

Süprem Örme Kumaşlarda Geri Dönüşüm Pamuk Elyaf Oranının Performans Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi

Füsün DOBA KADEM^{*1}, ORCID 0000-0002-7764-5910
Raziye SEVGİ², ORCID 0000-0003-4070-7679

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana
²Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana

Geliş tarihi: 03.01.2022 Kabul tarihi: 23.09.2022

Atıf şekli/ How to cite: DOBA KADEM, F., SEVGİ, R., (2022). Süprem Örme Kumaşlarda Geri Dönüşüm Pamuk Elyaf Oranının Performans Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37(3), 609-616.

Öz

Tekstil sektöründe atıkların minimize edilmesi ve geri dönüşümü son yıllarda üzerinde önemle durulan bir konudur. Tüketici öncesi ve tüketici sonrası atıkların geri dönüşüm işlemi özellikle tekstil sektöründe yaygın olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada, geri dönüşüm pamuk karışımı süprem örme kumaşların sıklık, gramaj, kalınlık gibi özellikleri ile hava geçirgenliği, kumaş sertliği ve patlama mukavemeti standartlara göre tespit edilmiş ve elde edilen sonuçlara göre geri dönüşüm oranının bu özelliklere etkisi değerlendirilmiştir. Geri dönüşüm pamuk katkılı örme kumaşlarda geri dönüşüm oranı arttıkça patlama mukavemetinin azaldığı, hava geçirgenliğinin arttığı ve kumaş sertliğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm pamuk, Hava geçirgenliği, Kumaş sertliği, Patlama mukavemeti

Determining the Effect on Performance Characteristics of Recycled Cotton Fiber Ratio in Single Jersey Knitted Fabrics

Abstract

Minimization and recycling of wastes in the textile industry is an issue that has been emphasized in recent years. Recycling of pre-consumer and post-consumer wastes has started to be widely preferred, especially in the textile sector. In this study, properties such as density, weight, thickness, air permeability, fabric stiffness and bursting strength of recycled cotton blended single jersey knitted fabrics were determined according to standards and the effectiveness of the recycling rate was evaluated according to the results obtained. It has been determined that as the recycling rate increases, the bursting strength decreases, the air permeability increases and the fabric hardness decreases in recycled cotton-added knitted fabrics.

Keywords: Recycle cotton, Air permeability, Fabric stiffness, Bursting strength

*Corresponding author (Sorumlu yazar): Füsün DOBA KADEM, efsun72@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik, çevre değerlerinin ve doğal kaynakların akılcı yöntemlerle kullanılması ilkesiyle ekonomik gelişmenin sağlanmasını amaçlayan çevreci dünya görüşü olarak tanımlanmaktadır. Tekstil ve hazır giyim sektörü özellikle son yıllarda çevresel zararlar, atıkların minimize edilmesi, yeniden kullanım (re-use, up-cycle, down-cycle) ve geri dönüşüm (re-cyle) çalışmaları üzerine oldukça hızlı bir ivmelenme sergilemeye başlamıştır. Tekstil ve hazır giyim sektöründe sürdürülebilirlik kapsamında üzerinde önemle durulan elyaf türü olarak pamuk ilk sıralarda yer almaktadır.

Pamuk, dünyadaki en yaygın kar getiren gıda dışı mahsulüdür. Üretimi dünya çapında 250 milyondan fazla kişiye gelir sağlamakta olup gelişmekte olan ülkelerdeki işçiliğin ortalama %7'si pamuk üretiminde kullanılmaktadır [1]. Su, yaz aylarında çoğunlukla tercih edilen bir tişörtün ve her mevsim giyilebilen pamuklu bir gömleğin etiketinde yer almayan önemli bir bileşendir.

Tek bir pamuklu t-shirt için 2700 litre su harcanmaktadır. İnsanların ve doğanın ihtiyaçlarını karşılamak için mevcut tatlı su miktarı sınırlıdır, ancak talepler yıldan yıla artmaktadır. Suyu nasıl kullandığımız konusunda daha akılcı davranmak gerekmektedir Dünya Yaban Hayatı Fonu, 1 kilogram pamuk üretmek için 20000 litre su gerektiğini, mevcut üretim yöntemlerinin sürdürülemez olduğunu, atılan giysilerden geri dönüşümle elde edilen pamuk kullanılarak tüketici sonrası geri dönüştürülmüş ürün ile saf pamuk ihtiyacının azaltılıp milyarlarca galon su tasarrufu sağlanabildiğini belirtmiştir [1].

