

# KUMAŞLARDA BONCUKLANMA: OLUŞUMU, ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE TEST YÖNTEMLERİ

Yard. Doç. Dr. Ayşe OKUR  
E.Ü. Müh. Fak. Tekstil Müh. Bölümü  
İZMİR

*Boncuklanma kumaş yüzeyine bir veya daha fazla lifle tutunmuş, karmaşık liflerden oluşan küçük lif topları veya grupları şeklinde gözlemlenen bir kumaş yüzey hatasıdır. Boncuklanma incelik, uzunluk, kıvrım, kesit şekli, kopma mukavemeti ve eğilme direnci gibi lif özellikleri, iplik ve kumaşın yapısal özellikleri ve kumaşa uygulanan bitim işlemleri gibi çok çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu yazıda boncuklanma oluşum mekanizması, boncuklanma eğilimi üzerinde materyalin fiziksel özelliklerinin etkisi ve boncuklanma test yöntemleri konularında bilgiler sunulmuştur.*

## PILLING OF FABRICS: FORMATION, AFFECTING FACTORS AND TESTING METHODS

*Pilling is a fabric defect which is observed as small fiber balls or groups consisting of intertwined fibers that have been attached to the fabric surface by one or more fibers. Pilling depends on various factors such as fiber properties that are fineness, length, crimp, sectional shape, breaking strength and bending resistance; and structural properties of yarn and fabric besides finishing processes applied to the fabric. In this article, the mechanism of pilling formation, the effects of physical properties on pilling tendency and the pilling test methods are explained.*

### GİRİŞ

Boncuklanma kumaş yüzeyine bir veya daha fazla lifle tutunmuş, karmaşık liflerden oluşan küçük lif topları veya grupları şeklinde gözlemlenen bir kumaş yüzey hatasıdır. Giysiye göze hoş gelmeyen bir yüzey görünümü verir. Boncuklar kumaş yüzeyinden çıkan gevşek liflerin, gıysilerin kullanımı ve yıkanması sırasında, sürtünme etkisi ile karmaşıklaşarak küresel demetçikler haline dönüşmesi sonucu oluşurlar. Boncuk bünyesine çevredeki farklı liflerin de girmesi ile boncuk rengi gıysinin asıl renginden ayrılır ve hata daha belirgin, daha kötü bir görünüm alır.

Sentetik liflerin yaygın olarak kullanılmaya başlandığı 1950'li yıllara kadar boncuklanmanın sadece yün kumaşlara özgü bir sorun olduğu kabul edilmiş ancak, daha sonraları birçok başka liflerden yapılmış kumaşlarda da oluştuğu gözlenmiştir. Saf yün kumaşlarda boncuklanma her zaman var olmuş fakat boncukların çabuk kopması nedeniyle, boncuklanma normal bir olay gibi kabul edilip üzerinde

durulmamıştır. Ancak sentetik liflerin kullanımının artışı sonucu, sentetik lif karışımlarından üretilen kumaşlarda boncuk miktarı ve dayanıklılık süresi çok arttığı için boncuklanma önemli bir sorun olarak görülmeye başlamıştır.

Sürtünmeye maruz kaldığı zaman bilinen tüm kesikli liflerde bir miktar boncuklanma görülür. Fakat normal giyim koşullarında giysi üzerinde boncuk oluşurken, bir taraftan da çeşitli etkilerle bu boncuklar koparak kumaş yüzeyinden ayrılırlar. Boncuk oluşma hızı, onun kumaş yüzeyinden koparak ayrılma hızını geçerse, boncuklanma rahatsız edici olmaya başlayacaktır.

Son yıllarda örme kumaşların kullanımının yaygınlaşması, moda ve maliyet açısından hafif kumaş kullanma eğiliminin artması ve bilinçlenen tüketicilerin şikayetlerini üreticilere kadar ulaştırmaya başlamaları sonucu boncuklanma olayına olan ilgiye belirgin bir artış gözlenmektedir.

## 2. BONCUK OLUŞUMU

Herhangi bir kumaşta liflerin çoğu uzunlukları boyunca bazı noktalarda kumaşın yüz tarafına geçerler. Kumaş yüzeyine yapılan herhangi bir sürtme sonucu, lifin kumaş yüzeyindeki bölgesinde bir sürtünme kuvveti oluşur. Bu kuvvet lif eksenli boyunca ve ona dik yönde iki bileşene ayrılabilir. Söz konusu kuvvet veya kuvvet çiftleri aşağıdaki sonuçları yaratabilir:

İlk olarak aksenal kuvvet, kuvvetin uygulanış yönüne bağlı olarak, lifi ya kumaşın içine itecek veya dışına çekecektir. Lifler aksenal sıkıştırma kuvvetine göre hareket edemeyeceklerine göre, sonuçta kumaşın içine doğru çok az bir hareket olur veya hiç olmaz. Bunun tersine aksenal gerilme kuvveti lifi yüzeye sürükleyecektir. Eğer yüzeydeki sürtünme kuvveti lifi kumaş içerisinde tutan kohezyon kuvvetinden daha büyük ise, lif yüzeye göç eder.

İkinci olarak, zaten kumaş yüzeyinde olan lif bölümlerine uygulanan tüm eğilme ve dönme kuvvetleri ve kuvvet çiftleri lifleri yakınlarındaki diğer liflere sürtme eğilimi gösterir; önce karmaşaya, sonra keçeleşmeye, en sonunda da boncuk olarak nitelendirilen bir lif topunun oluşmasına neden olur.

