



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>

**FARKLI LİFLERDEN VORTEKS İPLİKLERLE ÖRÜLMÜŞ KUMAŞLARDA
BONCUKLANMA DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF PILLING BEHAVIORS IN KNITTED FABRICS WITH
VORTEX YARNS FROM DIFFERENT FIBERS**

Seval UYANIK^{1*}

Pınar DURU BAYKAL²

¹Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adıyaman, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online):30 Haziran 2023 (30 June 2023)

Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

Seval UYANIK, Pınar DURU BAYKAL (2023): Farklı Liflerden Vorteks İpliklerle Örülmüş Kumaşlarda Boncuklanma Davranışlarının İncelenmesi, Tekstil ve Mühendis, 30: 130, 113-123.

For online version of the article: <https://doi.org/10.7216/tekstmu.1320575>

FARKLI LİFLERDEN VORTEKS İPLİKLERLE ÖRÜLMÜŞ KUMAŞLARDA BONCUKLANMA DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Seval UYANIK^{1*}
Pınar DURU BAYKAL²

¹Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adıyaman, Türkiye
²Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 08.07.2022
Kabul Tarihi / Accepted: 21.06.2023

ÖZET: Gevşek liflerin oluşturduğu ve kumaş yüzeyinde görülen lif dolaşıklıkları ve lif topları boncuk olarak adlandırılmaktadır. Boncuk oluşumu; giyinme, yıkama, kurutma vb. mekanik hareketlerden kaynaklanan sürekli aşınma altında ve kullanım sırasında meydana gelir. Boncuklanma, kumaş estetiğini ve konforunu etkilediği için hem tekstil hem de hazır giyim üreticileri ve tüketicileri için bir endişe kaynağıdır. Örne giysilerde boncuklanma testleri sonrası istenilen derecelerin elde edilmesi ve bu derecelerin korunması çok önemlidir. Aksi takdirde alıcının gereksinimlerinin karşılanmamasına, siparişin reddedilmesine ve iptaline sebep olabilmektedir. Çalışma ile farklı hammaddeli saf ve karışım vorteks ipliklerin Martindale metodu ile boncuklanma direncinin tespitinde sürtme kumaşı olarak standart yün kumaş ve kendi kumaşı kullanılması durumunda boncuklanma derecelerinde farklılık olup olmadığı ile lif cinsi, iplik ve kumaş özelliklerinin boncuklanma üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları sıkı (çapı düşük ve yoğunluğu fazla), düzgünsüzlüğü, hataları ve tüylülüğü az olan ipliklerle örülen, ilmek iplik uzunluğu az olan sık örme kumaşlarda boncuklanmaya karşı gösterilen direncin daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca sürtme kumaşı olarak kendi kumaşı ile boncuklanma, standart yünlü kumaş ile boncuklanmaya göre daha fazla derecede görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Boncuklanma, MVS-vorteks iplik, karışım, lif cinsi, iplik özellikleri, kumaş özellikleri

INVESTIGATION OF PILLING BEHAVIORS IN KNITTED FABRICS WITH VORTEX YARNS FROM DIFFERENT FIBERS

ABSTRACT: Tangled fibers and fiber lumps formed by loose fibers and seen on the fabric surface are called pills. Pill formation, can be caused by dressing, washing, drying, etc. occurs under continuous wear from mechanical movements and during use. Pilling is a concern to both textile and apparel manufacturers and consumers because it affects fabric aesthetics and comfort. It is very essential that knit garments achieve the desired level of pilling test results as well as the consistency of achieved result to be maintained all time. Failure to meet buyer's requirement may lead to rejection and cancellation of the order. In this study, it is aimed to determine the pilling resistance of pure and blended vortex yarns with different raw materials by Martindale method, in case of using standard wool fabric and own fabric as rubbing fabric, whether there is a difference in pilling degrees and the effects of fiber type, yarn and fabric properties on pilling. The results of the study revealed that the resistance to pilling is higher in tight knit fabrics with low loop length and knitted by yarns with low diameter and high density, less evenness, imperfections and hairiness, and pilling with its own fabric is higher than pilling with standard wool fabric.

Keywords: Pilling, MVS-vortex yarn, blend, fiber type, yarn properties, fabric properties.

*Sorumlu Yazarlar/Corresponding Author: suyanik@adiyaman.edu.tr

DOI: <https://doi.org/10.7216/teksmuh.1320575> www.tekstilmuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Gevşek liflerin oluşturduğu ve kumaş yüzeyinde görülen lif dolaşıklıkları ve lif topakları boncuk olarak adlandırılmaktadır [1-2]. Boncuklanma, kumaşın kumaşa, başka kumaşlara ve hatta deri ile sürtünmesi sonucunda ipliklerden kumaş yüzeyine lif göçü olmasıyla gerçekleşmektedir [3]. Boncuk oluşumu, giyinme, yıkama, kurutma vb. mekanik hareketlerden kaynaklanan sürekli aşınma altında ve kullanım sırasında meydana gelmektedir. Boncuklanmanın oluşmasında temel faktör, mekanik sürtünmelerdir [4].

Boncuklanma, kumaş estetiğini ve konforunu etkilediği için hem tekstil hem de hazır giyim üreticileri ve tüketicileri için bir endişe kaynağıdır. Örne giysilerde boncuklanma testleri sonrası istenilen derecelerin elde edilmesi ve bu derecelerin korunması çok önemlidir. Aksi takdirde alıcının gereksinimlerinin karşılanmaması siparişin reddedilmesine ve iptaline sebep olabilmektedir [5].

Boncuklanmayı, elyaftan kumaş oluşumuna kadarki her bir aşamada lif özellikleri (cinsi, çapı, mukavemeti, eğilme direnci ve başlangıç modülü), iplik özellikleri (numarası, cinsi, büküm faktörü, karışım oranı, tüylülüğü) ve kumaş özellikleri (kumaş sıklığı, kumaş dokusu, konstrüksiyon ve üretim yöntemleri) ile kumaşa uygulanan bitim işlemleri kaynaklı birçok faktör etkilemektedir [6-11].

Elyaf türleri açısından sentetik lifler ya da %100 pamuktan elde edilen kumaşlarda lif toparlarının kumaştan zor ayrılması yüzünden boncukların kumaş yüzeyinde kaldığı, başka bir ifadeyle çok yüksek kopma mukavemeti ve eğilme direncine sahip olan sentetik liflerde boncukların kumaş yüzeyinden ayrılma hızının oluşma hızından daha düşük olduğu belirtilmiştir. Böylece sentetik lifler ya da %100 pamuktan elde edilen kumaşlarda boncuklanma probleminin daha fazla olduğu, özellikle boncuklanmanın en şiddetli olarak poliamid ve polyester liflerinde görüldüğü ancak yumuşak lifler olan kaşmir ve yün liflerinde boncuklanmanın daha hızlı meydana gelmesine rağmen lifin yumuşaklığı sayesinde lif toparlarının kumaştan kolaylıkla ayrılması ile boncuk oluşumundan en az etkilendiği ifade edilmiştir [12].

Lif cinsleri açısından daha detaylı değerlendirmede pamuk, low-pill poliester ve ince yün liflerinin kolaylıkla keçemsi bir yapı oluşturarak yoğun boncuklanmaya eğilimlerinin olduğu, naylon lifinin mukavemetinin yüksek, lifler arası sürtünmenin orta dereceli ve bükülebilirliğinin düşük olmasından dolayı tüylenme eğiliminin yüksek olduğu, yün ve asetat düşük dayanım değerlerine sahip lifler olduğu için ve çabuk kopmasından dolayı kısa tüylenme meydana getirdiği, dakron ve orlon liflerinde lifler arası sürtünme ve bükülebilirliğin yüksek olması, viskoz lifinin orta mukavemette, yüksek bükülebilirliğe ve düşük lifler arası sürtünmeye sahip olması sebebiyle orta dereceli boncuklanma eğilimi olduğu vurgulanmıştır [13]. Başka bir çalışmada, en düşük boncuklanma eğiliminin %100 filament polyester ipliklerden

oluşan kumaşlarda, en fazla boncuklanmanın ise %50 pamuk/%50 polyester (%50 CO/%50 PES) karışımı ve rejenere selüloz ipliklerden (%100 viskon) örülen kumaşlarda meydana geldiği belirtilmiştir [14].