Geri dönüşüm, atık malzemeleri yeni malzeme ve nesnelere dönüştürme işlemidir. Bir malzemenin geri dönüştürülebilirliği, orijinal durumunda sahip olduğu özellikleri yeniden kazanma yeteneğine bağlıdır. Geri dönüşüm, modern atık azaltma sürecinde başlıca bileşenlerden olup, “azalt (reduce)-tekrar kullan (reuse) -geri dönüştür (recyle)” atık hiyerarşisindeki üçüncü bileşen olup günümüzde bu alanda önemli yol kat edilmiş hatta ileri dönüşüm (up-cycling) yapılarak süreç

boyunca herhangi bir kalite kaybının yaşanmadığı üretimler de gerçekleştirilmiştir [2].

Tekstil sektörü Dünya üzerinde çok büyük bir ekonomik değere sahip olmakla birlikte çevresel etkisi fazla olan sektörlerin de başında gelmektedir. Tekstil üretim proseslerinde ürün ağırlığının %10-%100 arasında değişen oranlarda kimyasal tüketimi olmakta ve bu kimyasalların %40-%60'ı atık su akışı ile uzaklaştırılmaktadır. Bu duruma ek olarak, her yıl milyonlarca ton tekstil materyali atılmaktadır. Tekstil üretim süreçlerinde uzun süreli fayda sağlama, yeniden kullanım ve sonrasında geri dönüşüm dikkate alınarak ürün tasarımı yapılması, sektörü bu konuda daha duyarlı davranmaya sürüklemektedir. Tekstil sektöründe geri dönüşüme giden atıklar genel olarak, imalat atıkları ve tüketiciden gelen atıklar olarak sınıflandırılabilir. Tekstil sektöründe söz konusu atıkların minimize edilmesi ve geri dönüşümü üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada, iplik üretim aşamalarında atık durumunda olan (tarak telefi, penye telefi gibi telefler, pre-consumer olarak ifade edilen üretim atıkları) materyalin mekanik yöntemle geri dönüştürülerek harmanda orijinal pamuk elyafı ile farklı oranlarda karıştırılması ile geri dönüşüm katkılı elyaf elde edilmiştir. Buradan elde edilen geri dönüşüm katkılı örme iplikleri ile süprem örme kumaşlar üretilmiş, söz konusu kumaşlar seçilmiş performans özellikleri ile kıyaslanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gün ve arkadaşları, geri dönüşüm liflerden üretilen çorapların boyutsal ve fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Lif tipinin hava geçirgenliği üzerindeki etkisi oldukça önemli bulunurken patlama mukavemeti üzerinde geri dönüşümlü kumaşlar ve orijinal kumaşlar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Geri dönüşüm kumaşların hava geçirgenliği daha düşük ve boncuklanma eğilimi daha yüksek bulunmuştur. Aşınma dayanımında ise kütle kaybı yoluyla yapılan değerlendirmede geri dönüşümden olanlarda daha düşük kütle kaybı tespit edilirken haslık değerlerinde daha iyi renk haslığı elde edilmiştir. Her ne kadar geri dönüşüm liflerden elde edilen ipliklerin kalite özellikleri orijinal (virgin)

ipliklerden farklı olsa da genel olarak, geri dönüşümlü kumaşların çok fazla kalite kaybına uğramadan rahatlıkla kullanılabilceği ortaya konmuştur [3].

Doba Kadem, denim sektöründe pamuk atıklarının geri dönüşümü üzerine yaptığı deneysel çalışmada atkısı ve çözgüsü geri dönüşüm pamukla (iplik üretim aşamasında elde edilen telefler, halat boya telefleri gibi pre-consumer elyaf atığı) harmanda karıştırılarak üretilmiş denim kumaş ile geri dönüşüm olmayan denim kumaşın mukavemet özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuç, geri dönüşüm pamuk elyafın harmanda kullanılarak elde edildiği pamuklu denim kumaşlarda %15 kumaş mukavemeti kaybının, performans özelliği olarak denim kumaşlarda kullanım performansına fazla olumsuz bir etkisi olmayacağı düşünülmüştür [4].

