvet ve en büyük kuvvet altında meydana gelen uzama miktarı milimetre olarak veya % olarak kayıt edilir. Deney atkı ve çözüğü doğrultusunda en az beş deney parçası üzerinde yapılır. Tablo 6.4 ve Tablo 6.5'de otel kullanımı ve evsel kullanım için belirlenen eşik kopma mukavemet değerleri verilmektedir. Tez çalışmasındaki kumaşların evsel kullanım değeri olan 250Neşiğinin üzerinde olması beklenmektedir.

Tablo 6.4: Kontrakt kullanım için (otellerde, restoranlarda ve okullarda vb.) havlu ve havlu kumaşlar için minimum gereksinimler ve test metotları

Kopma mukavemeti	ES ISO 13934-1	X	≥ 300 N
------------------	----------------	---	---------

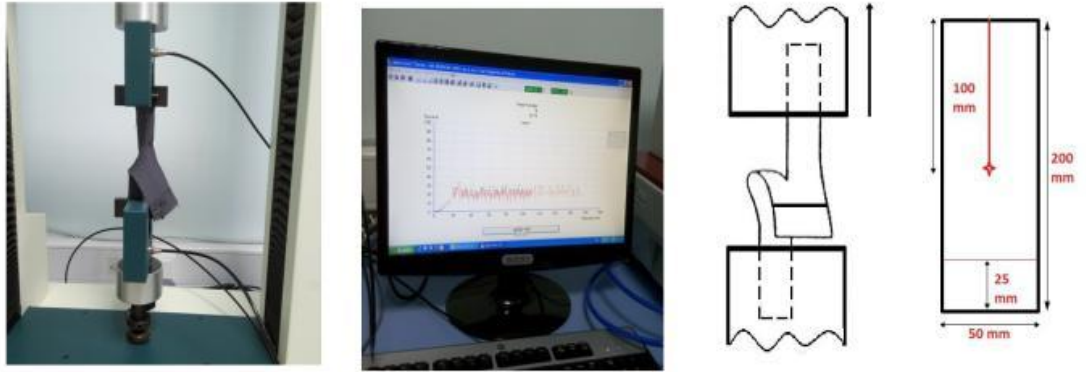
Tablo 6.5: Evsel kullanım için havlu ve havlu kumaşlar için minimum gereksinimler ve test metotları

Kopma mukavemeti	ES ISO 13934-1	X	≥ 250 N
------------------	----------------	---	---------

6.3.1.3 Kumaşlarda Yırılma Mukavemeti Tayini (Tek dil pantolon Metodu TS EN ISO 13937-2);

Yırılma mukavemeti, kumaşlarda daha önceden açılmış bir yırtığın ilerlemesi için gerekli olan kuvveti verir. Dokuma kumaşların yırtılma dayanımları dil metodu, balistik sarkaç, pantolon metodu, kanat metodu ve metodu gibi farklı yöntemler kullanılarak tespit edilebilir. Bu metot pantolon (tek dil) metodudur (Şekil 6.8). Numunelerin 5'i atkı, 5'i çözüğü olmak üzere test numuneleri hazırlanır.

Numunelerin aynı atkı ve çözgü ipliklerini içermeyecek şekilde alınmasına dikkat edilir. Test numunesi olarak 50 mm x 200 mm ebatlarında dikdörtgenler kesilmektedir. 50 mm işaretlenen uzunluğun tam orta noktasından 100 mm uzunluğunda bir çizgi çizilir ve bu noktadan makasla kesilerek pantolon şekli oluşturulur. Daha sonra numunenin üst kısmından 25 mm işaretlenerek yırtılmanın sona erdirileceği yer işaretlenir. Uzun kenarı çözgüye paralel olan numuneler için yırtılma doğrusu “Atkı Boyunca”, Uzun kenar atkıya paralel olan numuneler için yırtılma doğrusu “Çözgü boyunca” olarak isimlendirilir. Pantolon şeklinde hazırlanan test numuneleri çekme cihazında teste tabi tutulur. Kumaşın bir bacağının yerleştirildiği çekme cihazı tutucularından biri sabit diğeri ise sabit hızda hareket etmektedir. Tek yırtma testi için uygun çeneler cihaza takılır ve cihazın göstergesi 100 mm’ye, numune uzama hızı ise 100 mm/s’ye ayarlanır. Her bir bacağın tutucu çenelere yırtma işleminin başlangıç noktası kesiğe paralel olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilir. Yırtılma işlemi 25 mm olarak işaretlenen noktaya kadar devam eder. İşaretli noktaya gelindiğinde test durdurulur ve yırtılma kuvveti kaydedilir.



Şekil 6.8: Yırtılma mukavemeti ölçümü

6.3.1.4 Lint Loss Testi (In-House Yöntem)

Bu yöntem in house olarak gerçekleştirilen bir yöntemdir. Yöntemin yapılışı aşağıda verilmiştir;

1m*1m boyutlarında kumaş kesilerek toplam ağırlığı 250 gr.’dan yüksek kumaş hazırlanır. Kumaş başlangıç ağırlığı not edilerek, tek başına çamaşır makinesinde 60 derecede (test yapılacak ürüne göre değişebilir) normal programda (1 saat veya 1 saat

14 dak.'lık) programda yumuşatıcısız yıkanır. Yıkanan kumaş kurutma makinasına alınmak üzere hazırlanır. Kurutma makinesinin toz haznesi kontrol edilir ve hazne temizlendikten sonra yıkanan ürün kurutma makinesine kuruyana kadar kurutulur. Ürün kuruduktan sonra makinenin toz haznesindeki tozlar alınarak tartılır. Tartım not edilir. (Ürün tek başına kurutulmalıdır). Yıkama ve kurutma işlemi toplamda 5 kez tekrarlanmaktadır. Çıkan sonuçların aritmetik ortalaması alınarak kumaşın lint loss değeri hesaplanmaktadır.

6.3.1.5 Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımlarının Tayini (TSE EN ISO 12947-2)

Aşınma, herhangi bir materyalin başka bir materyale veya yüzeye sürtünmesi sonucu materyal üzerinde meydana gelen deformasyondur. Aşınma neticesinde kumaş mukavemet özelliklerinde, gramajında, kalınlığında, hava geçirgenliğinde azalma, renkte değişimler ve kumaş yüzeyinde boncuklanmalar görülür. Kumaş aşınma dayanımını ölçmek için değişik metotlar vardır. Bunlardan birisi de “numune kopma tayini” testidir ve en çok Martindale cihazı ile yapılmaktadır. Bu testte numune kopmasını göz önünde bulundurarak kumaşın aşınma mukavemetinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Kumaş tiplerine göre numune kopması aşağıdaki şekilde olur;

- Dokunmuş kumaşlarda, iki farklı ipliğin tamamen kopması,
- Örülmüş kumaşlarda, bir deliğin oluşmasına neden olan bir ipliğin kopması
- Havlı kumaşlarda, havın yavaş yavaş ortadan yok olması,
- Dokusuz yapılarda, bir aşınmanın sonucu çapı en az 0,5 mm'ye eşit bir deliğin oluşması.

Bu deneyde belirli bir yük altında kumaşın aşındırıcı bir yüzey ile (standart kumaş) birbirine sürtülmesi esastır. Aşındırıcı yüzey TSE EN ISO 12947-1 standardına göre kütlesi 750 ± 50 g/m², kalınlığı ise $2,5 \pm 0,5$ mm olan dokunmuş yün keçe olarak tanımlanmaktadır. TSE EN ISO 12947-2 standardına göre, aşındırma deneyi Martindale Metoduyla kumaşın aşındırılması prensibine

dayanmaktadır. Deney numunesi, deney parçası tutucusuna köpük bir destek ile monte edilir. Bu köpük poliüretandan üretilmiş olup TSE EN ISO 12947-1 standardına göre yoğunluğu $30 \pm 3 \text{ kg/m}^3$, kalınlığı ise $3 \pm 1 \text{ mm}$ olarak tanımlanmaktadır. Deney parçaları, numunenin kesilmiş kenar boyundan en az 100 mm mesafeden alınmalıdır.

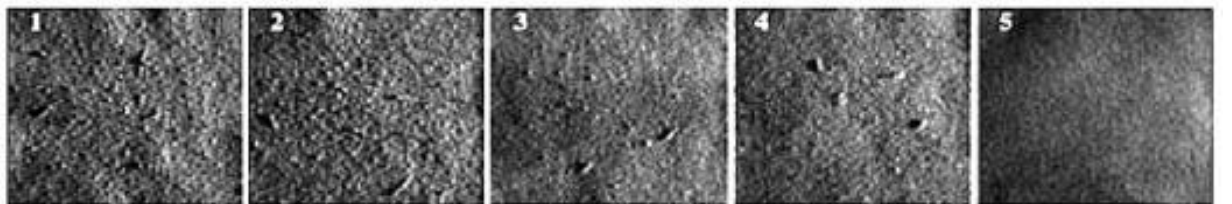
Bu testler Ozanteks laboratuvarlarında yapılmıştır. Testlerin yapıldığı cihaz Şekil 6.9'da verilmiştir.



Şekil 6.9: Martindale test cihazı

6.3.1.6 Boncuklanma Ölçümü

Kumaşların boncuklanma özelliklerinin test edilebilmesi için Martindale yöntemi (ASTM 4970) kullanılmıştır. Kumaşların uygulanan test işlemlerinden sonra değerlendirilmesinde Şekil 6.10'da görülen karşılaştırma tablosu ve skalası (Tablo 6.6) kullanılmıştır.



Şekil 6.10: Boncuklanma derecesi kumaş resmi örneği (Web 7)

Tablo 6.6: ASTM standartlarının değerlendirilmesi (Web 7)

Boncuklanma Derecesi	Açıklama
5	Boncuklanma yok
4	Boncuklanma az
3	Orta derecede boncuklanma
2	Boncuklanma fazla
1	Boncuklanma çok fazla

7. BULGULAR ve TARTIŞMA

7.1 İplik Bulguları

7.1.1 İplik Numara Değeri

İplik numarası belirleme işlemleri Ozanteks laboratuvarlarında çile metodu kullanılarak yapılmıştır. İplik çıkışı ipliğin uzunluğunu devir sayıları ile verebilen bir çerçeve ve ipliğin yığılmasını önleyici bir mekanizmaya sahiptir. İplik belirli bir uzunlukta sabit devirde çıkışa sarıldıktan sonra, çile halinde çıkıktan alınır ve hassas terazi ile tartılır. İplik uzunluk ve ağırlık değerleri kullanılarak hesaplama yöntemi ile iplik numarası hesaplanmış olup tezde kullanılacak ipliklere ait numara ölçüm bilgileri, Tablo 7.1’ de verilmiştir.