Boncuk ömrünün, düşük sağlamlıktaki ve eğilme dayanımı yüksek olan liflerde daha kısa, yüksek sağlamlıktaki ve düşük eğilme dayanımındaki liflerde daha uzun olduğu; gerilmeye ve tekrarlanan eğilmeye direnci düşük olan liflerden üretilen kumaşlarda oluşan boncukların kolayca koparak kumaş yüzeyinden ayrılarak boncukların kısa ömürlü olduğu belirtilmiştir [13]. 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. Özellikle çok yüksek kopma mukavemeti ve eğilme direncine sahip olan polyester ve naylon liflerinde, boncuğun uzaklaşması geciktiğinden boncuk yoğunluğu maksimum seviyededir [1].

Lif özellikleri açısından daha sert ve bükülebilirliklerinin düşük olması sebebiyle kaba liflerin boncuklanma eğiliminin daha az olduğu; pürüzsüz dairesel enine kesite sahip liflerin boncuklanmayı kolaylaştırdığı ve tersine düzensiz enine kesite ve pürüzlü yüzeye sahip liflerin boncuklanmayı azalttığı; lifin kısa, ince ve elastik olmasının boncuklanma eğilimini artırdığı; uzun liflerin ve filamentlerin boncuk oluşturmadığı; yüksek lifler arası sürtünmenin boncuklanma eğilimini azalttığı; lif incelik ve mukavemetinde azalmanın ve uzunluğun artmasının kumaşlarda boncuk oluşumunu azalttığı, boncuklanma eğiliminin elyaf kıvrımındaki artışla birlikte düştüğü belirtilmiştir [15-17].

Ring ipliklerin genel olarak açık uçlu ipliklere göre boncuklanmaya karşı daha dirençli olduğu; kompakt iplikli kumaşların ring kumaşlara göre daha iyi boncuklanma direnci gösterdiği, daha ince numara ipliğe sahip örme kumaşlarda daha az boncuklanma görüldüğü; yüksek bükümlü ipliklerde ve çift katlı ipliklerde kompaktlık ve iplikte daha az çıkıntı yapan lif bulunması sebebiyle boncuklanmanın daha az olduğu; düşük bükümlü iplikler ve ipliğin iç kısmındaki bir lif için kıvrımlılık arttıkça boncuklanma eğiliminin düştüğü; stapel iplikli kumaşlarda, lif uzunluğu yüksek oranlarda, birim alana düşen lif ucu sayısı düşük olacağından daha az boncuklanma görüldüğü vurgulanmıştır [1, 18-20].

İplik tüylülüğünün az olduğu durumlarda boncuk oluşumunun da az olacağı, iplik yüzeyinden dışarı çıkan elyaf uçları veya lif halkalarının ise tüylülüğe neden olacağı, stapel uzunluğun kısalmasıyla da boncuklanmanın artacağı; hava jetli ipliklerde tüylülüğün çok daha düşük olması sebebiyle ring ve open-end ipliklere göre daha düşük boncuklanma meydana geldiği ortaya konulmuştur [13].

Genel olarak karışım iplikten üretilmiş kumaşlarda lifler arasındaki uyumsuzluklar sebebiyle boncuklanma eğiliminin, tek tip elyaftan yapılmış iplikten üretilen kumaşlara göre daha yüksek

olduğu birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Özellikle polyester-pamuk karışımı kumaşlarda bu liflerin mukavemet ve elyaf uzunluklarının farklı olması ve statik elektriklenme vb. sebeplerle boncuklanma eğiliminin fazla olduğu; ham kumaşlarda, poliester oranı azalıp, pamuk oranı arttıkça pamuk liflerinin test süresince kolaylıkla karmaşıklaşıp boncuk oluşturduğu ve boncuk sayısının arttığı, mamul kumaşlarda ise terbiye sırasındaki kesme, yakma işlemlerinin pamuk lifinin hav oluşturma eğilimini düşürdüğünü ve durumun tam tersi olduğu; aynı iplik tipi için %100 pamuklu numunelerin boncuklanma dayanımlarının pamuk/poliester numunelerden daha iyi olduğu bu çalışmaların bazılarında ifade edilmiştir [13, 15, 21].

Örme kumaşların daha az yoğun olup daha büyük boşluklarla daha fazla miktarda iplik yüzey alanı açığa çıkarması ve böylece yüzeye lif göçünün daha kolay olması yani aşınmaya karşı daha duyarlı hale gelmesi sebebiyle dokuma kumaşlara göre daha kolay boncuklanma eğiliminde olduğu literatürde sıklıkla belirtilmiştir [22]. Ayrıca kumaş sıklığının etkili olduğu ve gevşek örülmüş veya dokunmuş kumaşlarda atlama sayısının düşmesiyle sürekli giyildiğinde veya temizlendiğinde boncuklanma eğiliminin yüksek olduğu, iplik numarası ve kumaş sıklığından doğrudan etkilenen kumaşın gramajındaki artışla boncuklanma eğiliminin düştüğü, süprem kumaşların interlok kumaşlardan daha kötü boncuklanma performansı sergilediği ifade edilmiştir [13, 23-24].

Terbiye ve apre işlemleri açısından yakmanın en önemli terbiye işlemlerinden biri olup boncuklanma eğilimini büyük ölçüde azalttığı; kesme ve traşlama gibi işlemlerin polyester/yün kumaşta boncuklanmayı azalttığı; boyalı kumaşların boncuklanma performansının ham kumaşlarınkinden daha iyi olduğu; uygun süre için daha yüksek sıcaklıkta ısı sabitlemenin boncuklanmayı azalttığı; buharla fiksenin selülozik malzemede boncuklanmayı azalttığı; polyester/pamuklu kumaşta daha uzun süre için düşük ısıyla sertleşme sıcaklığının boncuklanmayı azalttığı ve reçineler ve çapraz bağlama ajanları ile muamele edilmiş kumaşlarda boncuklanmaya karşı direncin arttığı belirlenmiştir [25-26].

Boncuklanma direnci; Martindale, ICI ve Random boncuklanma test yöntemleri olmak üzere başlıca üç yöntemle belirlenmektedir. Ancak çoğunlukla Martindale ve ICI yöntemleri tercih edilmektedir.

Bu çalışmada ise farklı hammaddeli saf ve karışım vorteks ipliklerden örülmüş kumaşların Martindale metodu ile boncuklanma direncinin tespiti için sürtünme kumaşı olarak standart yün kumaş ve kendi kumaşı kullanılması durumunda boncuklanma derecelerinde farklılık olup olmadığı ile lif cinsi, iplik ve kumaş özelliklerinin boncuklanma üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma, Martindale Metodu ile sürtünme yüzeyinin boncuklanma direncine etkisini ortaya koyması bakımından önceki çalışmalardan farklı olup sonuçların literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında karde pamuk, viskon, modal, gümüş içerikli polyester olan Flexsil-D2™, polyester ve naylon 6.6 lifleri kullanılarak Murata Vortex MVS 861 tipi hava jetli iplik makinasında Ne 30/1 numarada 17 farklı iplik numunesi üretilmiştir.