Wanassi ve arkadaşlarının çalışmasında, atık iplik geri dönüşüm işleminden sonra elde edilen lifler kullanılarak başka liflerle bu liflerin karıştırılması ile karışım iplikler elde edilmiştir. Mali, Yunan ve Brezilya pamuğu, iyi uzunluk özellikleriyle bilindiği için geri dönüştürülmüş elyafı karıştırılmak üzere seçilmiştir. Karışım oranları %100'e kadar farklı oranlarda olmak üzere bir deney planı şeklinde hazırlanmıştır. Elyaf testleri yapılarak liflere ait özellikler tespit edilmiş, eğrilebilirlik indeksi hesaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde Mali pamuğu ile yapılan karışımın uygulamada kullanılmak için en uygun elyaf özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca bu karışımların daha düşük maliyetle elde edilebileceği tespit edilmiştir. İplikte artan geri dönüştürülmüş lif oranı ile karışım ipliğinin ince yer, kalın yer, neps ve pürüzlülüğünün arttığı sonucuna varılmıştır [5].

Doba Kadem ve Özdemir, denim üzerine yaptıkları çalışma ile tüketici kullanımı sonrası geri dönüştürülmüş elyaflar kullanılarak üretilen denim kumaş ile aynı konstrüksiyondaki orijinal denim kumaşın bazı konfor özellikleri tespit edilerek birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Kumaşların üretiminde aynı harmandan pamuk iplikleri kullanılmıştır. Kullanıcı sonrası geri dönüşüm (post-consumer) prosesinden elde edilen elyaf,

çözgü ipliği harmanına %20 oranında karıştırılmış olup %79 pamuk elyafı referans denim ile aynı harman olarak seçilmiştir. İki kumaş ta aynı terbiye işlemlerinden geçirilmiştir. Denim kumaşların hava geçirgenliği, eğilme dayanımı ve yıkamadan sonraki boyut değişimi standartlara göre tespit edilmiş ve elde edilen sonuçlara göre söz konusu geri dönüşüm işleminin denim üretiminde etkin bir şekilde kullanılabilceği tespit edilmiştir [6].

Kertmen ve arkadaşları, çeşitli karışımlarda pamuk ve atık pamuk (pre-consumer) kullanılarak örülen süprem kumaşların seçilmiş özelliklerini değerlendirerek geri dönüşümün performans özelliklerine etkisini yorumlamıştır. Bu çalışmada %100 orijinal pamuk, %95 orijinal+ %5 geri dönüşüm pamuk ve %90 orijinal pamuk+ %10 geri dönüşüm pamuk harmanları kullanılarak Ne 20/1 open-end iplikler üretilmiştir. Üretilen iplikler kullanılarak elde edilen kumaşlara patlama mukavemeti, boncuklanma, ısıl direnç ve su buharı geçirgenliği gibi bazı konfor özellikleri belirlenmiştir. %100 orijinal pamuktan örülmüş kumaşın patlama mukavemetinin geri dönüştürülmüş elyaf katkılı örme kumaşa göre daha yüksek patlama mukavemetine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan testler sonucunda iplik yapısının termal konfor üzerinde fazla bir etkisi olmadığı görülmüştür. %10 geri dönüşüm pamuklu iplikten örülmüş kumaşlar daha düşük su buharı geçirgenliği sağlamıştır [7].

Jamshaid ve arkadaşları çalışmalarında, eğirme firelerini değerlendirmek ve katma değerli bir ürüne dönüştürmek için, farklı iplik teleflerinden ve paçavralardan geri kazanılan farklı elyaf karışımlarını kullanarak bir çalışma yapmıştır. Çalışmada %100 geri dönüşüm materyallerden open end ipliklerin üretilmesi hedeflenmiştir. Maliyet hesaplaması yapıldığında geri dönüşüm liflerden elde edilen iplik maliyetinin referans ipliklere göre daha ucuz olduğu görülmüştür. HVI testleri sonucunda, iplik telefi ve paçavra telefi karşılaştırıldığında iplik telefinin daha iyi lif uzunluğuna ve homojenliğe sahip olduğu gözlenmiştir. Harmanlanmış iplik telefinden üretilen ipliklerin, paçavra atık karışım ipliğe göre daha az iplik düzgünsüzlüğüne ve daha iyi

çekme mukavemetine sahip olduğu tespit edilmiştir [8].