Cooke'a (1985) göre, boncuklanma dört ana safhadan oluşmaktadır:

- Hav oluşumu
- Havların karmaşıklaşarak boncuk oluşturması
- Boncuğun büyümesi
- Boncuğun koparak kumaş yüzeyinden uzaklaşması

### Hav Oluşumu

Bir kumaşın yüzeyi üzerinde sürtünme olayının ilk etkisi hav oluşumu şeklindedir. Hav oluşumu sırasında iki olasılık vardır: iplik yapısı içinde tutunmamış, serbest lif uçlarının açığa çıkması ve lif halkalarının, halkanın iki bacağından birinin çekilerek, serbest lif uçları haline dönüşmesi. Gintis ve Mead (1959) bu işlemi ayrıntılı bir şekilde açıklamakta ve boncuk oluşumu başlamadan önce hav oluşumunun lif özelliklerine bağlı olan kritik bir hav yüksekliğine ulaşması gerektiğini belirtmektedirler.

### Havların Karmaşıklaşarak Boncuk Oluşturması

1975 yılında yaptıkları bir araştırma ile naylon kumaşlarda havların karmaşıklaşması olayını inceleyen Mitoji ve Tsujimoto'nun tek bir lifde oluşacak bir düğüm veya daha karmaşık bir yapının

lifin komşu liflerle bağlanıp boncuk oluşumunu başlatacak bir merkezi nokta oluşturabileceğini belirtmelerine ve hav yapısı içerisindeki bir yabancı maddenin nasıl merkezi bir başlangıç noktası ve ardından da boncuk oluşumuna sebep olabileceğini açıklamalarına rağmen, Cooke (1982,1983,1985) yaptığı denemelerde tek liflerde düğüm oluştuğuna ilişkin hiçbir kanıt bulamamıştır. Cooke Mitoji ve Tsujimoto'nun bulgularını, düğümlerin kullandıkları poliamid lifinin düşük modülünden veya sürtünen yüzeyin hız ve niteliğinden olabileceği şeklinde değerlendirmektedir.

Ayrıca Cooke %100 pamuk, 50/50 pamuk/ poliester (T 556) ve %100 poliester (T 556) giyisiler ile giyim denemeleri yaparak elde ettiği 100 boncuğu mikroskop altında liflerine ayırarak incelemiştir. Buna göre: boncukların sadece %12'si düğüm içermektedir, %15'inde de tanımlanmayan yabancı madde vardır. Fakat örneklerin en az %50'si düğüm ya da yabancı madde içermemektedir. Yani, lif karmaşıklığı normal hav yapısındaki lifler arasında meydana gelmiştir. Araştırmacı liflerin karmaşıklaşarak boncuk oluşumunu başlatmaları olayını inceleyebilmek için 67/33 poliester (1.7 dtex, T556) /pamuk karışımından üretilmiş iç giyisiler ile yaptığı giyim denemelerinden aldığı boncukları elektron mikroskobu ile incelendiğinde, alınan boncuklarda yeralan poliester liflerinin çoğunda Calil ve Hearle'ün biaxial zedelenme dedikleri türde önemli zedelenmeler görmüştür. Böyle bir zedelenme noktasında lifin eğilme modülü azalacağı için lif karmaşası oluşturma olasılığı yükselecektir.

Boncuklanma olayının değişik safhalarında lif zedelenmesinin başlangıcı ve boncuk morfolojisi ve ömrüne etkisi çok kesin olarak açıklığa kavuşturulmuş olmamakla birlikte, çeşitli araştırmacılar liflerde lif boyunca belli aralıklarda zedelenmenin varlığını gösteren SEM fotoğrafları çekmişlerdir.

### Boncuğun Büyümesi

Cooke'un (1983) belirttiğine göre, Conti ve Tasinari dahil birçok araştırmacılar önce hav oluşumu görüldüğünü ve boncuk oluşmazdan önce bu aşamanın tamamlandığını varsaymaktadırlar. Boncuk büyümesi bu çok sınırlı miktardaki havın karmaşıklaşması sonucu oluşmakta ve sonra bağlantı liflerinin kopmasıyla boncukların büyük bir kısmı kumaş yüzeyinden uzaklaşmaktadır. Bu şartlar altında boncuklanma çok sınırlı bir işlem olacak, maksimum boncuk ağırlığı başlangıçtaki hav ağırlığını aşamayacaktır.

Cooke (1983) gerçek giyim durumlarında boncuk gelişimi safhalarını izlemeyebilmek için pamuk (23

tex, büküm faktörü 36) ve pollester (2.5 dtex, T556) iplikleri ile interlok kumaşlar oluşturmuş ve bu kumaşlara yaş ve 60 °C de kurutucuda 1 saat relaksasyon işlemi uygulamıştır. Daha sonra bu kumaşlardan 10cm'lik kareler kesilerek araştırmacının yeleşinin üst -ön ve arka- ortasına yerleştirilmiştir. Bu parçalar üç gün giyildikten sonra yıkanmış ve boncuk gelişmesi incelenmiştir. Buna göre, gerçek giyim durumundan boncuklar aniden oluşmazlar. Aslında boncuk başlangıç ve gelişmesi altı aşamadan oluşmaktadır.

- Yüksek hav yoğunluğu olan belli bir alanın oluşması
- O alan içinde gevşek, karmaşık bir yapının gelişmesi
- Gevşek karmaşık yapının küreye benzer bir lif kümesi şeklinde sıkılaşması
- Bağlantı liflerinin ayrı, hareketli bir boncuk oluşturmak için çekilmesi
- Boncuğun yeni yerleşimi ile belli bağlantı liflerinin kırılması (kopması)
- Kalan bağlantı liflerinin kopması ve boncuğun kaybedilmesi.

#### Boncuğun Kopması

Boncukların kumaş yüzeyinden kopup uzaklaşması ya bağlantı lifleri kumaş bünyesinden çekildiği için ya da her iki faktörün kombinasyonu sonucu oluşacaktır. Cooke'un incelemelerine göre, bağlantı lifinin çekilmesi ve kopuşu aynı boncuk içinde oluşabilmektedir. Gevşek kumaş yapılarında bağlantı liflerinin çekilmesi, sıkı kumaş yapılarında ise zedelenerek kopuşu daha sık rastlanan olaylardır.

