

# Yünlü Örme Kumaşlarda Boncuklanmaya Tesir Eden Faktörler

Cevza CANDAN

*İ.T.Ü. Makina Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,  
İstanbul-TÜRKİYE*

Geliş Tarihi 23.09.1998

## Özet

Bu çalışmada değişik numara, renk ve lif karışımlarından (yün, yün/akrilik, angora/nylon) üretilen ipliklerden imal edilen ribana, selanik ve 3×3 saç örgü gibi farklı yapılardaki örgü kumaşların boncuklanma eğilimlerinin üç ayrı deneme süresi için nasıl değiştiği örneklerin diğer fiziksel özellikleri de (ilmek sıklığı, kumaş kalınlığı, gramaj gibi) dikkate alınarak araştırılmıştır. Çalışma sonuçları yıkanmamış kumaş grubu içinde yarım selanik kumaşların, yıkanmış kumaş grubu içinde ise ribana kumaşların en az boncuklandığını göstermiştir. Angora/nylon kumaşlar içinde en fazla yarım selanik kumaşlar boncuklanmıştır. Yıkanmamış kumaş grubunda düşük test süreleri için lif karışım oranının boncuklanmaya tesiri görülmezken yıkanmış grupta tüm kumaş tipleri için %100 yünlü kumaşların daha az boncuklandığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Boncuklanma, saç örgü, yarım selanik

## Factors Affecting the Pilling Performance of Knitted Wool Fabrics

### Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of different yarn blends and fabric constructions, such as 2×2 rib, half cardigan, and 3×3 cable stitch, on the pilling tendency and other physical properties of fabrics. The experimental results showed that the pilling grades of dry, relaxed half cardigan fabrics were higher. In the case of fully relaxed fabrics, however, rib fabrics performed well. In fabrics made from angora/polyamid yarns, the pilling grades of half cardigan fabrics were higher. In contrast to the results obtained for fully relaxed fabrics, there was no significant difference between the pilling tendency of 100% wool fabrics and that of wool/acrylic fabrics, in terms of the results obtained from dry, relaxed structures.

**Key Words:** Pilling, Cable Stitch, Half Cardigan

## Giriş

Boncuklanma giysi yüzeyine bir veya daha fazla tutunan küçük, karmaşık hale gelmiş lif kümeleriyle karakterize edilen ve giysiye hoş olmayan görünüm veren bir kumaş yüzey hatasıdır. Örme kumaşlar, esnek ve gevşek, yapıları nedeniyle dokuma kumaşlara göre daha fazla boncuklanma eğilimindedirler ki bu hem imalatçı hem de kullanıcı için son derece ciddi bir problemdir.

Yumuşak bükümlü ipliklerde örülen yünlü ma-

mullerde boncuklanma her zaman var olmuş; ancak özellikle sentetik liflerin piyasaya girmesi ile sorun daha ciddi bir boyut kazanmıştır. Çünkü poliester, nylon, akrilik gibi lifler yüne göre daha mukavim olduklarından, boncukları kumaşa bağlayan liflerin kopmasını zorlaştırarak boncuk oluşma hızının boncukların dış etkenlerle kumaş yüzeyinden koparak ayrılma hızından daha yüksek hale gelmesine neden olur. Bunun sonucu olarak kumaş yüzeyi daha ra-

hatsız edici bir görünüm alır. Bu nedenle sentetik lifler veya karışımları ile yapılan örgü ürünlerde boncuklanma dikkate alınması gereken bir ticari riski temsil eder.

Bir sonraki bölümde ele alınan çalışmalar incelendiğinde araştırmaların önemli bir kısmının boncuk oluşum mekanizması ve bunun modellenmesi üzerine yoğunlaştığı görülecektir. Ayrıca ribana, süprem ve interlok gibi standart örme kumaş yapıları üzerinden boncuklanmaya etki eden bazı lif ve iplik özellikleri ile farklı kumaş terbiye işlemleri de incelenmiştir. Moda eğilimlerinden son derece etkilenen, üretimde esneklik ve çeşitlilik gerektiren triko sektöründe kullanılan kumaş yapıları yukarıda ifade edilenlerle sınırlı değildir. Literatürde eksikliği hissedilen daha karmaşık fakat bir o kadar yaygın olarak kullanılan kumaş tasarımlarının boncuklanmaya tesiri bu çalışmada angora gibi yine triko sektöründe fazlasıyla kullanılan farklı iplik tipleriyle birlikte düşünülerek incelenmiştir.