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmada geri dönüşüm pamuk elyafının orijinal pamuk elyafı ile harmanda karıştırılarak elde edildiği Ne 20/1 open-end ipliklerle süprem örme kumaşlar üretilmiştir. Geri dönüşüm prosesinden elde edilen elyaf, orijinal (virgin) pamuk harmanına %10 (%90 orijinal pamuk), %15 (%85 orijinal pamuk) ve %20 (%80 orijinal pamuk) oranında karıştırılarak üç farklı iplik ve bu ipliklerden üç farklı örme kumaş elde edilmiştir. Geri dönüşümlü örme kumaşların iplik numaraları Ne 20/1 ve iplik büküm değeri 680 t/m'dir.

Çalışmada kullanılan geri dönüşüm karışımı ipliklerin özellikleri Çizelge 1.'de, söz konusu ipliklerden elde edilen kumaşların üretiminin yapıldığı makinenin teknik özellikleri ise Çizelge 2.'de verilmiştir. Çizelgelerde A,B ve C kodlu numunelerin açıklaması aşağıda verilmiştir.

A: %20 geri dönüşüm pamuk elyaf katkılı
B: %15 geri dönüşüm pamuk elyaf katkılı
C: %10 geri dönüşüm pamuk elyaf katkılı
Ref: Orijinal (%100 pamuk hammadeden)

Çizelge 1. Süprem kumaşların iplik özellikleri

İplik test sonuçları	Numune kodu			
	Ref.	A	B	C
Rkm (km)	10,74	10,04	10,57	10,65
U %	10,45	11,12	10,88	10,49
CVm	13,17	14,01	13,7	13,21
Kopma uzaması (%)	3,56	3,43	3,79	3,59
İnce yer (-50) (sayı/km)	3,2	8	6	3,5
Kalın yer (+50) (sayı/km)	12,5	29	31,5	12
Neps (+280) (sayı/km)	0,46	8	6	0,5
Tüylülük (H)	4,75	5,15	5,31	5

Çizelge 1'de +280 şeklinde gösterilmekte olan neps değeri, ortalama iplik kalınlığının %280'i kadar kalın yer hatası olan değer olup, diğer karışım oranlarına göre %20 geri dönüşümde daha yüksek tespit edilmiştir. Çizelge 1. değerlendirilecek olursa, iplik üretim aşamasında ortaya çıkan pamuk atıklarından (pre-consumer) elde edilen geri dönüşüm elyafın pamuk harmanında kullanım oranının artması ile iplik

düzensüzlüğü ve bazı iplik hatalarının (ince yer, neps) arttığı ancak buna rağmen iplik mukavemetinin (Rkm) değerinin bu durumdan olumsuz etkilenmediği söylenebilir.

Süprem kumaşların bazı fiziksel özellikleri (ilmek sıklığı, gramaj ve kumaş kalınlığı) ve performans özellikleri (kumaş sertliği ve hava geçirgenliği), %65 bağıl nem ve 20 °C sıcaklıkta kumaşlar kondüsyonlandıktan sonra standartlara göre ölçülmüştür.

Geri dönüşüm örme kumaşların performans özelliği olarak hava geçirgenliği TS 391 EN ISO 9237 [9] standardına göre, kumaş sertliği (stiffness) ise ASTM D4032-94 [10] standardına göre tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Örme makinesi teknik özellikleri

Makine modeli	Pilotelli 2007
Pus/Fein	32/22 inch
Sistem Sayısı	96
İlmeğin uzunluğu	29 cm/100 iğne