Conti ve Tassinari'nin (1974) boncuklanma mekanizmasının kinetik modelini oluştururken yapıları varsayımın aksine Gintis ve Mead'in (1959) hav oluşum mekanizmasına göre, boncuğu kumaş yüzeyine bağlayan liflerden kopanların yerine yenileri gelebilmektedir. Hav oluşumu ve bağlantı liflerinin yenilenmesi ürünün tüm hayatı boyunca devam eder. Tabii ki lifler arası sürtünme ve bağlantı liflerinin zedelenip çekilme hızı arasındaki denge liften life ve kumaş yapısına göre değişecektir. Fakat en uygun koşullarda boncuklanma işlemi iplik yapısından önemli bir miktar lifi uzaklaştırarak ve bu nedenle kumaş yapısının bozulmasına neden olacak bir koparma işlemi gibi kabul edilebilir.

### 3. BONCUKLARIN MİKROSKOBİK İNCELEMESİ

Tipik bir boncuğu tam olarak tanımlamak çok güçtür; Çünkü boncuğun şekli ve büyüklüğü pek çok faktöre bağlıdır. Mikroskopik incelemeler yapan bazı araştırmacılar bir boncuğun en az 4 - 5 lifden oluştuğunu belirtmektedirler (Anon., 1972). Söz konusu incelemelerin sonuçlarına göre:

- Boncuk ve iplik içindeki liflerin uzunlukları ölçüldüğünde yaygın varsayımın aksine boncuk bünyesinde yer alan tüm liflerin kırılmış, kopmuş lifler olmadığı görülmektedir.
- Boncuk içinde bulunan liflerin ortalama çapı, o ipliği oluşturan liflerin ortalama çapından oldukça küçüktür; boncuk lifleri daha incedir. Bu nedenle incelikleri birbirine çok yakın olmayan liflerin harmanlanması uygun değildir.
- Boncuk içinde toz ve başka yabancı maddeler bulunabilir. Hidrofob lifler, elektrostatik özellikleri nedeniyle, hidrofil olanlara göre daha çok yabancı madde içerirler.
- Bağlantı lifleri her zaman ipliğin ortalama lif uzunluğundan daha kısadır. Aynı zamanda bunlar en ince ve eğilme rijidliği en düşük liflerdir.

### 4. BONCUKLANMA EĞİLİMİNİ ETKİLEYEN LİF, İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİ

#### 4.1. 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 (Anon., 1972)

Bütün doğal, suni ve sentetik liflerin az ya da çok boncuklanma eğilimi vardır. Şekil 1'de bazı liflerin boncuklanma eğrileri görülmektedir.

İnce liflerden oluşan ipliğin kesit alanında hav oluşturabilecek lif sayısı daha fazladır. Bu nedenle aynı incelikteki iplikler için lif kalınlaştıkça boncuklanma eğilimi azalır (Şekil 2).

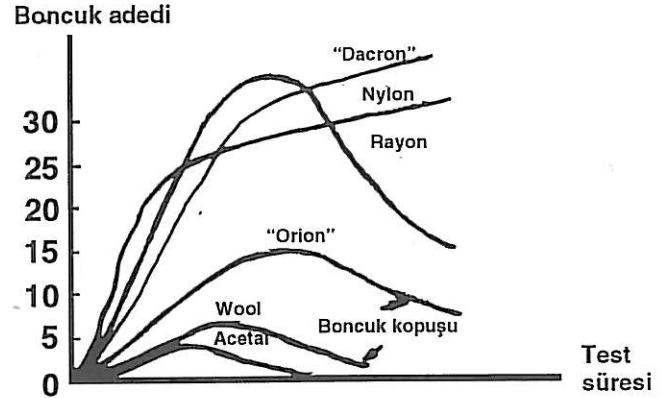
İplik içindeki liflerin uzun olması durumunda ipliğin belirli bir uzunluğunda daha az sayıda lif ucu bulunacaktır. Aynı incelikte iplikler için lif uzunluğunun artması boncuklanma eğilimini azaltır (Şekil 3).

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

Suni ve sentetik lifler için 3 veya 5 loblu, yü-

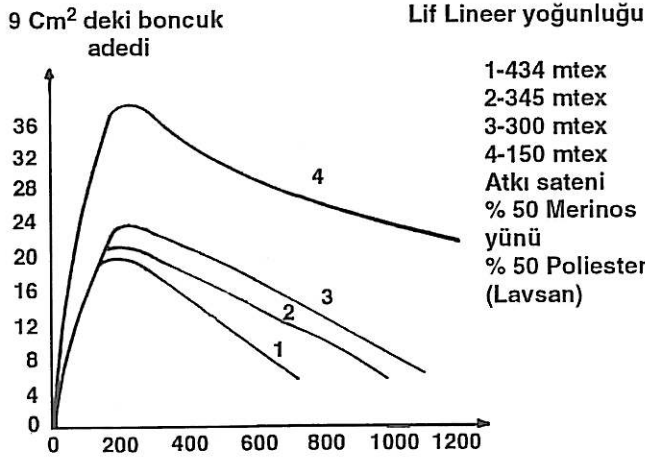
zeyinde boyuna çizgiler bulunan lifler yuvarlak kesit alanlı ve çok düzgün yüzeyli liflere oranla daha az boncuklanırlar. Liflerarası sürtünmenin artışı boncuklanma eğilimini azaltıcı yönde bir etki yapar.