İplik üretiminde kullanılan liflerin özellikleri, Murata Vortex MVS 861 iplik makinesi üretim parametreleri ve elde edilen ipliklerin özellikleri izleyen çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Liflerin Özellikleri [27]

Cinsi	Simge	Uzunluk (mm)	İncelik (dtex)	Kopma mukavemeti (cN/tex)	Kopma uzaması (%)
Pamuk	CO	29,25	1,8	30,13	6
Viskon	CV	38,00	1,3	23,84	19
Modal	CMD	39,00	1,3	35,00	13
Poliester	PES	38,00	1,3	57,40	23
Naylon 6.6	PA	40,00	1,7	55,00	46
Flexsil-D2™	FD2	38,00	1,3	62,00	18

Çizelge 2. MVS 861 İplik Üretim Parametreleri [27]

Parametre	Değer
Çıkış hızı	350 m/dk
Hava basıncı	5.5 bar
İğ çapı	1.1 mm
L mesafesi* (%90-100 pamuk içerikli iplikler)	19 mm
L mesafesi* (%0-60 pamuk içerikli iplikler)	20 mm

*Çıkış silindiri ile iğ arası mesafe

Çizelge 3'te verilen Uster H tüylülük değeri; 1 cm uzunluğundaki iplik yüzeyinde çıkıntı halindeki liflerin uzunluğu toplamının, birim iplik uzunluğuna (1 cm) oranı olarak ifade edilmektedir. Zweigle tüylülük değerleri olan S1+2 değeri; 1 mm ve 2 mm uzunluğundaki tüm liflerin kümülatif toplamı iken S3 değeri ise 3 mm ve daha uzun tüm liflerin kümülatif toplamıdır.

Elde edilen iplikler 30 pus (inç), 28 E (iğne/inç) Mayer-Relanit yuvarlak örgü makinesi kullanılarak 2,7 mm ve 3,0 mm ilmek iplik uzunluğunda (lfa) olarak iki farklı sıklıkta düz örgü (süprem) olarak örülmüş ve ardından kumaşlar elyaf cinslerine uygun olarak boyanmıştır. Boyalı kumaşlara ilgili standartlar [28-31] uygulanarak sıklık, gramaj ve kalınlık değerleri tespit edilmiş ve söz konusu fiziksel özellikler Çizelge 4'te verilmiştir.

Kumaş numunelerinin boncuklanma dayanımları "ASTM D4970" [32] standardına göre Martindale Abrasion and Pilling Tester cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Boncuklanma testi, aşındırıcı kumaş olarak standart yünlü kumaş ile numune kumaşın aynı şekilde kullanılmak suretiyle iki ayrı seri halinde yapılmıştır. Takip edilen test standardı, aşındırıcı kumaş olarak numune kumaşın

aynısından kullanılması yönünde bilgi verdiği için standarda uyularak ilk seride her bir numune için kendi kumaşı aşındırıcı kumaş olarak kullanılmıştır. Ancak numunelerin tamamının aynı kumaşla aşındırıldığı boncuklanma durumunu görmek için ikinci seride aşındırıcı kumaş olarak standart yünlü dokuma kumaş kullanılarak tüm testler tekrar edilmiştir. Testler sonunda

numunelerde her iki serinin sonuçları birbirleriyle kıyaslanarak kendi kumaşı ve standart aşındırıcı kumaşla muamelede boncuklanma seviyesinin değişip değişmediği ortaya konulmuştur.

Çizelge 3. İplik Özellikleri [27]

İplik cinsi	Çap mm	Şekil	Yoğunluk g/cm ³	Düzensizlik %CV	İnce yer -%50	Kalın yer +%50	Neps +%200	Tüylülük H	Tüylülük S1+2	Tüylülük S3	Kopma Mukavemeti cN/tex	Kopma Uzaması %	
%100	CO	0.236	0.73	0.42	17.41	200.5	192	576	4.3	2511	23	10.39	4.98
	CV	0.221	0.78	0.51	12.65	4.5	20	17	4.04	1340	20	13.41	7.99
	CMD	0.207	0.78	0.58	12.11	0.5	4	15.5	3.55	723	5	19.25	8.18
%95-5	CO/FD2	0.226	0.73	0.43	18.08	264.5	244.5	485.5	4.09	3287	19	9.94	4.81
	CV/FD2	0.209	0.79	0.58	12.20	1.0	5	6.5	3.45	1537	5	14.66	8.63
	CMD/FD2	0.212	0.80	0.58	11.21	0.5	0	3.5	3.72	1697	5	18.35	7.13
%90-10	CO/FD2	0.230	0.72	0.43	17.90	270.5	229	499	4.2	3367	26	10.89	4.80
	CV/FD2	0.206	0.81	0.60	11.99	1.0	1	5	3.32	1094	5	15.15	9.27
	CMD/FD2	0.211	0.79	0.58	11.46	0	0.5	3.5	3.52	893	2	18.47	6.91
%50-45-5	CO/CV/FD2	0.217	0.79	0.54	14.57	17.5	33	115.5	3.34	785	6	10.85	5.04
	CO/CMD/FD2	0.219	0.78	0.53	14.18	10.6	23.1	105.6	3.43	892	4	13.14	5.46
	CO/PES/FD2	0.219	0.78	0.51	15.40	56	81	194.5	3.46	1156	4	16.14	7.22
	CO/PA/FD2	0.230	0.76	0.46	16.71	123	109.5	102	3.56	685	7	15.78	12.59
%60-30-10	CO/CV/FD2	0.218	0.78	0.52	15.39	38	75	179.5	3.43	1166	10	10.83	5.29
	CO/CMD/FD2	0.219	0.78	0.52	15.75	45.5	71	201	3.42	915	5	12.84	5.71
	CO/PES/FD2	0.224	0.77	0.48	15.38	52.5	74.5	166	3.63	1097	10	14.42	6.82
	CO/PA/FD2	0.223	0.78	0.49	16.49	105	115	164	3.36	1136	12	12.92	9.61

Çizelge 4. Kumaş Fiziksel Özellikleri [27]

Kumaş cinsi	İlmeğin sıra sayısı/cm (epc)		İlmeğin çubuk sayısı/cm (wpc)		İlmeğin yoğunluğu/cm ²		Gramaj g/m ²		Kalınlık mm		
	2.7*	3.0*	2.7*	3.0*	2.7*	3.0*	2.7*	3.0*	2.7*	3.0*	
%100	CO	18.83	15.50	14.08	14.00	265.1	217.0	129.8	114.2	0.477	0.460
	CV	20.50	15.92	14.08	14.00	288.6	222.9	148.3	128.2	0.410	0.410
	CMD	19.25	15.92	14.42	13.42	277.6	213.7	139.8	119.5	0.403	0.377
%95-5	CO/FD2	20.00	16.50	14.67	13.83	293.4	228.2	132.3	117.3	0.470	0.477
	CV/FD2	21.75	17.92	14.42	13.75	313.6	246.4	164.7	141.7	0.427	0.417
	CMD/FD2	20.58	17.00	14.67	13.83	301.9	235.1	162.3	136.3	0.420	0.403
%90-10	CO/FD2	20.67	17.00	14.33	14.00	296.2	238.0	137.6	124.2	0.487	0.483
	CV/FD2	22.75	17.50	14.17	14.67	322.4	256.7	169.2	147.3	0.433	0.417
	CMD/FD2	21.67	16.75	14.00	13.92	303.4	233.2	160.7	139.5	0.427	0.410
%50-45-5	CO/CV/FD2	23.33	19.08	14.00	13.58	326.6	259.1	175.2	156.5	0.510	0.503
	CO/CMD/FD2	21.50	17.50	14.17	13.75	304.7	240.6	163.3	144.5	0.483	0.477
	CO/PES/FD2	22.00	17.92	14.33	13.83	315.3	247.8	163.3	143.2	0.503	0.490
	CO/PA/FD2	22.00	18.17	14.83	14.00	326.3	254.4	174.0	146.5	0.513	0.503
%60-30-10	CO/CV/FD2	22.58	18.50	14.17	13.83	320.0	255.9	169.2	149.2	0.500	0.503
	CO/CMD/FD2	21.75	17.83	14.50	14.00	315.4	249.6	161.7	143.5	0.487	0.493
	CO/PES/FD2	22.00	18.00	15.00	14.42	330.0	259.6	169.2	146.8	0.503	0.497
	CO/PA/FD2	22.33	18.00	14.08	14.00	314.4	252.0	161.3	142.5	0.503	0.503

*İlmeğin iplik uzunluğu (mm)

İşlem için numune tutucuların üzerine herhangi bir ağırlık konulmayıp numune tutucunun 3 kPa değerindeki kendi ağırlığının baskısıyla sürtünme gerçekleştirilmiştir. Testin 125, 500, 1000, 2000 ve 3000 devirlerinde cihaz durdurularak her devir sonunda üst deney parçalarına standart ışık kabininde D65 gün ışığı altında bakılarak numunelerin tüylenme ve boncuklanma durumları 1-5 aralığında değişen EMPA standart K3 serisi fotoğraf skalaları ile karşılaştırılarak boncuklanma dereceleri belirlenmiştir. Her bir kumaş için 3'er numune ile değerlendirme yapılmıştır. Çizelge 5'te boncuklanma değerlendirme skalası verilmiştir. Skalaya göre 5 en iyi, 1 en kötü değer olup ara derecelendirmeler de mevcuttur.

