

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖRME KUMAŞLARDA BONCUKLANMA
NEDENLERİNİN İNCELENMESİ**

**Burcu KAHRAMAN
(Teknik Öğretmen)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN:
Yrd. Doç. Dr. S. Müge YÜKSELOĞLU**

İSTANBUL 2006

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, son yıllarda sektörde kullanımı oldukça yaygın olan örme kumaş yapılarında (özellikle farklı lif ve iplik çeşitleri dikkate alınarak) sık rastlanan hatalardan olan boncuklanma davranışları incelenmiştir. Ayrıca giyim denemeleriyle boncuklanma test cihazları arasındaki ilişki tespit edilmeye çalışılmıştır. Ortaya çıkan verilerin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen parametrelerin, örme kumaş yapılarında kullanılabilmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının yürütülmesi sırasında her aşamada yardım ve desteklerini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. S. Müge YÜKSELOĞLU' na; örme kumaşların temininde ve örme kumaşların Martindale Boncuklanma Test Cihazı ile boncuklanmanın ölçümünde bana yardımcı olan AKBAŞLAR A.Ş.'nin Örme Bölüm Sorumlusu Tekstil Öğretmeni Sayın Tekin GAZİ' ye ve BİESSECE A.Ş.'nin Örme işletme Md. Yrd. Sayın Tuncay YILMAZ' a; iplik testleri sırasında çalışmaların tamamlanmasında yardımcı olan Sayın Arş. Gör. İlker MISTIK ve BİRTEKS A.Ş. İşletme Şefi Sayın Baki KARAAĞAÇ'a; çevirimlerimde bana danışmanlık yapan İngilizce Öğretmeni Sayın Nazmiye GÜNDOĞDU' ya; çalışmalarım sırasında yardımlarını benden esirgemeyen Teknik Öğretmen Sayın E. Alp ÇİMŞİTOĞLU' na; çalışmalarım süresince manevi desteklerini hissettirdikleri ve her zaman yanımda olduklarından dolayı ağabeyim Sayın Ercan KAHRAMAN'A, ablam Sayın Nurcan ERDOĞAN' a, annem Sayın Ganime KAHRAMAN' a ve babam Sayın Hayrullah KAHRAMAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz, 2006

Burcu KAHRAMAN

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
SEMBOL LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	VIII
ŞEKİL LİSTESİ.....	IX
TABLO LİSTESİ.....	X
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM II. GENEL BÖLÜM.....	3
II.1. BONCUKLANMANIN TANIMI.....	3
II.2. BONCUK OLUŞUMU.....	4
II.2.1. Hav Oluşumu.....	5
II.2.2. Havların Karmaşıklaşarak Boncuk Oluşturması.....	5
II.2.3. Boncuk Büyümesi.....	6
II.2.4. Boncuk Kopması.....	6
II.3. BONCUK OLUŞUMUNUN MEKANİZMASI.....	6
II.4. BONCUKLANMANIN KİNETİK MODELİ.....	11
II.5. BONCUKLANMA ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ.....	14
II.5.1. Numunenin Yuvarlanmasını Esas Alan Test Yöntemleri.....	15
II.5.1.1. ICI Boncuklanma Test Kutusu Cihazı.....	15
II.5.1.2. Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı.....	16
II.5.2. Aşınmayı Esas Alan Boncuklanma Cihazları.....	17
II.5.2.1. Martindale Aşındırma Cihazı.....	17
II.5.2.2. Hatra Boncuklanma Testi.....	18
II.5.2.3. IWS Test Cihazı.....	19

II.5.2.4. Elastomerik Yastık Taban Metodu.....	19
II.5.2.5. Fırçalı Taban Metodu.....	19
II.5.3. Boncuklanma Testlerini Değerlendirme Yöntemleri.....	19
II.5.4. Test Cihazlarının Hassasiyetleri.....	20
II.6. KUMAŞ BONCUKLANMASININ OBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	21
II.7. BONCUKLANMAYI ETKİLEYEN LİF, İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİ.....	24
II.7.1. Lif Özellikleri.....	24
II.7.1.1. Lif Tipi.....	24
II.7.1.2. Lif İnceliği ve Kesit Şekli.....	25
II.7.1.3. Lif Uzunluğu.....	25
II.7.1.4. Lif Kıvrımlılığı.....	25
II.7.1.5. Sağlamlık ve Eğilme Dayanımı.....	26
II.7.1.6. Lifler Arası Sürtünme Kuvveti.....	26
II.7.1.7. Lif Karışımları.....	26
II.7.2. İplik Özellikleri.....	27
II.7.2.1. İplik Eğirme Sistemi.....	27
II.7.2.2. İplik İnceliği.....	29
II.7.2.3. İplik Bükümü.....	29
II.7.2.4. İplik Kat Adedi.....	29
II.7.2.5. İplik Karışım Oranı.....	30
II.7.2.6. İplik Tüylülüğü.....	30
II.7.3. Kumaş Özellikleri.....	30
II.7.3.1. Kumaş Sıklığı.....	31
II.7.3.2. Kumaş Dokusu.....	31
II.7.3.3. Kumaş Ağırlığı.....	31
II.7.4. Bitim ve Apre İşlemlerinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	31
BÖLÜM III. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	35
III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ.....	35
III.2. ARAŞTIRMA ARAÇLARI, TEST METODLARI VE STANDARTLARI.....	35
III.2.1. İplikte Numara Ölçümü.....	36
III.2.2. İplikte Büküm Ölçümü.....	37
III.2.3. İplikte Tüylülük Ölçümü.....	37
III.2.4. İplik Mukavemeti Ölçümü.....	38
III.2.5. İplik Sürtünme Dayanımı Ölçümü.....	39
III.2.6. Kumaşlarda Boncuklanma Tespiti.....	39
III.3. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	40
III.3.1. Kullanılan Materyaller.....	40
III.3.1.1. Kumaşlar.....	40
III.3.1.2. Kumaşların Boncuklanmasının Martindale Boncuklanma Test Cihazı İle Belirlenmesi.....	42
III.3.2. Örme Kumaşlarda Boncuklanmaya Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi.....	43
III.3.2.1. Hammaddenin Etkisi.....	43
III.3.2.2. Elastomerik Elyafın Etkisi.....	43

III.3.2.3. İplik Tipinin Etkisi	44
III.3.2.4. İplik Bükümünün Etkisi	44
III.3.2.5. İplik İnceliğinin Etkisi.....	45
III.3.2.6. Kumaş Konstrüksiyonunun Etkisi	45
III.3.2.7. İplik İnceliği ve Desenin Etkisi.....	46
III.3.2.8. Katlı İpliğin Etkisi	46
III.3.2.9. Rengin Etkisi	47
III.3.2.10. Bitim İşleminin Etkisi	47
III.3.2.11. Gerçek Giyim Denemeleri ile Laboratuar Testlerinin Karşılaştırılması.....	49

BÖLÜM IV. KUMAŞLARA UYGULANAN MARTİNDALE TEST

CİHAZI SONUÇLARI.....	52
IV.1.HAMMMADDE ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	52
IV.2. ELASTOMERİK ELYAFIN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	53
IV.3. İPLİK TİPİNİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	53
IV.4. İPLİK BÜKÜMÜNÜN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	55
IV.5. İPLİK İNCELİĞİNİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	55
IV.6. KUMAŞ KONSTRÜKSİYONUNUN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	56
IV.7. İPLİK İNCELİĞİ VE DESENİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	57
IV.8. KATLI İPLİĞİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	57
IV.9. RENGİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	58
IV.10. BİTİM İŞLEMİNİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI.....	59
IV.11. GERÇEK GİYİM DENEMELERİ İLE LABORATUAR .TESTLERİNİN YORUMLANMASI.....	62
BÖLÜM V. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	66
EKLER.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	94

ÖZET

ÖRME KUMAŞLARDA BONCUKLANMA NEDENLERİNİN İNCELENMESİ

Boncuklanma problemi, tekstilde hem üreticiyi hem de tüketiciyi rahatsız eden ve kumaş kalitesini olumsuz etkileyen en önemli problemlerden biridir. Boncuklanmayı etkileyen faktörlerle birlikte kullanılan test cihaz ve yöntemleri de kumaşların boncuklanma performanslarının değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Çalışmanın birinci kısmında sektörde kullanımı oldukça yaygın olan çeşitli yapılarda örme kumaşlar (özellikle farklı lif ve iplik çeşitleri dikkate alınarak) temini sağlanmıştır. Bu örme kumaşları oluşturan ipliklerinin büküm, mukavemet, tüylülük, sürtünme gibi temel özellikleri laboratuvar test cihazlarıyla tespit edilmiştir. Daha sonra örme kumaşların Martindale Boncuklanma Test cihazıyla boncuklanma davranışları incelenmiştir. Lif karışım oranı, iplik bükümü, iplik tipi, kumaş konstrüksiyonu, elastomerik elyaf ve bitim işlemleri incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında on farklı örme kumaştan t-shirt dikilerek giyim denemeleri yapılmış ve test cihazından elde edilen sonuçlar ile giyim denemeleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın sonunda, örme kumaşlarda boncuklanmaya etki eden faktörler incelenip en uygun örme kumaş yapıları tavsiye edilmiştir.

Temmuz, 2006

Burcu KAHRAMAN

ABSTRACT

THE ANALYSIS OF THE REASONS OF PILLING IN KNITTED FABRICS

Pilling problem is one of the major problems which affects the quality of the fabric in a negative way and which disturbs both the consumer and the producer. In addition to the factors affecting pilling, test equipments and methods used are quite important from the angle of the analysis of the performance of pilling of fabrics.

In the first part of the study, knitted fabric forms (various forms of fibres and threads are concerned) which are commonly used in the sector have been obtained. The main properties of yarns, which produced the knitted fabrics, such as twist, tenacity, hairiness and friction have been determined with the help of laboratory test equipments. Later, the pilling behaviours of the knitted fabrics were analysed with the Martindale Pilling Test equipment. Fibre blend proportion, yarn twist, yarn type, fabric construction, elastomeric fibres and finished processes were analysed.

In the second part of the study, ten T-shirts were produced using ten different types of knitted fabrics and dressing trials were carried out and the results were obtained from the test equipment and later the dressing trials were compared.

The factors affecting pilling in knitted fabrics were analysed and the most appropriate types of knitted fabric types were suggested.

July, 2006

Burcu KAHRAMAN

SEMBOL LİSTESİ

cm²	: Santimetrekare
m	: Metre
mm	: Milimetre
g/m²	: Gram/metrekare
mg	: Miligram
kg	: Kilogram
mg/m	: Miligram/metre
°	: Derece
°C	: Santigratderece
Hz	: Hertz
kPa	: Kilopaskal
cN/m²	: Santinewton/metrekare
Nm	: Numara Metre
Ne	: Numara İngiliz
g/tex	: Gram/tex
kg/tex	: Kilogram/tex
N/tex	: Newton/tex
H/m	: Metredeki Tüy Sayısı
T/m	: Metredeki Büküm Sayısı
α_e	: İngiliz Büküm Katsayısı

KISALTMALAR LİSTESİ

OE : Open End Eğirme Sistemi

Z : Sağ Büküm

S : Sol Büküm

SOFM : Self-Organizing Feature Map (Kendini Organize Eden Nitelik Haritası)

FFT : Fast Fourier Transform (Hızlı Fourier Dönüşümü)

ŞEKİL LİSTESİ

	SAYFA
Şekil II.1. Örnek Bir Boncuk Görünümü Fotoğrafı (poliester/pamuk karışumlu kumaş).....	4
Şekil II.2. Boncuklanma Mekanizmasının Aşamaları.....	8
Şekil II.3. Poliester Lifinin Çeşitli Yıpranma Durumları.....	9
Şekil II.4. Poliester Lifinin Boncuk İçindeki Yıpranma Durumu.....	10
Şekil II.5. Yorulma Şekli: Burulma Deformasyonu ve Karışım Kombinasyonu.....	10
Şekil II.6. Yorulma Şekli: İğne Üzerinde Çift Eksenli Dönüş.....	11
Şekil II.7. Brand ve Bohmfalk'ın Kinetik Modeli.....	11
Şekil II.8. Conti ve Tassinari'nin Kinetik Modeli.....	12
Şekil II.9. Conti ve Tassinari'nin Basitleştirilmiş Kinetik Modeli.....	12
Şekil II.10. Birleştirilmiş Boncuklanma Kinetik Modeli.....	13
Şekil II.11. İki Kutulu ICI Boncuklanma Test Cihazı.....	15
Şekil II.12. Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı.....	17
Şekil II.13. Martindale Aşındırma Cihazı.....	18
Şekil II.14. Işıklı Görüntü Analizi Deneysel Araç.....	23
Şekil II.15. Çeşitli Liflere Ait Boncuklanma Test Eğrileri.....	24
Şekil III.1. Numara Çıkrığı.....	36
Şekil III.2. Hassas Terazî.....	36
Şekil III.3. Büküm Ölçme Cihazı.....	37
Şekil III.4. İplik Tüylülük Ölçer Test Cihazı.....	38
Şekil III.5. İplik Mukavemet Ölçüm Cihazı.....	38
Şekil III.6. İplik Sürtünme Dayanımı Test Cihazı.....	39
Şekil III.7. Nu Martindale Boncuklanma Test Cihazı.....	39
Şekil IV.1. Hammaddenin Boncuklanma Üzerindeki Etkisi.....	52
Şekil IV.2. Elastomerik Elyafın Boncuklanma Üzerindeki Etkisi.....	53
Şekil IV.3. İplik Tipinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi I.....	54
Şekil IV.4. İplik Tipinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi II.....	54
Şekil IV.5. İplik Bükümünün Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	55
Şekil IV.6. İplik İnceliğinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	56
Şekil IV.7. Kumaş Konstrüksiyonunun Boncuklanma Üzerinde Etkisi I.....	56
Şekil IV.8. Kumaş Konstrüksiyonunun Boncuklanma Üzerinde Etkisi II.....	57
Şekil IV.9. İplik İnceliğinin ve Desenin Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	57
Şekil IV.10. Katlı İpliğin Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	58
Şekil IV.11. Boyama Renginin Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	58
Şekil IV.12. B Firmasının Uyguladığı Bitim İşleminin Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	59
Şekil IV.13. A Firmasının Uyguladığı Bitim İşleminin Boncuklanma Üzerinde Etkisi.....	60

TABLO LİSTESİ

	SAYFA
Tablo II.1. Boncuklanma Durumunda Etkili Lif Özellikleri.....	7
Tablo II.2. Boncuklanma Test Yöntemleri ve Kullanılan Standartları.....	15
Tablo II.3. ICI Test Cihazı Boncuklanma Değerlendirilmesi.....	16
Tablo II.4. Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı Boncuklanma Değerlendirmesi.....	17
Tablo II.5. Martindale Aşındırma Cihazı Boncuklanma Değerlendirmesi.....	18
Tablo III.1. Örme Kumaşlar ve Özellikleri.....	41
Tablo III.2. Örme Kumaşların Martindale Boncuklanma Test Cihazı ile Ölçümünün Boncuklanma Dereceleri.....	42
Tablo III.3. Boncuklanma Üzerinde Hammaddenin Etkisi.....	43
Tablo III.4. Boncuklanma Üzerinde Elastomerik Elyafın Etkisi.....	43
Tablo III.5. Boncuklanma Üzerinde İplik Tipinin Etkisi I.....	44
Tablo III.6. Boncuklanma Üzerinde İplik Tipinin Etkisi II.....	44
Tablo III.7. Boncuklanma Üzerinde İplik Bükümünün Etkisi.....	45
Tablo III.8. Boncuklanma Üzerinde İplik İnceliğinin Etkisi.....	45
Tablo III.9. Boncuklanma Üzerinde Kumaş Konstrüksiyonunun Etkisi I.....	46
Tablo III.10. Boncuklanma Üzerinde Kumaş Konstrüksiyonunun Etkisi II.....	46
Tablo III.11. İplik İnceliğinin ve Desenin Etkisi.....	46
Tablo III.12. Boncuklanma Üzerinde Katlı İpliğin Etkisi.....	47
Tablo III.13. Boncuklanma Üzerinde Boyama Renginin Etkisi.....	47
Tablo III.14. B firmasından Temin Edilen Kumaşların Boncuklanma Davranışları Üzerinde Bitim İşlemlerinin Etkisi.....	48
Tablo III.15. A Firmasından Temin Edilen Kumaşların Boncuklanma Davranışları Üzerinde Bitim İşlemlerinin Etkisi.....	49
Tablo III.16. Gerçek Giyim Denemelerinde Kullanılan Kumaşların Özellikleri.....	50
Tablo III.17. Gerçek Giyim Denemelerinde Kullanılan Kumaşların Boncuklanma Dereceleri.....	51
Tablo IV.1. B Firmasının Bitim İşleminin ANOVA Tablosu.....	59
Tablo IV.2. A Firmasının Bitim İşleminin ANOVA Tablosu.....	60
Tablo IV.3. Gerçek Giyim Denemeleri ile Laboratuar Testlerine Uygulanan ANOVA Tablosu.....	61

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Boncuklanma; tekstil yüzeylerinde yıkama ve giyim gibi mekanik etkilerden doğan sürtünme sonucu, bir veya daha fazla sayıda lifle tutunan küçük, karmaşıklaşmış lif kümesinin oluşması ve tekstil yüzeyine hoş olmayan bir görünüm veren kumaş yüzey hatasıdır.

Boncuklanmanın bir sorun olarak algılanıp üzerinde ciddi araştırmaların başlaması 1950' li yıllara rastlamaktadır. Bu yıllarda az büküm ile üretilen trikotaj ipliklerinden elde edilen örme giysilerin kullanımının yaygınlaşması beraberinde boncuklanma sorununu da getirmiştir.

Daha sonra sentetik liflerinin bulunması ve bu liflerin doğal liflerle karışımlarının tekstil hammaddesi olarak kullanılmaya başlaması bu liflerden üretilen kumaşlarda, boncuk miktarını ve boncuğun dayanıklılık süresini arttırmış ve boncuklanma sorununun daha da ciddi bir sorun olarak ele alınmasına sebep olmuştur.

Boncuklanma sorununu gündeme getiren bir üçüncü neden olarak talepler doğrultusunda üreticilerin gramajı düşürmeleri gösterilebilir.

Konu ile ilgili olarak yapılan ilk çalışmaların büyük bir kısmı, boncuk oluşum mekanizması ve bu mekanizmanın modellenmesi üzerinedir. 1970 ve 1990 yılları arasında bu çalışmaların yerini, boncuklanmaya etki eden lif ve iplik özelliklerinin yanı sıra; terbiye işlemlerinin boncuklanma üzerine etkisi, farklı kumaş yapılarının

boncuklanmaya karşı dayanıklılıkları, boncuklanma test yöntemleri ve farklı teknikler kullanılarak boncuklanma mekanizmasının görüntülenmesi gibi konular almıştır. 2000'li yıllara gelindiğinde ise boncuklanma konusunun hala güncelliğini koruduğu ve çalışma konularının, test yöntemlerinin elyaf, iplik, kumaş parametrelerine karşı hassasiyetlerinin değişimi, test yöntemlerinin giyim denemeleriyle karşılaştırılması, görüntü analiz tekniği ile boncuklanmanın saptanması, tüysüz iplikten üretilen kumaşların boncuklanma performanslarının diğer konvansiyonel yöntemlerle üretilenlerle kıyaslanması gibi konulara yer verildiği görülmüştür.

Bu çalışmanın amacı; son yıllarda yaygın kullanıma sahip örme kumaşlarda, başlıca iplik ve kumaş parametrelerinden; elyaf karışım oranı, iplik numarası, iplik bükümü ve örgü tipinin, kumaşın boncuklanma davranışı üzerindeki etkilerini incelemektir. Ayrıca bu çalışmada elastomerik elyafın etkisini incelemek için elastomerik elyaf içeren ve içermeyen kumaşlar test edilerek sonuçları analiz edilmiştir. Bitim işleminin boncuklanma davranışı üzerinde etkisini gözlemlemek amacıyla ham ve bitim işlemi görmüş kumaşlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu proje çalışmasında diğer önemli husus da on adet farklı örme kumaştan t-shirt dikilerek giyim denemeleri yapılması ve test cihazından elde edilen sonuçlar ile giyim denemelerinin karşılaştırılarak test cihazlarının boncuklanma derecelerinin incelenmesidir.

BÖLÜM II

GENEL BÖLÜM

II.1.BONCUKLANMANIN TANIMI

“Boncuklanma giysi yüzeyine bir veya daha fazla lifle tutunan küçük, karmaşıklaşmış lif kümeleriyle karakterize edilen ve giysiye hoş olmayan bir görünüm veren kumaş yüzey hatasıdır. Kumaş yüzeyinde görülen gevşek lif karmaşıklıklarına da boncuk denir” [1].

Sivakuvar ve Pillay’a [2] göre boncuklanma; *“ovalama etkisi ile kumaş yüzeyinde karmaşıklaşan lif demetleridir”.*

Alston’ın tanımına göre [3] boncuklanma, *“sweatshirtlerin görünümünü ve tutumunu etkileyen istenmeyen olay olarak tanımlar. Boncuk birkaç sıkı sıkıya tutunan lif ile kumaş yüzeyine tutunan karmaşıklaşmış lif topağıdır”.*

Sridharan [4] boncuklanmayı, *“giysi yüzeyinde ortaya çıkan fiziksel süreç (işlem), arasıra kirleticilerle birlikte, liflerin ilavesiyle küçük yumakların oluşumu”* şeklinde tanımlamıştır. Bu lifler yığılarak kumaş yüzeyine sıkı sıkıya tutunan ve giysiye kötü görünüm veren boncuklardır.

Uluslararası Kumaş Bakım Enstitüsü’nün Eğitim ve Tüketici İlişkileri Departmanı boncuklanmayı, *“kumaş yüzeyindeki topaklar veya küçük lif karmaşıklaşması”* şeklinde tanımlamaktadır [5]. Boncuklar yüzeye sıkı sıkıya tutunurlar. Çünkü lifler kumaştaki ipliklere hala sıkıca bağlıdır. Boncuklanma, kumaş dokunuş ve görünümünü değiştirir.



Şekil II.1.Örnek Bir Boncuk Görünümü Fotoğrafi (Poliester/Pamuk Karışım Kumaş) [2]

II.2. BONCUK OLUŞUMU

Boncuk oluşumu genellikle; hav oluşumu, boncuk karmaşıklaşması, boncuk büyümesi ve boncuğun uzaklaşması olarak dört aşamada incelenebilir[5]. İlgili oluşumlar aşağıdaki alt başlıklarda incelenecektir.

Bilindiği üzere boncuklar iplikteki yüzey liflerinin migrasyonu sonucu giysi üzerinde serbest liflerin oluşmasından dolayı meydana gelirler. Boncuklar aynı zamanda ipliklerden sarkan liflerin birbirlerine dolanması ve geçmesi sonucunda oluşurlar. Boncuk oluşumunu kolaylaştıran yabancı maddeler de boncuklara yapışabilirler. Oluşmaya başlayan boncuk belirli bir limite ulaşıncaya kadar büyür. Eğer herhangi bir zamanda eğilme ve çekilme kuvvetleri gibi dış kuvvetler boncuğu yüzeye bağlayan tutucu liflerin toplam mukavemetini geçerse boncuk ayrılır. Böyle durumlar düşük kopma mukavemeti ve eğilme direncine sahip bazı sentetik lifler ve yün lifleri için geçerlidir. Eğer tutucu liflerin kopma mukavemetleri ve eğilme dirençleri dış kuvvetlerden daha fazla ise bu durumda boncuk yüzeye bağlı şekilde kalmaya devam edecektir[5].