Gerilmeye ve tekrarlanan eğilmeye direnci düşük olan liflerden üretilen kumaşlarda oluşan boncuklar kolayca koparak kumaş yüzeyinden ayrılırlar; boncukların ömrü kısa olur. Yünün nispeten az boncuklanan bir lif olarak bilinmesinin sebebi de budur. Yün kumaşlarda liflerarası kohezyon kuvvetleri o kadar yüksektir ki lif iplik bünyesinden ayrılıp yüzeye geç edeceğine kopar. Yüksek mukavemetli lifler diğer tüm özellikleri aynı olsa bile yüksek derecede boncuklanmaya eğilimlidirler çünkü; lifler kopmadan daha yüksek sürtünme kuvvetlerine direnebilirler ve bu da sentetik liflerin nispeten daha fazla boncuklanmasının temel sebebidir. Daha düşük mukavemetli lifler kullanarak boncuklanmayı belli bir oranda kontrol etmek mümkündür. Böylelikle boncukların koparak kumaş yüzeyinden ay-

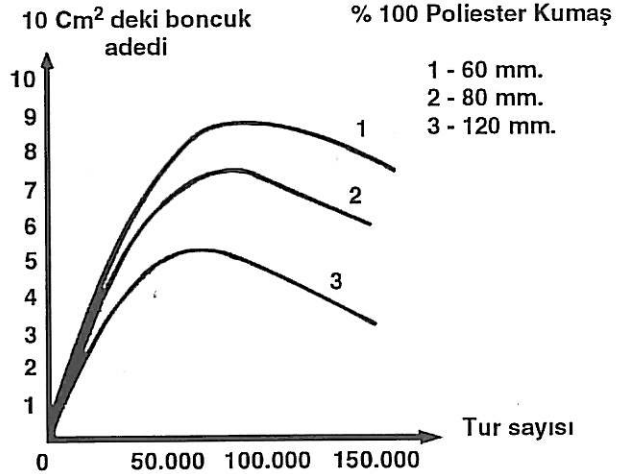


Şekil 1. Bazı Liflerin Boncuklanma Eğrileri (Cooke, 1982)

ırılma hızı, boncuk oluşum hızını aşacağından kumaş üzerinde görünen boncuklanma kontrol altında tutulmuş olacaktır. Fakat liflerin gerilmeye karşı direnci çok düşük olursa, bu durum kumaşın temel özelliklerinin kötüleşmesine ve ticari değerinin düşmesine neden olabilir.



Şekil 2. Lif İnceliğinin Boncuklanma Eğilimine Etkisi (Anon., Wool Science Review, 1972)



Şekil 3. Lif Uzunluğunun Boncuklanma Eğilimine Etkisi (Anon., Wool Science Review, 1972)

#### 4.2. İplik Özellikleri

Çeşitli araştırmacıların yaptığı deneysel çalışmalar incelendiğinde eğirme sistemi, numara, kat adedi, büküm, karışım oranı ve tüylülük gibi iplik özelliklerinin kumaşların boncuklanma eğilimi üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

Alston (1992) kısa lif iplikçiliğinde kullanılan üç ana sistem (ring, rotor ve hava jetli) ile polyester/pamuk iplikler üreterek, bu ipliklerden yapılan kumaşların boncuklanma özelliklerini karşılaştırmıştır.

Üç farklı eğirme sisteminden elde edilen ipliklerden üretilen örme kumaşlar üzerinde yapılan denemeler göstermiştir ki, hava jetli ile eğirilmiş iplikten örülen kumaşlar boncuklanmaya karşı ring ve rotor ipliğinden örülenlere göre daha dirençlidir. Alston bu sonucu ipliğin sıkı sarılmış yapısı nedeniyle serbest polyester lif uçlarının oluşumunun engellenip boncuk oluşum hızının yavaşlamasına bağlamaktadır. Aynı tip kumaşlar dikkate alındığında ring ipliğinden örülmüş kumaş boncuklanmaya rotor ipliğinden yapılmış kumaşa göre biraz daha fazla di-

rençlidir. Bu fark da rotor ipliğindeki daha kötü lif oryantasyonu nedeniyle başlangıçtaki hav oluşumunun fazla olmasına bağlanabilir.

Baird ve arkadaşlarının (1956) yaptığı bir araştırmada da naylon karışımı 10 değişik kumaş ile iplik eğirme sisteminin boncuk oluşumuna etkisi incelenmiştir. Buna göre, genel olarak Ştrayhgarn sisteminde eğirilen ipliklerden yapılan kumaşlar boncuklanmaya en yatkın olanlardır, sonra pamuk sistemine göre eğirilmiş ipliklerden yapılan kumaşlar ve en sonda da ipek ve kamgarn sistemi ile eğirilen ipliklerden üretilen kumaşlar yer almaktadır.

Dokuma kumaşlarda iplik numarasının boncuklanmaya etkisini inceleyen bir deneysel çalışmaya rastlanmamıştır. Örme kumaşlarda yapılan bir çalışmada ise diğer özellikler sabit kaldığında iplik kalınlıklaştıkça daha sıkı bir ilmek yapısı; ince ipliklerle ise daha açık bir ilmek halkası oluşacağı için iplik incelidikçe boncuklanma eğiliminin arttığı belirtilmektedir (Richards, 1992).

Tek katlı ipliklerde büküm katsayısının artması ile boncuklama eğilimi azalır fakat, boncuklanma eğiliminin daha fazla azaltılamadığı bir sınır değer vardır (Anon., 1972). 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 artırır lif hareketini azalttığı için boncuklanma eğilimini düşürmesi doğaldır.

Katlı iplik içeren birçok ticari kumaşta yapılan deneysel çalışmalar, kat adedi arttıkça boncuklanmanın azaldığını göstermektedir. Baird ve arkadaşlarının naylon ve naylon karışımı kumaşlarla yaptıkları deneylerden elde ettikleri bulgular da bu yöndedir.

Genel olarak karışım ipliklerinden yapılan kumaşlarda % 100 tek cins liften üretilmiş ipliklerden yapılan kumaşlara göre daha fazla boncuklanma görülür.