Çizelge 5. Boncuklanma değerlendirme skalası

Derece	Tanımı
5	Değişme yok
4	Hafif bir tüylenme ve/veya kısmen oluşmuş boncuklanma
3	Orta düzeyde tüylenme ve/veya orta düzeyde boncuklanma
2	Belirgin bir tüylenme ve/veya belirgin boncuklanma
1	Yoğun yüzey tüylenmesi ve/veya etkin boncuklanma

Çalışma sonuçlarının istatistiksel analizinde, bağımlı değişken (boncuklanma) ve bağımsız değişkenler (sürtme kumaşı türü ve

ilmek iplik uzunluğu) kategorik olduğu için SPSS 22 paket programı yardımıyla ki-kare testi yapılmıştır. Böylece bağımsız değişkenlerin boncuklanma ile istatistiki olarak ilişkisi değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Sürtme kumaş olarak standart yünlü kumaş ve kendi kumaşı kullanılmak suretiyle iki ayrı test şeklinde 125, 500, 1000, 2000 ve 3000 devirlerde uygulanan boncuklanma testlerinin sonuçları Çizelge 6 ve Çizelge 7'de verilmiştir.

Kumaşların boncuklanmaya karşı eğilimini görsel olarak ortaya koyan grafikler ise izleyen şekillerde verilmiştir (Şekil 1-4). Sürtünme devirlerine göre boncuklanma derecesi açısından kumaşların büyük bir kısmında 2000 devir sonrası değişme olmazken bir kısmında 1000 devir sonrasında ve özellikle modal içeren kumaşların çoğunluğunda ise 500 devir sonrasında değişme olmamıştır. Ancak kumaşlarda özellikle son devirlere doğru gittikçe artan oranda tüylenme gözlenmiştir. Daha sık yapılı olması sebebiyle 2,7 lfa kumaşların nihai boncuklanma dirençleri çoğunlukla 1/2 derece kadar 3,0 lfa seyrek yapılı kumaşlardan daha yüksektir. Seyrek yapılı kumaşlarda liflerin sürtünme etkisiyle yüzeye çıkması kolaylaşmaktadır.

Çizelge 6. %100 ve ikili karışım kumaşların boncuklanma dereceleri

Kumaş cinsi		Std. yünlü kumaş ile sürtünme (d/dk)						Kendi kumaşı ile sürtünme (d/dk)				
		lfa	125	500	1000	2000	3000	125	500	1000	2000	3000
%100	CO	2,7	4/5	4	4	3/4	3/4	4/5	4	3/4	3/4	3/4
		3,0	4/5	3/4	3/4	3	3	4/5	3/4	3/4	3	3
	CV	2,7	4	3	2/3	2/3	2/3	4	3/4	3	2/3	2/3
		3,0	3/4	2/3	2	2	2	3/4	2/3	2/3	2	2
	CMD	2,7	4/5	4	4	4	4	4/5	4	3/4	3/4	3/4
		3,0	4	3/4	3/4	3/4	3/4	4	3/4	3/4	3	3
%95-5	CO/FD2	2,7	4	3/4	3	3	3	4	3/4	3	2/3	2/3
		3,0	4	3/4	3/4	3	3	3/4	3	2/3	2	2
	CV/FD2	2,7	4/5	4	4	3/4	3/4	4	3/4	3	3	3
		3,0	4	3/4	3/4	3	3	4	3/4	3/4	3	3
	CMD/FD2	2,7	4/5	4	4	4	4	4	4	3/4	3/4	3/4
		3,0	4/5	4	4	4	4	4	3/4	3/4	3/4	3/4
%90-10	CO/FD2	2,7	4	3/4	3/4	3/4	3/4	4	3/4	3	2/3	2/3
		3,0	4	3/4	3/4	3	3	3/4	3	2/3	2/3	2
	CV/FD2	2,7	5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	3/4	3/4	3/4
		3,0	4	3	3	3	3	3/4	3	3	2/3	2
	CMD/FD2	2,7	4/5	4	4	4	4	4	3/4	3/4	3/4	3/4
		3,0	4/5	4	4	4	4	4	3/4	3/4	3/4	3/4

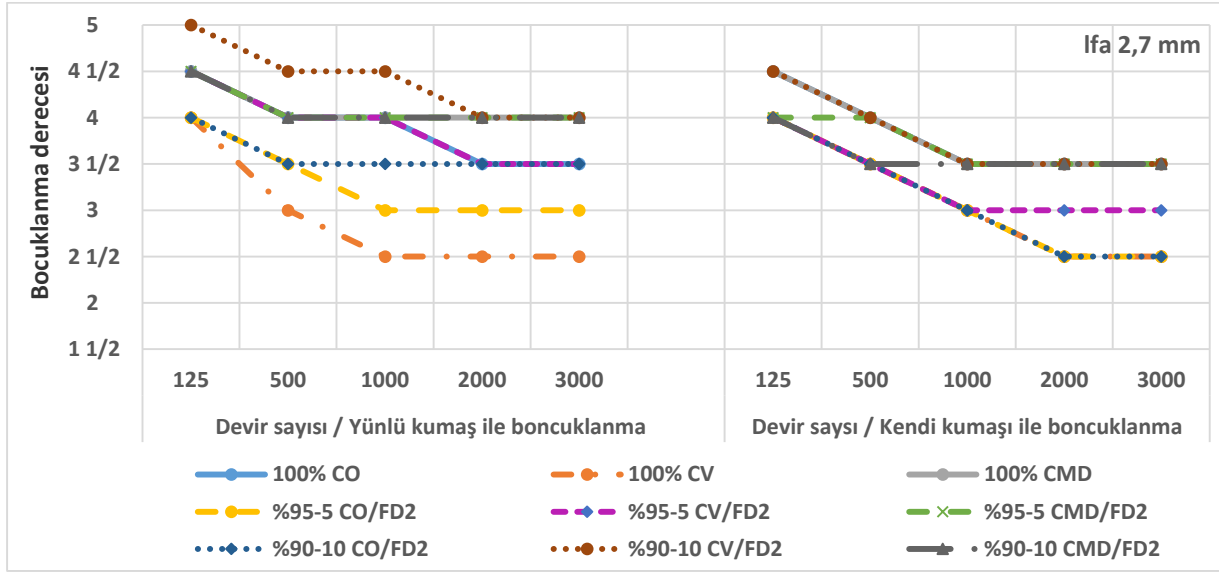
Çizelge 7. Üçlü karışım kumaşların boncuklanma dereceleri