Boncuklar genellikle yabancı madde içerirler ve bu durum arzu edilmeyen kumaş görünümünü daha da belirgin hale getirir. Hidrofobik lifler elektrostatik özellikleri nedeniyle hidrofil liflere göre yabancı maddeleri çekmeye daha eğilimlidirler. Kopmuş ve karmaşıklaşmış lifler kumaş yüzeyine tutunan liflere göre daha kısırdırlar. Bu lifler en ince ve en elastik lifler iken tutucu lifler en güçlü liflerdir. Daha yüksek kopma ve esneme mukavemeti ve aşınma direncine sahip sentetik liflere kıyasla yün, pamuk, viskoz gibi kopma dayanımı ve aşınma dayanımı

düşük olan liflerde boncuklar sürtünme sonucu yüzeyi daha kolay terk edecektir. Bu bilgilerin ışığı altında, konunun başında bahsedilen boncuklanmanın bu 4 aşaması daha detaylı incelenebilir[5].

II.2.1.Hav Oluşumu

Gintis ve Mead yaptıkları çalışmalarda [6], kumaş yüzeyinde aşınmanın ilk etkisinin boncuklanma başlamadan önce hav oluşumunun başlaması olarak belirtmişlerdir. Bunun iki olasılıkla olabileceğini düşünmüşlerdir. Bunlardan birincisi, iplik yapısına dahil olmayan serbest lif uçlarının açığa çıkması ikincisi de; lif halkalarının iki bacağından birinin çekilerek serbest lif uçları halinde dönüşmesidir. Bir lif ucunun iplik yapısından dışarı çekilebilmesi için kumaşa uygulanan sürtünme kuvvetini, iplik içerisindeki lifler arası sürtünme kuvvetini ve liflerin iplikler arasından eğilip-bükülerek dolanması sonucu oluşan tepki kuvvetini yenmesi gerekir. Eğer sürtünme sonucu; bu tepki kuvvetleri lifin kopma mukavemetini yenersen lif ucu dışarı çekileceğinden lif kopmuş olur. Bu nedenle lifin kopma mukavemeti uygulanabilecek aşınma kuvvetine ve dolayısıyla ulaşılacak maksimum lif uzunluğunu belirler. Böylece zayıf liflerin kopması, kısa ve daha iyi olan bir hav tabakasının oluşmasına yol açar. Sonuç olarak araştırmacılar, boncuk oluşumunun gerçekleşebilmesi için öncelikle lif özelliklerine bağlı olarak hav oluşumunun kritik bir hav yüksekliğine ulaşması gerektiğini göstermişlerdir.

II.2.2. Havların Karmaşıklaşarak Boncuk Oluşturması

Calil ve Hearle [7], %67/33 poliestere/pamuk kumaş numuneleri için, tarayıcı elektron mikroskopu altında yaptıkları gözlemlerinde lifler arasında yüksek dereceli bir ilişki olduğunu ve lif karmaşıklıkları içerisinde yer alan poliestere liflerinde çift eksenli bir yıpranma hasarının meydana geldiğini, böylece hasarların lifteki yıpranmış noktaların eğilme modüllerini düşürdüğüne işaret edip, bu durumun esnekliği artırıp sürekli karmaşıklaşma olasılığını yükseltebildiğini belirtmişlerdir.

Cooke ise üç aşamalı yaptığı çalışmasında [8], %100 pamuk, %50/50 pamuk/poliester ve %100 poliestere giysilerle yaptığı denemelerde 100 boncuğu liflerine ayırarak mikroskop altında incelemiş ve boncukların sadece %12'sinin düğüm içerdiğini, %15'inde yabancı madde olduğunu ancak örneklerin %50'sinin yabancı madde içermediğini belirterek lif karmaşıklığının normal hav yapısında lifler arasında meydana geldiğini ifade etmiştir.

II.2.3. Boncuk Büyümesi

Cooke bir diğer çalışmasında ise [9], boncuk oluşmadan önce hav oluşum aşamasının meydana gelerek kritik hav yüksekliğinin oluştuğunu ve bunun sonucunda da, boncuklanmanın başladığını tespit etmiştir. Boncuk gelişimi safhalarının gerçek giyim durumlarında izleyebilmek amacıyla oluşturduğu pamuk/poliester karışımı interlok kumaşları yaş ve 60 °C’ deki kurutucuda bir saat relakse ederek 10 cm²’ler halinde kesmiştir. Yeleğin üst, ön ve arka ortasına yerleştirerek bu parçaların üç günlük giyilme ve yıkama sonrasındaki boncuk gelişimlerini incelemiş ve aslında boncuk başlangıç ve gelişiminin aşağıda açıklanan altı aşamadan oluştuğunu belirlemiştir:

1. Yüksek hav yoğunluğu olan belli bir alanın oluşması,
2. O alan içinde gevşek, karmaşık bir yapının gelişmesi,
3. Gevşek karmaşık yapının küreye benzer bir lif kümesi şeklinde sıkılaşması,
4. Bağlantı liflerinin ayrı hareketli bir boncuk oluşturması için çekilmesi,
5. Boncuğun yeni yerleşimi ile belli bağlantı liflerinin kopması,
6. Kalan bağlantı liflerinin kopması ve boncuğun kaybedilmesi.

II.2.4. Boncuk Kopması

Cooke yaptığı çalışmalarda [10], boncuğun kumaş yüzeyinden kopuşunun iki şekilde olabileceğini belirtmiştir, bunlar:

1. Gerilme ile kopuş: Boncuğa etkiyen sürtünme kuvveti, bağlayıcı liflerin sağladığı mukavemetten fazla ise boncuk kumaştan ayrılır.
2. Çekme ile kopuş: Uygulanan sürtünme kuvveti, bağlayıcı liflerin sağladığı mukavemetten düşük ama bağlayıcı lif-iplik sürtünmesinden fazla ise bağlayıcı lifler kumaş yüzeyinden dışarı çekilir ve boncuk kopar.

II.3. BONCUK OLUŞUMUNUN MEKANİZMASI

Boncuklanma mekanizmasına çalışmış Gintis ve Mead [6], boncuklanma eğiliminin 3 farklı aşamadan oluştuğunu göstermiştir; bunlar:

1. Liflerin kumaş yüzeyinden birtakım mekanik etkiler sonucu çekilmesi ve tüy oluşumu,
2. Tüylerin boncuğa dönüşmesi, karışması ve

3. Sürtünme, yıkama, kurutma gibi giyim ve yıkama süresince sürekli mekanik etki altında boncuğun kopmasıdır.

Tüy oluşumunda, liflerin iç sürtünmesi ve bükülme sertliği önemli faktör olarak bulunmuştur. Karmaşıklaşma yoğunluğu lif doğrusal yoğunluğu, kesitsel biçim ve sertliği ile bağlantılıdır. Boncuk kopması, sürtünme dayanımı, bükülme sertliği ve esneklik süreci ile bağlantılıdır. Bu sentetik liflerin yüksek dayanımının boncuk kopmasını engellediğini ve elektrostatik özelliklerinin yabancı materyallerin çektiğini ve boncuk çekirdeğini (özünü) hareket ettirdiğini gösterir.

Genel kavram Gintis ve Mead tarafından tanımlanmış [6] ve Tablo II.1.'de özetlenmiştir; boncuklanmanın üç farklı durumu tablonun sol tarafında listelenmiş ve bu durumlar üzerinde önemli lif özellikleri sağ tarafta gösterilmiştir.

Tablo II.1. Boncuklanma Durumunda Etkili Lif Özellikleri [6]

Durumlar	Lif Özellikleri
Tüy oluşumu	Sürtünme
	Bükülmezlik, sertlik, rijitlik
	Kopma dayanımı
	Sürtünme direnci
Karmaşıklık	Biçim, şekil
	Doğrusal yoğunluk
	Bükülmezlik
	Geri kazanma
	Sürtünme
	Uzama, genişleme
Boncuk kopması	Kopma dayanımı
	Esneklik ömrü

Yapılan bir çalışmada [11] boncuklanma mekanizmasının ise şu aşamalardan geçtiği belirtilmiştir:

A: Boncuklanma başlamadan önce,

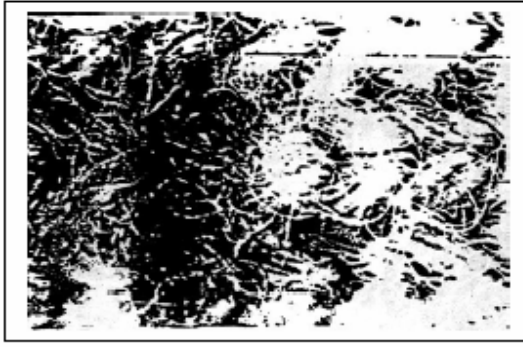
B: Lif uçlarının kumaş yüzeyinde açığa çıkması,

C: Lif uçlarının karmaşıklaşması ve boncuk oluşumunun başlaması,

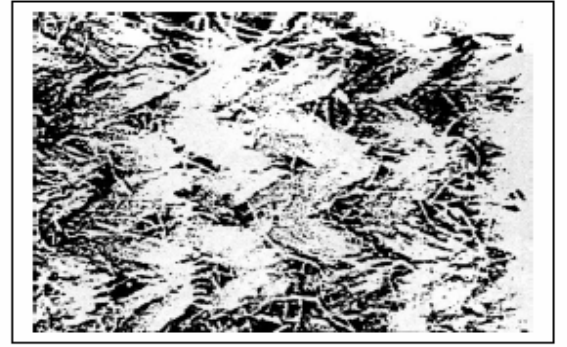
D: Boncuğun büyümesi,

E: Boncuğun kumaş yüzeyinden ayrılması ve

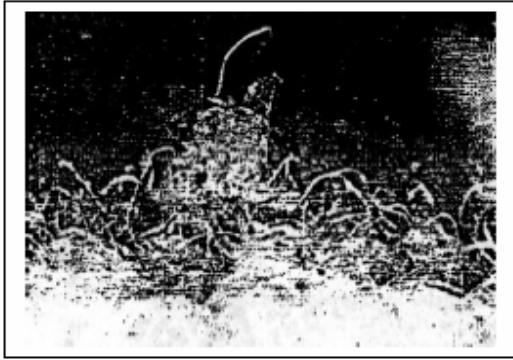
F: Boncuğun kopmasının ardından yeni boncuk oluşumu için hazır lif uçları şeklinde olup bu aşamalar Şekil II.2.'de gösterilmektedir.



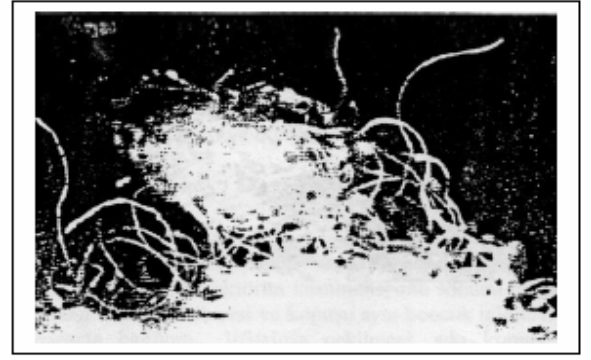
A



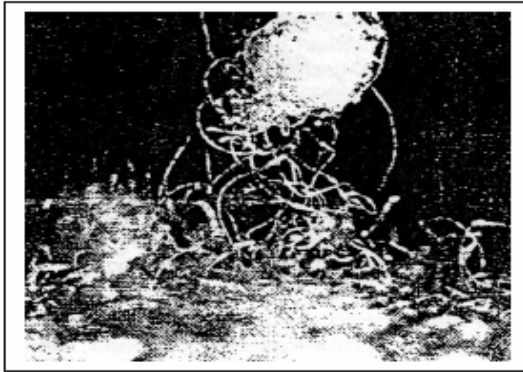
B



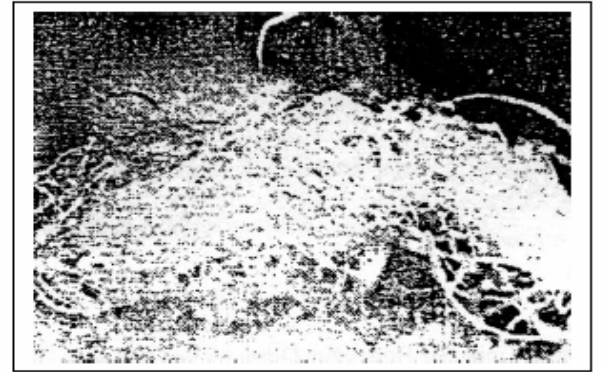
C



D



E

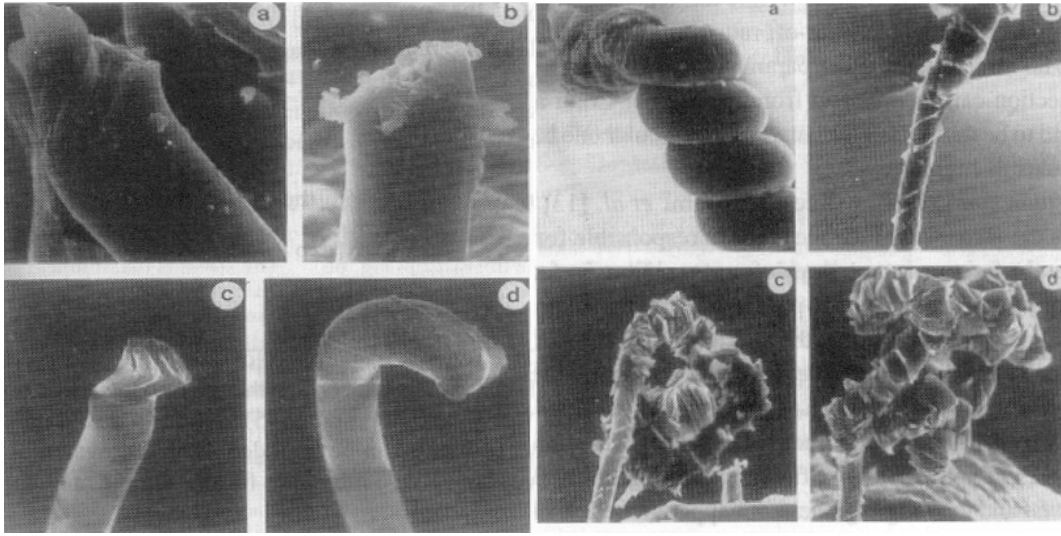


F

Şekil II.2. Boncuklanma Mekanizmasının Aşamaları [11]

Goswami ve arkadaşları poliester lifinin burulma zorlaması durumundaki davranışını incelediği çalışmasında [12], boncuk oluşumuna yol açan proses ve mekanizmaları simüle eden bir laboratuvar tekniğini tanımlamıştır. Çalışmaları, belli kopmuş lif yüzeylerindeki kırık morfolojisinin, bir burulma genliği seviyesinden etkilendiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada araştırmacılar, boncuk veya karmaşıklaşmış lif demetlerinin, lif yüzeylerinde yer alan pul benzeri yapıların yavaş ve dairesel burulma deformasyonlarının sonucunda oluştuğu tezini ileri sürmüşlerdir. Bu savı desteklemek amacıyla, 0.166 mg/m orta mukavemetli ticari poliester lifi 5 Hz dairesel frekansta ve 3° genliğinde burulma zorlanması altında yorulmaya tabi

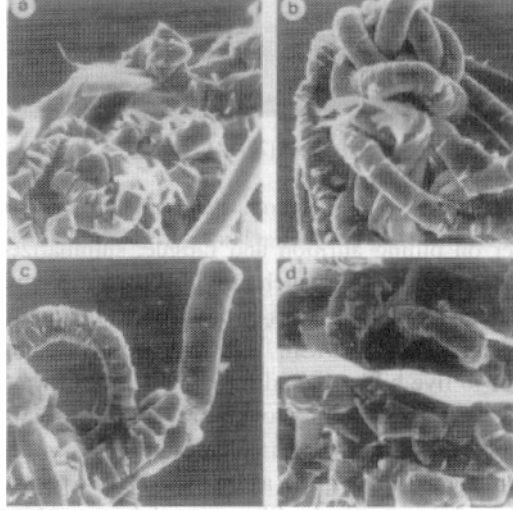
tutulmuş ve tarayıcı elektron mikro-fotoğrafları çekilmiştir (Şekil II.3.). Lif yüzeyi boyunca helisel çizgiler, kırık gelişimi ve kopan uçlarda fibrilleşme gözlenmiştir. Ancak burulma genliği ~ 3 gibi düşük olan seviyelerde, tipik kırık yüzeyleri tamamen farklı bir morfolojik davranış sergilemiş ve üzerinde çalışılan liflerin viskoelastik özellikleri nedeniyle burulma zorlaması genliğinin dağılımının da kırılma morfolojisine etkisi olduğu görülmüştür. Mikrofotoğraflar, bölünmüş lif yüzeyinde sıkışmış plakalar arasındaki helisler ve helisel kırıklar ile liflerin kendi üzerine kıvrımlandığı ve büküldüğü alanlarda ciddi yorulma hasarlarının var olduğunu göstermektedir.



Şekil II.3. Poliester Lifinin Çeşitli Yıpranma Durumları [5]

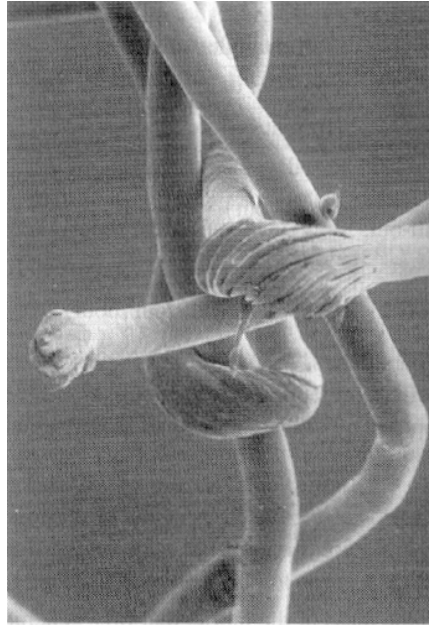
Liflerin çapraz doğrultuda sıkışmış tabaka halinde kademeli kırılmalar göstermesi ilginç bir tablo sergilemektedir. Sıkışmış çapraz kırıklar arası mesafe yaklaşık olarak büküm adımına eşittir (Şekil II.3.).

Yorulma morfolojisi pamuk-poliester liflerinden yapılmış gömleğin yakasından dört boncuğun mikrofotoğrafları Şekil II.4.'de gösterilmektedir. Gömlek, altı kez yıkanmış olup Şekil II.4. a' da da görüldüğü gibi boncuktaki liflerin çoğunluğu kırılmış haldeki poliester olup pamuk lifleri pasif katılımcı konumundadır. Şekil II.4.b' de ise boncuk, fibrillenmiş-kırılmış pamuk liflerinin tüm kütle içinde baskın olduğu görülmektedir. Boncuğun en ilginç yanı, liflerin birbirine kilitlemesine yol açan pulların varlığını ortaya koymasındır. Şekil II.4.a ve II.4.b' deki poliester lifinin yüzeyinde bir dizi helisel çizgi ve işaret de gözlenmiştir. Yıpranma nedeniyle hacimli polimerde ilave kırılmalar Şekil II.4.c ve II.4.d' de de görülmektedir. Pullanmaya rastlanmayan poliester lifi parçalarının, karmaşıklaşma işlemiyle ilgisi olmadığı belirtilmelidir [12].

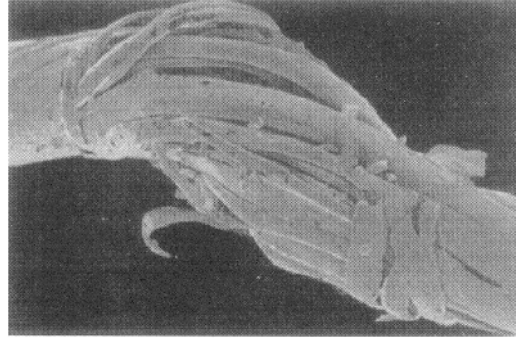


Şekil II.4. Poliester Lifinin Boncuk İçindeki Yıpranma Durumu [5]

Cooke çalışmasında [8,9] boncuk gelişim mekanizmasında lif yorulmasının önemini göstermiş ve boncuk kopması işleminin önemini doğrulamıştır. Fakat yalıtımda burulma yorulmasının küçük rolü olduğunu belirtmiştir. Daha doğrusu, yorulma, sıklıkla burulma deformasyonu ve karışım kombinasyonundan kaynaklanan bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Yorulma şekli ve yapısı iğne üzerinde çift eksenli dönüşlerden elde edilen sonuçla Hearle ve Calil tarafından tanımlanmıştır (Şekil II.5. ve Şekil II.6.).