### Literatür Değerlendirmesi

Boncuklanma mekanizması üzerine yoğunlaşan çalışmaların hemen hemen hepsi bu mekanizmanın üç ana aşamayı içerdiği görüşünde birleşirler: Mekanik etkileşim sonucu liflerin kumaş yüzeyine çekilmesi ve hav oluşumu, havların dolanarak boncuk oluşturması ve son olarak sürekli mekanik hareket altında oluşan boncukların kumaş yüzeyinden uzaklaşması.

Boncuklanma mekanizması üzerinde çalışan ilk araştırmacılardan olan Gintis ve Mead (1959), boncuklanma eğiliminin yüzeyde hav oluşumu, havların dolanması sonucu boncuk oluşumu ve oluşan boncukların kumaş yüzeyinden uzaklaşması aşamalarının oluşum hızları tarafından belirlendiğini ifade etmişlerdir. Aşındırılmakta olan kumaş yüzeylerinden çektikleri resimlerle (bu amaçla mikroskopik incelemeye olanak veren bir aparat geliştirmişlerdir) kumaş yüzeyinde hav oluşumu kritik bir değere ulaştığında bunu hızlı bir şekilde boncuk oluşumlarının takip ettiğini ve lifler bükülüp dolandıkça çevre liflerde boncuk bünyesine kattıklarını göstermişlerdir. Ayrıca aşındırma işlemi devam ettikçe oluşan boncukların yüzeyden uzaklaştırıldığı da bulguları arasındadır. Liflerin fiziksel özellikleriyle kumaşın yukarıda ifade edilen davranışı arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik yürüttükleri çalışmalarda ise lif-lif sürtünmesi ile lifin eğilme rijitliğinin hav oluşumunda önemli bir rol oynadığını saptamışlardır. Havların birbirine dolanma

eğiliminin ise lif inceliği, lif kesit şekli, ve lif eğilme rijitliğine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Boncuğun kumaştan ayrılma hızının ise birinci derecede lifin aşınma dayanımı ve mukavemetine bağlı olduğunu göstermişlerdir.

Brand ve Bohmfalk (1967) boncuk oluşumu ve düşme mekanizması ile reaktif grupların kimyasal reaksiyonlarındaki kinetik hareketleri arasındaki benzerliği farkederek boncuklanmanın bir kinetik modelini oluşturmuşlardır. Son derece kompleks olan bu model kumaş gövdesindeki boncuklanabilir tüylerin oluşum oranı, boncuklanamayan tüylerin boncuklanabilen tüylere oranı, boncuklanabilen tüylerin aşınma oranı ve boncuk oluşum oranı olmak üzere 7 tane oran sabiti içeriyordu.

Conti ve Tassinari (1974) boncuklanma mekanizmasını tanımlayan basitleştirilmiş bir kinetik model önermişlerdir. Bu model esas olarak üç parametreyi dikkate almaktadır: Boncukların sayısı, boncuk oluşum hızı ve boncuk dökülme (kumaş yüzeyinden uzaklaşma) hızı. Araştırmacılar normal boncuk uzaklaşma hızlarında modelin örnek üzerinde oluşacak toplam boncuk sayısının eğrisini tanımlamakta yeterli olacağını ve ayrıca boncuk oluşum mekanizmasının üç evresinin analizine olanak tanyacağını ifade etmekle beraber özellikle boncuk oluşum hızının boncuk dökülme hızına çok yakın olduğu durumlarda modelin uygulamasına yönelik sınırlamalarla karşılaşacağını da belirtmişlerdir.

Cooke ve Arthur (1981) boncuk oluşumunun modellenmesine yönelik çalışmalarında önceki matematik modelleri tek tek irdelenmişlerdir. Ayrıca yürüttükleri deneysel çalışmalarda lif izleme tekniği, çoklu lekeleme metodları ve optik ve elektron mikroskop kullanımı gibi farklı yöntemlerden yararlanarak daha gelişmiş bir boncuk oluşum mekanizması sunmuşlardır. İlgili modelin oluşturulmasında bilgisayar simülasyon teknikleri kullanılmış sonuçlar desen matrisi kullanılarak analiz edilmiştir.