İplik test sonuçlarından da görüldüğü üzere; Ne 20/1 ve 16/1 ring ipliklerinin iplik numara değerlerinin toplam olarak Ne 19,9 ile Ne 15,8 aralığında varyasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 7.1: Test numunelerinde kullanılan iplik türü ve numaraları

KUMAŞ ÇEŞİDİ	Hav çözgü iplik no (Ne)		Zemin çözgü iplik no (Ne)		Atkı iplik no (Ne)	
	Teorik	Ölçülen	Teorik	Ölçülen	Teorik	Ölçülen
BORNOZLUK	20/1 Ring	19,9	20/2 Ring	11,56	20/1 Ring	19,59
BORNOZLUK	20/1 OE	19,9			16/1 OE	16,03
HAVLU	16/1 Ring	15,88			16,03	
HAVLU	16/1 OE	16,01			16,03	

7.1.2 İpliklerin %CVm (iplik düzgünsüzlük) Değerleri

Tablo 7.2'deki %CVm değerleri incelendiğinde; iplik düzgünlüğü değerinin USP olarak en yüksek olduğu ve iplik düzgünlüğü bakımından kalitesinin en iyi olması beklenen ipliklerin Ne 20/1 Ring ipliği, Ne 16/1 OE ipliği olarak sayılabilir. Ancak sadece iplik düzgünsüzlük değerleri iplik kalitesinin durumunu göstermek için yeterli değildir. Ne 16/1 OE Atkı ve Ne 16/1 Ring ipliklerinin düzgünlük değerleri USP olarak %55 ile %78 arasında değişmektedir ve kalitenin kritik olmadığı durumlar için kabul edilebilir seviyeler olarak Tablo 7.2'de görüldüğü üzere değerlendirilecektir.

Tablo 7.2: Hav, atkı ve zemin ipliği düzgünsüzlük değerleri

İplik türü/İplik USP	%CV	%U	%CVm	
OE	Ne 16/1 Hav	530	11,11	14,2
	USP13*	12%		<5
	Ne 16/1 ATKI	7,02	11,17	14,04
	USP13*	48%		56%
	Ne 20/1	9,02	11,84	14,99
	USP13*	90%		75%
Ring	Ne 16/1 Hav	8,05	12,67	16,26
	USP13*	75%		78%
	Ne 20/2 zemin	35,1	9,42	11,92
	USP13*	>%95		50%
	Ne 20/1	6,26	10,09	12,81
	USP13*	6%		<5
	%80-100	%50-80	%0-50	

7.1.3 İnce-Kalın Yer ve Neps Değerleri

İpliklerin ince-kalın yer ve neps değerleri incelendiğinde; Ne 16/1 OE Hav ipliğinin ince-kalın yer ve neps USP değerlerinin %95 civarlarında olduğu görülmektedir. Bu iplik hav ipliği olarak kullanıldığında daha çok hata üretme riski taşımaktadır ve bu hav ipliğinden üretilmiş kumaşlara uygulanacak enzim oranlarının bu duruma göre yüksek olması gerekecektir. Genel olarak ring ipliklere bakıldığında ince-kalın yer ve neps USP değerlerinin düşük olduğu ve OE ipliklere göre daha düzgün bir kumaş yüzeyi oluşturabilecekleri görülmektedir. En az ince-kalın yer ve neps oranlarının Ne 20/1 ring hav ipliklerinde olduğu belirlenmiştir. Tablo 7.3'de

ince kalın yer ve neps özellikleri verilmiştir. İplikler üzerinde yer alan kalın yerler iplik kopuşlarının en önemli nedeni olup, bu bölgelerin iyi büküm almadığı ve düşük mukavemet seviyesinde oldukları öngörülmektedir.

Tablo 7.3: Hav, atkı ve zemin ipliği ince kalın yer ve neps değerleri

İplik Ne		NEPS Değeri 200%	NEPS Değeri 280%	İnce Yer -40%	İnce Yer -50%	Kalın Yer 35%	Kalın Yer 50%
OE	Ne 16/1 Hav	570	105	170	25	707,5	105
	USP13*	>%95	>%95	65%	25%	81%	>%95
	Ne 16/1 ATKI	64	4	186	3	544	41
	USP13*	17%	<5	65%	31%	64%	56%
	Ne 20/1	465	53	210	6	743	102
	USP13*	79%	83%	56%	39%	76%	87%
Ring	Ne 16/1 Hav	517	136	127	2	1303	322
	USP13*	19%	49%	42%	22%	64%	89%
	Ne 20/2	24	4	4	0	387	42
	USP13*	7%	<5	7%	<5	51%	73%
	Ne 20/1	101	25	34	0	479	57
	USP13*	19%	<5	<5	<5	7%	<5
		%80-100	%50-80	%0-50			

Ayrıca iplikteki kalın yer hataları nihai ürünün görüntüsünü de bozmaktadır. Kalın yer hatalarının yanı sıra iplikteki ince yer hatalarının da bitmiş ürünlerde görüntüyü kötü etkilediği bilinmektedir. Ayrıca ipliklerde neps değerlerinin yüksek olması da istenmeyen bir durumdur.

7.1.4 Tüylülük Değerleri

İpliklerin tüylülük değerleri incelendiğinde tüylülük değerleri %62'den fazladır. Tüylülük değerinin yüksek olmasının bu ipliklerin dokuma esnasında çok fazla uçuntu çıkartacağı ve dokuma yüzeyde yüksek boncuklanma eğiliminde olabilecekleri ön görülmektedir. Ayrıca bu değerlerin yüksek olması makine duruşlarının da artmasına neden olabilir. Tüylülük değerleri incelendiğinde genel olarak OE ipliklerin ring ipliklere göre daha az tüylü bir yapıya sahip olduğunu söylemek mümkündür bu durumda literatürde yer alan bilgilerle örtüşmektedir. Dokuma yüzeylere uygulanacak enzim oranlarının etkisi incelenirken her bir kumaşı

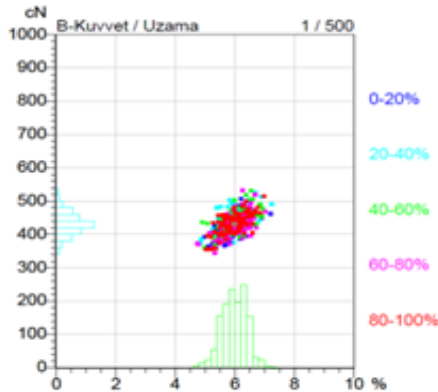
oluşturan ipliklerin tüylülük değerleri tek tek incelenmeli ve kumaşlara ait test sonuçlarının değerlendirilmesinde Tablo 7.4'te verilen değerlere bakılacaktır.

Tablo 7.4: Hav, atkı ve zemin ipliği tüylülük değerleri

İplik türü/Ne		H	sh	
OE	Ne 16/1 Hav	6,38	1,6	
	USP13*	83%	65%	
	Ne 16/1 ATKI	5,67	1,45	
	USP13*	62%	50%	
	Ne 20/1	5,93	1,46	
	USP13*	84%	64%	
Ring	Ne 16/1 Hav	8,78	2,12	
	USP13*	83%	59%	
	Ne 20/2	9,47	2,17	
	USP13*	>%95	80%	
	Ne 20/1	7,76	1,77	
	USP13*	74%	42%	
		%80-100	%50-80	%0-50

7.1.5 İpliklerin Mukavemet ve Uzama Değerleri

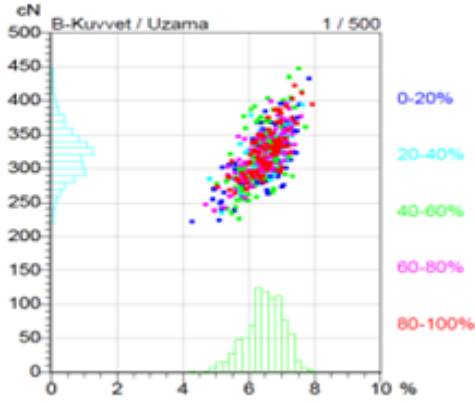
Aşağıda Şekil 7.1'de Ne 16/1 OE hav ipliği kuvvet uzama değerleri görülmektedir.



	cN (kuvvet)	Uzama (%)	Kopma dayanımı (cN/tex)
<u>Ortalama</u>	<u>432,1</u>	<u>5,99</u>	<u>11,71</u>
<u>CV</u>	<u>7,55</u>	<u>7,02</u>	<u>7,55</u>
<u>USP</u>	<u>%90</u>	<u>%55</u>	<u>%89</u>

Şekil 7.1: Ne 16/1 OE hav ipliği kopma kuvvet ve uzama değerlerinin dağılımı

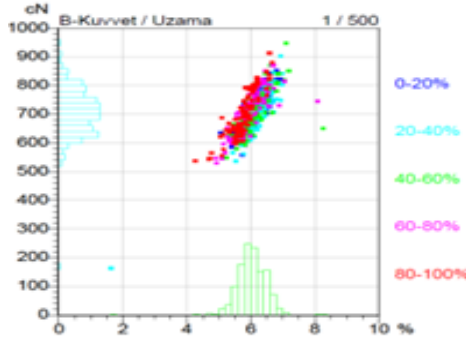
Şekil 7.1'deki iplik değerleri incelendiğinde normal uzama (%5,99) ve CV değerlerinin (7,02) kombinasyonu sonucunda bu ipliğin çözgü kopuşlarına daha az neden olabileceği söylenebilir. Bu ipliklerin kumaşa hav ipliği olarak kullanıldığı düşünüldüğünde atkı ipliğinden daha fazla ancak zemin ipliğinden daha az gerginliğe maruz kalacakları unutulmamalıdır.