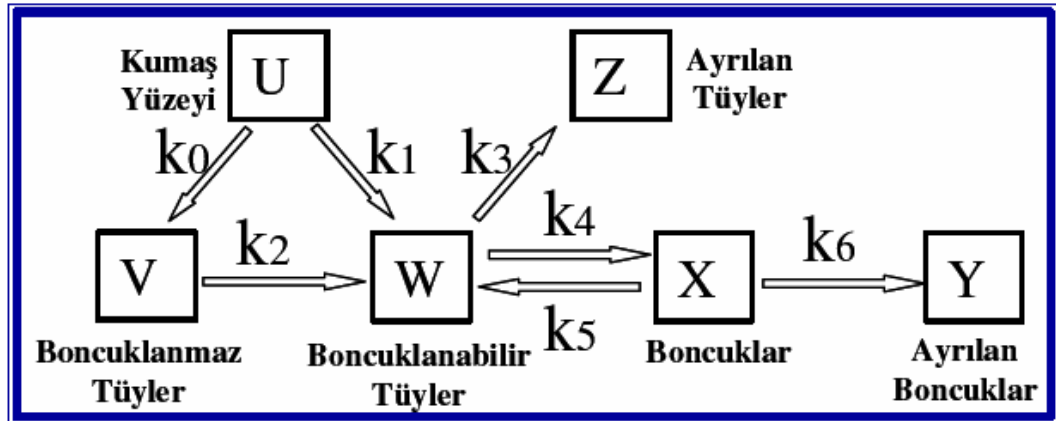
Şekil II.5.Yorulma Şekli: Burulma Deformasyonu ve Karışım Kombinasyonu[5]



Şekil II.6.Yorulma Şekli: İğne Üzerinde Çift Eksenli Dönüş [5]

II.4. BONCUKLANMANIN KİNETİK MODELİ

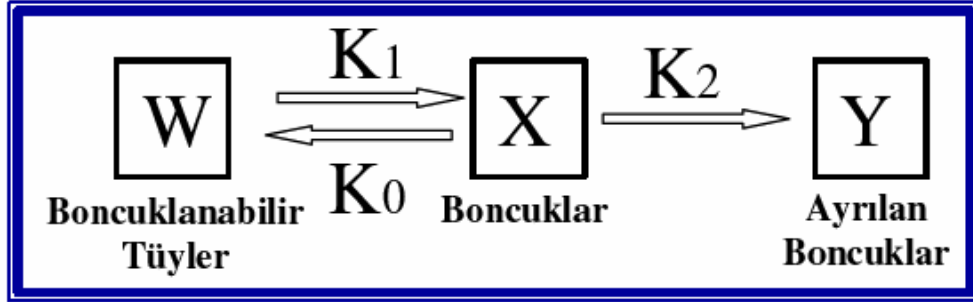
Brand ve Bohmfalk [13] oldukça kompleks bir boncuklanma kinetik modeli geliştirmişlerdir. Bu kinetik modeli; boncuk oluşumu ve düşme mekanizması ile reaktif grupların kimyasal reaksiyonlarındaki kinetik hareketleri arasında benzerlik olduğunu düşünerek geliştirmişlerdir. Bu model 7 adet oran sabiti içermekle birlikte, diğer araştırmacılarca oldukça kompleks bulunmakta ve temelde bazı hipotezlerin gerçekçi olmadığı kabul edilmektedir. Araştırmacılar tarafından sunulan bu model Şekil II.7.'deki gibidir:



Şekil II.7. Brand ve Bohmfalk'ın Kinetik Modeli [13]

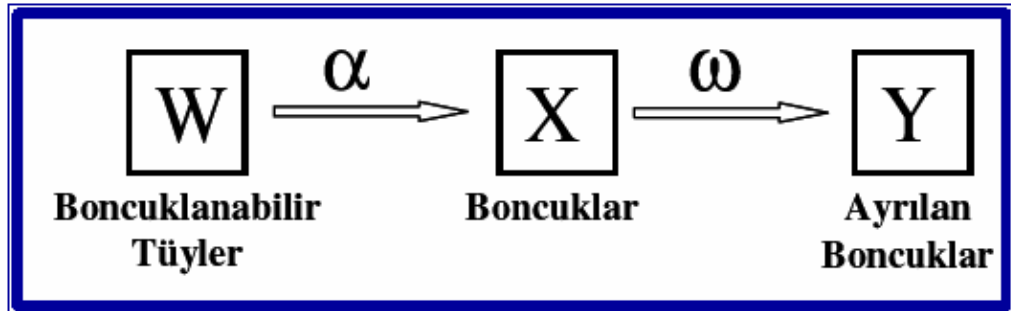
Bu şekilde yer alan her bir k_j sabiti, o basamakta gerçekleşecek olan hav veya boncuk sayısının oluşabilme oranını göstermektedir. Bu oranlardan k_1 kumaş yüzeyindeki boncuklanabilir tüylerin oluşum oranını, k_2 boncuklanamayan tüylerin boncuklanabilen tüylere oranını, k_3 boncuklanabilen tüylerin aşınma oranını, k_4 boncuklanabilir tüylerin boncuk olma oranı, k_5 boncukların boncuklanabilir tüylere dönüşmesi, k_6 boncukların ayrılan boncuklara dönüşüm oranı göstermektedir[13].

Conti ve Tassinari [14], bu model üzerinden daha basit bir model geliştirmişlerdir. Bu basitleştirilmiş model boncuklanma mekanizmasının 3 ana evresini içermekle birlikte Şekil II.8.'deki gibidir. Bu model, 3 kinetik oran sabiti ile boncuklanabilir tüylerin miktarını (W) içermektedir. K_1 parametresi karmaşıklaşmış tüylerin boncuklanabilme oranı, K_2 parametresi boncukların aşınma oranı ve K_0 karmaşıklaşmış lif kümesinden boncuk uzaklaşma oranını göstermektedir[14].



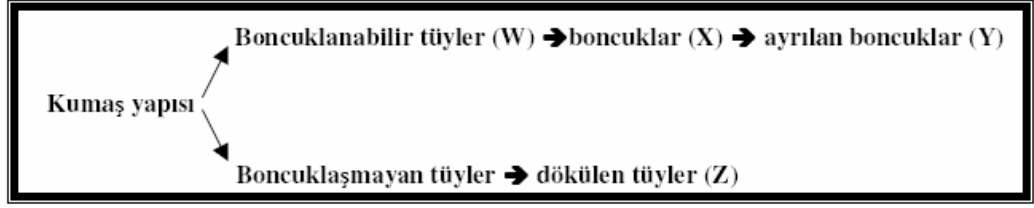
Şekil II.8. Conti ve Tassinari'nin Kinetik Modeli [14]

Conti ve Tassinari daha sonra ilk yapmış oldukları modele denk ve daha basit bir model geliştirmişlerdir. Şekil II.9.'da gösterilen bu model iki oran sabiti içermekte, boncuklaşabilen tüylerin α oranında boncuk oluşturmaya ve w oranında da aşınıp kumaşı terk etmesine dayanmaktadır[14].



Şekil II.9. Conti ve Tassinari'nin Basitleştirilmiş Kinetik Modeli [14]

Araştırmacılar bu modelin, normal boncuk oluşum hızında kumaş üzerinde oluşan boncuk sayısı eğrisinin ve boncuk oluşum mekanizmasının 3 evresini de tanımlamaya yeterli olabileceğini ancak boncuk oluşum hızının boncuk aşınma hızına çok yakın olduğu durumlarda yeterli olmayacağını belirtmişlerdir. Bu modeller doğrultusunda, yün kumaşlar için yapılan laboratuvar testleri arasında, boncuk oluşumuna katılmadan ayrılan tüy miktarının oldukça fazla olduğu bulunmuş ve önceki bulunan tüm modeller birleştirilerek, yüzey tüylerinin değerlendirilmesini sağlayacak olan bir model geliştirilmiş ve bu model Şekil II.10.'da gösterilmiştir [13]:



Şekil II.10. Birleştirilmiş Boncuklanma Kinetik Modeli [13]

Williams [15], Conti ve Tassinari [14] tarafından önerilen kinetik model ICI ve RTPT boncuklanma test cihazlarında boncuklandırılan yünlü kumaşlara başarıyla uyarlanmıştır. Ayrıca bu teori aşınma işlemi esnasında ayrılan, boncuklanabilen ve boncuklanmayan lif bağıl kütlelerini karşılaştırabilecek şekilde geliştirilmiştir. Deneysel çalışma doymuş sodyum sülfat içinde potasyum permanganat ile oksidatif işlem görmüş örneklerin bu işleme tabii tutulmamış örneklere göre her iki tip boncuklanma testi içinde daha az boncuklandığı ve oluşan boncukların daha küçük olduğunu göstermiştir. Williams ayrıca kullanılan test metotlarından hangisinin, boncuklanabilir hav ve kinetik parametrelerde değişiklikler açısından gerçek hayattaki aşınmaya yakın olduğuna dair karşılaştırmalı çalışmalar yapmış; bu çalışmadan boncuk oluşumundan lif-lif sürtünmesindeki değişikliklerden mukavemet ve uzamanın mı sorumlu olduğunun tespit edilemediğini ifade etmiştir.

Cooke, boncuk morfolojisi ve ömrü üzerinde etkili olan boncuk içi lif hasarını üç bölümden oluşan bir çalışmada [9, 16, 17] incelemiştir. İlk bölümde pamuk/poliester liflerden üretilmiş kumaşlar üzerinde tarayıcı elektron mikroskop kullanarak yaptığı incelemelerde lif hasarının boncuğu oluşturacak hav yoğunluğunu azalttığını göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada hasar görmüş liflerin hasar görmeyen liflere göre eğilme rijitliklerinin düşük olması sebebiyle hav dolanma ve boncuk oluşum aşamalarıyla, boncuk morfolojisinin doğrudan etkileneceği belirtilmiştir. İkinci bölümde ise yünlü örme kumaşlar üzerine çalışma yapmış ve lif yorulmasının bu tip kumaşların boncuklanmasıyla ilgili olarak da benzer sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada, yıkama işleminin boncuk oluşumundaki önemi bir kez daha vurgulanırken, boncuk oluşum ve dökülmesinin üç değil altı aşamada (yüksek hav yoğunluğuna sahip belirli bir alanın oluşması, bu alanda gevşek dolanmanın oluşması, dolaşan bu yapının kabaca küresel yapıya dönüşmesi, kumaş yüzeyi ile bağlantı halindeki liflerin hareketli bir boncuk oluşturmak üzere çekilmesi, boncuğun hareketlenmesi ile bağlantı liflerinin kopması, henüz kopmamış liflerin kopuşu ve boncuğun ayrılması) gerçekleştiği gösterilmiştir. Cooke, çalışmasının üçüncü

bölümünde kullanılmış pek çok yünlü örme giysiler üzerinde incelemeler yapmış ve kazakların dirsek kısımlarında her zaman karşılaşılan incelmelerin lif yüzeyinin doğrudan aşınması sonucu ortaya çıkmadığını göstermiştir. Bu kısımlardan aldığı farklı çaplardaki lifler üzerinde yaptığı incelemelerden gevşek yapılı ve/veya düşük bükümlü ipliklerden üretilmiş ürünlerde boncuklanmadan kaynaklanan kumaş hasarının sadece boncuk oluşma ve düşme hızlarına değil aynı zamanda iplik içinde yorulmanın başladığı kritik lif çapına da bağlı olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla boncuklanma, her zaman kendi kendini sınırlayan bir işlem olarak değil dirsekler gibi sürekli aşınmaya maruz kalan kısımlarda ürünün kullanım ömrü boyunca devam eden bir kumaş hasar mekanizması durumu olarak değerlendirilebilir.

II.5. BONCUKLANMA ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Kumaşların boncuklanma direncini belirlemede 20'den fazla metot geliştirildiği bilinmektedir. Genel olarak; boncukların ölçümü iki durumdan oluşur: Laboratuvar test cihazlarıyla boncukların oluşumu ve ikincisi objektif olarak boncukların değerlendirilmesi şeklindedir.

Teorik çalışmaların çokluğuna ve mevcut test metotlarının çeşitliliğine rağmen, subjektif metotlarla boncuklanmanın derecesi; standart fotoğraflarla birlikte boncuklanan örneklerin karşılaştırılması veya İngiliz Standart Enstitüsü'nün Değerlendirme Projesi'nin verdiği kılavuzlardan biri ile değerlendirilmesi şeklinde tespit edilebilmektedir. Subjektif değerlendirme çeşitleri uzmanlarca yapıldığı zaman doğru sonuç vermektedir.

Bu test yöntemleri genel olarak iki ana grupta toplanmakta olup Bölüm II.5.1. ve II.5.2.'de detaylı olarak incelenecektir:

1. Numunenin yuvarlanmasını esas alan test yöntemleri
2. Numunenin aşındırılmasını esas alan test yöntemleri

Boncuklanma ölçümünde en çok kullanılan test yöntemleri ve standartları ise aşağıdaki Tablo II.2.'de verilmiştir:

Tablo II.2. Boncuklanma Test Yöntemleri ve Kullanılan Standartları [10]

Test Yöntemi	Kullanılan Standart
Pilling Box Method	ISO 12945-1:2000
Modified Martindale Method	ISO 12945-2:2000
Brush Pilling Tester	ASTM D 3511-99a
Random Tumble Pilling Tester (RTPT)	ASTM D 3512-99a
Elastomerik Yastık Taban Metodu	ASTM D 3514-99
Martindale Pressure Tester Method	ASTM D 4970-99

II.5.1. Numunenin Yuvarlanmasını Esas Alan Test Yöntemleri

Numunenin serbest şekilde yuvarlanıp rastgele hareketler yapması sağlanır. Böylece farklı aşındırıcı yüzeylere veya aynı kumaştan yapılmış diğer numunelere sürtünmesi sağlanır. Bu yöntemle göre çalışan cihazlar daha detaylı olarak aşağıda incelenmiştir.

II.5.1.1. İki Kutulu Boncuklanma Test Kutusu Cihazı

İki Kutulu Boncuklanma Test Cihazı, küp şeklindeki tahta veya yeni dizayn edilen modellerde plastik döner kutulardan ibaret olup, bu kutuların içi mantar plakalarla kaplanmıştır[18].

Bu test için tüm numuneler standart atmosfer koşullarında (%65±2 nisbi nem ve 20±2°C sıcaklık) kondisyonlandıktan sonra yine aynı şartlar altında test edilir ve değerlendirilirler. Kondisyonlama süresi %100 poliesterden üretilen mamul kumaşlar için 2 saat, diğer tüm kumaşlar için 16 saattir [18].



Şekil II.11. İki Kutulu İki Boncuklanma Test Cihazı [19]

Boncuklanma testi, poliüretan tüplerin üzerine geçirilip dikilen test numunelerinin içi mantar kaplı dönen kutuların içinde yuvarlanması esasına

dayanmakta ve Şekil II.11’de gösterilmektedir. Üzerine numune geçirilmiş olan poliüretan tüplerden birkaç tanesi bir kutuya konularak boncuklanma testi gerçekleştirilir. Kutuların devri 60 devir/dakika olup, örme ve dokuma kumaşlar için test devirleri farklı olmaktadır. Test devirleri; poliester içeren dokuma kumaşlar için 36000, poliester oranı çok yüksek olan dokuma kumaşlar için 18000, örme kumaşlar için 7000’dir. Numunelerin boncuklanma derecesi standart boncuklanmış kumaşların fotoğrafları ile karşılaştırılarak en yakın olan standart derecesi belirlenir [18]. Bu standartlar Tablo II.3.’te verilmiştir:

Tablo II.3. ICI Test Cihazı Boncuklanma Değerlendirilmesi

Değer	Tasvir	Değerlendirme sırasında dikkat edilecek noktalar
5	Değişiklik yok	Görünen değişiklik yok
4	Hafif değişiklik	Hafif yüzey tüylenmesi
3	Orta seviyede değişiklik	Test numunesi aşağıdakilerden birini veya her ikisini sergileyebilir; a) Orta seviyede tüylenme b) Ayrılmış tamamen şekillenmiş boncuklar
2	Önemli ölçüde değişiklik	Belli tüylenme ve/veya boncuklanma
1	Şiddetli değişiklik	Numuneyi kaplayan yoğun tüylenme ve/veya Boncuklanma

II.5.1.2. Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı

Kumaş örnekleri test aletine belirlenen bir zaman süresince yerleştirilir ve kurutulur. Örneklerin boncuklanma dereceleri belirlenir [20].

Bu cihazın iki, dört ve altı üniteli tipleri vardır. Her ünite yatay şekilde yerleştirilmiş 1200 devir/dakika hızla dönen 6 inç uzunluğunda ve 5.75 inç çapında silindirik bir kutudan oluşur [20].

Materyal 45°lik açı halinde atkı ve dolgu malzemesi yönünde 4.13 inç² olmak üzere kesilerek hazırlanır. Kontrol altındaki odacıklarda malzemenin nem dengesi sağlanır. Daha sonra materyal cihaza yerleştirilir ve ayrıca 5mm (0.2inç) uzunluğunda 25 mg ağırlığında ham renkli pamuk lifi test odacığına yerleştirilir. Ünitelere pamuk lifi konulmasının amacı lifsiz bir ortamda boncuklanmayı sağlamak yerine, normal giyim esnasında oluşabilecek türden bir boncuklanma elde etmektir [20].

Daha sonra cihaz çalıştırılır ve hava akımı her test odacığına 14-21 kPa hava basıncı verebilecek şekilde başlatılır. Süre 30 dakika olacak şekilde ayarlanır ve bu süre 10 dakikalık aralıklarla tamamlanır [20].

Test sonuçları gözlemlenerek, 5 derecelendirmeden oluşan standart numunelerle karşılaştırılır (Tablo II.4.) ve her laboratuvar numune biriminden üç veya daha fazlasına test yapılarak ortalama değer alınır (Şekil II.12).

Tablo II.4. Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı Boncuklanma Değerlendirmesi

Boncuklanma Derecesi	Boncuklanma Özelliği
1	Boncuklanma yok
2	Önemsiz çok az boncuklanma
3	Orta derecede boncuklanma
4	Çok boncuklanma
5	Çok fazla boncuklanma



Şekil II.12. Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı[21]

II.5.2. Aşınmayı Esas Alan Boncuklanma Cihazları

Bu yöntemde, numunenin kendisi ile aynı veya başka bir kumaşa sürtünmesi ile aşınması sağlanır.

II.5.2.1. Martindale Aşındırma Cihazı

Eski tip cihazlarda 4, yeni cihazlarda ise 6 adet bulunan 1.25 inç çaplı pirinç numune tutucular, pirinç bir üst levhaya tutturulmuşlardır. Bu tutucular rahat bir şekilde hareket edebilecek biçimde sabitlenerek numuneye uygulanacak sürtünme kuvvetinin yalnızca numune tutucu ağırlığından oluşmasını sağlarlar [22].

Her bir numune ayrı numune tutucular için dairesel olarak hazırlanır ve 500 g/m²'den hafif olan kumaşların arkası standart bir süngerle desteklenir. Aşındırıcı yüzey olarak herhangi bir tip kumaş yüzeyi seçilebileceği gibi standart bir aşındırıcı kumaş da kullanılabilir [22].

Test numuneleri, aşındırıcı kumaş üzerinde dairesel hareketten dereceli olarak azalan elipsodik harekete ve sonunda çizgisel hale gelen harekete ulaştıktan sonra, aksi yönde harekete geçerek tekrar dairesel harekete ulaşır. Bu hareket ile numuneler üzerindeki lifler her doğrultuda aşınmaya maruz kalırlar [22].

Cihaz boncuklanma testi için kullanıldığında daha geniş numune tutucularla cihaz sabitlenir ve üst plakanın hareket alanı 60.5 mm'den 24 mm'ye indirilmiş olur. Numune tutuculara örme kumaşlar için 2.5cN/m^2 , dokuma kumaşlar içinse 6.5cN/m^2 'lik basınç uygulanır. Test 125, 500 veya 2000 turda gerçekleşir ve 500 tur yaklaşık olarak 10 dakika sürmekte olup cihaz Şekil II.13.'te gösterilmiştir. Boncuklanma derecesi hazır standart fotoğraflar ile belirlenir [22].



Şekil II.13. Martindale Aşındırma Cihazı[19]

Standart fotoğraflarla derecelendirme Tablo II.5.'te verilmektedir.

Tablo II.5. Martindale Aşındırma Cihazı Boncuklanma Değerlendirmesi

Boncuklanma Derecesi	Boncuklanma Özelliği
5	Boncuklanma yok
4	Önemsiz çok az boncuklanma
3	Orta derecede boncuklanma
2	Çok boncuklanma
1	Çok fazla boncuklanma

II.5.2.2. Hatra Boncuklanma Testi

Cihaz test sırasında örme kumaşların yerleştirildiği iki tane yuvarlak levhadan oluşur. Zıt hareketler yapan iki disk bulunur. Her tam ileri ve geri hareket sırasında yüzeyler geçici olarak eksantrik kamlarla birbirinden ayrılırlar. Böylece sürtünmeye maruz kalan kumaşın ortasında cımbızla kolayca kumaştan ayrılabilen temiz tek bir boncuk elde edilir ve terazide tartılır. Boncuk ağırlığı belli bir devirden sonra ölçülerek kumaşın boncuklanma özelliğinin bir ölçüsü olarak alınır. Giyim esnasında oluşanlara benzer yapıda boncuklar üretebilmek için düşük basınca ihtiyaç vardır [23].

II.5.2.3. IWS Test Cihazı

115 mm kenar uzunluğunda küp şeklinde, içinde 2.5 mm kalınlığında mantarla astarlanmış sekiz tane kutudan oluşur. Her kutunun içinde iç çapı 25 mm, dış çapı 35 mm ve uzunluğu 45 mm olan ikişer tane plastik boru bulunur. Bunlar da test esnasında kumaş yüzeyine sürtünür [24].

Test numuneleri yüzleri dışa bakacak şekilde 50mmx50mm boyutlarında cep şeklinde dikilir. Cebin içine 1.5 mm kalınlığında bir plastik parça koyulur ve ağzı dikilir. Her test kutusuna bu hazırlanan numunelerden bir tanesi yerleştirilir ve kutular 60 devir/dakika hızla 4 saat boyunca döndürülür. Test süresi sonunda numunelerin içindeki plastikler çıkartılır ve numunelerdeki boncuklanma standart fotoğraflarla karşılaştırılır [24].

II.5.2.4. Elastomerik Yastık Taban Metodu Testi

Stoll Quarteremaster Universal Wear Testi cihazının kullanıldığı bu test işlemi, tüm dokuma ve örme kumaş çeşitlerine uygulanabilir. Numunenin özel mekaniksel karakteri olan elastomerik pede sürtünmesi ile test işlemi yapılır. Değerlendirme, yine 1-5 derecelendirme aralığında yapılır [25].

II.5.2.5. Fırçalı Boncuklanma Testi

Kumaşta oluşabilecek gerçek yıpranma durumunu simüle etmek amacıyla numuneye ön fırçalama yapılarak kumaş üzerinde serbest lif uçları elde edilir. Daha sonra iki numunenin birlikte dairesel hareketleri ile lif uçlarının dolaşıp boncuklanmasına yönelik olarak ovalama işlemi uygulanır [26].

II.5.3. Boncuklanma Testlerini Değerlendirme Yöntemleri

Kumaşların boncuklanma eğilimlerini test etmek amacıyla geliştirilen çok sayıda cihazdan alınan sonuçların değerlendirilmesinde 3 temel yaklaşım vardır. Bunlar:

1. Boncuklanma Ağırlığının Belirlenmesi: Burada belli tur veya devir sonunda oluşan boncuklar kumaş yüzeyinden kesilerek alınır ve tartılır. Buna göre boncuk ağırlığı fazla olan kumaşların boncuklanma eğilimlerinin de fazla olduğu kabul edilir. Örnek olarak Martindale cihazında bu yöntem uygulanır.

2. Görsel Değerlendirme: En sık kullanılan yöntemdir. Test edilen numuneler 1'den 5'e kadar derecelendirilmiş standart örneklerle veya fotoğraflarla karşılaştırılması esasına dayanır.
3. Belirli Alana Düşen Boncuk Sayısının Belirlenmesi: Bu yöntemde test numunelerindeki boncuklarda büyüklük dikkate alınmadan sayılır ve ortalama boncuk sayısına göre değerlendirme yapılır.

II.5.4. Test Cihazlarının Hassasiyetleri

Test cihazı olarak ICI test cihazı veya RTPT test cihazı kullanıldığında numunenin hareketi farklı olmaktadır. ICI test cihazında kutu içinde meydana gelen hareketler numunelerin bölgesel vurma ve çarpmaya veya birbiri ile çarpışması esasına dayanmaktadır. RTPT test cihazında ise numuneler tambur içinde serbest halde bulunmakta dolayısıyla da birbirlerine veya mantar kaplamaya sürtünmektedirler. Böylece RTPT test cihazındaki hareketler boncuk oluşturmaya daha yatkın olup RTPT test cihazından elde edilen sonuçlar, giysiler normal kullanım esnasında oluşabilecek görüntülere daha yakın olmaktadır.