	Kumaş cinsi	İfa	Std. yünlü kumaş ile sürtünme (d/dk)					Kendi kumaşı ile sürtünme (d/dk)						
			125	500	1000	2000	3000	125	500	1000	2000	3000		
%50-45-5	CO/CV/FD2	2,7	4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3	3	3	
		3,0	4	3/4	3	3	3	3/4	3	3	3	3	3	
	CO/CMD/FD2	2,7	4/5	4	4	4	3/4	4/5	4	3/4	3/4	3/4	3/4	
		3,0	4	3/4	3/4	3/4	3/4	4	3/4	3/4	3	3	3	
	CO/PES/FD2	2,7	4/5	4	3/4	3/4	3/4	4	3/4	3/4	3	3	3	
		3,0	4	3/4	3	3	3	3/4	3	3	2/3	2/3	2/3	
	CO/PA/FD2	2,7	4/5	4	3/4	3/4	3/4	4	3/4	3/4	3	3	3	
		3,0	4	3/4	3	3	3	3/4	3	3	2/3	2/3	2/3	
	%60-30-10	CO/CV/FD2	2,7	4/5	4	3/4	3/4	3/4	4	3/4	3/4	3	3	3
			3,0	4	3/4	3	3	3	4	3/4	3	3	3	3
		CO/CMD/FD2	2,7	4/5	4	4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3	3
			3,0	4	3/4	3	3	3	3/4	3/4	3	2/3	2/3	2/3
CO/PES/FD2		2,7	4/5	4	4	4	4	4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	
		3,0	4	3/4	3/4	3/4	3/4	4	3/4	3	3	3	3	
CO/PA/FD2		2,7	4	3/4	3/4	3	3	4	3/4	3/4	3	3	3	
		3,0	4	3/4	3	2/3	2/3	3/4	3	3	2/3	2/3	2/3	

Çizelge 6 ve 2,7 mm ilmek iplik uzunluğu değeri ile daha sık olan kumaşların boncuklanma derecelerinin gösterildiği Şekil 1 incelendiğinde; %90-10 CV/FD2 kumaşın standart yünlü kumaş ile sürtünmede 2000 devire kadar en iyi direnci gösterdiği, %100 CMD, %95-5 CMD/FD2 ve %90-10 CMD/FD2 olarak modal içeren kumaşların 125 devirden itibaren 2000 devire gelinceye kadar 1/2 derece daha düşük dirençle bu kumaşı takip ettikleri ve 3000 devir sonunda ise söz konusu kumaşların boncuklanma derecesinin 4 değeri ile eşitlenerek en iyi performansı verdikleri görülmektedir. %100 CO ve %95-5 CV/FD2 iplik içeren kumaşlar bütün devirlerde aynı direnci göstermiş ve 4/5 ile başlayan boncuklanma derecesi 3000 devir sonunda 3/4 değeri ile, %90-10 CO/FD2 kumaş ise başlangıçta biraz daha düşük direnç gösterse de 3000 devir sonunda performansı 3/4 derece ile aynı olmuştur. Bu kumaşların performansını başlangıç dirençleri aynı olan ancak sonraki devirlerde 1/2 derece daha düşük performansa sahip %95-5 CO/FD2 kumaş ve 1 derece daha düşük performansa sahip %100 CV kumaş takip etmiş ve tüm kumaşlar içinde %100 viskon kumaş en kötü performansı sergilemiştir. %100 CV kumaş için söz konusu performans her ne kadar beklenmeyen bir durum olsa da iplik özellikleri incelendiğinde kumaşta boncuklanmayı en çok etkileyen iplik özelliği olan H tüylülük ve özellikle de S3 tüylülük değerinin benzer karaktere sahip olan diğer viskon ve modal içeren ipliklere göre yüksek olduğu ve bunun sonucunda boncuklanmaya karşı direncin kötüleştiği düşünülmektedir. Diğer kumaşların boncuklanmaya karşı gösterdikleri direnç her bir kumaşın ipliğinin tüylülük değeri ile uyumlu olup tüylülük değerleri ki özellikle S3 tüylülük değerleri düşük olan ipliklerde daha iyi direnç oluştuğu açık bir şekilde gözlenmektedir.

Kendi kumaşı ile sürtünmede %100 CO, %100 CMD ve %90-10 CV/FD2 iplikleri içeren kumaşlar 125 devirde 4/5 derecesi ile başlayıp 1000 devirden 3000 devir sonuna kadar 3/4 direnç derecesi ile tüm devirlerde aynı direnci gösterirken diğer modal içeren %95-5 CMD/FD2 ve %90-10 CMD/FD2 kumaşlar ise başlangıçta 1/2 derece kadar düşük dirençle 1000 devir sonrası bu ipliklerle eşitlenerek aynı performansı sergilemişlerdir. %95-5 CV/FD2 kumaş bahsi geçen kumaşlara göre başlangıçtan 3000 devir sonrasına kadar 1/2 derece daha düşük direnç gösterirken, %100 CV, %95-5 CO/FD2, %90-10 CO/FD2 kumaşlar başlangıçta 1/2 derece ve 1000 devir sonrasında 1 derece daha düşük direnç ile en kötü performansı ortaya koymuşlardır.

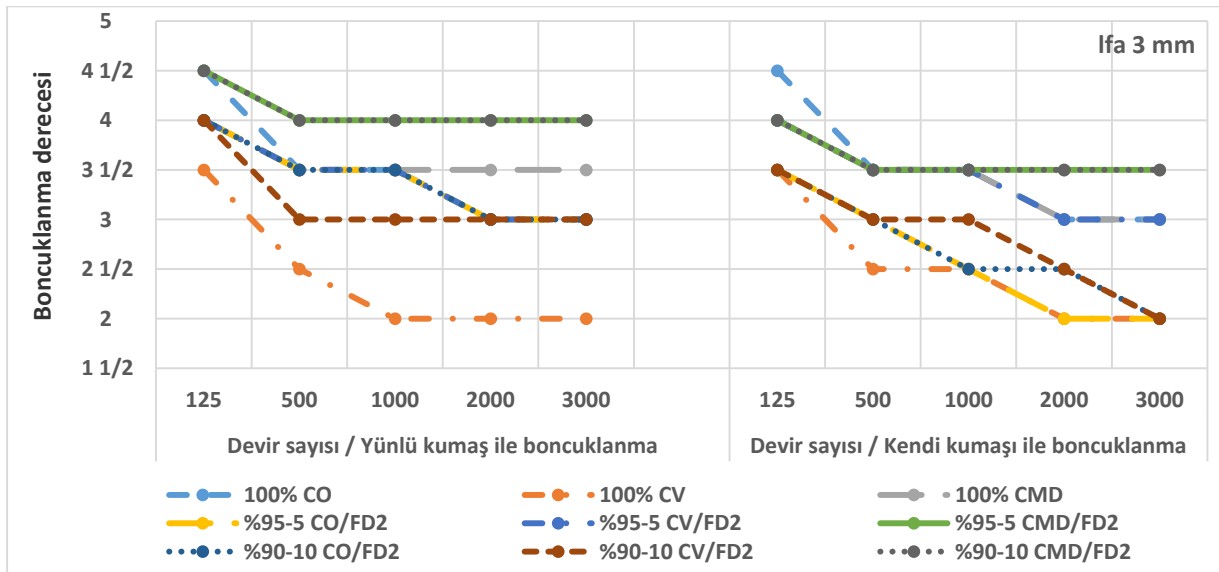
Aynı kumaşların standart yünlü kumaş ve kendi kumaşı ile sürtünme sonunda boncuklanma dereceleri değerlendirildiğinde ise %100 CO ve %100 CV kumaşlarda herhangi bir farklılık olmadığı ancak diğer kumaşlarda ise çoğunlukla kendi kumaşı ile sürtünme sonrası yünlü kumaşla sürtünmeye göre 1/2 derece daha düşük direnç gösterdiği görülmektedir. Bu durumun sürtme kumaşı olarak kullanılan standart yünlü kumaşın sıkı yapılı dokuma kumaş, kendi kumaşının ise gevşek yapılı örme kumaş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer bir ifadeyle, örme kumaşın gevşek yapısı gereği sürtünme neticesinde dokuma kumaşa göre daha çabuk boncuklandığı ve yüzeyinin pürüzlenmesiyle üstteki test kumaşının da boncuklanma düzeyinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 1. %100 ve ikili karışım kumaşların (2,7 lfa) boncuklanma dereceleri