	cN (kuvvet)	Uzama (%)	Kopma dayanımı (cN/tex)
Ortalama	321,9	6,48	10,90
CV	11,48	9,02	11,48
USP	>%95	%26	>%95

Şekil 7.2: Ne 20/1 OE hav ipliği kopma kuvvet ve uzama değerlerinin dağılımı

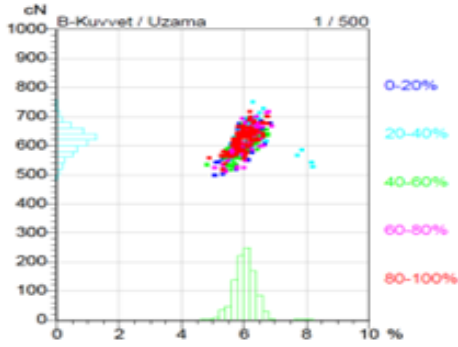
Şekil 7.2'deki iplik değerleri incelendiğinde düşük uzama (%6,48) ve CV değerlerinin (9,02) kombinasyonu sonucunda çok sayıda çözgü kopuşuna neden olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. İpliğin kuvvet uzama grafiğinin bir miktar değişken olduğu görülmektedir. İpliğin mukavemet değerinin %95'lik USP değerlerinden büyük olduğu görülmektedir ve bu ipliğin dokuma sırasında kopma ihtimali bulunmaktadır.



	cN (kuvvet)	Uzama (%)	Kopma dayanımı (cN/tex)
Ortalama	706,6	6,03	19,14
CV	10,81	8,05	10,85
USP	%41	%23	%35

Şekil 7.3: Ne 16/1 Ring hav ipliği kopma kuvvet ve uzama değerlerinin dağılımı

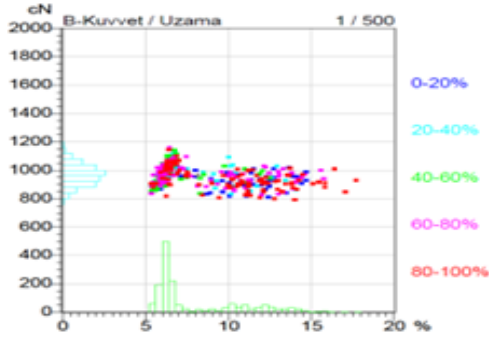
Şekil 7.3’de görülen iplik değerleri incelendiğinde normal uzama (%6,03) ve CV değerlerinin (8,05) kombinasyonu sonucunda ipliğin çözgü kopuşuna neden olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak ipliğin USP değerleri %50’nin altında çıkmıştır.



	cN (kuvvet)	Uzama (%)	Kopma dayanımı (cN/tex)
Ortalama	617,5	6,03	20,91
CV	6,67	6,26	11,30
USP	%19	%15	%15

Şekil 7.4: Ne 20/1 Ring hav ipliği kopma kuvvet ve uzama değerlerinin dağılımı

Şekil 7.4’deki iplik değerleri incelendiğinde normal uzama (%5,43) ve CV değerlerinin (6,26) kombinasyonu görülmektedir. Bu ipliğin USP değerleri %50’nin altında çıkmıştır. Bu değerlerin yanında ince-kalın yer ve neps değerlerine de bakılmalıdır. İpliğin kuvvet uzama grafiği biraz değişkenlik göstermiştir.



	cN (kuvvet)	Uzama (%)	Kopma dayanımı (cN/tex)
Ortalama	967,1	8,13	16,38
CV	7,17	35,11	7,17
USP	<0%5	<0%5	>0%95

Şekil 7.5: Ne 20/2 Karde zemin ipliği kopma kuvvet ve uzama değerlerinin dağılımı

Şekil 7.5'deki iplik değerleri incelendiğinde yüksek uzama (%7,53) ve diğer ipliklere oranla oldukça yüksek CV değerlerinin (35,11) kombinasyonu görülmektedir. Bu iplik iki katlı bir iplik olduğu için değerleri bu şekilde çıkmış olabilir. İpliğin kuvvet-uzama grafiğinden de iplik mukavemet değerlerinde görülen değişkenlik gösterilmektedir. Bu tez dâhilinde üretilen kumaşlarda kullanılan iplikler bu ipliklerin değerleri incelendiğinde bu kumaşların tüylülük ve boncuklanma eğilimleri ve enzim kullanım oranları hakkında tahmin yapılabilmesi daha kolaylaşacaktır.

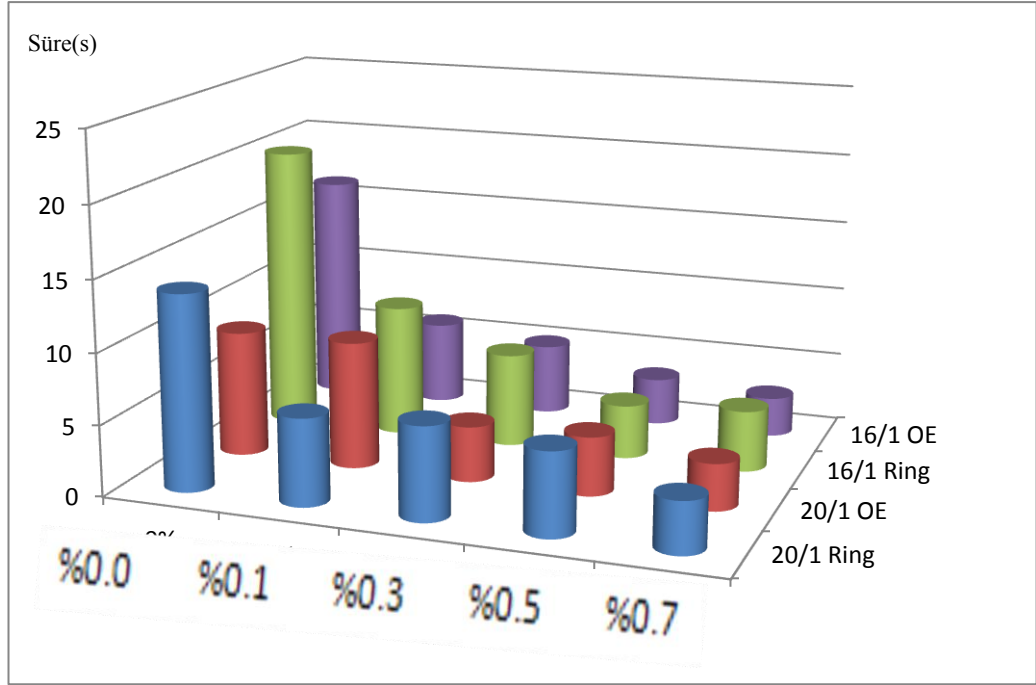
7.2 Kumaş Hidrofilite Test Değerleri

Tablo 7.5 ve Şekil 7.6'da farklı enzim oranı verilmiş kumaşların ölçülen hidrofilite değerleri verilmektedir. Kumaşlara uygulanan enzim oranları arttığında sıvı emme süresinin genel olarak azaldığı görülmüştür.

Farklı enzim oranlarının kumaş hidrofilite özelliği üzerindeki etkisini görmek için önce istatistiksel analiz programında Levene varyansların homojenliği testi uygulanmış test sonuçları significance sonuçların varyansları homojen bulunmuştur. ANOVA testi sonucunda (p=sig) değeri > 0.05 bulunmuş ve numune kumaş değerlerine TUKEY çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

Tablo 7.5: Enzim oranı hidrofilité değerleri

enzim oranı	Hidrofilité Değerleri (sn/ml)			
	Ne 20/1 Ring	Ne 20/1 OE	Ne 16/1 Ring	Ne 16/1 OE
%0.0	13,826	8,906	20,12	16,26
%0.1	6,172	8,996	9,35	5,922
%0.3	6,598	3,92	6,65	5,044
%0.5	5,89	4,156	3,81	3,344
%0.7	3,644	3,296	4,32	2,796



Şekil 7.6: Kumaşlarda hidrofilité (batma süresi)-enzim oranı grafiği

7.2.1 Ne 20/1 Ring Hidrofilité İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucuna göre kumaş gruplarının hidrofilité değerlerinin varyanslarının homojen dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Tablo 7.6’da enzim oranı değişimine göre Ne 20/1 Ring karde iplik kullanılan havlular için hidrofilité değerlerinin varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.6: Hidrofilite değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 Ring hav iplik)

	F	Sig.
Test grupları	29,384	0,000

Varyans analizine göre, $p= 0,000$ olarak hesaplanmış olup, 0.05'den küçüktür. Hav ipliği olarak Ne 20/1 Ring karde iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların hidrofilite değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Test gruplarında değişen enzim oranının hidrofilite üzerindeki etkisi için Tablo 7.7 incelendiğinde numune kumaş hidrofilite değerlerinden %0.0 enzim oranı (enzimsiz) kumaş hidrofilite değeri ve %0.1 enzimli kumaşların hidrofilite değerinin; %0.3, %0.5 ve %0.7 enzim uygulanmış kumaş hidrofilite değerlerinden farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 7.7: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplik) hidrofilite homojen alt kümeler tablosu

	kumaş kodu	N	altküme alpha = 0.05	
			1	2
TUKEY HSD ^a	1.5 - %0.7	5	3,2960	
	1.3- %0.3	5	3,9200	
	1.4- %0.5	5	4,1560	
	1.1- %0.0	5		8,9060
	1.2- %0.1	5		8,9960
	Sig.			,780

7.2.2 Ne 20/1 OE Kumaş Hidrofilite İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucuna göre kumaş gruplarının hidrofilite değerlerinin varyanslarının homojen dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Tablo 7.9'da enzim oranına göre hidrofilite değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.8: Hidrofilite değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 OE hav iplik)

	F	Sig.
Test grupları	28,757	0,000

Varyans analizine göre $p= 0,000$ olarak hesaplanmış olup 0.05 'den küçüktür. Hav ipliği olarak Ne 20/1 OE iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların hidrofilitate değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.9: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1OE hav iplik) hidrofilitate homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme alpha = 0.05	
			1	2
TUKEY HSD ^a	2.5 -%0.7	5	3,6440	
	2.4 -%0.5	5	5,8900	
	2.2 -%0.1	5	6,1720	
	2.3 -%0.3	5	6,5980	
	2.1 -%0.0	5		13,8260
	Sig.			,057

Test gruplarında değişen enzim oranının hidrofilitate üzerindeki etkisi için Tablo7.9 incelendiğinde numune kumaş hidrofilitate değerlerinden %0 enzim oranı (enzimsiz) kumaş hidrofilitate değerinin ;%0.1, %0.3, %0.5 ve %0.7 enzim uygulanmış kumaşların hidrofilitate değerlerinden farklı olduğu görülmektedir.