Cooke, Göksoy yaptıkları çalışmada [27]; ICI, RTPT ve Martindale test cihazları ile yaptıkları testlerin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Daha önce yaptıkları bir çalışmalarında ICI ile test edilmiş ve derecesi 4-5 arası (iyi) bulunan bir kumaşın belirli bir yıkama ve giyim sürecinden sonra giysinin bütün temas noktalarında yoğun bir şekilde boncuk oluştuğu ve giysinin kullanılamaz hale geldiği görülmüştür. Tekrar bu kumaşı kullanarak ICI test cihazının güvenilirliğini tespit etmeye çalışmışlar ve gerçekte giysinin kullanılamaz hale geldiği durum için iki saat değil on iki saatin yeterli olduğunu saptamışlardır. Bu da göstermiştir ki, ICI test cihazı için kullanılan iki saatlik standart test süresi kumaşların önceden boncuklanma tahminlerinin yapılabilmesi için yeterli bir süre değildir. İkinci testlerinin RTPT test cihazı ile pamuk linteri kullanmadan yapmışlar ve 40 dakika gibi bir sürenin kumaşın boncuklanma eğiliminin tahmin edilebilmesi için yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Martindale cihazı ile yaptıkları üçüncü testlerinde de, test edilen örgü kumaşın boncuklanmaya çok eğilimli olduğu sonucunu çıkarabildiklerini ifade etmişlerdir.

Soyaslan, D.D. yaptığı çalışmasında [28], her üç test cihazının da kumaş konstrüksiyonunu ve iplik numarası parametrelerine karşı hassas olduğunu gözlemiştir. Bunun yanında RTPT test cihazının, iplik tipi, elyaf karışım oranı ve

boya-terbiye parametrelerine karşı da hassas olduğu gözlenirken, elastomerik elyafa karşı ise net bir sonuca varılamamıştır. Martindale test cihazının; ham numunelerde iplik tipine karşı hassasiyet gösterdiği gözlenirken, mamul kumaşlarda bu hassasiyet gözlenememiştir. Bu cihazda elyaf karışım oranına karşı da hassasiyet gözlenirken, elastomerik elyaf parametresine karşı net bir sonuca varılamamıştır. ICI test cihazının ise elyaf karışım oranı, elastomerik elyaf parametrelerine karşı hassasiyet göstermezken, diğer parametrelerin hepsine karşı hassasiyet göstermiş olduğu ancak boyama-terbiye işlemleri ve ham kumaşlarda iplik tipi parametrelerine karşı net bir sonuca varılamadığı gözlenmiştir. Tüm bu değerlendirmeler sonucunda, boncuklanma test cihazlarının değişik faktörlere karşı farklı hassasiyetlere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Okur yaptığı çalışmada [11], boncuk sayısı ve büyüklüğünün deney süresine bağlı olarak değiştiğini bu nedenle boncuklanma hakkında doğru tahmin yapmak için test süresini doğru tespit etmek gerektiğini belirtmiştir. Bu nedenle farklı test sürelerinin denenmesi ve bu testlerin giyim denemeleri ile desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

II.6. KUMAŞ BONCUKLANMASININ OBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE YAPILAN TEMEL ÇALIŞMALAR

Kumaş boncuklanmasının çeşitli test cihazlarıyla ölçülüp standart numunelerle kıyaslanıp subjektif olarak değerlendirilmesi çeşitli hatalara neden olabilir. Bu nedenle boncuklanma değerlendirilmesinde daha gerçekçi ve objektif metotlar bulmaya çalışılmıştır.

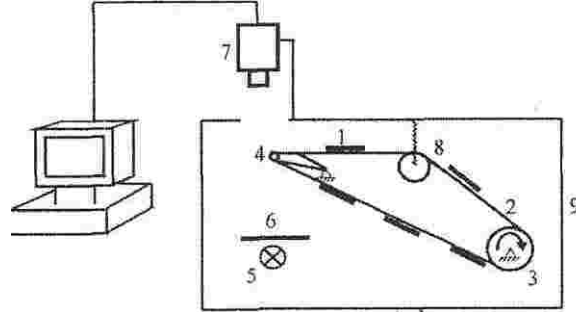
Rangulam ve arkadaşları [29], kumaşın yüzey profilini çıkarabilen lazer sensörlü, bilgisayar destekli bir cihazın boncuklanmanın objektif değerlendirmesine olanak sağlayacak şekilde uygulamasına yönelik çalışmalar yapmışlar ve bu cihaz ile yapılan ölçüm değerlerini kullanarak boncuklanma derecesi, boncuk sayısı ve yükseklikleri ile birim kumaş alanı başına boncukların toplam büyüklükleri arasında ilişkiler kurabilmenin mümkün olduğunu göstermişlerdir. Amirbayat ve Alagha 50 örme kumaş üzerinde yukarıda ifade edilen cihazı kullanarak yaptıkları deneysel çalışmanın bulgularını, aynı kumaşlardan başka bir komitenin değerlendirmeleriyle

karşılaştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçların cihazın uygulamada geçerliliğini kanıtlar nitelikte olduğunu belirtmişlerdir [30].

Bugau Xu [31], tarafından geliştirilen görüntü analiz tekniği kumaş görünümünü değerlendirmede objektif metot olarak kabul edilmiştir. Görüntü analiz sisteminin amacı kumaş boncuklanma görünümünün tanımlanması ve derecelendirilmesidir. Burada periyodik ve periyodik olmayan yapılarıdaki kumaş görüntü bölünmelerine yeni yaklaşım öne sürülmüştür. Periyodik olmayan yapılarıdaki boncuk çıkarmada şablon eşleme tekniği kullanılır. Boncuk özellikleri yoğunluk, ölçü ve kontrast ile tanımlanır.

Boncuk tespitinde görüntü analiz yöntemi önemli bir adımdır. Boncuklanan kumaşların görüntüsü genellikle görüntü bozukluklarını, pürüzlü zemini ve düşük kontrastı içerir. Görüntüdeki yüzen iplik uçları boncukları tanımada diğer engeldir. Çünkü bu uçlar ile boncuklar genellikle benzer ölçülere ve yoğunluğa sahiptir. FFT teknolojisi yüzen iplik uçları ile boncukları ayırmada etkili yol sağlar. Güç spektrum görüntüsündeki tepe, yüzen iplik uçlarındaki periyodik yapının yoğunluğunun sonucudur. Kumaş görüntüleri güç spektrumda yeniden düzenlendiğinde periyodik yapı güç spektrumdaki silinen tepe ile görüntüden uzaklaştırılır. Periyodik olmayan görüntülerdeki boncuk bölgeleri şablon eşleme tekniğinin kullanımı ile belirlenebilir ve görüntüde eşik ile sökülebilir. Yoğunluk, ölçü ve kontrast boncuklarda ve boncuklanma derecesini tanımlamada önemli özelliklerdir. Oluşturulan boncuklanma denklem değeri bağımsız ve değişkendir [27].

Chen X ve Huang X.B. yaptığı çalışmasında [32], kumaş boncuklanmasının objektif değerlendirilmesinde ışıklı yansıtma görüntü analizini kullanmıştır. Çalışılan cihaz boncuklanma değerlendirilmesinde kumaştan kaynaklanan renk ve desenin etkisini ortadan kaldırmaktadır. Yüksek dokulu, karmaşık desenli; örneğin jakar kumaşların boncuklanması üzerinde çalışan araştırmacılar ilk olarak boncuklanmış kumaş örneklerinin görüntülerinin yansımalarını elde etmişlerdir. Bunun için kurulan ve dizayn edilen araç Şekil II.14.'de gösterilmektedir.



- | | | |
|------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1. Kumaş örneği | 4. Şekillendirici çubuk | 7. CCD kamera |
| 2. Taşıyıcı band | 5. Işık kaynağı | 8. Düzenleyici makara gerilimi |
| 3. Sürücü motor | 6. Cam yüzey | 9. Dolap, kabin |

Şekil II.14. Işıklı Görüntü Analizi Deneysel Araç [32]

Boncuklanan kumaş örneklerinin ışıklı yansıtma görüntüsünü elde etmek için yansıtma görüntüsünün profili oluşturulmuş ve gri görüntüleri elde edilmiştir. Kumaş örneklerinin gri görüntüleri elde edildikten sonraki basamak, ortaya çıkan boncukları bölümlere ayırmak olmuştur. Daha sonra boncuk nitelik indeksi oluşturulmuştur. Yaptığı çalışmada boncuklanma derecesini belirlemek için on nitelik esas alınmıştır. Pürüzlülük ve düzgünsüzlük örnek görüntülerin gri değerlerinin sapmasını gösterir. Pürüzlülük ve düzgünsüzlükteki yüksek değer daha fazla kumaş boncuklanmasını beraberinde getirmektedir. Boncuk boyu ve hacmi, boncukların niteliğini göstermekte ve boncuklanma derecesi ile doğrudan orantılı olduğu belirtilmiştir. Diğer nitelikler ise; boncuk sayısı, boncuklanma alanı, boncukların boyutunun kesir değeridir. Boncuk boyutunun kesir değeri boncuklar arası benzerliği gösterirken, boncuk sayısı ve boncuklanma alanı boncuklanma derecesini göstermektedir. Yapılan çalışmada karşılaştırmalı analiz için otuz tane boncuklanmış kumaş örneği test edilerek nitelik indeksleri ve boncuklanma dereceleri saptanmıştır. Boncuklanma derecesinde Kohonen algoritması ile birlikte SOFM sistemi kullanılmıştır. Giyim denemesi yapılmış ve test edilmiş kumaşların objektif ve subjektif derecelendirme arasındaki korelasyon katsayısı 0.94 bulunmuştur. Bu çalışma objektif ile subjektif derecelendirme arasında yüksek bir ilişki olduğunu göstermiştir[32].

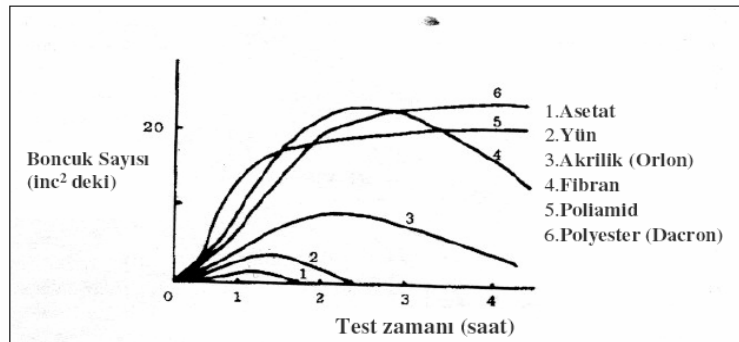
II.7. BONCUKLANMAYI ETKİLEYEN LİF, İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİ

II.7.1. Lif Özellikleri

Kumaşların boncuklanma eğilimini etkileyen başlıca lif özellikleri lif tipi, incelik, uzunluk, kıvrım, kesit şekli, kopma mukavemeti, eğilme direnci ve lifler arası sürtünme kuvvetidir.

II.7.1.1. Lif Tipi

Pamuk, low-pill poliester lifleri ve ince yünler gibi kolaylıkla yorulabilen liflerin keçemsi bir yapı oluşturmaya ve yoğun boncuklanmaya eğilimlerinin olduğu ve bu gibi liflerin nylon veya vincel gibi liflerle karışım halindeki kullanımlarında ise boncuk morfolojisinin ve boncuk oluşum hızının değişim gösterdiği bilinmektedir. Birçok lifin özellikleri ile tüylenmeye olan eğilimleri Şekil II.15.'te verilmiştir. Nylon; mukavemetinin yüksek, lifler arası sürtünmenin orta dereceli ve bükülebilirliğinin düşük olmasından dolayı tüylenme eğilimi yüksek olan elyafır. Yün ve asetat düşük sağlamlılık değerlerine sahip lifler olduğu için ve çabuk kopmasından dolayı kısa tüylenme meydana getirdiği, viskoz, dakron ve orlonun ortalama bir davranış sergilediği, dakronun; mukavemeti, lifler arası sürtünmesi ve bükülebilirliğinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Viskozun orta mukavemette, yüksek bükülebilirliğe ve düşük lifler arası sürtünmeye sahip, orlonun ise; orta mukavemetli, lifler arası sürtünmenin yüksek sert bir lif olduğu vurgulanmıştır. Bükülebilirlik liflerin birbirine karışmaya, dolaşmaya olan eğilimleri ile birlikte önem kazanmaktadır. Karışmaya olan eğilimler arasındaki farklılıkların lif kesit şekli ile orantılı olduğu belirtilmiştir [33].



Şekil II.15. Çeşitli Liflere Ait Boncuklanma Test Eğrileri [28]

II.7.1.2. Lif İnceliği ve Kesit Şekli

Kaba lifler bükülebilirliklerinin düşük olmasından dolayı boncuklanmaya daha az eğilimlidirler. Karışım içindeki lif inceliği, göz önüne alınması gereken önemli bir parametredir. İncelik açısından karışımlardaki lifler az çok birbirine yakın olmalıdır. Cooke yünlü örme kumaşlar üzerine yaptığı çalışmalar[9], 20 mm incelikteki çok esnek ince liflerin 30 mm'den daha kalın liflere göre yüzeye çıkıp tüy oluşturma eğilimlerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Sivakumar ve Pillay boncuklanma üzerinde yaptığı araştırmalar [2] neticesinde, lifin lineer yoğunluğunun düşmesiyle boncuk oluşumunun düştüğünü gözlemlemişlerdir. Pürüzsüz yuvarlak kesitli lifler, kumaş yüzeyine çıkarak boncuklanmalara neden olur. Düzgün kesitli olmayan örneğin; yıldız şeklinde-pürüzlü bir yüzey ise boncuk oluşumunu azaltmaktadır.

II.7.1.3.Lif Uzunluğu

Normal olarak kontinü-filament liflerde boncuklanma görülmez. Bu uzun filamentler kolaylıkla aşınmaz ve kırılmaz ve böylece kullanım ve temizleme (yıkama) sırasında kumaş yüzeyine çıkma eğilimi göstermez. Bununla birlikte, hem doğal hem de sentetik karışumlu kesik elyafta her iki tip lif de kullanım esnasında boncuk oluşturacak şekilde bağımsız davranırlar. Őapeli iplikli kumaşlarda, lif uzunluğu yüksek oranlarda, birim alana düşen lif ucu sayısı düşük olacağından boncuklanma daha az görülür. Uzun lifler iplik içinde daha sıkı bir yapıdadır. Karışımlarda, birçok farklı lifin lif uzunluğu ve çapı az çok aynı olmalıdır. Farklı uzunluktaki ve esneklikteki liflerin birleştirilmesi de boncuk oluşumunda büyük bir etken olabilmektedir. Bununla birlikte, uzun lifler gereği gibi kumaş yapısı içinde sağlamlaştırılmazsa, birçok sayıda boncuk oluşabildiği belirtilmiştir [33].

II.7.1.4.Lif Kıvrımlılığı

Düşük bükümlü iplikler ve ipliğin iç kısmındaki bir lif için kıvrımlılık arttıka boncuklanma eğilimi düşer. Ancak lifin bir kısmı ipliğin dışında ise, bu durumda kıvrımlılık arttıka boncuklanma eğilimi de artar[11].

II.7.1.5. Sağlamlık ve Eğilme Dayanımı

Boncukların ömrü, düşük sağlamlıktaki ve eğilme dayanımı yüksek olan liflerde daha kısa, yüksek sağlamlıktaki ve düşük eğilme dayanımındaki liflerde daha uzun olduğu belirtilmektedir. Gerilmeye ve tekrarlanan eğilmeye direnci düşük olan liflerden üretilen kumaşlarda oluşan boncuklar kolayca koparak kumaş yüzeyinden ayrılırlar; boncukların ömrü kısa olur [33].

Yün kumaşlarda lifler arası kohezyon kuvvetleri o kadar yüksektir ki lif iplik bünyesinden ayrılıp yüzeye göç edeceğine kopar. Yüksek mukavemetli lifler diğer tüm özellikleri aynı olsa bile yüksek derecede boncuklanmaya eğilimlidirler. Çünkü lifler kopmadan daha yüksek sürtünme kuvvetlerine direnebilirler ve buda sentetik liflerin nispeten daha fazla boncuklanmasının temel sebebidir. Daha düşük mukavemetli lifler kullanarak boncuklanmayı belli bir oranda kontrol etmek mümkündür. Böylece boncukların koparak kumaş yüzeyinden ayrılma hızı, boncuk oluşum hızını aşacağından kumaş üzerinde görülen boncuk kontrol altında tutulmuş olacaktır. Fakat liflerin gerilmeye karşı direnci çok düşük olursa, bu durum kumaşın temel özelliklerinin kötüleşmesine ve ticari değerinin düşmesine neden olabilir [11].

II.7.1.6.Lifler Arası Sürtünme Kuvveti

Lifler arası sürtünmenin yüksek olmasının boncuklanma eğilimini düşürdüğü, ifade edilmiştir[33].

II.7.1.7. Lif Karışımları

Genel olarak, karışım liflerden yapılanların tek tip liften üretilen benzer bir kumaştan çok daha fazla boncuklandığı bilinmektedir. Örneğin; yünlü bir kumaşa % 5'lik sentetik lif ilavesi, boncuklanma probleminin ortaya çıkmasına yeterli olabilmektedir. Bu lifler boncukları tutucu rol oynamaktadırlar.

Sivakumar poliester/pamuk karışımı kumaşlarda yaptığı çalışmasında [2], poliester oranındaki değişimin ham ve mamul kumaşlarda farklı bir boncuklanma eğilimi yarattığını gözlemlemiştir. Ham kumaşlarda, poliester oranı azalıp, pamuk oranı arttıkça boncuk sayısının arttığını buna sebep olarak da, artan pamuk oranı ile birlikte pamuk liflerinin test süresince kolaylıkla karmaşıklaşp boncuk oluşturduğunu belirtmiştir. Mamul kumaşlarda ise durumun tam tersi olduğunu

çünkü terbiye sırasındaki kesme, yakma işlemlerinin pamuk lifinin hav oluşturma eğilimini düşürdüğünü belirtmiştir.

Göktepe bu konu ile ilgili olarak dokuma kumaşlarla yaptıkları çalışmalarında [34], ilk olarak yalnızca atkı ipliğinde lycra içeren numune ile hem atkı hem de çözgü ipliğinde lycra içeren numune karşılaştırılmış, ikinci olarak da atkı ve çözgüsü lycra içeren numune ile hiç lycra içermeyen numune karşılaştırılmıştır. İlk iki numunenin karşılaştırması sonucunda, her üç test metodunda da hem atkı hem de çözgüsü lycra içeren numunenin, yalnızca atkısı lycra içeren numuneden daha az boncuklandığı gözlenmiştir. Ancak ikinci çift numuneler karşılaştırıldığında ise; atkı ve çözgüsü lycra içermeyen numunenin sıklığının da daha az olmasına rağmen atkı ve çözgüsü lycra içeren numuneye göre bir fark gözlenmemiştir. Tüm bunlar dikkate alınarak, atkı ve çözgü ipliklerinde elastomer elyaf kullanımının tek başına boncuklanmayı azalttığını söylemenin mümkün olmadığını belirtmişlerdir.

II.7.2.İplik Özellikleri

Kumaşların boncuklanma eğilimini etkileyen başlıca iplik özellikleri; eğirme sistemi, iplik numarası, kat adedi, büküm, karışım oranı, iplik büküm miktarı, iplik tüylülüğüdür.

II.7.2.1. İplik Eğirme Sistemi

Önal çalışmasında [10] karmaşık kumaş tasarımlarının farklı lif ve iplik tipleri de dikkate alınarak boncuklanmaya etkisini incelemiştir. Yapılan boncuklanma testi BS 5811 standardına göre ICI boncuklanma kutusunda üç farklı devirde (7000, 9000, 11000) yapılmıştır. Çalışma sonucunda %100 pamuklu OE-rotor iplikten elde edilen kumaşların boncuklanma dayanımının ring ipliğinden elde edilen kumaşlara göre daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Lakost, süprem ve iki iplik kumaşlarla yaptığı çalışmasında lakost kumaşların boncuklanma dayanımının diğer kumaşlardan daha iyi olduğunu belirtmiştir. Aynı iplik tipi için %100 pamuklu numunelerin boncuklanma dayanımlarının pamuk/poliester numunelerden daha iyi olduğunu, örgü sıklığı arttıkça boncuklanma eğiliminde düşme gözlemlendiğini ve yıkama sayısı arttıkça boncuklanma eğiliminin de buna paralel olarak arttığını ifade etmiştir.

Soyaslan, D.D. iplik tipinin etkisini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada [28], %100 pamuk Ne 30/1 penye süprem, %100 pamuk Ne 30/1 karde süprem ve %100

pamuk Ne 30/1 OE-rotor süprem kumaşların boncuklanma davranışlarını RTPT ve Martindale test cihazları ile karşılaştırmıştır. Bu cihazların birbirine yakın sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir. Buna göre penye iplikten üretilen kumaşın boncuklanmaya karşı direnci en fazla iken bunu sırasıyla OE-rotor ve karde iplikten üretilen kumaşlar takip etmiştir. Aynı kumaşlar ICI test cihazıyla yapılmış ve buna göre karde iplikten imal edilen kumaşın boncuklanma direncinin penye ve OE-rotor iplikten imal edilen kumaşlara göre daha iyi olduğunu bunun yanında penye ve OE-rotor iplikten üretilen kumaşlarda boncuklanma eğilimi açısından bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Soyaslan, D.D.'nin RTPT ve Martindale test cihazlarından alınan sonuçlar Öktem, T.; Özdil, N.; Özdoğan, E'nin yaptıkları çalışma [35], ile uyumludur. Karde iplikten yapılan kumaşların boncuklanma eğiliminin fazla olmasının nedeni; bu ipliklerin iplik gövdesinden dışarı doğru sarkan lif uçları nedeniyle OE-rotor ipliklere göre daha tüylü bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu iplik yapısı, sürtünmenin etkisiyle de çıkan lif uçlarının birikerek tüylenmeye neden olmaktadır. Bunun tersine OE-rotor iplikler daha az tüylüdür ve penye ipliklerin düzgün uzun yapıları vardır. Sonuç olarak bu tip ipliklerden yapılan örme kumaşların daha az boncuklanma değerleri vardır.

Alston [36], ring, rotor ve hava jeti ile poliester/pamuk iplikler üreterek bunlardan örülen kumaşların boncuklanma özelliklerini incelemiştir. Bu incelemeler hava jetli ipliklerden örülen kumaşların boncuklanmaya direncinin ring ve rotor ipliğinden örülenlere göre daha fazla olduğunu göstermiştir. Alston bunu hava jeti ipliğinin sıkı sarılmış yapısı nedeniyle serbest poliester lif uçlarının oluşumunun engellenmesine bağlamıştır. Böylece boncuk oluşum hızı yavaşlar. Aynı tip kumaşlar ele alındığında ring iplikten örülmüş kumaşlar rotor ipliğinden örülmüş kumaşlara oranla boncuklanmaya daha dirençlidir. Bunun sebebi olarak rotor ipliğindeki yetersiz lif oryantasyonu yüzünden başlangıçtaki hav oluşumunun fazlalığı gösterilmiştir.