Cooke, boncuk oluşum aşamalarında ortaya çıktığı bazı araştırmacılara tespit edilen ancak orijini ile mekanizması açıklanamayan ve boncuk morfolojisi ve ömrü üzerinde etkili olan boncuk içi lif hasarını üç bölümden oluşan bir çalışmada incelenmiştir (Cooke, 1982, 1983, 1984). İlk bölümde pamuk T556 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 sebe-

biyle hav dolanma ve boncuk oluşum aşamalarıyla, boncuk morfolojisinin doğrudan etkileneceğini belirtmiştir. İkinci bölümde yünlü örme kumaşlar üzerine çalışma yapılmış ve lif yorulmasının bu tip kumaşların boncuklanmasıyla ilgili olarak da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Aynı çalışmada yıkama işleminin boncuk oluşumundaki önemi birkez daha vurgulanırken, boncuk oluşum ve dökülmesinin üç değil altı aşamada (yüksek hav yoğunluğu 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 boncuklaşma her zaman kendi kendini sınırlayan bir işlem değildir ve dirsekler gibi sürekli aşınmaya maruz kalan kısımlarda ürünün kullanım ömrü boyunca devam eden bir kumaş hasar mekanizması durumundadır. Yazar benzer konularda toplu bir değerlendirmeyi ayrı bir çalışmada yapmıştır (Cooke, 1985).

Williams (1985), Conti ve Tassinari (1974) tarafından önerilen kinetik modeli ICI ve RTPPT boncuklanma test cihazlarında boncuklandığı yünlü kumaşlarına başarıyla uyarlamıştır. Ayrıca bu teoriyi aşınma işlemi esnasında ayrılan boncuklanabilen ve boncuklanmayan lif bağlı kütlelerini karşılaştırabilecek şekilde geliştirmiştir. 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 metodlarından hangisinin, boncuklanabilir hav ve kinetik parametrelerde değişiklikler açısından gerçek hayattaki aşınmaya yakın olduğuna dair karşılaştırmalı çalışmalar yapmış; bu çalışmadan

boncuk oluşumundan lif-lif sürtünmesindeki değişikliklerini yoksa mukavemet ve uzamanın sorumluluğunun tespit edilemediğini ifade etmiştir.

Boncuklanmanın objektif olarak değerlendirilmesi için yapılmış pek çok teorik çalışma ve geliştirilmiş test cihazına (Nitschke, 1995; BS 5811, 1983; Lomax, 1956; Martindale, 1942) rağmen günümüzde hala boncuklanmış örnekler standar fotoğraflarla karşılaştırmak gibi subjektif yöntemlerle derecelendirilmektedir. Rangulam ve arkadaşları (1993) kumaşın yüzey profilini çıkarabilen lazer sensörlü, bilgisayar destekli bir cihazın boncuklanmanın objektif bir değerlendirmeye 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 (1994) 50 örme kumaş üzerinde yukarıda ifade edilen cihazı kullanarak yaptıkları deneysel çalışmada, bulgularını aynı kumaşlardan oluşan bir komite tarafından yapılmış değerlendirmeleriyle karşılaştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçların cihazın uygulamada geçerliliğini kanıtlar nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.

Hsi ve arkadaşları (1998a) görüntü (image) analiz tekniği kullanarak kumaş boncuklanması hakkında oldukça detaylı bilgi verebilecek bir yazılım geliştirmişlerdir. Yazılım klasik bir kişisel bilgisayar donanımına görüntüsü (image) aktarılan bir kumaş üzerindeki boncukları tespit edip tanımlayabilmektedir. Araştırmacılar yazılımın kullanımının şu an için ham veya çok açık renklere sahip ve basit yüzey görünüşlü kumaşlarla sınırlı olduğunu ifade etmektedirler (Hsi, Bresee ve Annis, 1998b).

Boncuk oluşumuna yönelik çalışmalar teorik modellemeler ve ölçüm tekniklerinin geliştirilmesiyle sınırlı değildir. Farklı iplik, kumaş özellikleri ile bitim işlemlerinin boncuklanmaya tesiri çeşitli araştırmacıların çalışma konusu olmuştur.

Iradele ve Wan (1977) lif uzunluğu ve iplik bükümünün boncuklanmaya etkilerini 2×2 yünlü ribana kumaşlar üzerinde incelemişler ve büküm artışı ile boncuk kütleindeki değişimin ters orantılı olduğunu göstermişlerdir. Bir başka çalışmada (1972), ZZ, SS, ZS ve SZ katlı ipliklerde katlama bükümü arttıkça boncuklanmanın azaltıldığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada iplik kat adedinin boncuklanmaya ters orantılı olduğu da belirtilmiştir. Baird ve arkadaşlarının (1956) nylon ve nylon

karışımı kumaşlar üzerindeki çalışma bulguları da bu yöndedir.