7.2.1 Ne 16/1 Ring Hidrofilitate İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.10' da enzim oranına göre hidrofilitate değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.10: Hidrofilitate değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1 Ring hav iplikli)

	F	Sig.
Test grupları	25,397	0,000

Varyans analizine göre $p= 0,000$ olarak hesaplanmış olup 0.05 'den küçüktür. Hav ipliği olarak Ne 16/1 Ring iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların hidrofilitate değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.11: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) hidrofilite homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme alpha = 0.05	
			1	2
TUKEY HSD ^a	3.4 -%0.5	5	3,8120	
	3.5 -%0.7	5	4,3260	
	3.3- %0.3	5	6,6540	
	3.2- %0.1	5	9,3500	
	3.1 -%0.0	5		20,1200
	Sig.			,054

Test gruplarında değişen enzim oranının hidrofilite üzerindeki etkisi için Tablo 7.11 incelendiğinde numune kumaş hidrofilite değerlerinden %0 enzim oranı (enzimsiz) kumaş hidrofilite değerinin %0.1, %0.3, %0.5 ve %0.7 enzim oranlı kumaş hidrofilite değerlerinden farklı olduğu gözlenmiştir.

7.2.2 Ne 16/1 OE Hidrofilite İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.12’de enzim oranına göre hidrofilite değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.12: Hidrofilite değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1OE hav iplik)

	F	Sig.
Test grupları	68,848	0,000

Varyans analizine göre $p= 0,000$ olarak hesaplanmış olup 0.05’den küçüktür. Hav ipliği olarak Ne 16/1 Ring iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların hidrofilite değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.13: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) hidrofilite homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme alpha = 0.05		
			1	2	3
TUKEY HSD ^a	4.5 -%0.7	5	2,7960		
	4.4 -%0.5	5	3,3440	3,3440	
	4.3 -%0.3	5	5,0440	5,0440	
	4.2 -%0.1	5		5,9220	
	4.1 -%0.0	5			16,2600
	Sig.			,157	,082

Test gruplarında değişen enzim oranının hidrofilite üzerindeki etkisi için Tablo 7.13 incelendiğinde numune kumaş hidrofilite değerlerinden %0 enzim oranı (enzimsiz) kumaş hidrofilite değerinin; %0.1, %0.3, %0.5 ve %0.7 kumaş hidrofilite değerlerinden farklı olduğu ve %0.1 enzimli kumaş hidrofilite değerinin diğer kumaş değerlerinden farklı olduğu görülmektedir.

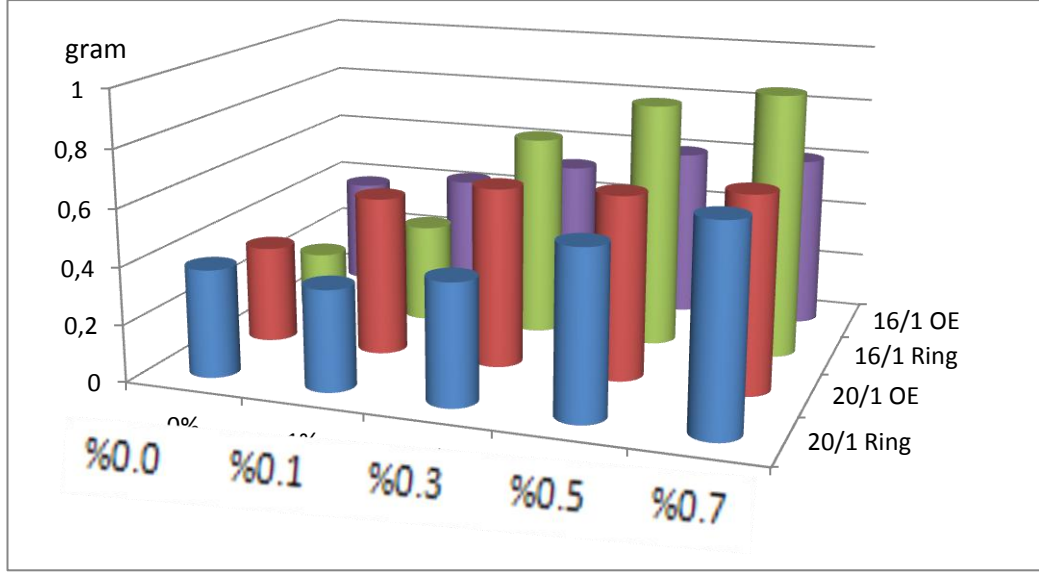
7.3 Kumaş Lint Loss Test Değerlendirmeleri

Tablo 7.14'de kumaşlara ait lintloss değerleri görülmektedir.

Tablo 7.14: Enzim oranına bağlı lintloss değerleri

enzim oranı	Lintloss Değerleri, gr			
	Ne 20/1 Ring	Ne 20/1 OE	Ne 16/1 Ring	Ne 16/1 OE
%0.0	0,378	0,341	0,205	0,382
%0.1	0,354	0,558	0,35	0,429
%0.3	0,424	0,629	0,712	0,519
%0.5	0,58	0,6417	0,863	0,602
%0.7	0,703	0,6823	0,9272	0,609

Şekil 7.7'de kumaşlara ait lintloss değerleri grafiği görülmektedir.



Şekil 7.7: Enzim oranı değişiminin lintloss değerlerine etkisi

Lintloss testleri sonucu yeterli miktarda test verisi oluşmadığı için istatistiksel bir değerlendirme yapılamamıştır ancak bunun yerine Şekil 7.7'deki grafikten enzim oranı artışının kumaşlarda lintloss değerini arttırdığı görülebilmektedir.

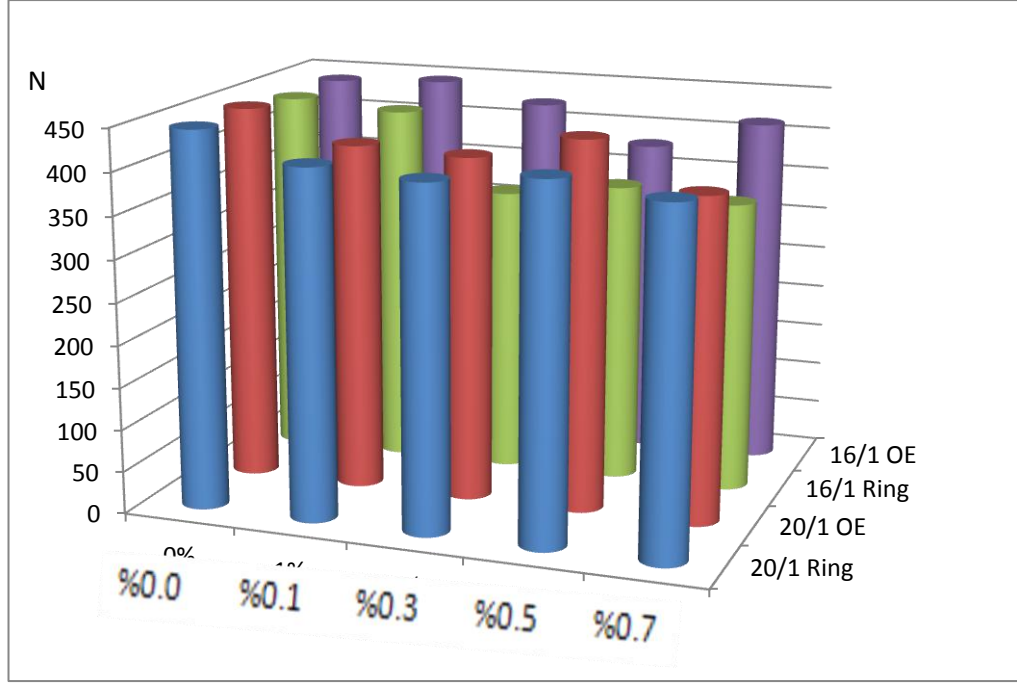
7.4 Kumaş Mukavemet Test Değerlendirmeleri

Tablo 7.15'da farklı enzim oranı verilmiş kumaş türleri ve buna göre ölçülen çözgü yönü kopma mukavemet değerleri görülmektedir.

Tablo 7.15: Enzim oranına bağlı çözgü yönü kopma mukavemet değerleri

enzim oranı	Kopma Mukavemeti Değerleri, N (Çözgü Yönü)			
	Ne 20/1 Ring	Ne 20/1 OE	Ne 16/1 Ring	Ne 16/1 OE
%0.0	445,40	446,90	437,20	439,26
%0.1	412,04	411,54	428,76	445,10
%0.3	404,72	406,86	338,56	423,68
%0.5	418,02	436,40	355,36	380,28
%0.7	402,98	382,68	344,64	415,14

Şekil 7.8'de kumaşlara ait çözgü yönü kopma mukavemet değerleri grafiği görülmektedir.