Şekil 2'de verilen ve daha seyrek olan 3 mm ilmek iplik uzunluğuna sahip kumaşların boncuklanma derecelerinin gösterildiği grafik ile Çizelge 6 birlikte değerlendirildiğinde %95-5 CMD/FD2 ve %90-10 CMD/FD2 iplik içeren modal karışım kumaşların hem yünlü kumaş ile sürtünmede hem de kendi kumaşı ile sürtünmede en iyi performansı gösterdiği ve kendi kumaşı ile sürtünme performansının 1/2 derece daha düşük olduğu görülmektedir. Bu kumaşlardan sonra %100 CMD kumaş 3000 devir sonrası yünlü kumaş ile sürtünmede 3/4 derecesi ile kendi kumaşı ile sürtünmede ise 3 derecesi ile biraz daha düşük direnç vermiştir. %100 CO ve %95-5 CV/FD2 iplikleri içeren kumaşlar

hem yünlü kumaş hem de kendi kumaşı ile boncuklanma sırasında tüm devirlerde aynı direnci göstermiş ve nihai performans dereceleri 3 olmuştur. %100 CV kumaş haricindeki diğer kumaşlar ise yünlü kumaş ile sürtünmede 125 devirde 4 derece ile başlayıp 3000 devir sonunda 3 dereceye düşen, kendi kumaşı ile sürtünme sırasında 3/4 derece ile başlayıp 3000 devir sonunda 2 dereceye düşen bir direnç ortaya koymuşlardır. Tüm devirlerde ise en kötü performansı yine iplik tüylülük değerleri yüksek olan %100 CV kumaş göstermiş olmasına rağmen nihai performansı pamuk karışım kumaşlar ile aynı olmuştur.



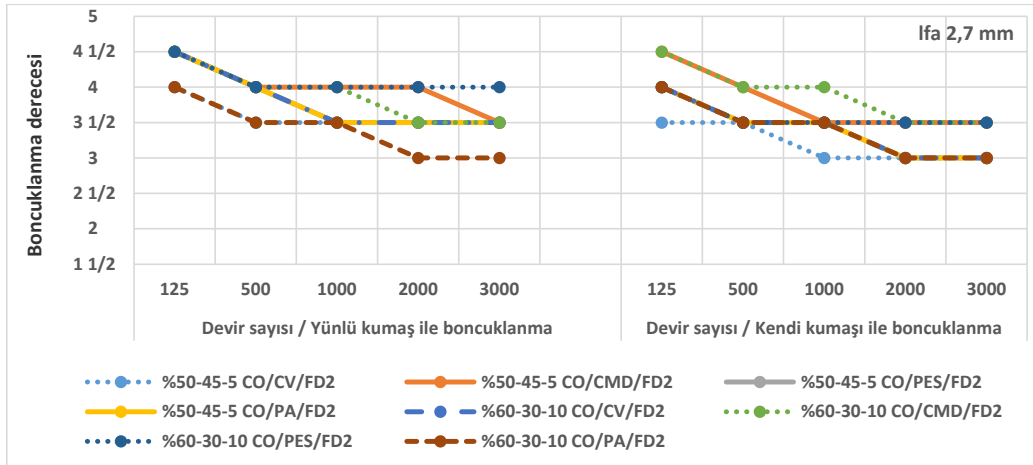
Şekil 2. %100 ve ikili karışım kumaşların (3,0 lfa) boncuklanma dereceleri

Üçlü karışım 2,7 mm ve 3 mm ilmek iplik uzunluklarına sahip kumaşların boncuklanma direncinin verildiği Şekil 3-4 ve Çizelge 7 incelendiğinde; %100 ve ikili karışım kumaşlara göre hem yünlü kumaş ile sürtünme hem de kendi kumaşı ile sürtünmede farklı hammadde içerikli kumaşlar arasındaki derece farkının tüm devirlerde azaldığı açıkça görülmektedir. Ayrıca üçlü karışım kumaşlarda 3000 devir sonunda gerçekleşen nihai boncuklanma direncinin yünlü kumaşla sürtünmede kendi kumaşıyla sürtünmeye göre yaklaşık 1/2 derece azaldığı da izlenmektedir. Söz konusu azalma özellikle poliester içeren üçlü karışım kumaşlarda daha belirgin olarak tespit edilmiştir.

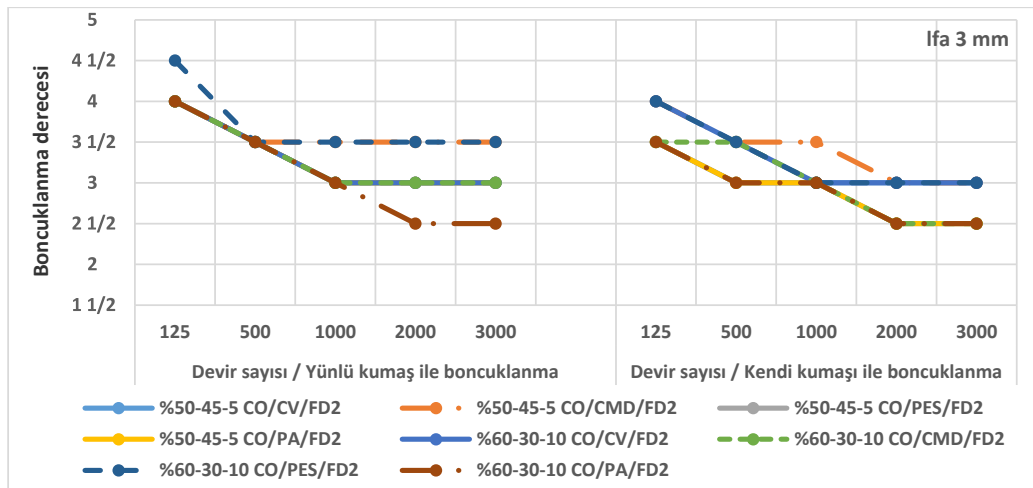
Şekil 3'te yünlü kumaş ile sürtünmede en iyi boncuklanma performansını %60-30-10 CO/PES/FD2 kumaşın gösterdiği ve bu kumaşın kendi kumaşı ile sürtünmede ise 1/2 derece daha düşük boncuklanma derecesine sahip olduğu görülmektedir. %50-45-5 CO/CMD/FD2 kumaşın hem yünlü kumaş ile sürtünme hem de kendi kumaşı ile sürtünme sonrası boncuklanma direnci aynı kalmış ve %60-30-10 CO/PES/FD2 kumaşın gösterdiği boncuklanma performansını sergilemiştir. %60-30-10 CO/PA/FD2 kumaş hariç diğer kumaşlar hem yünlü kumaş hem

de kendi kumaşı ile sürtünmede ara devirlerde birbirlerine oldukça yakın boncuklanma dereceleri göstermişlerdir.

Şekil 4'te verilen grafikten 2,7 lfa kumaşlarda olduğu gibi 3,0 lfa kumaşlarda da yünlü kumaş ile sürtünme sonrası en iyi boncuklanma direncini %50-45-5 CO/CMD/FD2 ve %60-30-10 CO/PES/FD2 kumaşların 3/4 derece ile gösterdiği ve bu kumaşların kendi kumaşı ile sürtünmede ise performanslarının 1/2 derece daha düşük olduğu görülmektedir. Yünlü kumaş ile sürtünmede nihai 2/3 boncuklanma derecesi ile %60-30-10 CO/PA/FD2 kumaş en kötü dirence sahipken diğer kumaşlar nihai 3 boncuklanma derecesi ile bu kumaşa göre yarım derece gibi biraz daha iyi performans sergilemiştir. Kendi kumaşı ile sürtünme sonrası üçlü karışım kumaşların boncuklanma dereceleri genel olarak 2/3 ve 3 olup performansları arasında pek bir fark olmadığı açıktır. Ayrıca üçlü karışım kumaşlar için de kendi kumaşı ile sürtünmede direncin yünlü kumaş ile sürtünmeye göre daha düşük olduğu ancak %100 ve ikili karışım kumaşlarda olduğu gibi 1 derece ve üzeri derecelerde farkların olmayıp 1/2 derecelik değişimler olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Üçlü karışım kumaşların (2,7 lfa) boncuklanma dereceleri



Şekil 4. Üçlü karışım kumaşların (3,0 lfa) boncuklanma dereceleri

Aşağıdaki çizelgelerde ki-kare testi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 8. Ki-kare testi sonuçları (sürtme kumaşı türü – boncuklanma)

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	36,481^a	4	,000	,000 ^b	,000	,000
Likelihood Ratio	45,472	4	,000	,000 ^b	,000	,000
Fisher's Exact Test	41,234			,000 ^b	,000	,000
Linear-by-Linear Association	31,528 ^c	1	,000	,000 ^b	,000	,000
N of Valid Cases	204					

- a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,50.
b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.
c. The standardized statistic is -5,615.