Okur (1994), 70/30 pamuk/poliester üretilen ipliklerden yapılmış 1×1 ribana kumaşlardan deneme süresine bağlı olarak farklı oranlarda boncuklandığını göstermiştir. Baird ve arkadaşları (1956) nylon/yün karışımı kumaşlarla yaptıkları çalışmada nylon oranını arttırmının boncuklanmayı arttırdığını; ancak bazı durumlarda 50/50 nylon/yün karışımı kumaşların %100 nylon kumaşlardan daha fazla boncuklandığını saptamışlardır.

Smuts ve Hunter (1978), Punto di Roma, Fransız Pikesi, İsviçre Pikesi ve 1×1 Rib örgüler üzerine yaptıkları çalışmada Punto di Roma örgülerinin boncuklanmaya en dayanıklı yapılar olduğunu bulmuşlardır.

Yıkama işleminin boncuklanma üzerine tesiri Cooke (1983) ile Baird ve arkadaşları (1956) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmalarda yıkamanın hav yoğunluğunu arttırdığını ve boncuklanmayı hızlandırdığı görülmüştür. Ayrıca yıkama esnasında

yabancı lifler de kumaş yüzeyine çökerek boncuk yapısına katılmıştır.

## Deneysel Çalışma

### Malzeme ve Yöntem

Bu çalışma için 90 adet üç değişik yapıda 70×100 cm boyutlarında farklı renk, numara ve lif karışım oranlarına sahip ipliklerden örnekler örülmüştür. Kullanılan iplik özellikleri tablo 1’de detaylı olarak gösterilmiştir. İpliklerin büküm ve mukavemet değerleri sırasıyla TS 247 ve 245’e göre ölçülmüştür. Örneklerin üretiminde STOLL CMS 402 tipi elektronik düz örme makinası kullanılmış ve tüm örnekler aynı may sıklıklarında ve makina hızında üretilmiştir. Çalışma için seçilen kumaş yapıları 2×2 ribana, yarım selanik ve 3×3 saç örgüdür (bkz tablo 2). Tüm örnekler için üretim esnasında hammadde ve/veya makina kaynaklı bir sorunla karşılaşmamıştır.

**Tablo 1.** İplik özellikleri

Numara	Lif tipi ve karışım oranı	Renk	büküm	büküm	Mukavemet (g)
			(tur/m)	(tur/m)	
			Çift kat (S)	Tek kat (Z)	
Nm 28/2	%100 yün	siyah	240.8	508.4	442.50
Nm 28/2	50/50 yün/akrilik	bordo	245.3	487.6	671.67
Nm 28/2	50/50 yün/akrilik	koyu yeşil	233.3	464.0	693.33
Nm 28/2	50/50 yün/akrilik	kahverengi	221.4	456.0	694.00
Nm 28/2	50/50 yün/akrilik	bej	225.6	450.8	738.57
Nm 28/2	50/50 yün/akrilik	siyah	229.6	444.8	741.56
Nm 16/1	88/12 angora/nylon	açık yeşil	-	335	188.76
Nm 16/1	88/12 angora/nylon	mavi	-	317	210.00
Nm 16/1	88/12 angora/nylon	pembe	-	332	200.00
Nm 16/1	88/12 angora/nylon	siyah	-	347	182.50

Örme işlemi sonrası Nm 16/1 numara angora iplikten üretilen örnekler 10 dakikayı geçmeyecek şekilde, kuru temizleme tipi yıkama makinasında su ilavesi yapılmaksızın sadece yumuşatıcı kullanılarak yıkanmış ve aynı makinanın santrifüjlü kurutma kısmında kurutulularak bitim işlemlerine tabii tutulmuştur. Diğer örneklerin bir kısmı kuru dindendirme (standart atmosfer şartlarında iki hafta boyunca bekletilmiştir) amaçlı olarak ayrılırken geri kalan kısım ev tipi otomatik çamaşır makinasında, yün programı kullanılarak ve sadece yumuşatıcı ilavesiyle 30 dakika boyunca yıkanmış ve serilerek

kurutulmuştur. Tüm örnekler standart atmosfer koşullarında (%65±2 izafi rutubet ve 20±2 °C sıcaklık) bir hafta süre ile kondisyone edildikten sonra gramaj, kumaş kalınlığı, may ve sıra sıklığı, ve boncuklanma testleri yapılmıştır.

Kumaş kalınlık ölçümü BS 2544’e göre J. H. Heal&Co. Ltd. Aıt R&B kumaş kalınlık cihazı kullanılarak yapılmıştır. Her örnek için 10 ölçümün ortalaması alınmıştır.