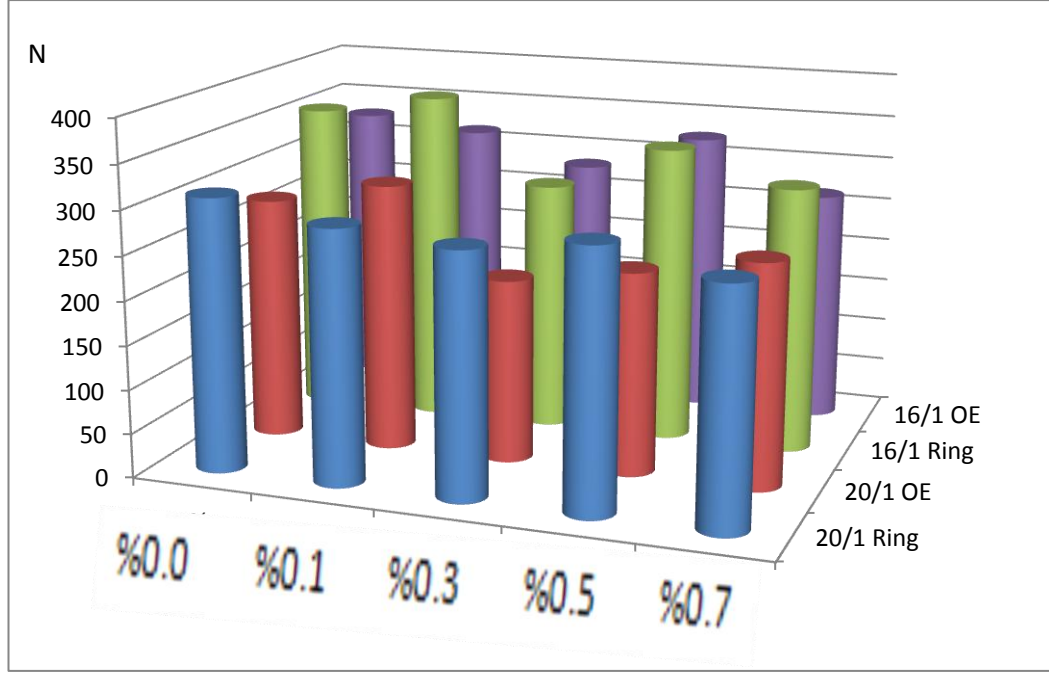
Şekil 7.8: Enzim oranı değişiminin çözgü yönü kopma mukavemet değerlerine etkisi

Tablo 7.16'de farklı enzim oranı verilmiş kumaş türleri ve buna göre ölçülen atkı yönü kopma mukavemet değerleri görülmektedir.

Tablo 7.16: Enzim oranına bağlı atkı yönü kopma mukavemet değerleri

enzim oranı	Kopma Mukavemeti Değerleri N, (Atkı Yönü)			
	Ne 20/1 Ring	Ne 20/1 OE	Ne 16/1 Ring	Ne 16/1 OE
%0.0	310,08	277	357,38	328,32
%0.1	287,88	304,56	380,06	315,6
%0.3	276,72	208,72	285,68	282,32
%0.5	293,55	230,32	338,06	324,96
%0.7	266,8	254,12	303,36	265,91

Şekil 7.9'da farklı enzim oranı verilmiş kumaş türleri ve buna göre ölçülen atkı yönü kopma mukavemet değerleri grafiği görülmektedir.



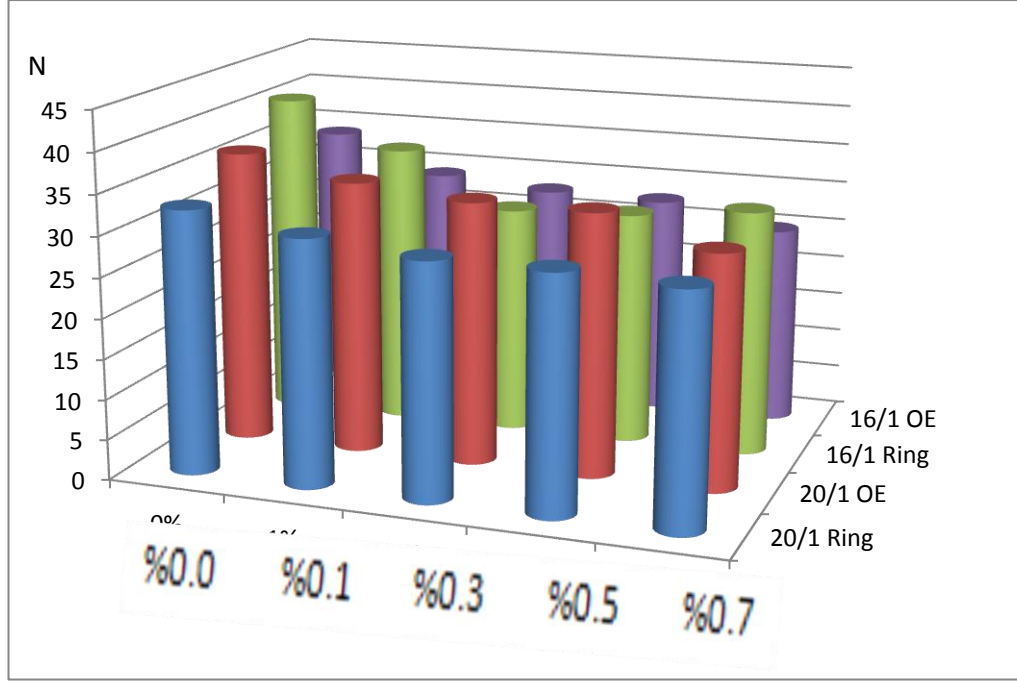
Şekil 7.9: Enzim oranı değişiminin atkı yönü kopma mukavemet değerlerine etkisi

Tablo 7.17’de farklı enzim oranı verilmiş kumaş türleri ve buna göre ölçülen çözgü yönü yırtılma mukavemet değerleri görülmektedir.

Tablo 7.17: Enzim oranı değişiminin çözgü yönü yırtılma mukavemet değerlerine etkisi

Enzim oranı	Yırtılma Mukavemeti Değerleri, N (Çözgü Yönü)			
	Ne 20/1 Ring	Ne 20/1 OE	Ne 16/1 Ring	Ne 16/1 OE
%0.0	52,4527	67,06	69,5133	62,05
%0.1	57,2667	67,94	55,8375	51,62
%0.3	52,02	55,43	51,58	49,76
%0.5	50,1883	57,98	55,54	55,9763
%0.7	47,2833	52,39	54,4467	46,115

Şekil 7.10’ da farklı enzim oranı verilmiş kumaş türleri ve buna göre ölçülen çözgü yönü yırtılma mukavemet değerleri grafiği görülmektedir.



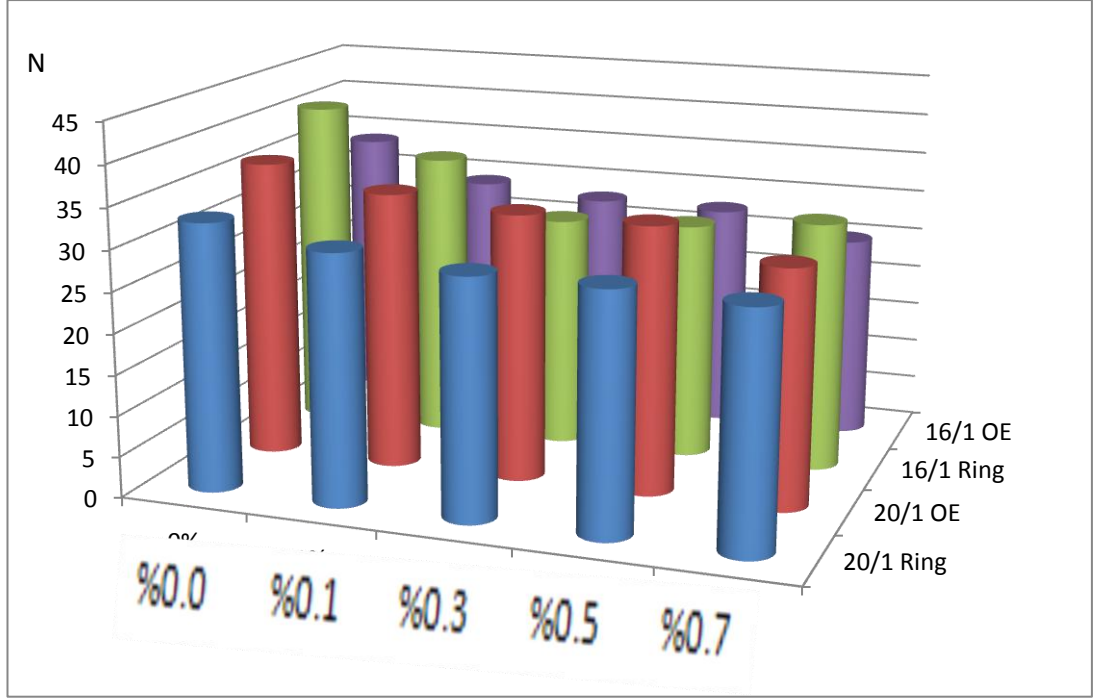
Şekil 7.10: Enzim oranına bağlı olarak çözgü yönü yırtılma mukavemet değerleri

Tablo 7.18’de farklı enzim oranı verilmiş kumaş türleri ve buna göre ölçülen atkı yönü yırtılma mukavemet değerleri grafiği görülmektedir.

Tablo 7.18: Enzim oranının atkı yönü yırtılma mukavemet değerlerine etkisi

Enzim oranı	Yırtılma Mukavemeti Değerleri, N			
	Atkı Yönü			
	Ne 20/1 Ring	Ne 20/1 OE	Ne 16/1 Ring	Ne 16/1 OE
%0.0	32,7786	36,62	40,7863	33,7642
%0.1	30,5777	34,04	35,2406	29,0811
%0.3	29,2249	32,78	28,5886	27,9361
%0.5	29,2142	32,73	29,1634	27,7009
%0.7	28,6697	29,15	30,6793	25,0057

Şekil 7.11’de farklı enzim oranı verilmiş kumaş türleri ve buna göre ölçülen atkı yönü yırtılma mukavemet değerleri grafiği görülmektedir.



Şekil 7.11: Enzim oranı değişiminin atkı yönü yırtılma mukavemet değerlerine etkisi

7.4.1 Ne 20/1 Ring İplikli Kumaş Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Ne 20/1 hav ipliği ile dokunmuş olan havlulara ait kopma ve yırtılma mukavemet değerlerine ait istatistiksel çalışmalar aşağıdaki bölümlerde verilmektedir.