Harding [37], ring, OE- rotor ve hava jet ipliklerden ürettiği örme kumaşlarda boncuklanmaya; iplik numarası, mukavemet ve karışım oranının etkisini araştırmış, bu değişkenliğin farklı eğirme sistemlerindeki durumunu incelemiştir. Örme kumaşları %50/50 pamuk/poliester ipliklerinden ring, OE-rotor ve hava jet sistemleri ile üretmiştir. Bu lifleri öncelikle harmanlamış, cer makinesinde karıştırmış ve üç ayrı numarada 0.85, 1.2 ve 1.5 denye poliester lifini kullanmıştır. Ayrıca her numara

için yüksek ve düşük mukavemetli lifler kullanılmıştır. İlk olarak hava jet ipliklerinin ring ve rotor ipliklerinden yapılan kumaşlara göre daha az boncuklandığını, ring ipliklerin ise boncuklanmaya karşı en düşük dayanımı gösterdiğini tespit etmiştir. İkinci olarak bulduğu sonuç, öncelikle harman hallaçta harmanlanıp eğrilen ipliklerin cerde karıştırılarak eğrilene göre nispeten daha fazla boncuklanmaya neden olduğunu bulmuştur. Ancak bu sonuç ring iplikleri için geçerli olmayıp RTPT'deki boncuklanma süresince bu numunelerde herhangi bir değişiklik belirmemiştir. Çalışmada ulaşılan bir diğer sonuç: 0.85 denye lifler özellikle rotor eğirme sisteminde diğer iki eğirme sisteminden daha çok boncuklanmış olmasıdır.

II.7.2.2. İplik İnceliği

Richards yaptığı çalışmasında kumaşın diğer özellikleri sabit bırakıldığında iplik kalınlaştıkça daha sıkı bir ilmek yapısı; ince ipliklerle ise daha açık bir ilmek halkası oluşacağı için iplik inceldikçe boncuklanma eğiliminin arttığı belirtmiştir [10].

Bayazit yaptığı çalışmasında [38], iplik numarası, örgü sıklığı ve relaksasyon durumu parametrelerini boncuklanma eğilimi üzerine etkilerini istatistiksel olarak incelemiş ve boncuklanma eğilimi üzerindeki en önemli parametrenin iplik numarası olduğunu bunu da örgü sıklığının takip ettiğini belirtmiştir. Relaksasyon durumunun etkisini ise önemsiz seviyede bulmuştur.

II.7.2.3. İplik Bükümü

Soyaslan, D.D. yaptığı çalışmada [28], Martindale ve ICI test cihazlarına göre daha yüksek büküm ve sıklık değerleriyle daha ince lineer yoğunluğa sahip numunenin daha fazla boncuklanma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Daha yüksek büküm ve sıklık değerlerine sahip olmasına rağmen, daha fazla boncuklanma eğiliminde olması ancak daha ince iplik lineer yoğunluğuna sahip bir iplikten üretilmiş olması ile açıklamıştır. Buradan da iplik lineer yoğunluğu kumaşların boncuklanma eğilimleri üzerinde büküm ve ilmek sıklığından daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

II.7.2.4. İplik Kat Adedi

Tek katlı ipliklerde büküm katsayısının artması ile boncuklanma eğilimi azalır. Fakat, boncuklanma eğiliminin daha fazla azaltılamadığı bir sınır değer vardır. ZZ ve

SS katlı ipliklerde katlama bükümü arttıkça boncuklanma azalır. Fakat bu durumda kumaşın tutumu sertleştiği için pek istenmez. ZS ve SZ katlanan ipliklerde de katlama bükümünün artışı ile boncuklanma azalır. Büküm artışı lifler arası sürtünmeyi artırıp lif hareketini azalttığı için boncuklanma eğilimini düşürmesi doğaldır.

Katlı iplik içeren birçok ticari kumaşta yapılan deneysel çalışmalar, kat adedi arttıkça boncuklanmanın azaldığını göstermektedir [11].

II.7.2.5. İplik Karışım Oranı

Genel olarak karışım iplikten üretilmiş kumaşların boncuklanma eğilimi, tek tip elyaftan yapılmış iplikten üretilen kumaşlara göre daha yüksek olduğu belirtilerek sebebinin, ipliği oluşturan elyaf tiplerinin birbirlerine göre uyumluluğunun tek tip elyafın kendi içindeki uyumluluğundan daha kötü olmasına bağlanmaktadır [33].

II.7.2.6. İplik Tüylülüğü

İplik tüylülüğünün az durumlarda boncuk oluşumunun da az olacağı, iplik yüzeyinden dışarı çıkan elyaf uçları veya lif halkalarının ise tüylülüğe neden olacağı, şapel uzunluğun kısalmasıyla da boncuklanmanın artacağı belirtilmiştir. Barella [4]'ya göre; “*elyaf uzunluğu tüylülük ve boncuk oluşumunda en önemli faktör olmasına karşın, bu iki olgu tamamen birbirlerinden farklıdır. Yüksek tüylülük, her zaman yüksek boncuklanma eğilimi anlamı taşımaz*” [24].

II.7.3. Kumaş Özellikleri

Boncuklanma eğilimini etkileyen kumaş özellikleri incelenirken ilk sırayı kumaşın dokuma veya örme yüzey oluşu almaktadır. Örme kumaşlar dokuma kumaşlara oranla daha az yoğun oldukları için, lifler arasında daha büyük boşluklar vardır ve yüzeye göç daha kolaydır. Bu nedenle boncuklanmaya örme kumaşlarda daha sık rastlanır.

Ayrıca kumaşın sıklığı, kumaş dokusu ve kumaş gramajının boncuklanma eğilimi üzerinde etkileri incelenmiştir.

II.7.3.1. Kumaş Sıklığı

Kumaş konstrüksiyonunun boncuklanma üzerinde büyük etkisi olduğu belirtilerek verilen örnekte, denim gibi sıkı ve dolgun dokulu kumaşlarda kullanım süresince çok az veya hiç boncuklanma oluşmazken, seyrek dokulu dokuma ve örme kumaşlarda çok fazla boncuk oluştuğu ifade edilmektedir. Birim alandaki iplik sayısının artması ve atlama sayısının düşmesiyle kumaşın boncuklanma eğiliminin düşeceği belirtilerek örme kumaşlarla yapılan test sonucunun da bunu desteklediği vurgulanmıştır [33].

II.7.3.2.Kumaş Dokusu

Önal [10], %100 pamuk ve %50/50 pamuk/poliester OE-rotor veya karde ipliklerden üretilmiş süprem, iki iplik ve çift toplama lakost kumaşlar üzerinde çalışmalar yapmıştır. Numunelere hem kuru hem de yaş dinlendirme sonrasında ICI Boncuklanma Kutusu test cihazında BS 5811 standardına göre boncuklanma test uygulanmış ve yalnızca kuru dinlendirilme uygulanmış numunelerde boncuklanma açısından pek bir farklılık gözlenmezken, genel itibariyle bu kumaşlarda hav oluşumunun gözlemlendiği belirlenmiştir. Ayrıca tüm numunelere bakıldığında süprem kumaşların, boncuklanmanın en yoğun numune grubu olduğu da belirlenmiştir.

Hunter yapmış olduğu araştırmasında [39], örme kumaşlarda ilmek iplik uzunluğu artıp, örgü seyrekleştikçe boncuklanmanın arttığını tespit etmiştir.

II.7.3.3.Kumaş Ağırlığı

Sridharan yaptığı çalışmasında [4], kumaş ağırlığı ile ilgili olarak iplik numarası ve kumaş sıklığından etkilenen birim alandaki ağırlık arttığında boncuklanma eğiliminin azaldığını belirtmiştir.

II.7.4. Bitim ve Apre İşlemlerinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi

Boyama ve bitim işlemleri sırasında kullanılan çeşitli kimyasal maddeler boncuklanmayı olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilirler. Genellikle yumuşatıcılar ve kayganlaştırıcı özellik veren maddeler (örneğin silikon ve türevleri) boncuklanma eğilimini artırır.

Soyaslan, D.D. çalışmasında [28], Ne 30/1 karde % 100 pamuk süprem ham ve boyalı kumaşlarının boncuklanma davranışlarını kıyaslamış ve boyalı olan

numunenin boncuklanmaya daha dirençli olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca RTPT ve Martindale test cihazlarının boya ve terbiye işlemlerine karşı hassasiyet gösterdiği, ICI Pilling Box test cihazının ise net bir davranış sergilemediğini gözlemlemiştir.

Candan, çalışmasında [1] farklı numara renk ve lif karışımlarında (yün, yün/akrilik, angora/nylon) üretilen ipliklerden imal edilen ribana, selanik ve 3x3 saç örgüsü yapılarındaki kumaşların boncuklanma eğilimlerini BS 5811 standardına göre ICI boncuklanma test cihazı kullanarak 3 farklı devir (7000, 9000, 13000) için incelemiştir. Bu incelemeyi kumaşların diğer fiziksel özelliklerini de (ilmek sıklığı, kumaş kalınlığı, gramaj ve benzeri) dikkate alarak gerçekleştirmiştir. Bu çalışma hem yıkanmış kumaşlar üzerinde hem de yıkanmamış kumaşlar üzerinde yapılmıştır. Buna göre yün ve yün/akrilik kumaşların boncuklanma değerlerinde 7000 ve 9000 devirlerinde bir değişme gözlenmemiştir. Ancak kumaş yapısına bağlı olarak kumaş yüzeyinde farklı oranlarda tüylenme olduğu saptanmıştır. 1300 devir sonucunda ise tüm kumaşlarda boncuklanma belirlenmiştir. Bu devirde en iyi performansı yarım selanik kumaşlar göstermiştir. Yıkama işlemi sonrası ribana örneklerde özellikle 7000 ve 9000 devirler için boncuklanma değerlerinde çok büyük değişimler gözlenmezken, yarım Selanik kumaşlarda boncuk oluşumunun tamamlandığı belirlenmiştir. 1300 devir sonunda iken az boncuklanma eğilimi gösteren kumaş tipi 2x2 ribana kumaşlar olmuştur. Tek plaka 3x3 saç örgü kumaşların boncuklanma derecelerinde yıkama öncesi önemli bir değişme olmadığı, ancak yıkama sonrası özellikle 1300 devir sonunda yün/akrilik kumaşların %100 yünlü kumaşlara göre daha fazla boncuklandığı saptanmıştır. Yıkanmamış örneklerin aksine, yıkanmış %100 yünlü kumaşların boncuklanma değerleri % 50/50 yün/akrilik kumaşlardan her test süresi için daha düşük olmuştur. Farklı renk boyarmaddelerin kullanılması halinde boyama işlem sürelerinin değişimine bağlı olarak boyanan malzeme özelliklerinin belli oranlarda değişim göstereceği bilinmektedir. Aynı üretim şartlarında örülen kumaşların boncuklanma eğilimlerinin bu doğrultuda farklılık gösterebileceği düşünülmüştür. Çok tüylü angora/nylon ipliklerinin tüm kumaş tipleri için boncuk oluşum aşamalarını hızlandırdığı gözlenmiştir. Bu kumaşlarda yapılan önemli bir diğer saptama boncuk dökülme hızının yüksek olduğudur. Boncukların kumaş yüzeyinden bu kadar hızlı uzaklaşmaları yüne göre düşük mukavemetli angora liflerinin oluşturduğu boncukların kumaş yüzeyine bağlanma kuvvetlerinin düşük olmasından kaynaklandığı ayrıca kullanılan nylon oranının da akriliğe göre düşük oluşu bu mekanizmayı destekler yöndedir.

Chiwese, A.; Crews, P.C çamaşır enzimleri ve yumuşatıcıların boncuklanma üzerindeki etkisini incelemek üzere yaptıkları çalışmalarında [41], pamuk flanel için boncuklanma derecesini 1.3-1.7 arasında bulmuşlardır. Bu boncuklanma oranı düşük büküm ve boncuklanmaya yardımcı tüylü yüzeye sahip pamuk flanel için geçerlidir. ANOVA test sonuçları; deterjan çeşidinin belirgin bir biçimde boncuklanma oranını etkilediğini göstermiştir. LSD test sonuçları selüloz enzimli deterjan ile tekrarlanan yıkamanın boncuklanmayı azalttığını (boncuklanma oranı değerinin arttırdığı) göstermiştir. Enzim kullanımı kumaş yüzey tüylülüğünü azaltarak boncuklanma derecesini arttırmıştır. Durulama yumuşatıcıları ile yıkamanın belirgin biçimde daha büyük ve yumuşak boncuklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Yumuşatıcı dozu pamuk flanelde boncuklanma ölçüsü ve miktarını önemli ölçüde etkilememektedir. Pamuk düz örmeler pamuk flanelle göre daha az boncuklanma göstermektedir. ANOVA testi pamuk düz örme kumaşlarda deterjan çeşidi ve yumuşatıcı davranışlarının belirgin biçimde boncuklanma oranını etkilediğini göstermektedir. Selüloz enzimli deterjan ile yıkanan pamuk düz örme kumaşların selüloz enzimsiz deterjanla yıkanan örneklere göre daha az boncuklanma gösterdiği bulunmuştur. Tüm pamuk interlok örmeler çok kötü boncuklanma gösterir. ANOVA testi; yumuşatıcıların boncuklanmayı belirgin bir biçimde etkilediğini göstermiştir. LSD test sonuçları; durulama yumuşatıcılı pamuk interlok örme kumaşların yumuşatıcı içermeyen veya kurutma yumuşatıcılı kumaşlara göre daha az boncuklanma gösterdiği bulunmuştur. Pamuk/poliester örmelerin ANOVA testi Elastomerik Pad Boncuklanma testi ile yapılan denemelerde deterjan çeşidi ve yumuşatıcının boncuklanmayı etkilediği tespit edilmiştir. LSD test sonuçları; enzim içeren deterjanla işlem gören kumaşlar enzim içermeyen deterjanla işlem gören kumaşlara göre daha az boncuklanma gösterir. Yeterli pamuk liflerinin bulunması selüloz enzimlerinden etkilenmeyen poliester liflerinin bulunmasına rağmen enzimler tarafından etkin bir biçimde hidrolizlenerek yüzey tüylülüğünün azalmasını ve dolayısıyla boncuklanmanın azalmasını sağlar. LSD testine göre, yumuşatıcısız ve kurutma yumuşatıcılı kumaş örnekleri durulama yumuşatıcılı kumaş örneklerine göre daha az boncuklanma gösterir. %100 poliester kumaşların her ikisi için de boncuklanma derecesinin mükemmel (5) olduğu tespit edilmiş olup, bu da hiç boncuklanma olmaması anlamına gelmektedir. ANOVA testi yumuşatıcıların davranışlarının belirgin biçimde boncuklanmayı etkilediğini göstermiştir. Deterjan çeşidi poliester interlok örme kumaşların boncuklanmasında etkili değildir. Çünkü selüloz enzimler sadece

selüloz lifleri hidroliz ederler. LSD test sonuçları, durulama yumuşatıcılı poliester dokuma ve örme kumaşlarının; kurutma yumuşatıcılı veya yumuşatıcısız kumaşlara göre daha az boncuklanma gösterdiğini ortaya koymuştur. Durulama yumuşatıcılı poliester örme kumaşlar fark edilebilir boncuklanmaya sahip değildir. Poliesterin yüksek lif mukavemeti, durulama yumuşatıcısı ile yağlanması (kayganlığı) birleşince boncuklanma testi süresince lif kırılmaları engellenir. Bundan dolayı örme kumaşlarda boncuklanma azalır. Kurutma yumuşatıcıları, durulama ve yıkama yumuşatıcıları kadar yağlanma sağlamadığından kurutma yumuşatıcılı poliester daha fazla boncuklanır [41].

BÖLÜM III

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

III.1.ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, değişik hammadde, iplik özelliklerine sahip ham ve bitim işlemi uygulanmış örme kumaşların boncuklanma özellikleri ile bu özellikler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılan yöntemler incelenmektedir. Bu maksatla ring ve OE-rotor ipliklerden üretilen süprem, interlok, iki iplik ve üç iplik desenli %100 pamuk, %100 poliester, %100 viskon ve bu kumaşların lycra ile karışımlarından oluşan ham ve mamul kumaşlar temin edilmiştir. Bununla birlikte boncuklanmada etkili olan iplik bükümü, mukavemet, tüylülük ve sürtünme testleri ile temel özellikler de belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan örme kumaş yapıları Akbaşlar A.Ş. ve Biessece A.Ş. firmalarından temin edilmiştir. Kumaş boncuklanma özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan Martindale boncuklanma testi ile ilgili çalışmalar Akbaşlar A.Ş’de, ipliğe uygulanan testler Birteks A.Ş. ve Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Fiziksel Testler Laboratuvarı’nda yapılmıştır.

III.2. ARAŞTIRMA ARAÇLARI, TEST METODLARI VE STANDARTLARI

Çalışmada kullanılan örme kumaşların ipliklerinin numaraları TS 244 EN ISO 2060 [42], büküm tayinleri TS 247 EN ISO 2061 [43], mukavemetleri TS 245 EN ISO2062[44],boncuklanma dereceleri TS EN ISO 12945/2[45]’e göre saptanmıştır.

Yapılan tüm fiziksel testler TS 240 EN 20139[46]'a göre standart atmosfer şartlarında gerçekleştirilmiştir.

III.2.1.İplikte Numara Ölçümü

İplik numara tespiti TS 244 EN ISO 2060 [42] standardına göre tespit edilmiştir. Numara çıkırığında tex, denier ve Nm için 100 m, Ne için 120 yardalık iplik sarılır. Daha sonra sarılan iplik hassas terazi ile tartılarak ağırlığı bulunur ve numarası hesaplanır. Şekil III.1.'de numara çıkırığı ve Şekil III.2.'de hassas terazi gösterilmiştir.



Şekil III.1. Numara Çıkırığı



Şekil III.2. Hassas Terazi

III.2.2.İplikte Büküm Ölçümü

İplikte büküm, büküm ölçme cihazıyla TS 247 EN ISO 2061 [43] standardına göre tespit edilmiştir. Yeterli sayıda numune alınarak iplik numarası ve büküm yönü tespit edilmektedir. İşlem büküm açma ve tekrardan büküm verme metoduyla gerçekleştirilmektedir. Ölçüm cihazına yerleştirilen iplik büküm açılıncaya kadar döndürülmekte ve daha sonra birim uzunluktaki büküm dönme sayısı hesaplanmaktadır. Büküm metrik sistemde birim uzunluktaki tur sayısı anlamına gelen tur/metre (T/m) sembolüyle gösterilmektedir. Şekil III.3.'de James H.Heal marka iplik büküm ölçme cihazı görülmektedir.



Şekil III.3. James H.Heal Büküm Ölçme Cihazı

III.2.3.İplikte Tüylülük Ölçümü

İplik tüylülük ölçer test cihazında, bobinden dakikada 100 m iplik salınmakta ve her 10 saniyede bir değer okunmaktadır. Tüylülük oranı, 10 saniyede salınan iplik miktarının ortalamaya bölünmesi ile Hair/metre (H/m) olarak hesaplanmaktadır. Şekil III.4.'te Shirley iplik tüylülük ölçer test cihazı verilmektedir.



Şekil III.4. İplik Tüylülük Ölçer Test Cihazı

III.2.4.İplik Mukavemeti Ölçümü

İplik kopma mukavemeti ipliğin sabit hızlı mukavemet cihazlarında koptuğu andaki ağırlığın g/tex, kg/tex veya N/tex cinsinden ifadesidir. Koptuğu noktadaki uygulanan ağırlık da kopma ağırlığıdır. Ölçümlerde kullanılan ipliklere TS 245 EN ISO 2062 [44] standardına uygun olarak 500 mm/min hızla 5 kg'lık yük uygulanmaktadır. Şekil III.5.de Instron 4411 marka mukavemet ölçümü cihazı görülmektedir.



Şekil III.5. Instron 4411 Mukavemet Ölçüm Cihazı

III.2.5. İplik Sürtünme Dayanımı Ölçümü

10 adet iplik, numarasına göre iki farklı gerginlikte cihaza yerleştirilir. Cihazın orta kısmında dairesel olarak dönen zımpara vardır. Bu zımpara her turda bir kez, cihaza yerleştirilmiş olan ipliklerin aynı bölgesine sürtünme işlemini gerçekleştirir ve bu şekilde işlem iplik kopana kadar devam eder. Tüm iplikler koptuktan sonra cihazın yazıcısı hangi ipliğin kaç turda koptuğunu belirten bir çıktı verir ve ipliklerin sürtünme dayanım sonucu tur olarak alınır. Cihaz Şekil III.6.'da görülmektedir.



Şekil III.6. İplik Sürtünme Dayanımı Test Cihazı

III.2.6. Kumaşlarda Boncuklanma Tespiti

Martindale Boncuklanma test cihazı örme ve dokuma kumaşların boncuklanmasının değerlendirilmesinde kullanılan oldukça yaygın bir cihazdır. Bu tez çalışmasında kullanılan cihaz Nu Martindale test cihazı olup modeli 403'tür. Yapılan testler TS EN ISO 12945-2 [45] standardına göre gerçekleştirilmiş olup cihaz hakkında geniş bilgi bölüm II.5.2.1.'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil III.7. Nu Martindale Boncuklanma Test Cihazı

III.3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

III.3.1. Kullanılan Materyaller

Bu tez çalışmasında farklı hammadde, iplik özelliklerine sahip farklı desenlerden üretilmiş örme kumaş yapıları Martindale test cihazında test edilmiştir.

III.3.1.1. Kumaşlar

Testlerde kullanılan örme kumaşlar ve özellikleri Tablo III.1.'de verilmiştir.