Çizelge 8'e göre ki-kare analizinde hücrelerin sadece %20'sinden azında 5'den daha düşük değer olduğu için (%0), **Pearson ki-kare** anlamlılık değeri dikkate alınmış olup, söz konusu değer 0,05'den küçük olduğu için boncuklanma değeri ile sürtme kumaşı türü arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 9'a göre **Pearson ki-kare değeri 43,861** olup buna karşılık anlamlılık değeri 0,05'den küçük olduğu için

boncuklanma değerinin ilmek iplik uzunluğu ile istatistiki olarak ilişkili olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 10'da verilen ki-kare analizinde, 5'den daha düşük değer olan hücrelerin oranı %20'den fazla olduğu için, burada **Fisher's exact test** değerine bakılmaktadır [33]. Bu değere karşılık gelen anlamlılık değeri 0,05'den küçük olduğu için boncuklanma değeri materyal yani hammadde ile istatistiki olarak ilişkilidir.

Çizelge 9. Ki-kare testi sonuçları (ilmek iplik uzunluğu – boncuklanma)

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	43,861^a	4	,000	,000 ^b	,000	,000
Likelihood Ratio	50,797	4	,000	,000 ^b	,000	,000
Fisher's Exact Test	47,069			,000 ^b	,000	,000
Linear-by-Linear Association	31,528 ^c	1	,000	,000 ^b	,000	,000
N of Valid Cases	204					

- a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,50.
b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.
c. The standardized statistic is -5,615.

Çizelge 10. Ki-kare testi sonuçları (materyal – boncuklanma)

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	220,913 ^a	64	,000	,000 ^b	,000	,000
Likelihood Ratio	227,601	64	,000	,000 ^b	,000	,000
Fisher's Exact Test	160,156			,000^b	,000	,000
Linear-by-Linear Association	,811 ^c	1	,368	,372 ^b	,360	,385
N of Valid Cases	204					

- a. 85 cells (100,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,88.
b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.
c. The standardized statistic is ,901.

4. SONUÇLAR

Çalışmada, farklı liflerle farklı karışım oranlarına ve farklı sıklıklara sahip örme kumaşların hem standart yünlü kumaş ile hem de kendi kumaşı ile sürtünme sonrası boncuklanmaya karşı performansının ortaya konulması amaçlanmıştır.

İlmeğe iplik uzunluğunun artmasıyla sürtünmeye maruz kalan ilmeğe ve dolayısıyla iplik alanı artmakta ve böylece iplik kesitinden liflerin çıkması kolaylaşarak örme kumaşların boncuklanmaya karşı performansı düşmektedir.

Boncuklanmaya karşı direnç, sürtme kumaşı cinsinden etkilenmekte olup sürtme yüzeyi olarak kullanılan standart yünlü kumaşa göre kendi kumaşı kullanıldığında 1/2-1 derece kadar boncuklanma derecesinde düşme olmakta ve örme kumaşın boncuklanmaya karşı performansı kötüleşmektedir. Bu durumun örme kumaşın dokuma kumaşa göre hem iplik yapısının hem de kumaş yapısının gevşek olması nedeniyle yüzeyinin çabuk bozulması ve pürüzlenmesinin bir sonucu olduğu çalışmada gözlenmiştir. Böylece yüzey düzgünlüğünü kaybeden sürtme kumaşı temas ettiği kumaşı da olumsuz etkileyerek boncuklanma performansını düşürmektedir.

Sürtme kumaşı açısından boncuklanma performansını düşüren diğer bir husus da sürtme kumaşları olarak çalışmada kullanılan kumaşlarda lif cinslerinin farklı olmasıdır. Literatürde yün lifinin boncuklanma eğiliminin olmasına rağmen oluşan boncukların kumaştan ayrılma hızının yüksek yani boncuk ömrünün kısa olduğu ve bunun da kumaş yüzeyinde boncuklanmadan ziyade tüylenme meydana getirerek boncuklanma direnci açısından olumlu olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır. Diğer taraftan sürtme yüzeyi olarak kendi kumaşının kullanılması durumunda kumaş içeriğinde hâkim olan pamuk lifi ile poliester ve naylon liflerinin yün lifi ile karşılaştırıldığında hem yüksek mukavemeti ve eğilme direnci nedeniyle hem de oluşan boncukların kumaş yüzeyinden zor ayrılması nedeniyle daha yüksek boncuklanma eğilimi gösterdiği de literatürde ortaya konulmuştur. Sonuç olarak sürtme kumaşı olarak boncuklanma eğilimi daha düşük olan yün lifi içeren kumaş kullanımı, boncuklanma eğilimi yüksek lifleri içeren kendi kumaşını kullanma durumuna göre boncuklanma direncinin daha iyi olmasını sağlayan bir husus olmuştur.

Sürtünme devirlerine göre boncuklanma derecesi açısından standart yünlü kumaş ile sürtünmede genellikle 1000 devir sonrası, kendi kumaşı ile sürtünmede genellikle 2000 devir sonrası değişme olmayıp kumaşlarda özellikle son devirlere doğru gittikçe artan oranda tüylenme gözlenmiştir.

Çalışmada modal lifi, boncuklanma performansı açısından en iyi lif olarak tespit edilmiştir. Modal lifi içeren kumaşlarda standart yünlü kumaş ile boncuklanma sonrası, 3/4-4 olarak iyi performans dereceleri gözlenirken kendi kumaşı ile boncuklanma sonrası çoğunlukla 3-3/4 olarak iyiye yakın dereceler gözlenmiştir. Bu duruma modal lifi içeren ipliklerin sıkı veya başka bir ifadeyle çapının dar ve yoğunluğunun fazla olması ile iplik düzgünlüğü, hataları ve tüylülükten oluşan iplik kalite değerlerinin diğer

ipliklere göre oldukça iyi olması etken olmuştur.

Pamuk ve viskon lifleri, oranlarının yüksek olduğu kumaşlarda modal lifine göre boncuklanmaya karşı daha düşük performans göstermişlerdir. Söz konusu performans düşüklükleri viskon lifi için iplik tüylülüğünün yüksek olmasından kaynaklanırken pamuk lifi için yüksek iplik tüylülüğü ile iplik düzgünlük ve hatalarının da oldukça yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Pamuk lif oranı yüksek kumaşlarda boncuklanmaya karşı performans dereceleri, standart yünlü kumaş ile boncuklanma sonrası, 3-3/4 iken kendi kumaşı ile boncuklanma sonrası 2-3/4 arasında değişmiştir. Viskon lif oranı yüksek kumaşlarda standart yünlü kumaş ile boncuklanma sonrası, performans dereceleri 2-4 arasında değişirken viskon lif oranı düşük kumaşlarda 3-3/4 arasında değişmiştir. Viskon lifi içeren kumaşlarda kendi kumaşı ile boncuklanma sonrası ise lif oranı yüksek kumaşlarda 2-3/4 arasında değişen, lif oranı düşük kumaşlarda ise 3 olarak performans dereceleri gözlenmiştir.

Poliester ve naylon lifleri kıyaslandığında naylon lifinin örme kumaştaki boncuklanmaya karşı direnci poliester lifine göre daha düşüktür. Buna etken, naylon lifi içeren ipliklerde kalite değerlerinin kötü olmasıdır. Poliester lifi içeren kumaşlarda standart yünlü kumaş ile boncuklanma sonrası, performans dereceleri 3-3/4 arasında iken kendi kumaşı ile boncuklanma sonrası 2/3-3/4 arasında değişmiştir. Naylon lifi içeren kumaşlarda ise standart yünlü kumaş ile boncuklanma sonrası, performans dereceleri 2/3-3/4 arasında, kendi kumaşı ile boncuklanma sonrası 2/3-3 arasında değişmekte olarak gözlenmiştir.