4. BULGULAR

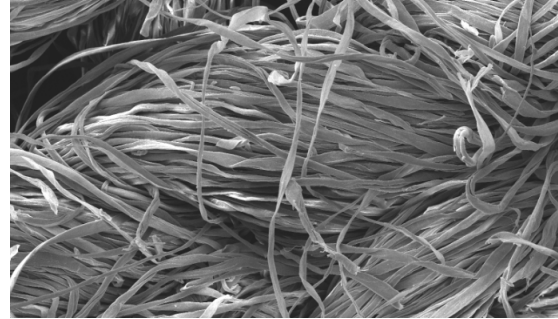
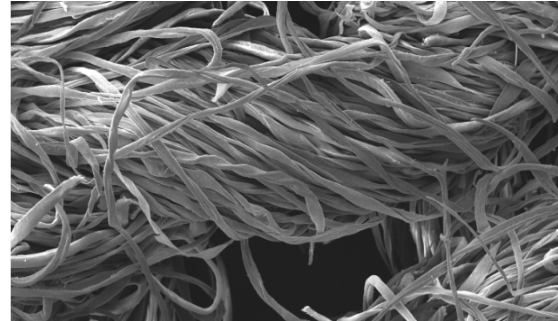
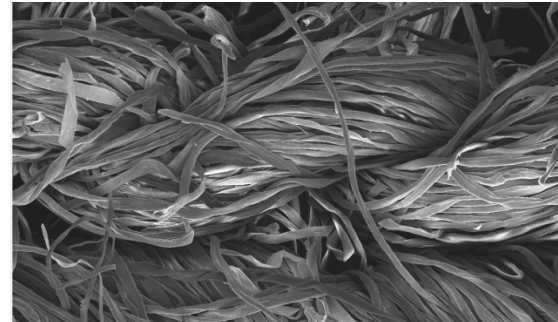
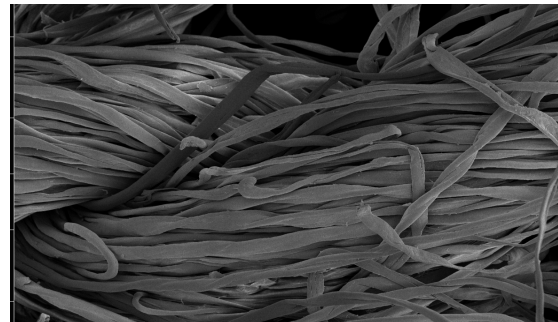
Süprem örme kumaşların fiziksel özellikleri olarak gramaj, ilmek ve çubuk sıklığı, kalınlık değerleri sırasıyla Çizelge 3-6.'da karşılaştırılmıştır. Örme kumaşlara ait may dönüşmesi değerleri de Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelgelerden görüldüğü gibi, %10, %15 ve %20 geri dönüşüm oranlarının değişimi, kumaşların söz konusu fiziksel özelliklerinde dikkate değer bir farklılık ortaya koymamıştır. Birbirine yakın değerlerin tespit edilmesi, geri dönüşüm elyaf kullanımının bu tür kumaşlarda kullanılabilirliğini artıracak yönde yaklaşım olabileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 3. Örme kumaşların gramaj değerleri

Ölçüm no	Gramaj (g/m ²)			
	Ref.	A	B	C
1	163,5	162,3	163,5	170,4
2	162,3	159,1	160,0	158,4
3	159,7	158,3	159,5	167,2
Ortalama	161,8	159,9	161,0	165,3
Standart sapma	1,943	2,117	2,179	6,214

Çizelge 4. Örne kumaşların çubuk sıklığı değerleri

Ölçüm no	Çubuk sıklığı (adet/cm)			
	Ref.	A	B	C
1	12	11	11	12
2	12	11	11	11
3	12	10	11	11
4	12	11	11	11
5	12	11	11	12
Ortalama	12	10,8	11	11,4
Standart sapma	0	0,447	0	0,548

**Şekil 1.** A Numunesi SEM görüntüsü**Şekil 2.** B Numunesi SEM görüntüsü**Şekil 3.** C Numunesi SEM görüntüsü**Şekil 4.** Orijinal kumaş SEM görüntüsü**Çizelge 5.** Örne kumaşların ilmek sıklığı değerleri

Ölçüm no	İlmeğin Sıklığı (sıra sıklığı/cm)			
	Ref.	A	B	C
1	17	17	17	16
2	17	16	16	17
3	17	16	17	16
4	17	17	17	17
5	17	16	17	16
Ortalama	17	16,4	16,8	16,4
Standart sapma	0	0,548	0,447	0,548