7.4.1.1 Ne 20/1 Ring İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.19'da enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.19: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 Ring hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	1,594	,215
Mukavemet atkı	,586	,677

Varyans analizine göre çözgü ve atkı kopma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05'den büyüktür. Hav ipliği olarak Ne 20/1 Ring iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların kopma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.20: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Alt küme
			1
TUKEY HSD ^{a,b}	1.5- %0.7	5	402,9800
	1.3- %0.3	5	404,7200
	1.2- %0.1	5	412,0400
	1.4- %0.5	5	418,0200
	1.1- %0.0	5	445,4000
	Sig.		,071

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.20 incelendiğinde değişen enzim oranının çözgü yönü kumaşların mukavemet değerleri üzerinde etkisinin olmadığı görülmektedir.

Tablo 7.21: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	altküme
			1
TUKEY HSD ^{a,b}	1.5 - %0.7	5	266,8000
	1.3 - %0.3	5	276,7200
	1.2- %0.1	5	287,8800
	1.4- %0.5	5	293,5500
	1.1 - %0.0	5	310,0800
	Sig.		,427

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.21 incelendiğinde değişen enzim oranının atkı yönü kumaşların mukavemet değerleri üzerinde etkisinin olmadığı görölmektedir.

Bu ürüne ait kopma mukavemet değerlerinin >250 N'dan büyük olması beklenmektedir. Bu durumda bu kumaş için enzim oranı çözgü ve atkı yönünde mukavemeti sınır değerlerin altında etkilememektedir. Yani kopma mukavemeti değerleri bakımından tüm enzim oranlarını kullanmak bu kumaş tipi için uygundur.

7.4.1.2 Ne 20/1 Ring İplikli Kumaş Yırılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.22'de enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görölmektedir.

Tablo 7.22: Yırılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1Ring hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	1,654	,200
Mukavemet atkı	2,197	,106

Varyans analizine göre çözgü ve atkı kopma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05'den büyüktür. Hav ipliği olarak Ne 20/1 Ring iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların yırtılma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.23: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) çözgü yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	1.5 - %0.7	5	47,2833	
	1.4 - %0.5	5	50,1883	50,1883
	1.3 - %0.3	5	52,0200	52,0200
	1.1 - %0.0	5	52,4527	52,4527
	1.2 - %0.1	5		57,2667
	Sig.			,362

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.23 incelendiğinde çözüğü yönü kumaşlardan %0, %0.3, %0.5,%0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0.1 enzimli kumaş mukavemet değerinin farklı olduğu görölmektedir.

Tablo 7.24: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 Ring hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	1.5 - %0.7	5	28,6697	
	1.4 - %0.5	5	29,2142	
	1.3 - %0.3	5	29,2249	
	1.2 - %0.1	5	30,5777	30,5777
	1.1 - %0.0	5		32,7786
	Sig.			,456

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.24 incelendiğinde atkı yönü kumaşlardan %0.1, %0.3, %0.5,%0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0 oranlı enzimsiz kumaş mukavemet değerinin diğerlerinden farklı olduğu görölmektedir.

7.4.2 Ne 20/1 OE Kumaş Mukavemet İstatistik Değerlendirmeleri

Ne 20/1 OE iplikli kumaşın mukavemet istatistiksel değerlerini: Kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti başlıkları altında incelenmektedir.

7.4.2.1 Ne 20/1 OE İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.25’de enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görölmektedir.

Tablo 7.25: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1OE hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	,290	,881
Mukavemet atkı	1,058	,403

Varyans analizine göre çözgü ve atkı kopma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05'den büyüktür. Hav ipliği olarak Ne 20/1 OE iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların kopma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.26: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	2.5 - %0.7	5	382,6800	
	2.3 - %0.3	5	406,8600	406,8600
	2.2 - %0.1	5	411,5400	411,5400
	2.4 - %0.5	5		436,4000
	2.1 - %0.0	5		446,9000
	Sig.			,403

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.26 incelendiğinde çözgü yönü kumaşların %0.1, %0.3, %0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0, %0.5 kumaşların mukavemet değerlerinin farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 7.27: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	2.3 - %0.3	5	208,7200	
	2.4 - %0.5	5	230,3200	230,3200
	2.5 - %0.7	5	254,1200	254,1200
	2.2 - %0.1	5	277,0000	277,0000
	2.1 - %0.0	5		304,5600
	Sig.			,203

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.27 incelendiğinde atkı yönü kumaşlardan %0.1, %0.3, %0.5 %0.7

enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0 enzimsiz kumaş mukavemet değerinin diğerlerinden farklı olduğu görülmektedir.

7.4.2.2 Ne 20/1 OE İplikli Kumaş Yırtılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.28’de enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.28: Yırtılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 20/1 hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	1,062	,401
Mukavemet atkı	,610	,660

Varyans analizine göre çözgü ve atkı kopma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05’den büyüktür. Hav ipliği olarak Ne 20/1 OE iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların yırtılma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.29: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) çözgü yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme		
			1	2	3
TUKEY HSD ^{a,b}	2.5 - %0.7	5	52,3883		
	2.4 - %0.5	5	55,4327		
	2.3 - %0.3	5	57,9840	57,9840	
	2.2 - %0.1	5		67,0567	67,0567
	2.1 - %0.0	5			67,9383
	Sig.			,389	,054

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.29 incelendiğinde çözgü yönü kumaşlardan %0.3, %0.5, %0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0.0, %0.1 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin farklı olduğu görülmektedir

Tablo 7.30: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 20/1 OE hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	2.5 - %0.7	5	29,1506	
	2.4 - %0.5	5	32,7320	32,7320
	2.3 - %0.3	5	32,7764	32,7764
	2.2 - %0.1	5		34,0434
	2.1 - %0.0	5		36,6223
	Sig.			,161

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.30 incelendiğinde numune kumaşlardan %0.3, %0.5 %0.7 enzim oranlı kumaşların değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0.0 ve %0.1 enzim oranlı kumaş değerlerinin farklı olduğu görülmektedir.

7.4.3 Ne 16/1 Ring İplikli Kumaş Mukavemet İstatistik Değerlendirmeleri

Ne 16/1 ring iplikli kumaşının mukavemet istatistiksel değerleri: Kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti başlıkları altında incelenecektir.

7.4.3.1 Ne 16/1 Ring İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.31'de enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.31: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1 Ring hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	,389	,814
Mukavemet atkı	,495	,739

Varyans analizine göre çözgü ve atkı kopma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05'den büyüktür. Hav ipliği olarak Ne 16/1 Ring iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların kopma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.32: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	3.3 - %0.3	5	338,5600	
	3.5 - %0.7	5	344,6400	
	3.4 - %0.5	5	355,3600	
	3.2 - %0.1	5		428,7600
	3.1 - %0.0	5		437,2000
	Sig.			,569

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.32 incelendiğinde numune kumaşlardan %0.3, %0.5, %0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0.0 enzimsiz kumaş değeri ile %0.1 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinden farklı olduğu görülmektedir. %0.0 Enzimsiz, %0.1 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı görülmektedir.

Tablo 7.33: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme
			1
TUKEY HSD ^{a,b}	3.3 - %0.3	5	285,6800
	3.5 - %0.7	5	303,3600
	3.4 - %0.5	5	338,0600
	3.1 - %0.0	5	357,3800
	3.2 - %0.1	5	380,0600
	Sig.		

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.33 incelendiğinde değişen enzim oranının kumaşların mukavemet değerleri üzerinde etkili olmadığı görülmektedir.

7.4.3.2 Ne 16/1 Ring İplikli Kumaş Yırılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.34’de enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.34: Yırılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1 Ring hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	1,054	,406
Mukavemet atkı	1,321	,298

Varyans analizine göre çözgü ve atkı yırılma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05’den büyüktür. Hav ipliği olarak Ne 16/1 Ring iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların yırılma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.35: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1 Ring hav iplikli) çözgü yırılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	3.3 - %0.3	5	51,5800	
	3.5 - %0.7	5	54,4467	
	3.4 - %0.5	5	55,5400	
	3.2 - %0.1	5	55,8375	
	3.1 - %0.0	5		69,5133
	Sig.			,698

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.35 incelendiğinde numune kumaşlardan %0.1, %0.3, %0.5, %0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0.0 enzimsiz kumaşın mukavemet değerinin farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 7.36: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1Ring hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme		
			1	2	3
TUKEY HSD ^{a,b,c}	3.3- %0.3	5	28,5886		
	3.4 -%0.5	5	29,1634		
	3.5 -%0.7	5	30,6793		
	3.2 -%0.1	4		35,2406	
	3.1 - %0.0	5			40,7863
	Sig.			,253	1,000

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.36 incelendiğinde numune kumaşlardan %0.3, %0.5, %0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı, %0.0 enzimsiz ve %0.1 enzim oranlı kumaşın mukavemet değerinin farklı olduğu görülmektedir.

7.4.4 Ne 16/1 OE İplikli Kumaş Mukavemet İstatistik Değerlendirmeleri

Ne 16/1 OE iplikli kumaşının mukavemet istatistiksel değerlerini: Kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti başlıkları altında incelenmektedir.

7.4.4.1 Ne 16/1 OE İplikli Kumaş Kopma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.37’de enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.37: Kopma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1OE hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	2,010	,132
Mukavemet atkı	2,140	,113

Varyans analizine göre çözgü ve atkı yırtılma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05'den büyüktür. Hav ipliği olarak Ne 16/1 OE iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların kopma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.38: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) çözgü kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme
			1
TUKEY HSD ^{a,b}	4.4-%0.5	5	380,2800
	4.5-%0.7	5	415,1400
	4.3-%0.3	5	423,6800
	4.1-%0.0	5	439,2600
	4.2-%0.1	5	445,1000
	Sig.		

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.38 incelendiğinde değişen enzim oranının kumaşların mukavemet değerleri üzerinde etkili olmadığı görülmektedir.

Tablo 7.39: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) atkı kopma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme
			1
TUKEY HSD ^{a,b}	4.5- %0.7	5	265,9100
	4.3 - %0.3	5	282,3200
	4.2 -%0.1	5	315,6000
	4.4 - %0.5	5	324,9600
	4.1 - %0.0	5	328,3200
	Sig.		

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.39 incelendiğinde değişen enzim oranının kumaşların mukavemet değerleri üzerinde etkili olmadığı görülmektedir.