Sıra ve may sıklıkları bir lup yardımıyla, kumaşların 10 farklı yerinden yapılan ölçümlerle tespit edilmiştir.

Boncuklanma testi BS5811 standartına göre ICI boncuklanma test cihazı kullanılarak 3 farklı devir (7000, 9000, 13000) diğer bir deyişle üç farklı test süresi için yapılmıştır.

Sonuçlar toplu halde tablo 4, 5, 6, 7 ve 8'de gösterilmiştir. Bu tablolardan görüleceği üzere örnekler iplik rengi ve kumaş tipine uygun olarak kodlanmıştır. Kodlamada ilk harf (veya ilk iki harf) kumaş yapısını (R-ribana, SÖ-

saç örgü, YS-yarım selanik), son harf (veya son iki harf) ise iplik rengini (S-siyah, AY-açık yeşil gibi) gösterir. Angora/nylon karışımı ipliklerin kullanıldığı örneklerde örgü yapısını gösteren harften önce "A" harfi (AR- angora ribana gibi) kullanılmıştır. Tartışma ve değerlendirme kısımlarında ilgili örnekler göndermeler bu kodlama kullanılarak yapılacaktır.

**Tablo 2.** Yün ve yün/akrilikten üretilen kumaş tipleri

Örnek kodu	Örgü tipi	Lif tipi ve karışım oranı	Örnek sayısı
R1S	2×2 RİBANA	%100 yün, örgüde 3 kat	3
R2S		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
R3B		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
R4K		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
R5BJ		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
R6Y		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
YS1S	YARIM SELANİK	%100 yün, örgüde 3 kat	3
YS2S		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
YS3B		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
YS4K		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
YS5BJ		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
YS6Y		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
SÖ1S	3× SAÇ ÖRGÜ	%100 yün, örgüde 3 kat	3
SÖ2S		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
SÖ3B		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
SÖ4K		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
SÖ5BJ		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3
SÖ6Y		50/50 yün/akrilik, örgüde 3 kat	3

**Tablo 3.** Angora/nylon'dan üretilen kumaş tipleri

Örnek kodu	Örgü tipi	Lif tipi ve karışım oranı	Örnek sayısı
AR1S	2×2 RİBANA	88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
AR2M		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
AR3P		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
AR4AY		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
AYS1S	YARIM SELANİK	88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
AYS2M		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
AYS3P		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
AYS4AY		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
ASÖ1S	3×3 SAÇ ÖRGÜ	88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
ASÖ2M		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
ASÖ3P		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3
ASÖ4AY		88/12 angora/nylon, örgüde 2 kat	3

**Tablo 4.** Yıkılmamış yün ve yün/akrilik'den üretilen kumaşlar için ölçüm sonuçları

Örnek kodu	Gramaj ( $g/m^2$ )	May/10cm	Sıra 10cm	Kumaş kalınlığı (mm)
R1S	641	55	40	2.84
R2S	659	64	40	2.91
R3B	706	70	40	3.02
R4K	663	61	38	2.77
R5BJ	642	61	40	2.90
R6Y	649	60	40	2.83
YS1S	683	37.5	41	2.94
YS2S	665	37.5	44	3.07
YS3B	707	37.5	44	3.34
YS4K	685	35	44	3.22
YS5BJ	654	22.5	45	3.0
YS6Y	663	32.5	45	2.86
SÖ1S	697	46	52	2.48
SÖ2S	589	44	46	2.26
SÖ3B	604	44	46	2.40
SÖ4K	604	44	48	2.43
SÖ5BJ	610	44	48	2.93
SÖ6Y	554	44	52	2.26

**Tablo 5.** Yıkılmamış yün ve yün/akrilik'den üretilen kumaşlar için ölçüm sonuçları

Örnek kodu	Gramaj ( $g/m^2$ )	May/10cm	Sıra/10cm	Kumaş kalınlığı (mm)
R1S	654.0	56	45	2.95
R2S	664.0	60	46	3.10
R3B	718.5	60	46	3.00
R4K	662.0	60	45	2.97
R5BJ	654.5	62	44	2.99
R6Y	655	60	45	3.08
YS1S	730.5	36	46	3.64
YS2S	737.0	39	44	3.58
YS3B	744.5	39	45	3.62
YS4K	726.0	39	45	3.67
YS5BJ	730.5	41	44	3.76
YS6Y	742.0	40	44	3.68
SÖ1S	854.0	49	60	4.09
SÖ2S	646.0	44	51	3.73
SÖ3B	677.0	47	51	3.47
SÖ4K	660.0	45	49	3.47
SÖ5BJ	674.0	48	50	3.44
SÖ6Y	630.5	43	50	3.49