Çizelge 6. Örne kumaşların kalınlık değerleri

Ölçüm no	Kumaş kalınlığı (mm)			
	Ref.	A	B	C
1	0,58	0,55	0,57	0,57
2	0,58	0,57	0,55	0,56
3	0,58	0,57	0,57	0,56
4	0,56	0,56	0,57	0,58
5	0,56	0,56	0,57	0,56
6	0,56	0,57	0,56	0,58
7	0,58	0,56	0,57	0,58
8	0,58	0,57	0,57	0,58
9	0,57	0,56	0,57	0,58
10	0,57	0,57	0,55	0,57
Ortalama	0,572	0,564	0,565	0,572
Standart sapma	0,009	0,007	0,008	0,009

Numunelerin SEM- Taramalı elektron mikroskobu yardımıyla 400 büyütme oranı kullanarak alınan görüntüleri Şekil 1,2,3 ve 4'te gösterilmektedir.

SEM görüntülerinde üç kumaşta da ipliklerde benzer bir görüntü olmakla birlikte (hammadde olarak üçü de pamuk lifi olduğundan) geri dönüşüm karışımı olan kumaşlardan alınan görüntüde iplik yapısının orijinal kumaştaki gibi düzgün bir yapıda olmadığı görülmektedir.

Kumaşlara ait may dönmesi Çizelge 7.'de, patlama mukavemeti test sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. İlmek satır ve ilmek sütunu arasındaki açının 90 dereceden sapma değeri olarak tespit edilen may dönmesi kumaşta istenmeyen bir durumdur ve örme kumaşlarda kabul edilebilir değer maksimum 5'tir [12]. Çizelge 7'de may dönmesi 1,2 ile 1,6 aralığında değişmektedir. Örme kumaşların geri dönüşüm oranlarındaki farklılık dışında, may dönmesinde etkili olan örgü yapısı (süprem örgü), iplik bükümü (kumaşların bükümü 680 t/m), ilmek sıklığı ve çubuk sıklığı gibi özelliklerin benzer olması nedeniyle may dönmesi sonuçları da birbirine yakın bulunmuştur. Bu değerlerin yüksek çıkması için genellikle dengeli örgü yapılarında örme (örneğin 1x1 ribana) tercih edilmektedir.

Çizelge 7. Numunelerin may dönmesi

Ölçüm no	May dönmesi (derece)			
	Ref.	A	B	C
1	2	3	2	3
2	1	1	2	1
3	1	1	1	1
4	1	0	1	1
5	2	1	2	2
ortalama	1,4	1,2	1,6	1,6
Standart sapma	0,548	1,095	0,548	0,894

Çizelge 8'de örme kumaşların patlama mukavemeti sonuçlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Kumaş örgü yapısı, kumaşı oluşturan ipliklerin mukavemeti gibi önemli faktörler patlama mukavemetini etkilemektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, %100 pamuk örme kumaşta 215 Pa patlama mukavemeti tespit edilmişken harmana %20 geri dönüşüm pamuk katılması ile elde edilen örme kumaşın patlama mukavemeti 197,8 ile en düşük değerde bulunmuştur. Ancak, iplik mukavemeti ve kumaş yapısının çok benzer olması, sonuçlar arasında kabul edilebilir bir durumu ortaya koymuştur.

Çizelge 8. Numunelerin patlama mukavemeti değerleri

Ölçüm no	Patlama mukavemeti (Pa)			
	Ref.	A	B	C
1	225	184	197	211
2	219	208	206	205
3	197	200	199	214
4	211	201	206	187
5	223	196	203	211
Ortalama	215	197,80	202,2	205,6
Standart sapma	11,402	8,843	4,087	10,900

Kumaşlara ait hava geçirgenliği test sonuçları Çizelge 9'da, kumaş sertliği ise Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 9. Kumaşların hava geçirgenliği değerleri

Ölçüm no	Hava Geçirgenliği (mm/sn)			
	Ref.	A	B	C
1	8	12	12	11
2	10	12	11	12
3	8	12	12	11
4	10	12	11	11
5	9	12	12	12
6	8	12	12	12
7	8	12	11	12
8	10	12	12	12
9	10	11	11	13
10	9	12	11	12
Ortalama süre (sn)	9	11,9	11,5	11,8
Standart sapma	0,943	0,316	0,527	0,632
Hava geçirgenliği	751,5	993,65	960,25	985,3