Tablo III.1. Örme Kumaşlar ve Özellikleri

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	İplik Bük. (T/m)	İplik Mukavemeti (g/tex)	İplik Tüylülüğü (H/m)	İplik Sürtünme Katsayısı	Karışım Oranı	Firma
1	Ham Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1	O.E.-rotor	720	344.8	16.08	2	%100 viskon	A
2	Ham mamul	Süprem	28	30	Ne28/1	Penye	684	365.2	11.78	1	%100 viskon	A
3	Ham Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1 20 Denye	O.E.-rotor	720	344.8 30.8	16.08	2	%96/4 viskon/lycra	A
4	Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1 40 Den	Penye	684	365.2 44.4	11.78	2	%96/4 viskon/lycra	A
5	Ham	Süprem	28	30	Ne40/1	Penye	1070	15.95	47.65	1	%100 pamuk	A
6	Ham Mamul	İnterlok	28	30	Ne40/1	Penye	1070	15.95	47.65	1	%100 pamuk	A
7	Ham mamul	İnterlok	28	30	75/36 tex	Tekstüre	----	313.9	----	22	%100 poliester	A
8	Ham mamul	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye O.E.-rotor	791 791 447	14.74 14.74 9.74	59.9 59.9 10.9	2 2 14.5	%100 pamuk	B
9	Ham mamul	Üç iplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye O.E.-rotor	738 738 447	13.25 13.25 9.74	66.0 66.0 10.9	1.5 1.5 14.5	%100 pamuk	B
10	Ham	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye Karde	791 791 491	14.74 14.74 16.98	59.9 59.9 50.7	2 2 7	%100 pamuk	B
11	Ham mamul	İnterlok	20	30	Ne24/1	Penye	681	15.86	45.8	2.5	%100 pamuk	B
12	Ham mamul	İnterlok	20	30	Ne32/1	Penye	810	14.85	45.3	2	%100 pamuk	B
13	Ham mamul	Süprem	22	32	Ne20/1	Penye	623	17.46	48.6	3.5	%100 pamuk	B
14	Ham mamul	Süprem	28	30	Ne30/1 33 dtex	Penye Dupont	791 ----	14.74 34.8	59.9 ----	2 ----	%95/5 pamuk/lycra	B
15	Ham mamul	Süprem	20	30	Ne40/1 22 dtex	Penye Dupont	903 ----	13.85 17.1	5.97 ----	1 ----	%95/5 Pamuk/lycra	B
16	Ham mamul	Süprem	20	30	Ne30/2	Penye	738	13.25	66.0	1.5	% 100 pamuk	B
17	Ham	Süprem	28	30	Ne30/1	Penye	791	14.74	59.9	2	%100 pamuk	B
18	Mamul	Çift Toplama Lakost	24	30	Ne30/1	Penye	791	14.74	59.9	2	%100 pamuk	B
19	Ham mamul	Ribana	16	34	Ne30/2 44 dtex	Penye Dupont	738	13.25 62.9	66.0	1.5	%95/5 pamuk/lycra	B

III.3.1.2. Kumaşların Boncuklanmasının Martindale Boncuklanma Test Cihazı İle Belirlenmesi

Tablo III.2.'de kumaşların Martindale test cihazı ile yapılan ölçüm sonuçları verilmiştir. Buradaki numune numaraları Tablo III.1.'deki materyalleri ifade etmektedir.

Tablo III.2. Örme Kumaşların Martindale Boncuklanma Test Cihazı ile Ölçümünün Boncuklanma Dereceleri

Numune No	Boncuklanma Derecesi
1	Ham: 3 Mamul: 4-5
2	Ham: 3-4 Mamul: 4
3	Ham: 4 Mamul: 4-5
4	Mamul: 2-5
5	Ham: 1-2
6	Ham: 3 Mamul: 3-4
7	Ham: 5 Mamul: 5
8	Ham: 2-3 Mamul (lacivert): 4-5 Kırmızı: 2-3
9	Mamul: 3-4
10	Ham: 1-2
11	Ham: 2-3 Mamul: 2
12	Ham: 1-2 Mamul: 4-5
13	Ham: 1-2 Mamul: 2
14	Ham: 1-2 Mamul: 4-5
15	Ham: 3-4 Mamul: 4-5
16	Ham: 2-3 Mamul: 4-5
17	Ham: 2
18	Ham: 2-3 Mamul: 3-4
19	Ham: 3-4 Mamul: 4-5

III.3.2. Örme Kumaşlarda Boncuklanmaya Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi

Örme kumaşlarda boncuklanmaya etki eden faktörlerde iplik ve kumaş parametreleri ele alınacaktır. Lif parametrelerine ulaşamadığı için lif etkisi incelenememiştir. İplik ve kumaş parametreleri, hammaddenin, elastomerik elyafın, iplik tipinin, iplik bükümünün, iplik lineer yoğunluğunun, kumaş konstrüksiyonunun, katlı ipliğin, boyama renginin ve bitim işleminin etkisi olmak üzere aşağıdaki başlıklarda detaylı olarak incelenecektir.

III.3.2.1. Hammaddenin Etkisi

Hammaddenin boncuklanmaya etkisini gözlemlemek amacıyla; %100 pamuk Ne 40/1 interlok kumaş ile %100 75/36 tex poliester tekstüre interlok kumaş karşılaştırılmış ve özellikler Tablo III.3.'te verilmiştir.

Tablo III.3. Boncuklanma Üzerinde Hammaddenin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
6	Ham	İnterlok	20	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	3	A
7	Ham	İnterlok	20	30	75/36	Tekstüre	%100 poliester	5	A
6	Mamul	İnterlok	20	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	3-4	A
7	Mamul	İnterlok	20	30	75/36tex	Tekstüre	%100 poliester	5	A

III.3.2.2.Elastomerik Elyafın Etkisi

Elastomerik elyafın etkisini incelemek amacıyla Ne 28/1 %100 viskon ile Ne 28/1 %96/4 viskon/lycra mamul kumaşlar karşılaştırılmış ve özellikler Tablo III.4.'te verilmiştir.

Tablo.III.4. Boncuklanma Üzerinde Elastomerik Elyafın Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
2	Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1	Penye	%100 viskon	4	A
4	Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1 40Denye	Penye	%96/4 viskon/lycra	2-3	A

III.3.2.3. İplik Tipinin Etkisi

İplik tipinin boncuklanma üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, Ne 28/1 penye süprem %100 viskon ham kumaş ile Ne 28/1 OE-rotor süprem %100 viskon kumaşın boncuklanma dereceleri karşılaştırılmış ve değerler Tablo III.5.'te verilmiştir.

Tablo III.5. Boncuklanma Üzerinde İplik Tipinin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
2	Ham	Süprem	28	30	Ne28/1	Penye	%100 viskon	3-4	A
1	Ham	Süprem	28	30	Ne28/1	OE-rotor	%100 viskon	3	A

İplik tipinin boncuklanma üzerinde etkisini görmek incelemek amacıyla ayrıca Ne 30/1 penye ve Ne 10/1 OE-rotor iplikten üretilmiş üç iplik ham kumaş ile Ne 30/1 penye ve Ne 10/1 karde iplikten üretilmiş üç iplik ham kumaş karşılaştırılmış ve Tablo III.6.'da verilmiştir.

Tablo III.6. Boncuklanma Üzerinde İplik Tipinin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
8	Ham	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	2	B
10	Ham	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye Karde	%100 pamuk	1-2	B

III.3.2.4. İplik Bükümünün Etkisi

İplik bükümünün boncuklanma üzerinde etkisini gözlemlemek amacıyla %100 pamuk üç iplik 791 T/m büküme sahip Ne 30/1 penye ve 447 T/m büküme sahip Ne 10/1 O.E.iplikten üretilen mamul kumaş ile %100 pamuk üç iplik 738 T/m büküme sahip Ne 30/1 penye ve 447 T/m büküme sahip Ne 10/1 OE-rotor iplikten üretilen mamul kumaş örneklerinin boncuklanma davranışları karşılaştırılmış olup değerler Tablo III.7.'de verilmiştir.

Tablo III.7. Boncuklanma Üzerinde İplik Bükümünün Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	İplik Bükümü (T/m)	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
8	Mamul	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	791 791 447	%100 pamuk	2-3	B
9	Mamul	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	738 738 447	%100 pamuk	3-4	B

III.3.2.5. İplik İnceliğinin Etkisi

İplik inceliğinin kumaş boncuklanma davranışları üzerinde etkisini gözlemlemek amacıyla; Ne 24/1 penye %100 pamuk interlok kumaş ile Ne 32/1 penye %100 pamuk interlok kumaşın boncuklanma davranışları karşılaştırılmış olup Tablo III.8.'de verilmiştir.

Tablo III.8. Boncuklanma Üzerinde İplik İnceliğinin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
11	Ham	İnterlok	20	30	Ne24/1	Penye	%100 pamuk	2-3	B
12	Ham	İnterlok	20	30	Ne32/1	Penye	%100 pamuk	1-2	B
11	Mamul	İnterlok	20	30	Ne24/1	Penye	%100 pamuk	3	B
12	Mamul	İnterlok	20	30	Ne32/1	Penye	%100 pamuk	4-5	B

III.3.2.6. Kumaş Konstrüksiyonunun Etkisi

Kumaş konstrüksiyonunun kumaş boncuklanma üzerindeki etkisini gözlemlemek amacıyla; Ne 30/1 penye %100 pamuk süprem, Ne 30/1 penye % 100 pamuk çift toplama lakost ve Ne 30/1 penye, Ne 10/1 OE-rotor % 100 pamuk üç iplik kumaşlar, ayrıca Ne 40/1 penye %100 pamuk süprem ve Ne 40/1 penye % 100 pamuk interlok ham kumaşlar karşılaştırılmış ve değerler Tablo III.9. ve Tablo III.10.'da verilmiştir.

Tablo III.9. Boncuklanma Üzerinde Kumaş Konstrüksiyonunun Etkisi I

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
17	Mamul	Süprem	20	30	Ne30/1	Penye	%100 pamuk	2	B
18	Mamul	Çift Toplama Lakost	20	30	Ne30/1	Penye	%100 pamuk	3-4	B
8	Mamul	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	2-3	B

Tablo III.10. Boncuklanma Üzerinde Kumaş Konstrüksiyonunun Etkisi II

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma derecesi	Firma
5	Ham	Süprem	28	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	1-2	A
6	Ham	İnterlok	28	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	3	A

III.3.2.7.İplik İnceliği ve Desenin Etkisi

İplik inceliği ve desenin boncuklanma üzerindeki etkisini incelemek amacıyla farklı numaralarda süprem ve interlok kumaşlar karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo III.11.'de verilmiştir.

Tablo III.11. Boncuklanma Üzerinde İplik İnceliği Ve Desenin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma derecesi	Firma
13	Ham	Süprem	22	32	Ne20/1	Penye	%100 pamuk	1-2	B
17	Ham	Süprem	20	30	Ne30/1	Penye	%100 pamuk	2	B
5	Ham	Süprem	28	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	1-2	A
11	Ham	İnterlok	20	30	Ne24/1	Penye	%100 pamuk	2-3	B
12	Ham	İnterlok	20	30	Ne32/1	Penye	%100 pamuk	1-2	B
6	Ham	İnterlok	28	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	3	A

III.3.2.8. Katlı İpliğin Etkisi

Boncuklanma üzerinde katlı ipliğin etkisini incelemek amacıyla Ne 30/1 penye iplikten örülmüş süprem % 100 pamuk kumaş ile Ne 30/2 penye iplikten örülmüş süprem % 100 pamuk kumaş karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo III.12.'de verilmiştir.

Tablo III.12. Boncuklanma Üzerinde Kath İpliğin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
17	Ham	Süprem	20	30	Ne30/1	Penye	%100 pamuk	2	B
16	Ham	Süprem	20	30	Ne30/2	Penye	%100 pamuk	2-3	B

III.3.2.9. Rengin Etkisi

Boyamanın boncuklanma davranışı üzerindeki etkisini görmek amacıyla; Ne 30/1 penye ve Ne 10/1 OE-rotor %100 pamuk üç iplik kırmızı ile lacivert boyalı kumaşların boncuklanma davranışları karşılaştırılmış ve değerler Tablo III.13.'te verilmiştir.

Kırmızı boyalı kumaş için;

Procion Red HEEXL : % 3.9

Procion D.Red HEXL : % 2.3

Procion Yellow HEXL : %2 şiddetinde boyarmaddeleri kullanılmıştır.

Lacivert boyalı kumaş için:

Synozol Yellow K-BD : % 0.475

Synozol Red K-BD : % 0.323

Synozol Navy Blue K-BD : % 2.4 şiddetinde boyarmaddeler kullanılmıştır.

Tablo III.13. Boncuklanma Üzerinde Boyama Renginin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Boyama Rengi	Firma
8	Mamul	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	2-3	Kırmızı	B
8	Mamul	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	4-5	Lacivert	B

III.3.2.10. Bitim İşleminin Etkisi

Bitim işlemlerinin boncuklanma üzerinde etkisini görmek amacıyla incelenen ham ve mamul kumaşların özellikleri Tablo III.14.'te verilmiştir. B firmasından elde edilen kumaşlara uygulanan bitim işlemleri boyama renklerine göre değişkenlik gösterir. Açık renkli kumaşlara uygulanan bitim işlemleri sırasıyla; ön işlem (kasar

ağartma), boncuklanma önleyici enzim (selilaz denilen asidik ortamda uygulanan enzim), boyama, serbest kurutma ve sanfor işlemleridir. Koyu renkli kumaşlara uygulanan bitim işlemleriyse sırasıyla; ön işlem (demineralizasyon), boyama, boncuklanma önleyici enzim (selilaz denilen asidik ortamda uygulanan enzim), fiksator (haslık arttırıcı), RAM, serbest kurutma ve sanfor işlemleridir.

Tablo III.14. B firmasından Temin Edilen Kumaşların Boncuklanma Davranışları Üzerinde Bitim İşlemlerinin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
11	Ham	İnterlok	20	30	Ne24/1	Penye	%100 pamuk	2-3	B
11	Mamul	İnterlok	20	30	Ne24/1	Penye	%100 pamuk	3	B
16	Ham	Süprem	20	30	Ne30/2	Penye	%100 pamuk	2-3	B
16	Mamul	Süprem	20	30	Ne30/2	Penye	%100 pamuk	4-5	B
12	Ham	İnterlok	20	30	Ne32/1	Penye	%100 pamuk	1-2	B
12	Mamul	İnterlok	20	30	Ne32/1	Penye	%100 pamuk	4-5	B
8	Ham	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	2-3	B
8	Mamul	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	4-5	B
15	Ham	Süprem	20	30	Ne40/1 22 dtex	Penye-Dupont	%96/4 pamuk/lycra	3-4	B
15	Mamul	Süprem	20	30	Ne40/1 22 dtex	Penye-Dupont	%96/4 pamuk/lycra	4-5	B
13	Ham	Süprem	22	32	Ne20/1	Penye	%100 pamuk	1-2	B
13	Mamul	Süprem	22	32	Ne20/1	Penye	%100 pamuk	2	B
14	Ham	Süprem	28	32	Ne30/1 33dtex	Penye Dupont	%94/6 pamuk/lycra	1-2	B
14	Mamul	Süprem	28	32	Ne30/1 33dtex	Penye Dupont	%94/6 pamuk/lycra	4-5	B

A firmasından elde edilen ham ve mamul kumaşların boncuklanma davranışları Tablo III.15.'te gösterilmiştir. A firmasının uyguladığı bitim işlemleri sırasıyla; ön işlem, baskı, fikse, yıkama ve bitim apresidir. A firmasının boncuklanmayı önleyici herhangi özel bir işlem yapmadığı görülmektedir.

Tablo III.15. A Firmasından Temin Edilen Kumaşların Boncuklanma Davranışları Üzerinde Bitim İşlemlerinin Etkisi

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Boncuklanma Derecesi	Firma
1	Ham	Süprem	28	30	Ne28/1	OE-rotor	%100 viskon	3	A
1	Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1	OE-rotor	%100 viskon	4-5	A
2	Ham	Süprem	28	30	Ne28/1	Penye	%100 viskon	3-4	A
2	Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1	Penye	%100 viskon	4	A
3	Ham	Süprem	28	30	Ne28/1 20Denye	OE-rotor	%96/4 viskon/lycra	4	A
3	Mamul	Süprem	28	30	Ne28/1 20Denye	OE-rotor	%96/4 viskon/lycra	4-5	A
6	Ham	İnterlok	28	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	3	A
6	Mamul	İnterlok	28	30	Ne40/1	Penye	%100 pamuk	3-4	A
7	Ham	İnterlok	28	30	75/36 tex	Tekstüre	%100 poliester	5	A
7	Mamul	İnterlok	28	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	5	A

III.3.2.11. Gerçek Giyim Denemeleri ile Laboratuar Testlerinin Karşılaştırılması

Çalışmanın ikinci kısmında 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 ve 19 numaralı numuneler kullanılmış olup bu numunelere ait özellikler Tablo III.16.'da verilmiştir.

Tablo III.16. Gerçek Giyim Denemelerinde Kullanılan Kumaşların Özellikleri

Numune No	Kumaş Tipi	Örgü Tipi	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	İplik İnceliği	İplik Tipi	Karışım Oranı	Firma
8	Ham	Üç İplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye OE-rotor	%100 pamuk	B
10	Ham	Üç iplik	20	30	Ne30/1 Ne30/1 Ne10/1	Penye Penye Karde	%100 pamuk	B
11	Ham	İnterlok	20	30	Ne24/1	Penye	%100 pamuk	B
12	Ham	İnterlok	20	30	Ne32/1	Penye	%100 pamuk	B
13	Ham	Süprem	20	30	Ne20/1	Penye	%100 pamuk	B
14	Ham	Süprem	28	30	Ne30/1 33 dtex	Penye dupont	%95/5 pamuk/lycra	B
15	Ham	Süprem	20	30	Ne40/1 22 dtex	Penye Dupont	%95/5 pamuk/lycra	B
16	Ham	Süprem	20	30	Ne30/2	Penye	%100 pamuk	B
17	Ham	Süprem	20	30	Ne30/1	Penye	%100 pamuk	B
19	Ham	Ribana	16	34	Ne30/2 44 dtex	Penye Dupont	%95/5 pamuk/lycra	B

Bu numunelerden birer adet t-shirt dikilmiş ve günde on saatten toplam altı hafta deneklere giydirilmiştir ve her hafta sonunda çamaşır makinesinde 40 °C’de % 5 noniyonik aktif, polikarboksilik, fosfonat sabun, % 5-15 aniyonik aktif, oksijen bazlı ağartıcı, % 15-30 fosfat ve enzim bileşiminde deterjan ile yıkanarak serbest kurumaya bırakılmıştır. Altı hafta sonunda t-shirtlerin durumu incelendiğinde boncuklanmanın en çok; yaka, kol uçları ve dirsek kısımlarında olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak sürtünme oranının arttığı bölgelerde boncuklanmanın da arttığı tespit edilmiştir. T-shirtlerin TS EN ISO 12945/2[45]’ e göre boncuklanma dereceleri tespit edilmiş ve sonuçlar Tablo III.17.’de verilmiştir.

Tablo III.17. Gerçek Giyim Denemelerinde Kullanılan Kumaşların Boncuklanma Dereceleri

Numune No	Martindale Test Cihazı	TS EN ISO 12945/2
8	2-3	2
10	1-2	2-3
11	2-3	3
12	1-2	1
13	1-2	2
14	1-2	1-2
15	4	2-3
16	2-3	2
17	2	2
19	3-4	4

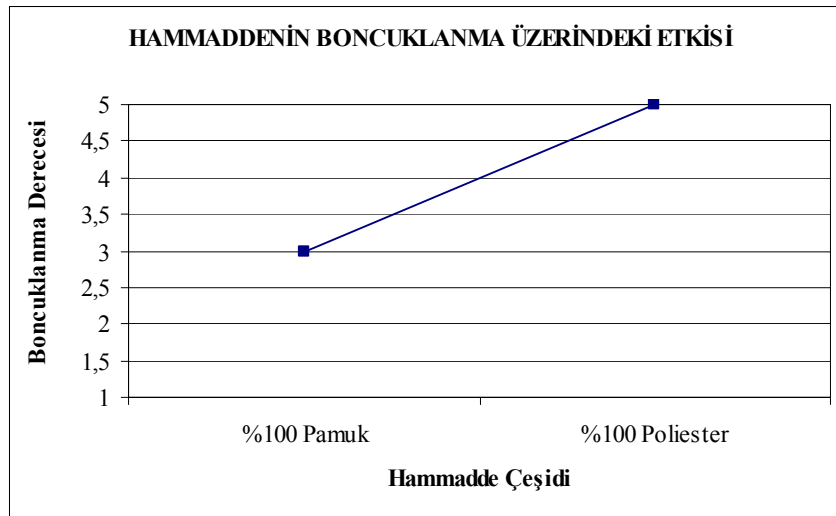
BÖLÜM IV

KUMAŞLARA UYGULANAN MARTİNDALE TEST CİHAZI SONUÇLARI

Örme kumaşların boncuklanma davranışlarını incelemek üzere yapılan tüm çalışmalar, testler ve sonuçları Bölüm III' te tablolar ile ifade edilmiştir. Bu bölümde tez çalışmasında kullanılan kumaşlara uygulanan Martindale Test Cihazı sonuçları yorumlanmaktadır.

IV.1. HAMMADDE ETKİSİNİN YORUMLANMASI

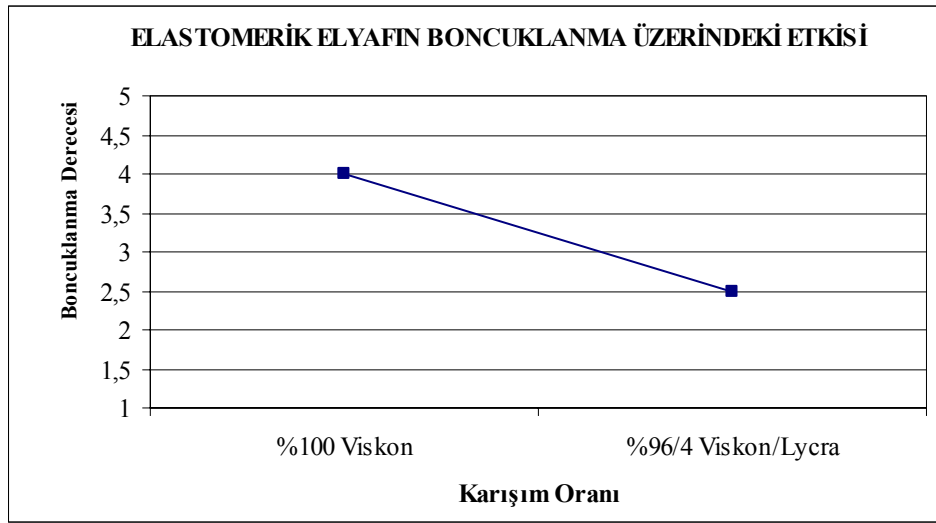
Hammaddenin boncuklanmaya etkisini gözlemlenmek amacıyla; %100 pamuklu Ne 40/1 interlok kumaş ile %100 poliester 75/36 tex tekstüre interlok kumaş karşılaştırılmış; %100 poliester kumaşın boncuklanma derecesinin %100 pamuk kumaşa göre mükemmel olduğu görülmüştür (Şekil IV.1.).



Şekil IV.1. Hammaddenin Boncuklanma Üzerindeki Etkisi

IV.2. ELASTOMERİK ELYAFIN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

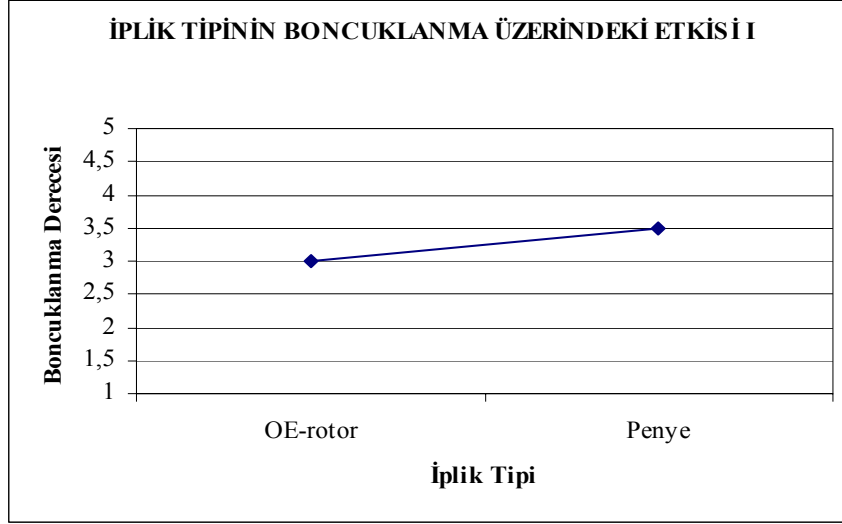
Elastomerik elyafın etkisini incelemek amacıyla Ne 28/1 %100 viskon ile Ne 28/1 %96/4 viskon/lycra mamul kumaşlar karşılaştırılmış ve sonuçlar incelendiğinde lycra içeren kumaşta boncuklanma derecesinin düştüğü yani daha kötü boncuklanmalar olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil IV.2.).