7.4.4.2 Ne 16/1 OE İplikli Kumaş Yırtılma Mukavemeti İstatistik Değerlendirmeleri

Levene homojenlik testi sonucu grupların varyansları homojen dağılım gösterir. Tablo 7.40'de enzim oranına göre mukavemet değişimi varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 7.40 Yırtılma mukavemet değerlerine ait varyans analizi (Ne 16/1OE hav iplikli)

	F	Sig.
Mukavemet çözgü	3,213	,034
Mukavemet atkı	3,260	,033

Varyans analizine göre çözgü ve atkı yırtılma mukavemeti p değerleri hesaplanmış olup 0.05'den küçüktür. Hav ipliği olarak 16/1 OE iplik kullanılan havlular için enzim oranı farklılığının havluların yırtılma mukavemet değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.41: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/1OE hav iplikli) çözgü yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Subset	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	4.4-%0.5	5	46,1150	
	4.5-%0.7	5	49,7600	
	4.3-%0.3	5	51,6200	51,6200
	4.1-%0.0	5	55,9763	55,9763
	4.2-%0.1	5		62,0500
	Sig.			,082

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.41 incelendiğinde, %0.0 enzimsiz kumaş değeri ile , %0.3, %0.5, %0.7 enzim oranlı kumaş mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı görülmektedir. %0.1 enzim oranlı kumaş değerinin farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 7.42: TUKEY çoklu karşılaştırma değerleri, (Ne 16/10E hav iplikli) atkı yırtılma mukavemeti homojen alt kümeler tablosu

	Kumaş kodu	N	Altküme	
			1	2
TUKEY HSD ^{a,b}	4.5 -%0.7	5	25,0057	
	4.4 -%0.5	5	27,7009	
	4.3-%0.3	5	27,9361	
	4.2-%0.1	5	29,0811	
	4.1-%0.0	5		33,7642
	Sig.			,094

Test gruplarında değişen enzim oranının mukavemet değerleri üzerindeki etkisi için Tablo 7.42 incelendiğinde, %0.1, %0.3, %0.5, %0.7 enzim oranlı kumaşların mukavemet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı görülmektedir. %0.0 Enzimsiz kumaş değerinin farklı olduğu görülmektedir.

7.5 Kumaş Boncuklanma Test Değerleri

Aşağıda boncuklanma test değerleri sınıflandırılarak verilmiştir, daha önce belirtildiği gibi eldeki veriler istatistiksel olarak değerlendirmeye uygun olmadığı için boncuklanma ile ilgili istatistiksel bir çalışma yapılamamıştır.

7.5.1 Ne 20/1 Ring Hav İplikli 340 gr/m² Boncuklanma Değerlendirmeleri

Tablo 7.43'de kumaşın 10000 devir/dak.'daki boncuklanma ölçümü değerleri görülmektedir.

Tablo 7.43: Ne 20/1 ring hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri

Kumaş enzim oranı	Ölçüm -1	Ölçüm -2	Ölçüm- 3
%0.0	1-2	1-2	1-2
%0.1	1-2	1-2	1-2
%0.3	2	2	2
%0.5	2	2	2
%0.7	2	2	2

Tablo 7. 43'deki değerlere göre %0 enzim (enzimsiz), %0.1 enzim oranlı kumaşlarda boncuklanma oranının; fazla-çok fazla, %0.3, %0.5 ve %0.7 enzim oranlı kumaşlarda boncuklanma oranının fazla derecede olduğu görülmektedir.

7.5.2 Ne 20/1 OE Hav İplikli 340 gr/m² Boncuklanma Değerlendirmeleri

Tablo 7.44'da kumaşların 10000 devir/dak.'daki boncuklanma ölçümü değerleri görülmektedir.

Tablo 7.44: Ne 20/1 OE hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri

Kumaş enzim oranı	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3
%0.0	1-2	1-2	1-2
%0.1	2	2	2
%0.3	2	2	2
%0.5	2	2	2
%0.7	2-3	2-3	2-3

Tablo 7.44'deki değerlere göre %0 enzim (enzimsiz) kumaşlarda boncuklanma oranının; fazla-çok fazla, %0.1, %0.3, %0.5 enzim oranlı kumaşlarda boncuklanma oranının; fazla ve %0.7 enzim oranlı kumaşta boncuklanma oranının; orta derecede olduğu görülmektedir.

7.5.3 Ne 16/1 Ring Hav İplikli 500 gr/m² Kumaş Boncuklanma Değerlendirmeleri

Tablo 7.45'de kumaşın 10000 devir/dak.'daki boncuklanma ölçümü değerleri görülmektedir.

Tablo 7.45: Ne 16/1 ring hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri

Kumaş enzim oranı	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3
%0.0	2-3	2-3	2-3
%0.1	2-3	2-3	2-3
%0.3	2-3	2-3	2-3
%0.5	2-3	2-3	2-3
%0.7	2-3	2-3	2-3

Tablo 7.45'deki değerlere göre tüm enzim oranlarında kumaşlarda görülen boncuklanma oranının; orta derecede ve fazla, olduğu görülmektedir.

7.5.4 Ne 16/1 OE Hav İplikli 500 gr/m² Boncuklanma Değerlendirmeleri

Tablo 7.46'de kumaşın 10000 devir/dak.'daki boncuklanma görsel ölçüm değerleri görülmektedir.

Tablo 7.46: Ne 16/1 OE hav iplikli kumaş boncuklanma değerleri

Kumaş enzim oranı	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3
%0.0	2-3	2-3	2-3
%0.1	2-3	2-3	2-3
%0.3	2-3	2-3	2-3
%0.5	2-3	2-3	2-3
%0.7	3	3	3

Tablo 7.46'daki değerlere göre %0 enzim (enzimsiz), %0.1, %0.3, %0.5 enzim oranlı kumaşlarda boncuklanma; orta derecede- fazla, %0.7 enzim oranlı kumaşta boncuklanma; değerinin fazla, olduğu görülmektedir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada boncuklanma sorunundan, boncuklanmanın nedenlerinden, giderilme yöntemlerinden ve havlularda karşılaşılan bu fenomenin sebeplerinden kısaca bahsedilmiş ve havlu kumaşlardaki fiziksel özelliklerin farklı enzim oranlarına göre incelenmesi ve optimum enzim oranının bulunması amaçlanmıştır. Kumaşların üretimi sırasında hav iplikleri, kumaş gramajı, havlı yapı (bornozluk ve havlu kumaş) değiştirilerek 20 farklı tipte kumaş elde edilmiştir. Elde edilen bu kumaşların mukavemet, hidrofilite, lintloss ve tüylülük gibi özellikleri incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda işletmede en çok kullanılan ipliklerin Ne 20/1 ring, 20/1 OE, Ne 16/1 ring ve Ne 16/1 OE olduğu görülmüştür. Tezde kullanılmak üzere daha çok bu iplikleri içeren kumaşlar seçilmiştir. Tez dahilinde kullanılan 2-li bornozluk kumaşların yalnızca hav iplikleri farklı olup Ne 20/1 ring ve Ne 20/1 OE ipliktendir, havlu kumaşların hav iplikleri Ne 16/1 ring ve Ne 16/1 OE'dir. Geriye kalan kumaş özellikleri; zemin ipliği Ne 20/2 karde olup tüm numunelerde aynıdır, atkı iplikleri; Ne 20/1 karde ring ve Ne 16/1 OE'dir. Havlu kumaşlarda ise zemin ipliği Ne 20/2 karde ring olup her kumaşta aynıdır. Atkı iplikleri Ne 16/1 OE olup yine her kumaş tipinde aynıdır. Bornoz kumaş çeşidi 165 cm eninde havlı yapıda kumaş için kullanılmakta, havlu kumaş çeşidi ise dokuma tezgahı genişliğinde 6 adet havlu olacak şekilde, eni 50 cm boyu 90-100 cm olan, tek taraflı bordür dokuma yapısı içeren parça ürünler için kullanılmıştır. Ayrıca tez kapsamında üretilen kumaşlara uygulanacak optimum enzim miktarlarını tespit edebilmek için en çok kullanılan 5 seviye enzim oranı belirlenmiştir, farklı enzim oranı uygulanacak kumaşların konstrüksiyonları ve bu kumaşlarda kullanılan ipliklerin iplik özellikleri, hem teorik hem de ölçülen kumaş gramajları hesaplanmıştır. Kumaşlara %0-0.1-0.3-0.5-0.7 oranlarında enzimlerle her bir kumaş-enzim oranından 100 kg boyamak şartıyla işlem yapılmış olup toplam 20 farklı kumaş ve 2000 kg kumaş boyanmıştır.

Ozanteks tekstil laboratuvarında ipliklerin numara ölçümleri yapılmış, ipliklerin %CVm (iplik düzgünlüğü) değerleri, ince-kalın yer ve neps değerleri, tüylülük değerleri, ipliklerinin mukavemet ve uzama değerleri testleri de; Uster iplik

test cihazlarında yaptırılmıştır. Ardından testler için kumaşlar uygun yöntemlerle kesilmiş, kodlandırılmış ve testlere hazır hale getirilmiştir. Kumaşlar belirlenen oranlarda boyanıp enzimlerle muamele edildikten sonra; EN14697 (Daldırma metodu ile su emme derecesinin saptanması) yöntemine göre hidrofilitate testleri, kopma mukavemeti tespiti (TS EN ISO 13934-1), kumaşlarda yırtılma mukavemeti tayini (tek dil pantolon metodu TS EN ISO 13937-2) testleri, In-house yöntemine göre lintloss ve Martindale test cihazında tüylülük testlerine tabi tutulmuş olup sonuçları ortalama değerler ve grafikler için Microsoft Excel, istatistiksel olarak değerlendirmek için de varyans, TUKEY analizi testleri kullanılmıştır.

Kumaşların farklı enzim oranına göre hidrofilitate özelliği; yapılan değerlendirmelere göre enzim oranının artmasının kumaşların hidrofilitate süreleri üzerinde azalmaya, kumaşın batma süresi daha kısa, neden olduğu bununda hidrofilitateyi iyileştirdiği görülmektedir. Bu test sonuçlarının standartlara göre 15 sn'nin altında olması beklenmektedir. Bu durumda enzim uygulanmamış kumaş dışındaki tüm kumaşlar hidrofilitate standardını karşılamaktadır.