Çizelge 10. Kumaşların sertlik (stiffness) değerleri

Ölçüm no	Kumaş Sertliği (gf)			
	Ref.	A	B	C
1	113	94	119	106
2	117	71	75	90
3	121	43	76	121
4	110	79	85	79
5	115	94	79	114
6	127	95	74	85
7	125	40	52	100
8	117	87	82	70
9	105	105	93	73
10	100	64	133	121
Ortalama	115	77,2	86,8	95,9
Standart sapma	8,446	22,409	23,399	19,267

Örme kumaşlarda hava geçirgenliğinin geri dönüşüm pamuk katılı kumaşlarda daha yüksek

olduğu Çizelge 9'dan görülmektedir. Lif tipinin hava geçirgenliği üzerindeki etkisinin önemli olduğu gerçeğinden hareketle, çalışmada test edilen kumaşların pamuk ve geri dönüşüm pamuk katkılı olmaları nedeniyle, lif türü aynı olduğundan geri dönüşüm pamuk katkısının hava geçirgenliğine etkisi bakımından kumaşların aralarında olumsuz bir fark gözlenmemiştir. Ancak geri dönüşüm kumaşlarda orijinal kumaşa göre daha gözenekli bir yapı olduğu ve bu durumun hava geçirgenliğini bir miktar artırıcı etki yaptığı düşünülmektedir.

Kumaş sertliği (stiffness) olarak test sonuçları değerlendirildiğinde, geri dönüşüm pamuk katkılı üç kumaş birlikte değerlendirildiğinde, %10 geri dönüşüm pamuk katkılı örme kumaşın tutumu diğerlerinden daha sert olarak tespit edilmiştir. Geri dönüşüm oranı arttıkça kumaşın tutumunun daha yumuşak olduğu görülmüştür. %10 geri dönüşümlü örme kumaşın gerek sıklığının diğerlerinden daha yüksek olması gerekse daha kalın olması gramajı daha yüksek olan bu kumaşın sertlik değerinin daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Bu da, beklenen bir durumdur.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, iplik üretim aşamalarında atık durumunda olan (tarak telefı, penye telefı gibi telefler) materyalin mekanik yöntemle geri dönüştürülerek harmanda orijinal pamuk elyafı ile farklı oranlarda karıştırılması ile geri dönüşüm pamuk katkılı elyaf edilmiştir. Geri dönüşüm prosesinden elde edilen elyaf, orijinal (virgin) pamuk harmanına %10 (%90 orijinal pamuk), %15 (%85 orijinal pamuk) ve %20 (%80 orijinal pamuk) oranında karıştırılarak üç farklı iplik ve bu ipliklerden üç farklı örme kumaş elde edilmiştir. Söz konusu kumaşların performans özellikleri standart şartlarda test edilerek orijinal pamuklu örme kumaş ile kıyaslanmıştır. Buna göre; geri dönüşüm oranının artması ile patlama mukavemeti düşmüş, hava geçirgenliği artmış, kumaş daha sert bir tutum almıştır. Her ne kadar geri dönüşüm oranı arttıkça özellikle iplik düzgünlüğü artmış olsa da genel olarak test edilen tüm özellikler için

%10, %15 ve %20 geri dönüşüm oranlı süprem örme kumaşların hava geçirgenliği, patlama mukavemeti ve kumaş sertliği olarak birbirine yakın değerler tespit edilmiştir. Orijinal pamuklu kumaş ile diğer kumaşlar kıyaslandığında, iplik düzgünlüğü ve bazı iplik hatalarının (ince yer, neps) arttığı ancak iplik mukavemetinin bu durumdan olumsuz etkilenmediği görülmüştür. Bugüne kadar yapılmış benzer çalışmalarda da geri dönüşüm elyaf kullanımının kumaş kalitesinde performans özellikleri açısından kabul edilebilir seviyede olduğu, iplikte artan geri dönüştürülmüş lif oranının karışımli ipliğin iplik düzgünlüğü ve ince yer, kalın yer, neps miktarını artırdığı sonucuna varılmıştır [4,5]. Ancak, geri dönüşüm elyaf maliyetinin, orijinal elyaf üretiminden daha az maliyete imkan verebilmesi, geri dönüşüm pamuktan elyaf kullanım oranının artırılarak ürün çeşitliliğinin artırılması ile ham madde kaynak kullanımına önemli katkı sağlanabileceğini ortaya koyulabilmektedir. Böylece ürün performansı çok fazla kayba uğramadan kaynakların verimli kullanımı sağlanabilecektir.