Kumaşlarda hav yüksekliği az olursa boncuklanma da az olmaktadır. Bu nedenle iplik tüylülüğü az ise bu ipliklerden yapılan kumaşın boncuklanma eğilimi de az olacaktır. Ayrıca iplik tüylülüğüne sebep olan lif halkalarının veya uçlarının çıkma yükseklikleri de çok önemlidir.

#### 4.3. 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.

Kumaşlarda atkı, çözgü sıklığı arttıkça kumaş yapısı sıklaşıp lif hareketleri kısıtlanacağı için boncuklanma eğiliminin azalması beklenir. Baird (1956) ve arkadaşlarının çalışmaları naylon/yün karışımı kumaşlarda bu etkinin az olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar 20/80 naylon/yün karışımı kumaşta sıklık % 30 gibi çok büyük bir oranda artırıldığı zaman boncuklanmanın azaldığını belirtmektedirler.

Kumaşlarda boncuklanma eğilimini etkileyebilecek diğer özellikler örgü tipi ve gramajdır. Örgü tipinin dokuma kumaşların boncuklanmasına etkisi amacıyla yapılmış çok ayrıntılı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat atlama uzunlukları arttıkça boncuklanma eğiliminin artması beklenebilir. Kumaş gramajı arttıkça boncuklanma eğilimi düşer. Bu durum örme kumaşlarda daha belirgindir (Anon., 1972).

#### 4.4. Bitim ve Apre İşlemlerinin Boncuklanma Eğilimine 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 artırırlar.

Whewell (1950) lifler üzerindeki yönlü sürtünme kuvvetlerini yok ederek lif hareketlerini engellemesi nedeniyle çekmezlik apresi uygulanmış kumaşların tekrarlı yıkamalardan sonra bile boncuklanmadığını ifade etmektedir.

Poliester, poliamid veya bunların karışımlarına boyut stabilitesi sağlamak için kullanılan termofiksaj, boncuklanma eğiliminin azalmasına da yardımcı olur (Anon., 1973)

120 veya 130 °C'de yapılan buharlama işlemlerinin de, sürtünme katsayısını artırarak, boncuklanma eğilimini azalttığı belirtilmektedir (Anon., 1973).

Buruşmazlık, "easy-care" gibi apre işlemleri sırasında reçine kullanıldığı için iplik içindeki lifler daha iyi yapışır ve genellikle boncuklanma eğiliminde azalma görülür. Buruşmazlık apresi uygulanan poliester/pamuk ve poliester/viskon kumaşlarda, yıkamaya dayanıklı maddeler kullanılması durumunda, boncuklanmanın büyük ölçüde azaldığı bilinmektedir.

ların büyük bir bölümü kullanım için uygundur. Bu nedenle yıkamanın giyim denemeleri süresince kullanılması özel bir önem taşımaktadır. Yıkama işlemlerinden sonra yapılan kontroller boncuklanma testine yıkamasının önemini göstermektedir. Normal ev tipi makinelerde normal ev tipi makinelerde kurutma programı, el yıkama ve normal ticari deterjanların kullanılmasıdır. Giyim denemelerinde yıkama sonucu hav yoğunluğunda yıkama işleminin boncuklanmayı azaltır. Daha da ötesinde yabancı maddelerin kumaş yüzeyine çökmüş ve boncuklanma eğiliminde bütünleşmişlerdir.

### BONCUKLANMA EĞİLİMİNİ AZALTMAK İÇİN YAPILAN İŞLEMLER

Boncuklanma eğilimini azaltmak için yapılan işlemlerin amacı, kumaş yüzeyindeki lifler arasındaki sürtünmeyi azaltılması ve lifler arası sürtünmeyi artırılmasıdır. Uygulanacak işlemlerin nitelikte olması için kumaşın yapısını değiştirmemesi, bakım ve temizlik için uygun olması gerekir.

1. Havları uzaklaştırmak için fırça - makas işlemleri uygulanır. Bu teknik sadece düzgün yün kumaşlar için uygundur. Fırça ve makas işlemi kumaşların boncuklanma eğilimini azaltır. Fakat gevşek yapılı kumaşlar için de boncuk oluşabilir.

2. Yıkama veya azaltmak amacıyla kullanılan deterjanlar kullanılarak uygulanan işlemlerle kumaşta toplanabilir.

3. Sürtünmeyi azaltıcı işlemler

4. Kumaşın kolaylaştırmak amacıyla yapılan işlemler

5. Karşılıklı kumaşlarda lif hareketini azaltıcı etki gösteren kumaşların kısıtlanması için yaş işlemleri uygulanmalıdır. Bu hareketlerin mümkün olduğu kadar azaltılması gerekir. Ayrıca lifler arasında doğru hareketini engelleyen emülsiyonlar kullanılarak liflerin bağlanması da mümkündür. Kumaş dokuma kumaşlarda kullanılan deterjanlar da lifler arası sürtünmeyi azaltarak boncuklanma eğilimini azaltır.

## 6. BONCUKLANMA İÇİN LABORATUVAR TESTLERİ

### 6.1. Test Aparatları ve Değerlendirme Yöntemleri

Kumaşların boncuklanma eğilimini test etmek amacıyla geliştirilmiş çok sayıda aparat vardır. Tabii ki bir aparatın kumaşın giyim sırasında karşılaştığı tüm hareketleri, basınçları ve yüzeyleri temsil etmesi mümkün değildir. Boncuklar sürtünme hareketi sonucu oluştuğu için, sürtünme prensibi ile değerlendirilmelidir; fakat deneyde uygulanan sürtünmenin derecesi de önemlidir. Boncuk, kumaş yüzeyinde lif toplanması ve bunların karmaşıklaşması sonucu oluşacaktır. Uygulanan test yönteminde lifler yüzeye hareket edemezse veya sürtünme çok şiddetli olup lifler çok hızlı koparılırsa boncuk oluşumu engellenmiş ve kullanım sırasında oluşacak boncuklanmadan daha azı gözlenmiş olacaktır. Ayrıca kullanımdaki koşullara yaklaşabilmek için test edilen kumaşın tüm sürtünme periyodu boyunca sürekli basınç altında olmaması ve sürtünen yüzeyin kumaşa benzer bir yüzey olması da gerekmektedir.