**Tablo 6.** Angora/nylon'dan üretilen kumaşlar için ölçüm sonuçları

Örnek kodu	Gramaj ( $g/m^2$ )	May/10cm	Sıra/10cm	Kumaş kalınlığı (mm)
AR1S	423	64	54	2.27
AR2M	412	60	54	2.31
AR3P	433	65	51	2.30
AR4AY	442	68	51	2.41
AYS1S	468	44	51	2.01
AYS2M	424	42	48	2.35
AYS3P	425	43	50	2.24
AYS4AY	430	43	49	2.32
ASÖ1S	348	56	57	1.82
ASÖ2M	346	49	60	1.85
ASÖ3P	371	54	59	1.76
ASÖ4AY	325	45	56	1.68

**Tablo 7.** Tüm yün ve yün/akrilik'den üretilen kumaşlar için boncuklanma değerleri

Örnek kodu	Yıkanmamış			Yıkanmış		
	7000 devir	9000 devir	13 000 devir	7000 devir	9000 devir	13 000 devir
R1S	4	4	3-4	4	4	4
R2S	4	4	3-4	4	4	3-4
R3B	4	4	3-4	4	4	4
R4K	4	4	3-4	4	3-4	3-4
R5BJ	4	4	3	3	3	2
R6Y	4	4	3	4	4	3
YS1S	4	4	4	3	3	2
YS2S	4	4	4	3	3	1-2
YS3B	4	4	4	3	3	1-2
YS4K	4	4	4	3	2-3	1-2
YS5BJ	4	4	4	3	2-3	1-2
YS6Y	4	3-4	3-4	3	2-3	1-2
SÖ1S	4	4	3	3	3	3
SÖ2S	4	4	3	2-3	2-3	2-3
SÖ4K	4	4	3-4	2-3	2	1
SÖ5BJ	4	4	3	2-3	2-3	1
SÖ6Y	4	4	3	2-3	2-3	2

### Tartışma

Tablo 4 ve 5'de sırasıyla yıkanmış ve yıkanmamış yün, yün/akrilik kumaşların boncuklanma dışında ölçülen diğer fiziksel ve boyutsal karakteristiklerine ilişkin sonuçlar toplu halde gösterilmiştir. Buna göre çift plaka kumaş yapıları içinde en yüksek ilmek sıklık değerleri (may/cm x sıra/cm) ribana kumaşlar için elde edilirken bunu yarım selanik

kumaş yapıları izlemektedir. Gerek yıkanmış gerekse yıkanmamış kumaş grubu içinde en yüksek gramaj ölçümleri yarım selanik kumaşlar üzerinden yapılmıştır. Kumaş kalınlığı değerleri yıkama öncesi ve sonrası en kalın kumaşlar olarak yarım selanik yapıları göstermektedir. Saç örgü kumaş örnekleri incelendiğinde % 100 yünden üretilenlerin en yüksek gramaj ve ilmek sıklık değerleri aldığı görülecektir.

Özellikle yıkama sonrası bu büyüklüklerde görülen artış daha belirgindir.

Angora/nylon karışımından üretilen çift plaka kumaşlarda bir önceki kumaş grubunda olduğu gibi en yüksek gramaj ve en düşük ilmek sıklık değerleri yarım selanik kumaşlar için elde edilmiştir. En yüksek sıklık ve kumaş kalınlığı değerleri 2×2 rib-

ana kumaşlar üzerinden ölçülmüştür (bkz tablo 6). Angora/nylon saç örgü kumaşların gramaj ve kalınlık değerleri beklenildiği gibi (kullanılan iplik numarasının daha ince ve örgüde sıra başına iki kat iplik beslenmesi sebebiyle) yün ve yün/akrilik saç örgü kumaşlardan daha düşüktür.