Yapılan deney ve analizler sonucu; kumaşların enzim oranının artmasının kumaşların mukavemet değerleri üzerinde genel olarak negatif etkisi olduğu görülmektedir. Kumaşlarda en yüksek mukavemet değeri enzim uygulanmamış kumaşta görünürken, en düşük değer %0.7'lik enzim oranı ile işlem görmüş kumaşta elde edilmiştir. Kopma ve yırtılma mukavemet değerlerinin >250 N' dan büyük olması beklenmektedir. Kumaşlarda çözgü yönünde mukavemet değerinin yüksek olduğu ancak atkı yönüne bakıldığında %0.3'den yüksek enzim oranı ve üstünün mukavemet açısından sorun yaratabileceği görülmektedir. Ayrıca kumaşın lint loss, hidrofilitate gibi değerlerinin de mukavemet üzerinde önemli olduğu ve enzim oranları hakkında karar verilirken bu değerlerinde incelenmesi gerektiği bilinmelidir.

Kumaşlarda boncuklanma için Martindale test cihazında 10000 devir/dak.da 3'er ölçüm yapılmış ve ölçüm sonuçları görsel derecelendirme skalasında değerlendirilmiş olup enzim oranı arttıkça kumaş yüzeyinde tüylenme oranının azaldığı görülmüştür.

Ayrıca kumaşlarda lintloss testleri In-house metodu ile yapılmış ve lintloss testleri sonucu yeterli miktarda test verisi oluşmadığı için istatistiksel bir değerlendirme yapılamamıştır ancak bunun yerine elde edilen verilerin tablo ve grafik incelemeleri sonucu enzim oranının lintloss değerini arttırdığı görülmüş bu da bizi tüylenmenin de buna bağlı olarak azaldığı sonucuna götürmüştür.

Bilindiği üzere boncuklanma problemi tekstilde şapeli iplik kullanılan kumaşlarda çoğunlukla karşılaşılan bir sorundur. Bu sorun genellikle kullanılan lifin, ipliğin, kumaşın ve uygulanan terbiye işleminin durumuna göre değişkenlik göstermektedir. Boncuklanma sorununu gidermek için lifin, ipliğin ve kumaşın özelliklerini dikkate almak ve boncuklanma eğilimini azaltmak mümkündür. Fakat havlu kumaşlar gibi yumuşaklığın ve hidrofilitenin önemli olduğu durumlarda boncuklanma kaçınılmaz hale gelecektir. Bunu önlemek için en çevreci yöntemlerden biri olan enzimleri kullanmak çevresel yükü azaltacağı için tercih edilebilir.

Bu tez çalışmasında elde edilen veriler bundan sonraki çalışmalara ve araştırmalara ön ayak olabilir ve bazı konularda hem işletmelere hem de akademik çalışma yapacak meslektaşlarımıza kaynak oluşturabilir. Ayrıca elde edilen veriler incelendiğinde bu verilerin özellikle iplik ve havlu üreticilerine faydaları açısından bu alanda çok daha kapsamlı şekilde yorumlanabileceği gerçeği de unutulmamalıdır. Bu açıdan bakıldığında; havlu ve iplik üreticisi firmalar için enzim ve iplik çeşidi ve enzimlerin farklı etkileri hakkında bilimsel bir analiz yapılması konusunda önemli bir kaynak çalışma olarak değerlendirilebilir.

9. KAYNAKLAR

Acar, D. N., “Havlu ve Bornoz Konfeksiyon Süreci Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 115s, (2004).

Aehle, W., *Enzymes in Industry*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 517 s. , (2007).

Alkış, M., “Biyolojik Parlatma Yöntemi İle Pamuklu Kumaşların Yüzey Düzensizliğünün Sağlanması İçin Olası Sorunlar”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul , (2003).

Aniş, P., *Tekstil ön terbiyesi*, Bursa: Alfa Basın Yayın Dağıtım, Ltd. Şti., 204 s., (1998).

ASTM D4970, “Standard Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Martindale Tester”

Aşkın, S., “Pamuklu Havlu Kumaşlarda Performans Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Uşak, (2015).

Ayaz, Ö. ve Duran, K., “Selülozların rejenere selüloz liflerinde kullanımıyla alternatif terbiye prosesleri”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1(2), 34-38. , (2000).

Ayaz, Ö.Y. ve Duran , K., “Selülozların Rejenere Selüloz Liflerinde Kullanımıyla Alternatif Terbiye Prosesleri”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1-2, 34-38., (2000).

BAHTİYARİ, İ., “Viskon Kumaşlarda Farklı Tip Enzimlerle Pilling Probleminin Önlenmesi ve Elde Edilen Efektlerin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir,(2005).

Cavaco, P. A. and Gübitz, G., *Textile Processing with Enzymes*, Woodhead Publishing Ltd., 231 p. , (2003).

Çoban, S., “Tekstil Endüstrisinde Enzim Kullanım Durumları”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı 3, İzmir, 229-231s., (1997).

Dalbaş, E. ve Özçelik, G., “Farklı Yapıdaki Pamuklu Örme Kumaşlarda Anti-pilling İşlemlerinin Etkisi Hakkında Bir Araştırma”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(1), (2015).

Dayıoğlu ve Karakaş, *Elyaf Bilgisi*, İstanbul: Ajans Plaza Tanıtım ve İletişim Hizmetleri A.Ş., 185 s., (2007).

Duran, K. ve Öneş, M., “Tekstil Terbiyesinde Enzimler ve Kullanımı”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı 4, 318-328s., (1994).

Duran, K., Bahtiyari, İ. ve Perinçek, S, “Selülaz enziminin selülozik esaslı kumaşlar üzerine etkisi”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 35-41., (2008).

Eker, P., “Farklı Hammaddeler İçeren Lycralı Dokuma Kumaşlarda Biyo-Parlatma ve Biyo-Parlatmanın Kumaş Performansına Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, (2011).

Erenler P., “Biyoenzimler ve Biyoenzimlerin Örne Kumaş Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, (2009).

European Standard Textiles 14697, “Textiles - Terry Towels and Terry Towel Fabrics - Specification and Methods of Test”.

Kırtay E.ve Kayseri, G.Ö. “Farklı Ölçüm Yöntemleri ile Kumaş Boncuklanma Eğiliminin Değerlendirilmesi”, *Tekstil ve Mühendis*, 18 (84), 27-31, (2011).

Kurbak, G., “Pamuklu Kumaşların Selülazla Terbiyesinin Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2011).

Mavruz, ve Oğulata, “Tekstil Terbiyesinde Biyoparlatma Uygulamaları Ve Pamuklu Örne Kumaşların Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi”, *Tekstil Ve Mühendis*, 66(14): 16-22, (2007).

Mcclosky, G.S. and Jump, M.J., “Bio-Polishing Of Polyester And Polyester/Cotton Fabric”, *Textile Research Journal*, 75(6),480-484, (2005).

Özçelik G., “Kumaş boncuklanma Özelliğinin Objektif Olarak Değerlendirilmesi ve Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma”, Doktora tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri*, İzmir, (2009).

Özdil, N., Özdoğan, E. and Öktem, T., “Effects of Enzymatic Treatment on Various Spun Yarn Fabrics”, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 11(4), (2003).

Sarıışık, M., *Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzimler*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 286, 190 s, (2001).

Schindler, W. D., Hause, P. J., *Chemical Finishing of Textiles, Anti-pilling Finishes*, woodhead publishing limited”, 224 p., (2004).

Seventekin, N., *Tekstil Kimyası*, İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayınları , 110 s. , (2004).

Şekerci, G., “Pamuk Rejenere Selüloz ve Karışımlarından Oluşan Örne Mamüllerin Enzimatik Modifikasyonu ve Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2012).

TS ISO EN 12947-1, Kumaşlarda Aşınma Direncinin Martindale Metoduyla Ölçülmesi (Numune Kopması)

TS ISO EN 13934-1, Kumaşlarda Kopma Mukavemeti Tespiti

TS ISO EN 13937-2, Kumaşlarda Yırtılma Mukavemeti Tayini (Tek-dil metodu)

TSE 629, Tekstil - Havlular ve havlu kumaşlar - Örme - Özellikler ve Deney Metotları

Vermette, P. and Ahamed, A. “Culture-based strategies to enhance cellulase enzyme production from *Trichoderma reesei* RUT-C30 in bioreactor culture conditions”, *Biochemical Engineering Journal*, 40,399-407., (2008).

Zervent B. Ve Çelik N., “Farklı büküm tiplerine sahip hav ipliklerinin havlu performans özelliklerine etkisi”, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1), (2013)

Web 1: <https://web.itu.edu.tr/~berkalpo/TEK111.pdf>

Web 2: <http://www.directtextiles.com/aboutweaving.html>, (2014)

Web 3: <http://www.etchandbolts.com>, (2018)

Web 4: <https://dergipark.org.tr/download/article-file/191269>, (2017)

Web 5: <http://www.mirachemindustries.com/products/Enzymes/133-EMCOZYME-CRS.pdf>

Web 6: https://www.uster.com/fileadmin/stats_data_2013V1/PDF/Uyagulama%20raporu_Tekstil%20end%C3%BCstrisi%20i%C3%A7in%20ortak%20bir%20kalite%20dili.pdf

Web 7: https://www.researchgate.net/figure/258195998_fig1_Figure-1-Example-of-fabric-pilling-samples-from-grade-1-to-grade-5, Haziran 2018

10. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abdullah Can Deniz

Doğum Yeri ve Tarihi : Ovetta 02.02.1982

Lisans Üniversite : Afyon Kocatepe Üniversitesi Uşak
Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği
Bölümü

Elektronik posta : abcdmuh82@hotmail.com

Yayın Listesi :

• Yıldırım, F. F. and Deniz, A. C., “Using Cellulase Enzymes To Improve Antipilling Properties of The Towels”, eds: E.Perrin Akçakoca Kumbasar ve diğ., *XIV the International İzmir Textile and Apparel Symposium*, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 264-269, (2017).