Hammadde, ilmeğe iplik uzunluğu ve sürtme kumaşı cinsinin boncuklanma üzerinde istatistiksel olarak da etkili faktörler olduğu, ki-kare testi ile ortaya konmuştur.

İplik tüylülüğünün Uster tüylülük-H, Zweigle S1+2 tüylülük ve Zweigle S3 tüylülük olarak incelendiği bu çalışmada kumaşların boncuklanma dereceleri H ve S3 tüylülük değerleri ile paralellik göstermektedir. İplikte özellikle S3 tüylülüğünün artmasıyla kumaşların boncuklanmaya karşı direncinin azaldığı tespit edilmiştir.

Örme kumaşta boncuklanma direnci üzerine iplik çap ve yoğunluğu da oldukça etkilidir. İplikte çapın azalması ve yoğunluğun artması iplik sıklığını artırarak iplik yapısının bozulmasını ve liflerin iplik yüzeyine çıkmasını zorlaştırmakta ve neticede kumaşın boncuklanma performansını iyileştirmektedir.

Kısaca sıkı (çapı düşük ve yoğunluğu fazla), düzgünlüğü, hataları ve tüylülüğü az olan ipliklerle örülen, ilmeğe iplik uzunluğu az olan sık örme kumaşlarda boncuklanmaya karşı gösterilen direnç daha fazla olup kendi kumaşı ile boncuklanma standart yünlü kumaş ile boncuklanmaya göre daha fazladır.

Teşekkür

Çalışma kapsamında iplik ve kumaş numunelerinin üretilmesine katkı sunan KARA HOLDİNG'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Okur, A., (1994), Kumaşlarda Boncuklanma Oluşumunu Etkileyen Faktörler ve Test Yöntemleri. *Tekstil ve Mühendis*, 8, 46, 10-18.
- Sülar, V., Okur, A., (2001), Kumaşlarda Aşınma ve Eskime, *Tekstil Maraton*, 11, 55, 28-40.
- Özçelik Kayseri, G., Kırtay, E., (2014), Farklı Ölçüm Yöntemleri ile Kumaş Boncuklanma Eğiliminin Değerlendirilmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 84, 27-31.
- Candan, C., (2000), Factors Affecting the Pilling Performance of Knitted Wool Fabrics, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 24, 1, 37-46.
- Haque, M., Elias, K., (2013), Pilling Propensity of Various Types of Knit Fabrics, *Journal of Textile Engineering (Dhaka)*, 5-17.
- Rejali, M., Hasania, H., Ajeli, S., Shanbeh, M., (2014), Optimization and Prediction of the Pilling Performance of Weft Knitted Fabrics Produced from Wool/Acrylic Blended Yarns, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 39, 83-88.
- Büyükkoru, B., (2021), Viskon, Pamuk ve Polyester Kumaş Türlerinde Pilling (Boncuklanma) Değerlerini İyileştiren ve Kumaşlara Yumuşak Tuşe Veren Yeni Nesil Polimerlerin Geliştirilmesi, Uludağ Üniversitesi, Doktora Tezi, Bursa.
- Alay, S., Yılmaz, D., (2010), An Investigation of Knitted Fabric Performances Obtained from Different Natural and Regenerated Fibres, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 1, 2, 91-95.
- Beltran, R., Wang, L., Wang, X., (2006), Measuring the Influence Of Fibre-to-Fabric Properties on the Pilling of Wool Fabrics, *The Journal of Textile Institute*, 97, 3, 197-204.
- Demiryürek, O., Uysaltürk, D., (2016), Viloft/Polyester Karışımli Örm Kumaşların Patlama Mukavemeti ve Boncuklanma Özelliklerinin Araştırılması, *Tekstil ve Mühendis*, 23, 102, 105-112.
- Derdiyok, U., (2007), Metal Lif Takviyeli Pamuk İpliklerinden Üretilmiş Örm Kumaşların Mekanik ve Termal Özelliklerinin İncelenmesi, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Liu, L., Chen, J., Zhu, B., Yu, T. X., Tao, X. M., Cao, J., (2006), The Yarn-to Yarn Friction of Woven Fabrics, In *Proceeding of The 9th International ESAFORM Conference On Material Forming (Vol. 492)*.
- Kahraman, B., (2006), Örm Kumaşlarda Boncuklanma Nedenlerinin İncelenmesi, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kertmen, M., (2019), Örm Kumaşlarda İlmeklenme Sorunu ve Çözüm Yollarının Araştırılması. (Doktora tezi), Yök veri tabanından erişildi. (Erişim No. 561536)
- Sivakumar, V. R., Pillay, K. P. R., (1981), Study of Pilling in Polyester/Cotton Blended Fabrics. *Indian Journal of Textile Research*, 6, 22-27.
- Ukponmwan, J. O., Mukhopadhyay, A., Chatterjee, K. N., (1998), Pilling. *Textile Progress*, 28, 3, 1-57.
- Dayık, M., Yılmaz, F., (2012), Pamuklu Kumaşta Boncuk Oluşumunun Bulanık Mantık Metoduyla Tespiti, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6, 2, 19-27.
- Rameshkumar, C., Anand Kumar, P., Senthilnathan, B., Jeevitha, R., Anbumani, N., (2008), Comparative Study on Ring Rotor and Vortex Yarn Knitted Fabrics, *Autex Research Journal*, 8, 4, 100-105.
- Candan, C., Önal, L., (2002), Dimensional, Pilling and Abrasion Properties of Weft Knits Made from Open-End and Ring Spun Yarns, *Textile Research Journal*, 72, 2, 164-169.
- Özdil, N., Özdoğan, E., Demirel, A., Öktem, T., (2005), A Comparative Study of the Characteristics of Compact Yarn-Based Knitted Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 13, 2, 39-43.
- Önal, L., (2000), Örm Kumaşlarda Boncuklanmaya Etki Eden Parametreler, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Busilienė, G., Lekeckas, K., & Urbelis, V. (2011). Pilling resistance of knitted fabrics. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 17(3), 297-301.
- Sridharan, V., (1982), Ways To Eliminate Pilling, *Man-Made Textile*, 445-447, 475.
- Akaydın, M., (2009), Characteristics of Fabrics Knitted With Basic Knitting Structures From Combed Ring And Compact Yarns, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 34, 26-30.
- Montazer, M., Mazaheri, F., Khosravian, S., Azimi, M., Moghadam Bameni, M., (2011), Application of Resins and Cross Linking Agents on Fiber Blend Fabric to Reduce Pilling Performance, Optimized by Response Surface Methodology, *Journal of Engineered Fibres and Fabrics*, 17, 3, 213-221.
- Akaydın, M., Can, Y., (2010), Pilling Performance and Abrasion Characteristics of Selected Basic Weft Knitted Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 18, 2, 51-54.
- Uyanık, S., (2017), Vortex Eğirme Sisteminde Pamuk ve Yeni Nesil Lif Karışımlarının Eğrilmesi ve Örm Kumaştaki Performanslarının Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi, Doktora tezi, Adana.
- TS EN 12127: 1999. *Tekstil-Kumaşlar-Küçük Numuneler Kullanarak Birim Alan Başına Kütleinin Tayini*.
- TS EN 14970: 2006. *Tekstil- Örülmüş kumaş- Tek İplikli Örm Kumaşlarda Örgü İlmeği ve İplik Doğrusal Yoğunluğunun Tayini*.
- TS EN 14971: 2013. *Tekstil-Örülmüş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alan Başına Örgü İlmeği Sayısının Tayini*.
- TS 7128 EN ISO 5084: 1998. *Tekstil-Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini*.
- ASTM D4970 / D4970M - 16e2: 2010. *Standard Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Martindale Tester*.
- Mehta, C. R., & Patel, N. R. (2011). *IBM SPSS exact tests*. Armonk, NY: IBM Corporation.