**Tablo 8.** Angora/nylon'dan üretilen kumaşların boncuklanma değerleri

Örnek kodu	7000 devir	9000 devir	13 000 devir
AR1S	2-3	2-3	2
AR2M	2-3	2-3	2
AR3P	3	3	3
AR4AY	2-3	3	2
AYS1S	4	3-4	3
AYS2M	2-3	2-3	1
AYS3P	3	3	2
AYS4AY	3	3	2
ASÖ1S	2	2-3	2-3
ASÖ2M	2	2-3	2-3
ASÖ3P	2-3	3	2
ASÖ4AY	2-3	3	2

Çalışmanın esasını oluşturan boncuklanma değerleri her kumaş grubu için (yün ve yün/akrilik kumaşlar ile angora/nylon kumaşlar) 7000, 9000 ve 13000 devir olmak üzere üç farklı test sürelerinde incelenmiştir. 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. Bu, literatür kısmında farklı araştırmacılar tarafından ifade edilen boncuk oluşum mekanizmasının ilgili test sürelerinde tamamlanamamasından veya Gintis ve Mead'in (1959) belirttiği gibi kumaş yüzeyinde ki hav oluşumunun boncuklanmayı beraberinde getirecek olan kritik hav yoğunluğu değerine ulaşamamış olmasından kaynaklanabilir (bkz bölüm 2). 13000 devir sonunda ise tüm kumaşlarda boncuklanma belirlenmiştir. Bu devirde en iyi performansı yarım selanik kumaşlar göstermiştir. Ayrıca önceki araştırma bulgularından (Baird, Latfield ve Morris, 1956) farklı olarak tek çeşit liften üretilen kumaşların boncuklanma eğilimlerinin düşük olduğuna yönelik belirgin bir sonuç elde edilememiştir. Bunun tersine özellikle saç örgü kumaşlarda boncuklanma performansı yünlü kumaşa göre daha iyi olan yün/akrilik kumaş örnekleri (SÖ3B ve SÖ4K) vardır. Bu kumaşların

gramajları, ilmek sıklıkları ve kumaş kalınlıkları SÖ1S kodlu % 100 yün örnekden daha düşük olmasına rağmen daha az boncuklanmıştır (bkz tablo 7). Yıkamış kumaş örneklerine ait değerler incelendiğinde yıkamanın boncuklanma üzerine olumsuz etkisi hemen görülmektedir. Yıkama işlemi sonrası ribana örneklerde özellikle 7000 ve 9000 devirler için boncuklanma değerlerinde çok büyük değişimler gözlenmezken, yarım selanik kumaşlarda boncuk oluşumunun tamamlandığı belirlenmiştir. 13000 devir sonunda ken az boncuklanma eğilimi gösteren kumaş tipi 2×2 ribana kumaşlar olmuştur. Tek plaka 3×3 saç örgü kumaşların boncuklanma derecelerinde yıkama öncesi önemli bir değişme olmadığı; ancak yıkama sonrası özellikle 13 000 devir sonunda yün/akrilik kumaşların % 100 yünlü kumaşlara göre daha fazla boncuklandığı saptanmıştır. Yıkamamış örneklerin aksine, yıkamış % 100 yünlü kumaşların boncuklanma değerleri 50/50 yün akrilik kumaşlardan her test süresi için daha düşük olmuştur. Burada dikkat çeken ve daha önce üzerinde tartışılmamış bir noktada her kumaş tipi içinde farklı renk ipliklerle fakat aynı üretim şartlarında örülen kumaşların farklı boncuklanma eğilimi göstermiş olmasıdır. Test süresi arttıkça bu değişik boncuklanma davranışlarının daha belirgin



hale geldiği gözlemlenmektedir. Şüphesiz ki, bunda her bir örgü tipine ait örneklerin kuru dinlendirme ve yıkama işlemleri etkisinde değişim gösteren gramaj, may ve sıra sıklığı ile kumaş kalınlığı gibi özelliklerinin etkisi büyüktür. Bununla beraber farklı renk boyarmaddelerin kullanılması halinde boyama işlem sürelerinin değişimine bağlı olarak boyanan malzeme (tow veya iplik) özelliklerinin belli oranlarda değişim gösterdiği bilinmektedir ve aynı üretim şartlarında örülen kumaşların boncuklanma eğilimlerinin bu doğrultuda farklılıklar gösterebileceği düşünülmektedir.

Tablo 8'de verilen boncuklanma dereceleri incelendiğinde çok tüylü angora/nylon ipliklerin tüm kumaş tipleri için boncuk oluşum aşamalarını hızlandırdığı görülmektedir. Diğer kumaş grubunda olduğu gibi test süresine bağlı olarak boncuklanma artmaktadır. Bu kumaşlarda yapılan önemli bir diğer saptama boncuk dökülme hızının çok yüksek olduğudur. Boncukların kumaş yüzeyinden bu kadar hızlı uzaklaşmaları yüne göre düşük mukavemeti angora liflerinin oluşturduğu boncukların kumaş yüzeyine bağlanma kuvvetlerinin düşük olmasından

kaynaklanabilir. Kullanılan nylon oranının da akriliğe göre düşük oluşu bu mekanizmayı destekler yöndedir.