"I.C.I. Random Tumble Pilling Tester", "WIRA (Martindale) Abrasion Machine", "The Atlas Pilling Tester" ve "Zweigle Pilling Tester" günümüzde en çok kullanılan test yöntemleridir. Martindale yönteminde test edilecek örneklere aynı kumaştan daha küçük yüzeyler sürtülerek boncuk oluşturulmaktadır. Diğer yöntemlerde ise kıvrılmaması için lastik parçalar üzerinde geçirilmiş test örnekleri serbest olarak belirli nitelikteki odacıklara (birden fazla örnek birlikte veya lastik toplarla birlikte) konularak döndürülmek suretiyle boncukların oluşması sağlanmaktadır.

Laboratuvar test cihazları ile oluşturulan boncuklanma sonuçlarının değerlendirilmesinde üç temel yaklaşım söz konusudur.

1. Boncuk ağırlığının belirlenmesi: Özellikle Martindale yönteminde uygulanan bir değerlendirme şeklidir. Belirli turlar sonunda oluşan boncuklar kesilip kumaş yüzeyinden uzaklaştırılarak tartılır. Boncuk ağırlığı fazla olan kumaşların boncuklanma eğiliminin yüksek olduğu kabul edilir.

2. Görsel değerlendirme: En sık kullanılan yöntemdir. Test kumaşları standart örneklerle veya fotoğraflarla karşılaştırılarak 1'den 5'e kadar derece verilir. Amerikan standartlarında 5 en iyi, 1 en kötü derecedir; 2.5, 3.5 gibi ara dereceler de verilebilir. (ASTM D 3511-82, D 3514-81, TS 10258) Zweigle yönteminde kullanılan derecelendirme tam tersidir. Yani 1 en iyi, 5 en kötü boncuklanma durumunu göstermektedir. I.C.I. yönteminde ise 3'lü derecelendirme sistemi kullanılmaktadır. 1: hav var,

boncuk yok, 2: hav var, çok az boncuk var, 3: çok fazla hav ve boncuk var demektir (Booth, 1968).

3. Belirli alana düşen boncuk sayısının belirlenmesi: Daha çok Zweigle yönteminde kullanılan bir değerlendirme şeklidir. Test örneklerindeki boncuk adedi büyüklüklerine bakılmaksızın sayılır. Ortalama boncuk adedine göre değerlendirme yapılır.

Boncuklanma testi için çok sayıda yöntem olmasına karşın, test sonuçlarının değerlendirilmesi çoğunlukla subjektif olarak yapılmaktadır. Herhangi bir subjektif değerlendirmenin ancak eksperler tarafından yapılması durumunda doğru olacağı düşünüldüğünde, boncukların adet ve büyüklük olarak değerlendirilmesi amacıyla hızlı bir objektif yöntemin geliştirilmesinin önemi açıktır. Bu amaçla Ramgulam ve arkadaşları (1993) ile Amirbayat ve Alagha (1994) kumaşın yüzey profilini çıkarabilen laser sensörlü ve bilgisayar destekli bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistemde boncukların adet ve büyüklükleri çok hassas bir şekilde ölçülebilmektedir. Araştırmacılar boncuklandırılmış ve önceden 7 eksper tarafından değerlendirilmiş 50 farklı örme kumaşta yaptıkları denemeler sonucu, geliştirdikleri yöntemin İngiliz Standartlar Enstitüsü'nün subjektif değerlendirme yöntemi sonuçları ile uyum içinde göründüğünü ve bu konudaki deneysel çalışmalarının sürdürdüğünü belirtmektedirler.

## 6.2. Boncuklanma Testlerinde Deney Süresinin Önemi

Tüm test yöntemlerinde genellikle standart test süreleri uygulanmaktadır. Boncuklanma testlerinde kumaş yüzeyinde oluşan boncuklar belirli bir maksimuma ulaştıktan sonra kopabilecekleri için, deney süresinin doğru tesbiti çok önemlidir. Deney süresi gereğinden çok kısa veya çok uzun olursa giyim sırasında oluşacak boncuklanma hakkında doğru tahminleme yapmak güçleşecektir. Boncuklanma test süresinin önemini Mims (1957) ve Nielsen ve arkadaşlarının (1957) çalışmaları çok ilginç bir biçimde ortaya koymaktadır.

Mims I.C.I. Pilling Box ile yaptığı denemelerde 5 saatlik bir deneme süresinin yeterli olacağını düşünerek dinklenmiş bir Terylene/yün kumaşın bu standart sürede boncuklanmadığını tesbit etmiştir. Fakat bu kumaştan yapılan erkek çocuk pantolonları birkaç hafta giyildikten sonra boncuklanmıştır. Araştırmacıya göre, bunun sebebi dinkleme işlemi sırasında yün liflerinin kumaş yüzeyine hareket ederek koruyucu bir yüzey oluşturmasıdır. Deney sırasında uygulanan sürtme küçük olduğu için koruyucu yün lifleri kopup uzaklaşmamıştır. Oysa kullanım sırasında çok daha ağır bir sürtme gerçekleşerek alttaki terylene liflerinin

açığa çıkıp boncuk oluşturmaya neden olmuştur.