Şekil IV.2. Elastomerik Elyafın Boncuklanma Üzerindeki Etkisi

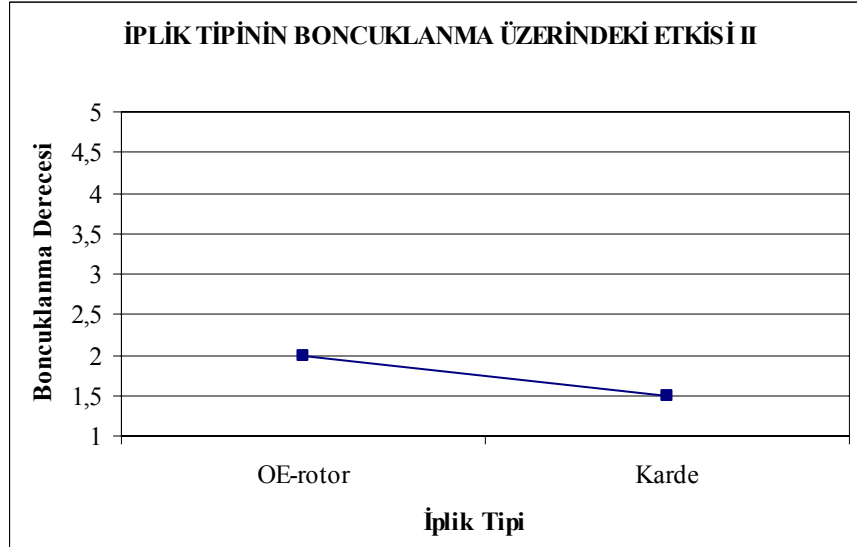
IV.3. İPLİK TİPİNİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

İplik tipinin boncuklanma üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, Ne 28/1 penye süprem %100 viskon ham kumaş ile Ne 28/1 OE-rotor süprem %100 viskon kumaşın boncuklanma dereceleri karşılaştırılmış ve penye sistemi ile üretilen iplikten elde edilen kumaşın OE-rotor sistemiyle elde edilen kumaşa göre daha az boncuklandığı gözlenmiştir (Şekil IV.3.).



Şekil IV.3. İplik Tipinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi I

İplik tipinin boncuklanma üzerinde etkisini görmek incelemek amacıyla ayrıca Ne 30/1 penye ve Ne 10/1 OE-rotor iplikten üretilmiş üç iplik ham kumaş ile Ne 30/1 penye ve Ne 10/1 karde iplikten üretilmiş üç iplik ham kumaş karşılaştırılmış ve karde ipliğin OE-rotor ipliğe göre daha kötü boncuklanma derecesi verdiği gözlenmiştir (Şekil IV.4.).

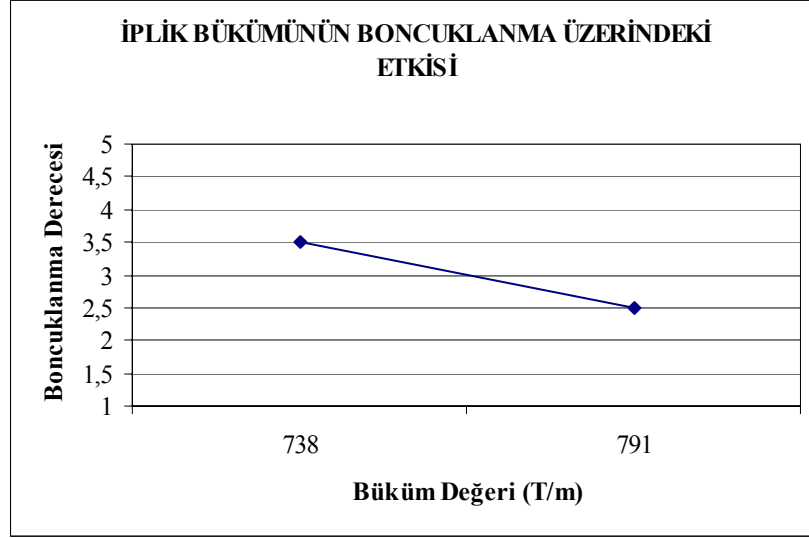


Şekil IV.4. İplik Tipinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi II

IV.4. İPLİK BÜKÜMÜNÜN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

İplik bükümünün boncuklanma üzerinde etkisini gözlemlemek amacıyla %100 pamuk üç iplik 791 T/m büküme sahip Ne 30/1 penye ve 447 T/m büküme sahip Ne

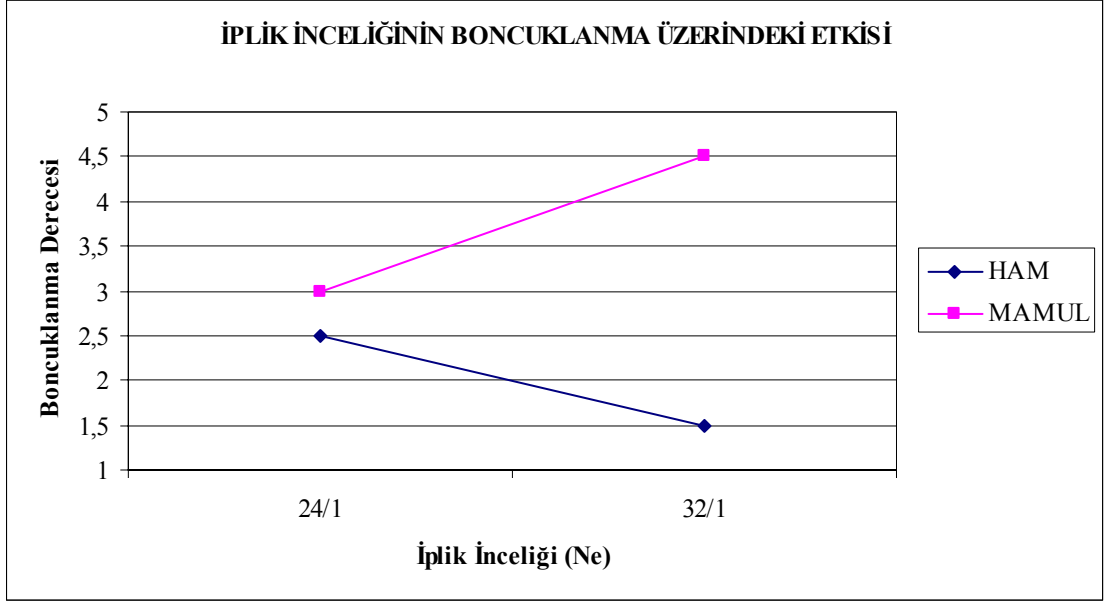
10/1 OE-rotor iplikten üretilen mamul kumaş ile %100 pamuk üç iplik 738 T/m büküme sahip Ne 30/1 penye ve 447 T/m büküme sahip Ne10/1 OE-rotor iplikten üretilen mamul kumaş örneklerinin boncuklanma davranışları karşılaştırılmış ve buna göre fazla büküme sahip iplikten yapılan kumaşın; az büküme sahip iplikten üretilen kumaşa göre boncuklanma direnci daha düşüktür (Şekil IV.5.).



Şekil IV.5. İplik Bükümünün Boncuklanma Üzerinde Etkisi

IV.5. İPLİK İNCELİĞİNİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

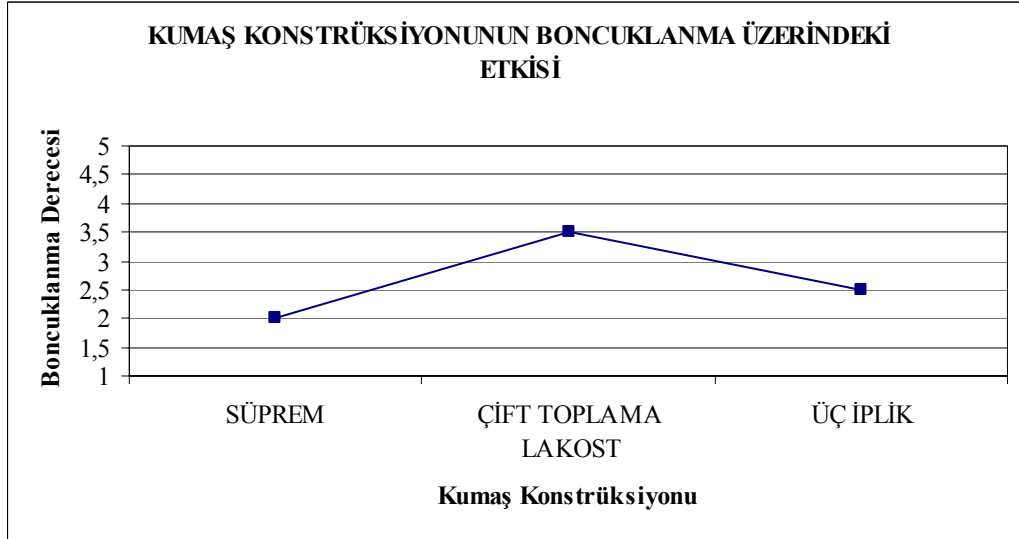
İplik inceliğinin kumaş boncuklanma davranışları üzerinde etkisini gözlemlemek amacıyla; Ne 24/1 penye %100 pamuk interlok kumaş ile Ne 32/1 penye %100 pamuk interlok kumaşın boncuklanma davranışları karşılaştırılmıştır ve ham kumaşlar karşılaştırıldığında, daha yüksek iplik inceliğe sahip Ne 32/1 kumaş örneği diğerine göre daha fazla boncuklanma eğilimi göstermiştir. Mamul kumaşlar karşılaştırıldığında ise tam tersi bir durum gözlenmiştir. Yani daha yüksek inceliğe sahip kumaşın daha iyi boncuklanma davranışı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçların uyumlu olmamasında mamul kumaşlara uygulanan bitim işleminin etkisinin olduğu düşünülmektedir (Şekil IV.6.).



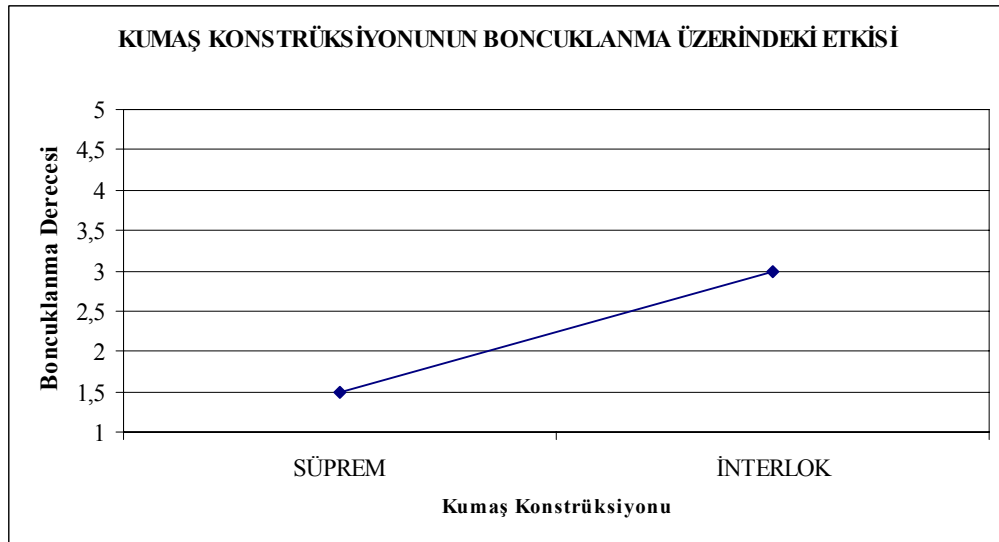
Şekil IV.6. İplik İnceliğinin Boncuklanma Üzerinde Etkisi

IV.6. KUMAŞ KONSTRÜKSİYONUNUN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

Kumaş konstrüksiyonunun kumaş boncuklanma üzerindeki etkisini gözlemek amacıyla; Ne 30/1 penye %100 pamuk süprem, Ne 30/1 penye % 100 pamuk çift toplama lakost ve Ne 30/1 penye, Ne 10/1 OE-rotor % 100 pamuk üç iplik kumaşlar karşılaştırılmıştır. Buna göre çift toplama lakost kumaşın üç iplik ve süpreme göre boncuklanmaya karşı daha dirençli olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Ne 40/1 penye %100 pamuk süprem ve Ne 40/1 penye % 100 pamuk interlok ham kumaşlar karşılaştırıldığında süprem kumaşın interlok kumaşa göre boncuklanma direncinin daha düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil IV.7. ve Şekil IV.8.).



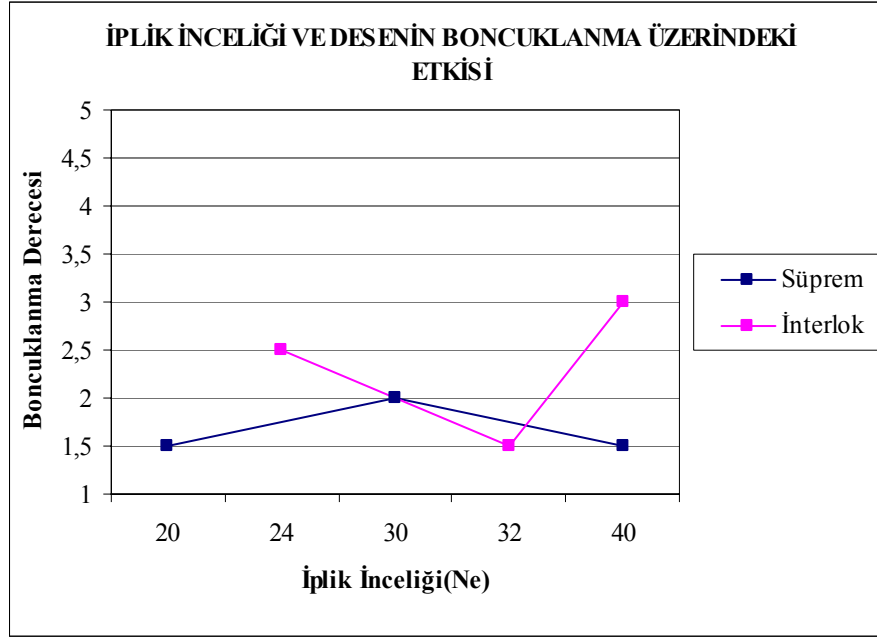
Şekil IV.7.Kumaş Konstrüksiyonunun Boncuklanma Üzerinde Etkisi I



Şekil IV.8.Kumaş Konstrüksiyonunun Boncuklanma Üzerinde Etkisi II

IV.7. İPLİK İNCELİĞİ VE DESENİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

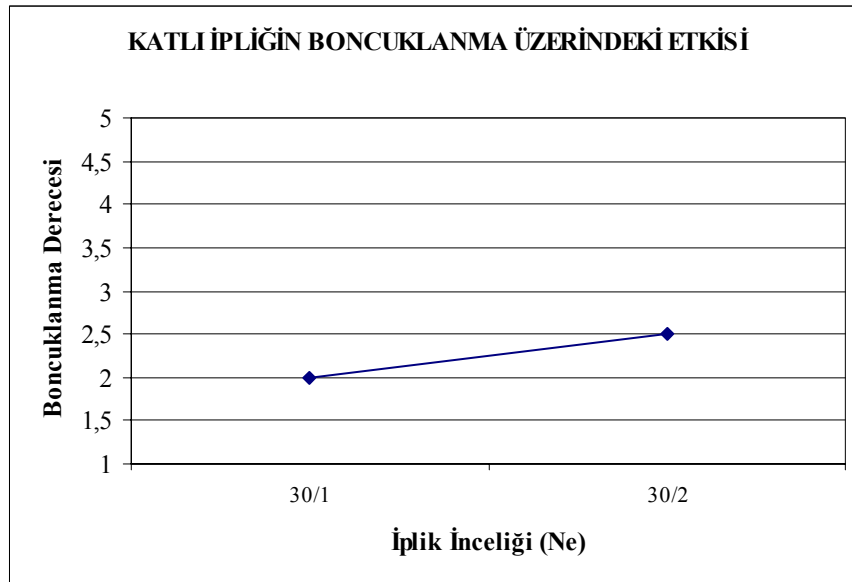
İplik inceliği ve desenin boncuklanma üzerindeki etkisini incelemek amacıyla farklı numaralarda süprem ve interlok kumaşlar karşılaştırılmış ve sonuçlar incelendiğinde süprem kumaşlarda incelik arttıkça boncuklanma derecesinin iyileştiği fakat belli bir değerden sonra boncuklanma derecesinin kötüleştiği gözlemlenmiştir. İnterlok kumaşlarda incelik arttıkça boncuklanma derecesinin kötüleştiği fakat daha sonra yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil IV.9.).



Şekil IV.9. İplik İnceliği ve Desenin Boncuklanma Üzerinde Etkisi

IV.8. KATLI İPLİĞİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

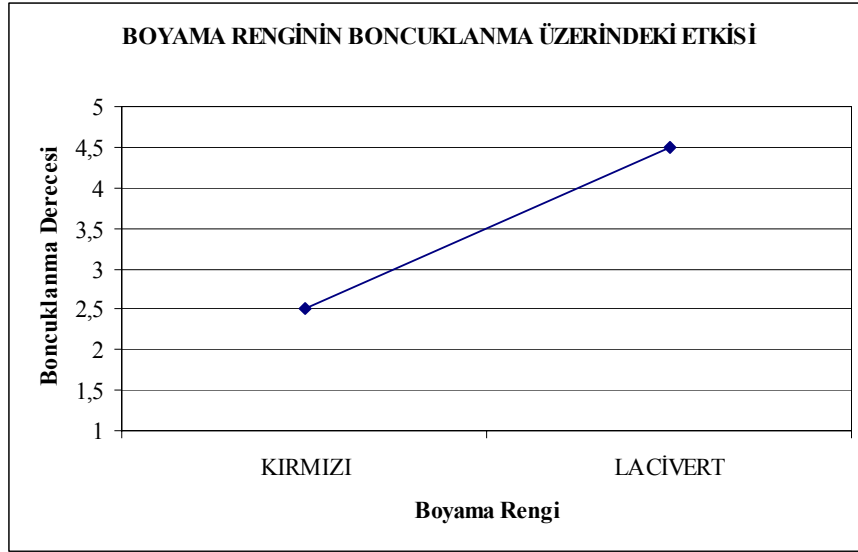
Boncuklanma üzerinde katlı ipliğin etkisini incelemek amacıyla Ne 30/1 penye iplikten örülmüş süprem % 100 pamuk kumaş ile Ne 30/2 penye iplikten örülmüş süprem % 100 pamuk kumaş karşılaştırılmış ve katlı iplikten örülmüş kumaşın boncuklanmaya daha dirençli olduğu gözlenmiştir (Şekil IV.10).



Şekil IV.10. Katlı İpliğin Boncuklanma Üzerinde Etkisi

IV.9. RENGİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

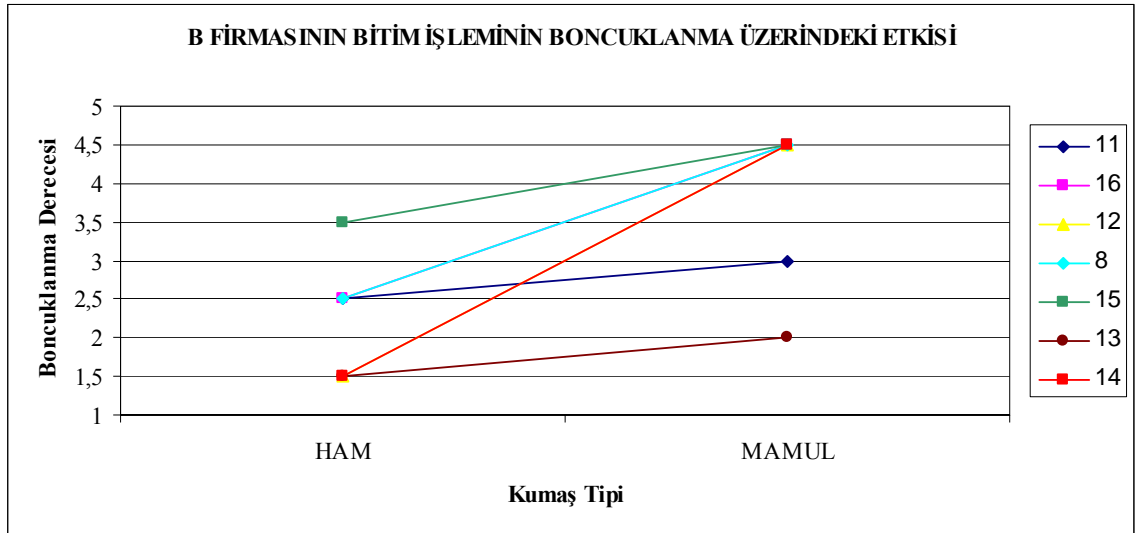
Boyamanın boncuklanma davranışı üzerindeki etkisini görmek amacıyla; Ne 30/1 penye ve Ne 10/1 OE-rotor %100 pamuk üç iplik kırmızı ile lacivert boyalı kumaşların boncuklanma davranışları karşılaştırılmış ve kırmızı renkli kumaşın boncuklanma direncinin diğerine göre daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumun, kumaşların temin edildiği B firmasının açık ve koyu renkli kumaşlara farklı bitim işlemi uygulamasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Şekil IV.11.).



Şekil IV.11. Boyama Renginin Boncuklanma Üzerinde Etkisi

IV.10. BİTİM İŞLEMİNİN ETKİSİNİN YORUMLANMASI

B firmasının boncuklanmayı önleyici enzim kullanması test sonuçlarından görüldüğü gibi boncuklanma üzerinde olumlu sonuçlar vermiştir. Ham kumaşlarla kıyaslandığında mamul kumaşların boncuklanmaya daha dirençli oldukları görülmüştür (Şekil IV.12.).



Şekil IV.12. B Firmasının Uyguladığı Bitim İşleminin Boncuklanma Üzerinde Etkisi

B firmasının uyguladığı bitim işlemine regresyon analizi uygulandığında;

En küçük kareler doğru denklemi $Y = -1.66 + 2.33x$ bulunmaktadır.