### Sonuç

Şimdiye kadar incelenmiş yarım selanik ve saç örgüsü gibi % 100 yün, 50/50 yün/akrilik ve 88/12 angora/nylon farklı lif karışım oranı ve iplik renklerinde üretilmiş kumaş yapılarının boncuklanma eğiliminin incelendiği bu çalışmada lif karışım oranı, lif tipi ve yıkama gibi faktörler açısından elde edilen sonuçlar önceki çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Bununla beraber özellikle yıkanmamış yün, yün/akrilik kumaş grubu içinde örgü tipinden kaynaklandığı düşünülen farklı eğilimler belirlenmiştir. Üstünde durulması gereken bir diğer sonuç aynı partiye ait farklı renklerde üretilmiş ipliklerden aynı şartlarda örülmüş kumaşların değişken boncuklanma arasındaki etkileşime yönelik bazı çalışmalar yapmış olmakla beraber (Baird, Hatfield ve Morris, 1956) iplik veya tow boyama konusunda böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu ve örgü tipi konularında devam eden araştırma sonuçlarına ileriki yazılarda yer verilecektir.

### Kaynaklar

- Amirbayat J. ve Porat I., "The objective assessment of fabric pilling, Bölüm 1-Methodology", J. of the Text. Inst., 85, 397-401, 1994.
- Baird M. E., Hatfield P. ve Morris G. J., "Pilling of fabrics: A study of nylon and nylon blended fabrics", J. of the Text. Inst., 47, T181-201, 1956.
- Booth J. E., Principles of textile testing, A. Heywood Book Temple Press Books Ltd., London, 278-285, 1964.
- Brand R. H. ve Bohmfalk B. H., "A mathematical model of pilling mechanisms", Tex. Res. J., 37, syf 467-476, 1967.
- BS 5811, ICI Boncuklanma kutusu kullanım kitapçığı, 1983.
- Conti W. ve Tassinari E., "A simplified kinetic model for the mechanism of pilling", J. of the Text. Inst., 66, 119-125, 1974.
- Cooke W. D. ve Arthur D. F., "A simulation model of the pilling process", 72, 13-19, 1981.
- Cooke W. D., "The influence of fibre fatigue on the pilling cycle, Bölüm 1- Fuzz fatigue", 73, 13-19, 1982.
- Cooke W. D., "The influence of fibre fatigue on the pilling cycle, Bölüm 2- Fibre entanglement and pill growth", J. of Text. Inst., 74, 101-108, 1983.
- Cooke W. D., "The influence of fibre fatigue on the pilling cycle, Bölüm 3- Fuzz fatigue", J. of Text. Inst., 75, 202-211, 1984.
- Cooke W. D., "Pilling attrition and fatigue", Text. Res. J., 55, 409-414, 1985.
- Gintis D. ve Mead J. E., "The mechanism of pilling", Text. Res. J., 29, 578-585, 1959.
- Hsi C. H., Bresee R. R. ve Annis P. A., "Characterizing fabric pilling by using image-analysis techniques, Bölüm 1-Pill detection and description", J. of the Text. Inst., 89, 80-95, 1998.
- Hsi C. H., Bresee R. R. ve Annis P. A., "Characterizing fabric pilling by using image-analysis techniques, Bölüm 2-Comparison with visual pill ratings", J. of the Text. Inst., 89, 96-105, 1998.
- Iredale J. A. ve Wan Y. W., "The influence of fibre length and yarn twists on the performance of certain coarse-gauge weft knitted fabrics", J. of the Text. Inst., 68, 249-256, 1977.
- Lomax J., Textile testing, Longmans Green Co., London, 1956.
- Martindale J. G., "A new design of cloth wearing tester", J. of the Text. Inst., Eylül, T151-158, 1942.
- Nitshke W., "Comparative study of pilling testing", Melliand, 9, 624-629, 1995.

Okur A., "Kumaşlarda Boncuklanma: Oluşumu, etkileyen faktörler ve test yöntemleri", Tekstil ve Mühendis, 45-46, 10-18, 1994.

Rangulam R. B., Amirbayat J. ve Porat I., "The objective assessment of fabric pilling, Bölüm 1-Methodology", J. of the Text. Inst., 84, 221-226, 1993.

Smuts S. ve Hunter L., Sawtri Technical Report, No 430, 1978.

Williams V. A., "A kinetic model for pilling of wool knitwear", 55, 312-319, 1985

Wool Science Review, 43, 26-32, 1972.