Nielsen ve arkadaşları da karışım oranları farklı benzer yapısal özelliklere sahip ve benzer bitim işlemleri uygulanmış 6 tip yün/terylene karışımı kumaşı Martindale yöntemi ile 10 farklı sürtme adedi uygulayarak test etmişlerdir. Buna göre test sırasında boncuk sayısı belirli bir maksimum değere kadar yükselmekte, daha sonra boncuklar koparak uzaklaşmaktadırlar. Bu durumun artık kumaştan boncuk oluşumu için lif çıkmayana kadar (30.000 sürtme) sürdüğü anlaşılmaktadır. Nielsen ve arkadaşlarının bulguları incelendiğinde boncuk oluşumu ve boncuğun kopup uzaklaşma işlemlerinin farklı kumaşlarda farklı hızlarda gerçekleştiği görülmektedir. Örneğin; 1000 sürtmede en fazla boncuklanan kumaşın %100 yün, en az boncuklanan kumaşın ise 60/40 Terylene/yün karışımı olduğu tesbit edilirken, 6000 sürtmede durum tamamen değişmiş, en fazla %100 terylene kumaşta boncuklanma olduğu, %100 yün kumaşta ise hiç boncuk gözlenemediği tesbit edilmiştir.

## 6.3 Deneysel Çalışma

Tarafımızdan 70/30 pamuk / pollester karışımı 1x1 Ribana kumaşta yapılan denemeler de test süresine bağlı olarak kumaştaki boncuk sayısının ve büyüklüğünün çok değiştiğini göstermektedir. Bu denemeye ilişkin değişik test sürelerindeki boncuklanma durumunu gösteren fotoğraflar Şekil 4'de verilmiştir.

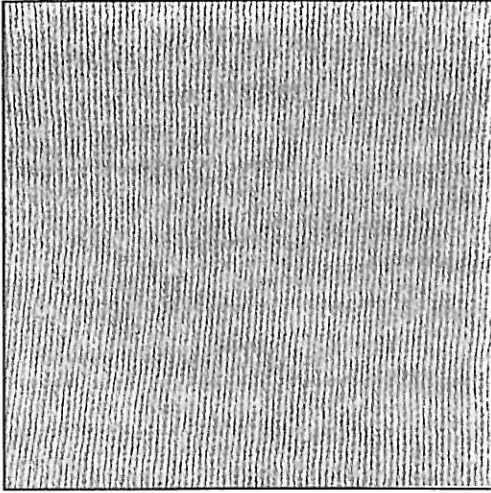
Tüm bu örnekler de göstermektedir ki kumaşların boncuklanma direncini iyi tahminleyebilmek için farklı test sürelerinin denenmesi gerekmektedir. Ayrıca belirli bir kumaşın gerçek kullanımındaki boncuklanmaya karşı direnci kişinin kullanımına ve kullanım şartlarına göre değişiklikler gösterebilir. Bu nedenle boncuklanma testlerinin giyim denemeleri ile desteklenmesi ve bazı kumaşların yıkama ve kuru temizleme işlemlerinden sonra da test edilmesi yararlı olacaktır.

## 7. SONUÇ

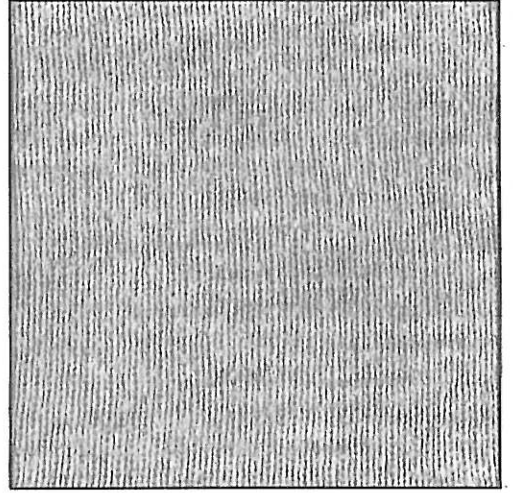
Bu yazıda kumaşlarda boncuklanma oluşumu, boncuklanma eğilimini etkileyen faktörler ve boncuklanma test yöntemleri açıklanmaya çalışılmıştır. Konuya ilişkin önemli noktalar şöyle özetlenebilir:

1. Boncuklanma kumaş yüzeyinden çıkan gevşek liflerin gıysilerin kullanımı ve yıkanması sırasında, sürtünme etkisi ile, karmaşılaşarak küresel demetçikler haline dönüşmesi sonucu oluşan bir yüzey görünüm hatasıdır. Sürtünmeye maruz kaldığı zaman bilinen tüm kesikli liflerden üretilmiş kumaşların, az veya çok, boncuklanma olasılığı vardır.

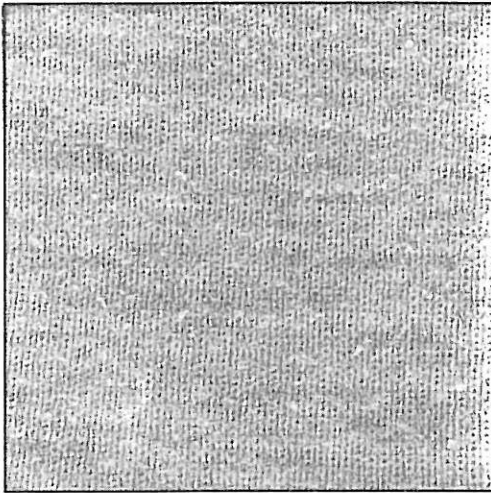
2. Çeşitli araştırmacıların boncuk oluşumu ve