Determinasyon katsayısı $r = 0.81$ gibi yüksek bir değer bulunmaktadır. Buradan da B firmasının ham ve mamul kumaşları arasında yüksek bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun B firmasının boncuklanmayı önleyici özel bir işlem uygulamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

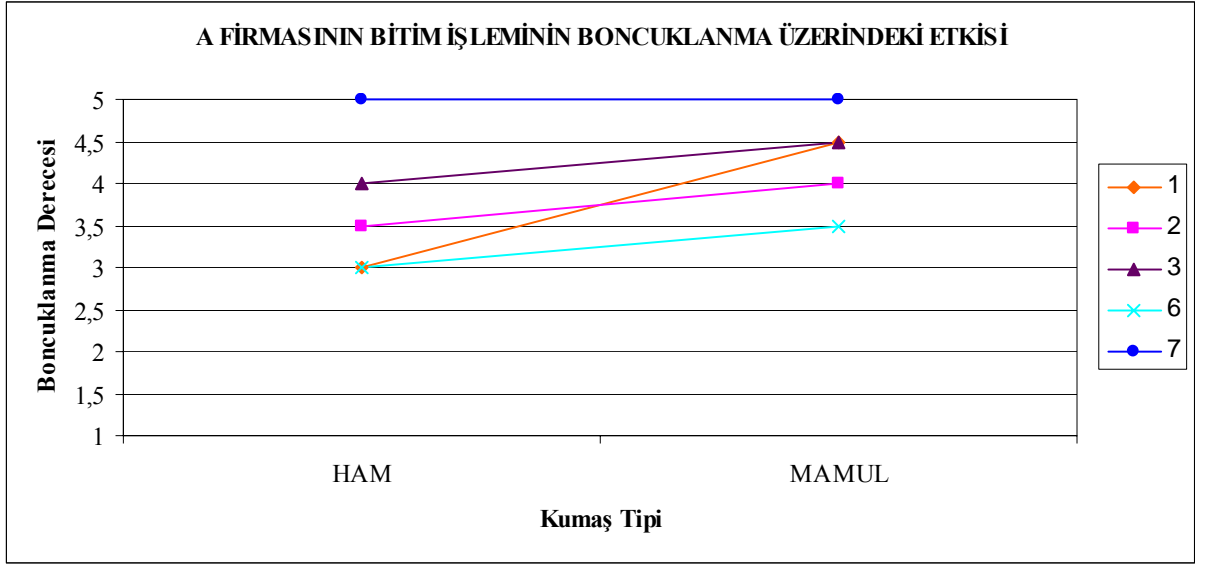
B firmasının uyguladığı bitim işleminin etkisinin istatistiki yorumunu yapmak için uygulanan ANOVA test sonuçlarından Tablo IV.1. elde edilmiştir.

Tablo IV.1. B Firmasının Bitim İşleminin ANOVA Tablosu

Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F oranı	F Kritik	% Katkı
İşlem	5.79	1	5.79	2.17	4.75	%15.34
İçinde	31.93	12	2.66			%84.66
Toplam	37.72	13				

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda B firmasının uyguladığı bitim işleminin de önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. Fakat B firmasının boncuklanmayı önleyici özel bir işlem uygulaması ile bu sonuç arasında çelişki oluşmaktadır.

A firmasından elde edilen ham ve mamul kumaşlar karşılaştırıldığında da, mamul kumaşların boncuklanmaya karşı daha dirençli oldukları görülmüştür. B firmasının ham ve mamul kumaşlarının boncuklanma değerlerinde A firmasından temin edilen kumaşlara göre daha yüksek oranda iyileşme gösterdiği gözlenmiştir. Bunun sebebinin de B firmasının boncuklanmayı önleyici enzim kullanması olduğu düşünülmüştür (Şekil IV.13.).



Şekil IV.13. A Firmasının Uyguladığı Bitim İşleminin Boncuklanma Üzerinde Etkisi
A firmasının uyguladığı bitim işlemine regresyon analizi uygulandığında;

En küçük kareler doğru denklemi $Y=3.04 + 0.33x$ bulunmaktadır.

Determinasyon katsayısı $r= 0.50$ gibi orta bir değer bulunmaktadır. Buradan da A firmasının ham ve mamul kumaşlar arasında orta seviyede bir ilişki olduğu sonucuna varılmaktadır. Bunun sebebinin A firmasının boncuklanmayı önleyici herhangi özel bir işlem uygulamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

A firmasının uyguladığı bitim işlemine ANOVA testi uygulandığında yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo IV.2. elde edilmiştir.

Tablo IV.2. A Firmasının Bitim İşlemine Uygulanan ANOVA Tablosu

Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F oranı	F Kritik	% Katkı
İşlem	0.9	1	0.9	1.76	5.32	%18
İçinde	4.1	8	0.51			%82
Toplam	5.0	9				

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda A firmasının uyguladığı bitim işleminin etkisinin önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. Bunun sebebinin A firmasının boncuklanmayı önleyici herhangi bir özel işlem uygulamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

IV.11. GERÇEK GİYİM DENEMELERİ İLE LABORATUAR TESTLERİNİN YORUMLANMASI

Gerçek giyim denemelerinde kullanılan kumaşların boncuklanma dereceleri ile Martindale test cihazında test edilen kumaşların boncuklanma dereceleri karşılaştırıldığında birbirine yakın sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Yani giyim denemelerinin boncuklanma süresinin test cihazı ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Gerçek giyim denemeleri ile aynı kumaşların laboratuvar test sonuçlarına regresyon analizi uygulandığında;

En küçük kareler doğru denklemi $Y=2 + 0.1x$ bulunmaktadır.

Determinasyon katsayısı $r= 0.06$ gibi oldukça küçük bir değer bulunmuştur. Buradan da iki değişken arasında zayıf bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır.

ANOVA testi uygulandığında ise yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo IV.3. elde edilmiştir.

Tablo IV.3. Gerçek Giyim Denemeleri ile Laboratuvar Testlerine Uygulanan ANOVA Tablosu

Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F oranı	F Kritik	% Katkı
İşlem	0.315	1	0.315	1.56	4.41	%7
İçinde	3.625	18	0.201			%93
Toplam	3.94	19				

Yapılan hesaplamalara göre gerçek giyim denemeleri ile aynı kumaşların laboratuvar test sonuçları arasında değişkenliğin önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM V

DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında %100 pamuk, %100 viskon, %100 poliester ve karışım 19 çeşit ham ve mamul kumaşların boncuklanmalarına etki eden parametreler incelenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında on farklı örme kumaştan t-shirt dikilerek giyim denemeleri yapılmış ve test cihazından elde edilen sonuçlar ile giyim denemeleri karşılaştırılmıştır. Örme kumaşlarda boncuklanmaya etki eden faktörler incelenip en uygun örme kumaş yapıları oluşturulmaya çalışılmıştır.

Değerlendirmeler sonucunda sanayinin kullanımına yönelik öneriler tespit edilmiş ve aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- %100 poliester kumaşın boncuklanma derecesinin %100 pamuk kumaşa göre mükemmel olduğu görülmüştür.
- Lycra içeren kumaşta boncuklanma derecesinin düştüğü yani daha kötü boncuklanmalar olduğu sonucuna varılmıştır.
- Penye sistemi ile üretilen iplikten elde edilen kumaşın OE-rotor sistemiyle elde edilen kumaşa göre daha az boncuklandığı gözlenmiştir. Karde ipliğin OE-rotor ipliğe göre daha kötü boncuklanma derecesi verdiği gözlenmiştir.
- Fazla büküme sahip iplikten yapılan kumaşın; az büküme sahip iplikten üretilen kumaşa göre boncuklanma direnci daha düşük elde edilmiştir. Uluslararası Standartlara göre örme iplikler için büküm katsayısı α_e : 2.5-3 arasında kabul edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda fazla büküme sahip ipliğin büküm katsayısı α_e : 3.66 bulunmuştur. Yükseloğlu, S.M. ve Usta, İ. yapmış oldukları çalışmada [40], örme ipliklerde en büyük problemin

standart dışı yüksek büküm verilmesi yönünde olduğunu ifade etmişlerdir. Yüksek büküm örme kumaşta boyut stabilitesi zorluğu, kumaşta dönme problemi ve sert tuşe problemini ifade etmektedir. İpliğe gereğinden fazla büküm verilmesi mukavemet kayıplarına neden olacağından, bu da boncuklanmayı arttırıcı bir problem olarak ortaya çıkabilmektedir.

- Ham kumaşlar karşılaştırıldığında, daha yüksek iplik inceliğine sahip kumaş örneği diğerine göre daha fazla boncuklanma eğilimi göstermiştir. Mamul kumaşlar karşılaştırıldığında ise tam tersi bir durum gözlenmiştir. Yani mamul kumaşlarda daha yüksek iplik inceliğine sahip kumaşın daha iyi boncuklanma davranışı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçların uyumlu olmamasında mamul kumaşlara uygulanan bitim işleminin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca; interlok kumaşta iplik incelidikçe boncuklanma artarken, süprem kumaşta belli bir değere kadar boncuklanmanın azaldığı fakat belli değerden sonra boncuklanmanın tekrar arttığı gözlenmiştir.
- Çift toplama lakost kumaşın üç iplik ve süpreme göre boncuklanmaya karşı daha dirençli olduğu, ayrıca süprem kumaşın interlok kumaşa göre boncuklanma direncinin daha düşük olduğu gözlenmiştir.
- Katlı iplikten örülmüş kumaşın boncuklanmaya daha dirençli olduğu gözlenmiştir.
- Boyama ve terbiye işlemlerinin boncuklanma üzerindeki etkisi yorumlandığında daha olumlu sonuçlar oluşturduğu yani boncuklanma derecesinde iyileşme olduğu sonucuna varılmıştır.
- Giyim denemeleriyle yapılan testler sonucunda söz konusu giyim süresi için test cihazlarıyla yapılan test sonuçlarının giyim denemelerinde elde edilen sonuçlar ile uyum içinde olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmanın genel sonucu olarak, boncuklanmanın örme kumaşlarda az görülebilmesi için; elastomer elyaf içermeyen, ring iplik eğirme sistemine göre üretilmiş, iplik inceliği düşük, iplik büküm katsayısı α_e : 2.5-3 arasında olan iplikten üretilen çift toplama lakost veya interlok örgülü, boya ve terbiye işlemleri görmüş kumaş parametreleri tavsiye edilmektedir.

Daha ileriki çalışmalarda örme makinesi parametrelerinin boncuklanma üzerindeki etkileri incelenebilir. Ayrıca boncuklanma testleri açısından her ülkenin farklı bir test cihazı ve standardını kabul ettiği ve kullandığı düşünülürse, gerçek

giyim koşullarını simüle edebilecek standart bir boncuklanma test cihazının geliştirilmesi konusu da diğer çalışmalar için önemli bir konu olabilir.

KAYNAKLAR

- [1]. Candan, C: “Yünlü Kumaşlarda Boncuklanmaya Tesir Eden Faktörler”, *TÜBİTAK*, (2000) 35-44
- [2]. Sivakumar, V.R.; Pillay, K.P.R.: *Indian Journal Textile Researcher* (1981)
- [3]. Alston, P.V.: “Pilling At Sweatshirts That Are 50/50 Blend Of Polyester And Cotton”, *Textile Research Journal* (1994) 592-596
- [4]. Sridharan, V.: “Ways To Eliminate Pilling”, *Man-Made Textile, India* (1982) 445-447 ve 475
- [5]. Ukponmwan, J.O.; Mukhopadhyay, A.; Chatterjee, K.N.: “Pilling”, *Textile Progress, The Textile Institute* (1998) 28-3
- [6]. Gintis, D., Mead, E.J.: “The Mechanisim of Pilling”, *Textile Research Journal*, (1959) Vol.29, 578-585
- [7]. Calil, S.F.; Hearle, J.W.S.: “Fatigue of Fibres by Biaxial Rotation over Pin”, *Proceeding of Fourth International Conference on Fracture, University of watrloo Pres*, (1977) 1267-1271
- [8]. Cooke, W.D.: “Pilling Attrition and Fatigue”, *Textile Researcher Journal*, (1985) Vol.76 409
- [9]. Cooke, W.D.: “The Influence of Fibres Fatigue on the Pilling Cycle Part II: Fibre Entanglement and Pill Growth”, *Journal Textile Institute* (1983) 101-108
- [10]. Önal L.: “Örme Kumaşlarda Boncuklanmaya Etki Eden Parametreler”, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2000) 19
- [11]. Okur, A.: “Kumaşlarda Boncuklanma: Oluşumu, Etkileyen Faktörler ve Test Yöntemleri”, *Tekstil Mühendis* (1994) 45-46
- [12]. Goswami, B.C.; Duckett, K.E.; Vigo, T.L.: “Torsional Fatigue and The Initiation Mechanism of Pilling”, *Textile Research Journal* (1980) 50-481

- [13]. Brand, M.E.; Bohmfalk, B.M.: “A Mathetimetical Model of Pilling Mechanisms”, *Textile Researcher Journal*, June (1967) 467-476
- [14]. Conti, W.; Tassinari, E.: “The Numarical Distribution of Fibres in Pills”, *Journal of The Textile Institute*, Vol.66, No.2 (1975) 73-79
- [15]. Williams, V.A.: “A Kinetic Model for Pilling of Wool Knitwear”, *Textile Research Journal*,55 (1985) 312
- [16]. Cooke, W.D.: “The Influence of Fibres Fatigue on the Pilling Cycle Part III: Fibre Entanglement and Pill Growth”, *Journal Textile Institute* (1984) 201
- [17]. Cooke, W.D.: “The Influence of Fibres Fatigue on the Pilling Cycle Part I: Fuzz Fatigue”, *Journal Textile Institute*(1982) 13-19
- [18]. BS 5811, ICI Boncuklanma Kutusu Kullanım Kitapçığı (1983)
- [19]. www.equiptex.com (Erişim tarihi: Mart 2006)
- [20]. ASTM D 3512-96: Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabric: Random Tumble Pilling Tester Method, *American Society for Testing and Materials*, (1996)
- [21]. ATI Advanced Instruments,Inc-Abrasion&Pilling Testing.htm (Erişim tarihi: Mart 2006)
- [22]. Martindale, J. G.: “A New Design of Cloth Wearing Tester”, *Journal of The Textile Institute*, Eylül (1942) 151-158
- [23]. Booth, J.E.: “Principles of Textile Testing”, *A. Heywood Book Temple Press Books LTD*, Londa (1964) 278
- [24]. Şamlı, D.: “Dokuma Kumaşlarda Boncuklanma ve Ölçüm Metotlarının Karşılaştırılması”, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (1994) 26
- [25]. ASTM D3514-96: Test Method for Resistance of Apparel Fabrics to Pilling: Elastomeric Pad Method, *American Society for Testing and Materials*, (1996)
- [26]. ASTM D3511-96: Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabric: Brush Pilling Tester Method, *American Society for Testing and Materials*, (1996)
- [27]. Cooke, W.D.; Göksoy, M.: “Kumaşların Pilling Tutumunu Laboratuar Testleri Yardımıyla Önceden Belirlenmesi”, *Tekstil Maraton*, Mart/Nisan (1998) 62-66
- [28]. Soyaslan, D.D.: “Örme Kumaşların Boncuklanma Performansına Tesir Eden Faktörler”, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (2003)

- [29]. Rangulam, R.B.; Amirbiyat, J.; Borat, I.: “ The Objektive Assessment of Fabric Pilling”, *Journal of The Textile Institute*, 84,2 (1994) 221-227
- [30].Amirbiyat, J.; Alagha, M.J.: “The Objektive Assessment of Fabric Pilling Part II”, *Journal of The Textile Institute* (1994) Vol.85-3 397-401
- [31]. Bugau,X.: “Instrumental Evaluation of Fabric Pilling”, *Journal of The Textile Institute*, 88 (1997) 488-500
- [32]. Chen, X.; Huang, X.B.: “Evaluating Fabric Pilling with Light-Projected Image Analysis”, November (2004) 977-981
- [33]. Göksel, F.; Köstem, M.; Yıldırım, K.; Ogan, N.: “ Kumaş Kalitesi ile İlgili Performans Testleri, Boncuklanma ve Yüzey Değişimi”, *TÜBİTAK- Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı (BUTAL)*
- [34]. Göktepe, Ö.; Göktepe, F.; Erdeneochir, O.: “Dokuma Kumaşlarda Boncuklanma: Bölüm I: Karışım oranı, iplik numarası, iplik bükümü ve örgü tipinin etkisi”, *Tekstil Teknik*, Temmuz (2002) 152-160
- [35]. Öktem, T.; Özdil, N.; Özdoğan, E.: “ Farklı Eğirme Sistemleri ile Elde Edilen İpliklerden Üretilen Örme Kumaşlarda Bio-Parlatma İşleminin Boncuklanma Özelliğine Etkisi”, *Gemsan Teknik Bülten*,36/37 (2003) 2-17
- [36]. Alston, P.V.: “Effect of Yarn Spinning System on Pill Resistance of Polyester/Cotton Knit Fabrics”, *Textile Research Journal*, 62-2 (1992) 105-108
- [37]. Harding, G.G., *Ms Thesis*, Institute of Textile Technology, Charlottesville, VA, USA (1992)
- [38]. Bayazıt, A.: “Pamuklu Düz Örme Kumaşların Boncuklanma Eğilimleri Üzerine Bir Araştırma”, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 4 (1997) 223-228
- [39]. Hunter, J.: “Can the Pilling Behavior of Polyester Fabrics be Controlled in Finishing”, *Textile Prax Institute*, 33, (1978) 832
- [40]. Yükseloğlu, S.M.; Usta, İ.: “Türkiye’de Üretilen Pamuklu Örme İpliklerde Karşılaşılan Temel Problemler”, 1. *Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi*, Adana (1999) 6-8
- [41]. Chiwese, A.; Crews, P.C.: “Influence of Household Fabric Softeners and Laundry Enzymes on Pilling and Breaking Strength”, *University of Nebraska*, September (2000) 41-47
- [42]. TS 244 EN ISO 2060.: “Tekstil- İplikler- Doğrusal Yoğunluk Tayini- Çile Metodu” *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye(1999).
- [43]. TS EN ISO 2061.: “Tekstil İpliklerde Büküm Tayini- Doğrudan Sayma

- Metodu”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye (1999).
- [44]. TS 245 EN ISO 2062.: “Tekstil Paketlerden Alınan İplikler- Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini” *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye (1996)
- [45]. TS EN ISO 12945-2:2000.: “Tekstil Kumaşlarda Yüzey Tüyleneşmesi ve Boncuklanma Yatkinlığının Tayini –Geliştirilmiş Martindale Metodu”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye (2002).
- [46]. TS 240 EN 20139.: “ Laboratuar Koşullarında Belirtilen Standart Atmosfer Şartları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye (1995).

EKLER

EK 1: Martindale Test Cihazında Uygulanan Testlere Ait Görüntüler

EK 2: Giyim Denemeleri Yapılmış Numunelere Ait Görüntüler

EK 1: Martindale Test Cihazında Uygulanan Testlere Ait Görüntüler



1 NUMARALI HAM KUMAŞ



1 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



2 NUMARALI HAM KUMAŞ



2 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



3 NUMARALI HAM KUMAŞ



3 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



4 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



5 NUMARALI HAM KUMAŞ



6 NUMARALI HAM KUMAŞ



6 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



7 NUMARALI HAM KUMAŞ



7 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



8 NUMARALI HAM KUMAŞ



8 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



8 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



9 NUMARALI HAM KUMAŞ



9 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



10 NUMARALI HAM KUMAŞ



11 NUMARALI HAM KUMAŞ



11 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



11 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



12 NUMARALI HAM KUMAŞ



12 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



13 NUMARALI HAM KUMAŞ



13 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



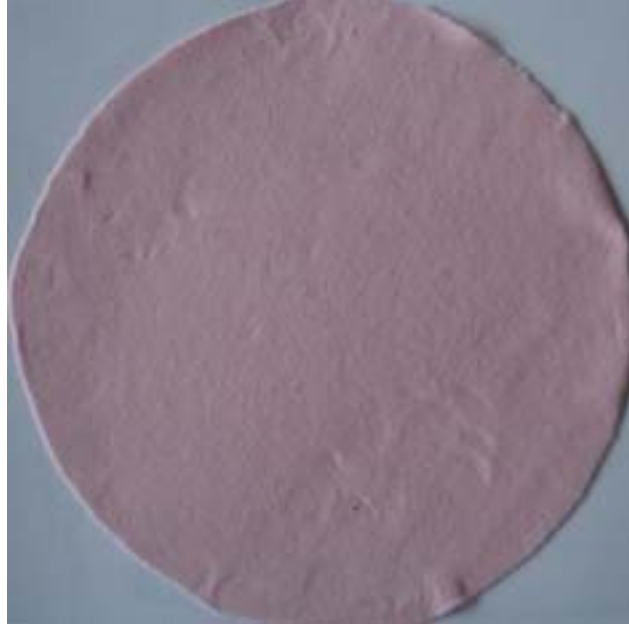
14 NUMARALI HAM KUMAŞ



14 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



15 NUMARALI HAM KUMAŞ



15 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



16 NUMARALI HAM KUMAŞ



16 NUMARALI MAMUL KUMAŞ



17 NUMARALI HAM KUMAŞ



18 NUMARALI HAM KUMAŞ



19 NUMARALI HAM KUMAŞ



19 NUMARALI MAMUL KUMAŞ

EK 2: Giyim Denemeleri Yapılmış Numunelere Ait Görüntüler



8 NUMARALI TİŞÖRT



10 NUMARALI TİŞÖRT



11 NUMARALI TIŞÖRT



12 NUMARALI TIŞÖRT



13 NUMARALI TİŞÖRT



14 NUMARALI TİŞÖRT



15 NUMARALI TİŞÖRT



16 NUMARALI TİŞÖRT



17 NUMARALI TİŞÖRT



19 NUMARALI TİŞÖRT

ÖZGEÇMİŞ

Burcu KAHRAMAN, 21 Ekim 1982'de Bursa'da doğmuştur. 1996 yılında Ali Osman Sönmez Anadolu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi'nde meslek eğitimine başlamıştır. 2000 yılında Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı'nda öğrenim görmeye hak kazanmış ve 2004 yılında mezun olmuştur. 2004 yılında aynı bölümde "Yüksek Lisans" eğitimine başlamıştır. Yüksek lisans eğitimi sırasında teknik öğretmenlik yapmış ve hala devam etmektedir.

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL VE ONAY BELGESİ

**ÖRME KUMAŞLARDA BONCUKLANMA NEDENLERİNİN
İNCELENMESİ**

Burcu KAHRAMAN'ın “Örme Kumaşlarda Boncuklanma Nedenlerinin İncelenmesi” isimli Lisansüstü tez çalışması, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 07/07/2006 tarih ve B.30.2.MAR.0.C1.00.00.sek./2000 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından **Tekstil Eğitimi** Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd.Doç.Dr.S.Müge YÜKSELOĞLU (Marmara Üniversitesi)

Üye : Doç.Dr.Suat CANOĞLU (Marmara Üniversitesi)

Üye : Yrd.Doç.Dr. Bahar SENNAROĞLU (Marmara Üniversitesi)

Tezin Savunulduğu Tarih : 18.07.2006

ONAY

M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ^{25.07.2006} tarih ve ^{2006/19-54} sayılı kararı ile **Burcu KAHRAMAN**'ın **Tekstil Eğitimi** Anabilim Dalında Y.Lisans (MSc.) derecesi alması onanmıştır.


Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Müdürü

Prof. Dr. Adnan AYDIN
MÜDÜR