Dünyada kaynakların kullanımında yaşanan bilinçsiz davranışlar, özellikle tekstil ve konfeksiyon sektörü gibi ekonomik alanları önemli oranda etkilemektedir. Amaç, üst düzey geri dönüşüm sağlayarak ürüne değer katmak ise, sıfırdan pamuk üretilip kıyafet yapmak yerine tüketim öncesi/tüketim sonrası atık kaynaklardan elde edilen pamuk ile hem doğal kaynaklar duyarısızca kullanılmamış olur hem de enerji ve su tasarrufu sağlanarak doğaya verilen zarar önemli ölçüde azaltılır. Özellikle pamuk gibi tekstil liflerinin geri dönüşümü, bu kadar kıymetli olan bir malzemenin kullanım alanı dikkate alındığında, %100 geri dönüşüm elyaftan ürün eldesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

6. TEŞEKKÜR

Yazarlar olarak, çalışmaya verdiği destekten dolayı İSKUR TEKSTİL A.Ş.'ye (Kahramanmaraş) ve testlerin yürütülmesinde sağlanan laboratuvar desteği için Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümüne teşekkür ederiz.

7. KAYNAKLAR

1. <https://www.wordwild.org/industries/cotton>, Erişim tarihi: 06/04/2020.
2. <https://wikipedia.org>, Erişim tarihi: 06/04/2020
3. Gün, A. D., Aktürk, H. N., Macit, A. S, Alan, G.,2014. Dimensional And Physical Properties Of Socks Made From Reclaimed Fibre. J. Text. Inst., 105(10), 1108- 1117.
4. Doba Kadem, F., 2016. Sürdürülebilir Bir Yaklaşım: Denim Sektöründe Pamuk Atıklarının Geri Dönüşümü Üzerine Bir Çalışma, 12. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi (UKMK 2016), 23-26 Ağustos, İzmir.
5. Wanassi, B., Mohamed, B.H., Azouz, B., 2018. Industrial Cotton Waste: Recycling, Reclaimed Fiber Behavior and Quality Prediction of its Blend. Teks. ve Konfeksiyon, 28(1), 14-20.
6. Doba Kadem, F., Özdemir, Ş., 2020. Tüketici Sonrası Geri Dönüştürülen Denim Kumaşların Seçilmiş Konfor Özellikleri Üzerine Bir Çalışma. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(2), 379-388.
7. Kertmen, M., Doba Kadem, F., Karagöl, H., 2021. A Study on Classified Quality Characteristics of Post-consumer Recycled Cotton Knitted Fabrics, XVth International İzmir Textile & Apparel Symposium (IITAS 2021), 216-223, October 26 – 27, 2021, İzmir.
8. Jamshaid, H., Hussain, U., Mishra, R., Tichy, M., Muller, M., 2021. Turning Textile Waste into Valuable Yarn, Cleaner Engineering and Technology, (5), 100341, ISSN 2666-7908, <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.10034>
9. TS 391 EN ISO 9237, 1999. Tekstil-Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini.
10. ASTM D 4032-94 1994. Stiffness of Fabric By the Circular Bend Procedure ASTM International, West Conshohocken, PA.
11. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Laboratuvar Föyleri 2020.
12. Doba Kadem, F., Sabır, E.C., Zervent Ünal, B., Gökgönül, B., 2022. Soya, Pamuk, Yün ve Yün/pamuk Karışımı İpliklerden İç Giyim Amaçlı Üretilen Örme Kumaşların Performans ve Konfor Özelliklerinin Karşılaştırılması, 7.

Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi, (151-157), 16-18 Nisan 2022, İstanbul.