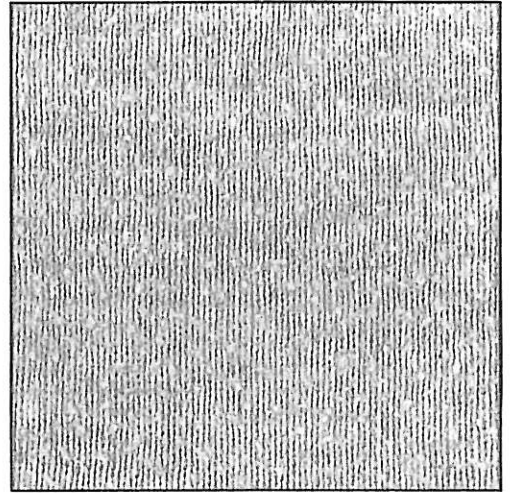
a. 4 saat



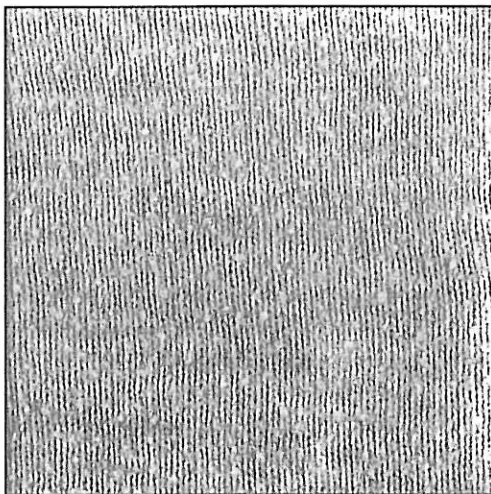
b. 7 saat (Standart test süresi)



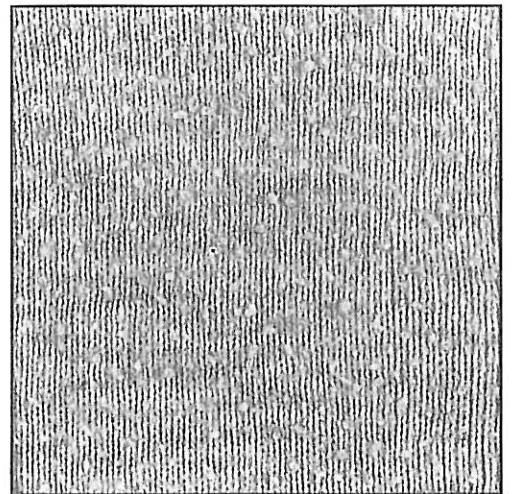
c. 15 saat



d. 21 saat



e. 28 saat



f. 35 saat

**Şekil 4.** 70/30 Pamuk/pollester Karışımı 1x1 Ribana Kumaşta "Zweigle Pilling Tester" İle Çeşitli Test Sürelerinde Oluşan Boncuqların Görünümü (Orig.)



boncuğu oluşturan lifler konusunda yaptıkları incelemeler, yaygın kanunun aksine boncuk oluşturan liflerin her zaman kısa, kopmuş lifler olmadığını, boncukların lif düğümü ve yabancı madde içermeyebileceğini ve lif karmaşıklığının normal hav yapısı içindeki lifler arasında meydana geldiğini göstermektedir.

3. Boncuklanma eğilimi incelik, uzunluk, kesit şekli, kıvrım, kopma mukavemeti ve eğilme direnci gibi lif özellikleri ile iplik ve kumaşın yapısal özellikleri ve kumaşa uygulanan bitim işlemleri gibi çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir.

4. Belirli bir kumaşın gerçek kullanımındaki boncuklanmaya karşı direnci kişinin kullanımına, kullanım koşullarına, yıkama ve kuru temizleme işlemlerinin uygulanışına bağlı olarak değişiklikler gösterir. Bu nedenle boncuklanma eğilimini belirlemek için yapılan laboratuvar testlerinin giyim denemeleri ile desteklenmesi daha isabetli öngörüler yapılmasını sağlayacaktır.

#### KAYNAKLAR

- ALSTON, P.V., 1992, Text. Res. J., Vol:62, No: 2, 105-108.
- AMIRBAYAT, J. AND ALAGHA, M.J., 1994, J. Text Inst., Vol:85, No: 3, 397-401.
- ANON., 1972, Wool Science Review, 43, 26-32.
- ASTM, 1988, ASTM Standarts D 3511-82 ve D 3514-81, Easton, Md., U.S.A.
- BAIRD, M.E., HATFIELD, P. and MORRIS, G.J., 1956, J. Text. Inst., Vol:47, T 181-201.
- BOOTH, J.E., 1968, Principles of Textile Testing, 3rd Edition, Butter Worth Scientific, London, Boston, Sydney.
- CONTI, W. AND TASSINARI, E., 1974, J. Text. Inst., Vol: 65, 119-125.
- COOKE, W.D., 1981, Text. Res. J., Vol:51, No: 5, 364-365.
- COOKE, W.D., and ARTHUR, D.F., 1981, J. Text. Inst., No:3, 111-120.
- COOKE, W. D., 1982, J. Text. Inst., No:1, 13-19.
- COOKE, W. D., 1983, J. Text. Inst., Vol: 74, No: 3, 101-108.
- COOKE, W. D., 1985, Text. Res. J. (July), 409-414.
- DENNISON, R.W. and LEACH L.L. , 1952, J. Text. Inst, Vol: 43, P 489.
- GİNTİS, D. and MEAD, E. J., 1959, Text. Res. J., Vol: 29, 578-585.
- Mims, N.M., 1957, J. Text. Inst., Vol:48, No:9, T 375-376.
- NIELSEN, I.U., ONIONS, W. J. and WHEWELL, C.S., 1957, J. Text. Inst., Vol:48, No:9, T 374.
- RAMGULAM, R.B., AMIRBAYAT J. and PORAT, I., 1993, J. Text. Inst., Vol:84, No:2, 221-227.
- RICHARDS, N., 1962, J. Text.Inst., Vol:53, No:8, T 357-369.
- TSE, 1992, TS 10258 (Nisan1992, Birinci Baskı), Ankara.
- WHEWELL, C.S., 1950, J. Text. Inst., Vol: 41, 219-228.
- WILLIAMS, V.A., 1985, Text. Res. J. (May), 312-320.
- ZWEIGLE K.G., Pilling Rating Standarts.