

Sürdürülebilir kumaş tasarımında kompozisyon ve konstrüksiyon farklılıklarının kumaşın fiziksel özellikleri üzerine etkisi

Sinem BUDUN GÜLAS¹

Ayçin ASMA²

Vedat ÖZYAZGAN³

Sertan GÜLAL⁴

Geliş tarihi / Received: 21.09.2021

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 19.11.2021

Kabul tarihi / Accepted: 21.10.2021

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v17i65003

Öz

Hızla büyüyen çevre sorunlarında önemli bir payı bulunan tekstil atıklarının yönetimi konusu her geçen gün önemini arttırmaktadır. Buna bağlı olarak da firmalar atıkların bertaraf edilmeden önce yeniden değerlendirilmesi, sürdürülebilir kumaş tasarımı ve üretimi konularında çalışmalar yapmaktadırlar. Küresel boyutta tüketicilerde artan sürdürülebilirlik bilinci de firmaların bu çalışmalara yönelmesinde etkili olmaktadır. Bu çalışmada, dokuma kumaş kompozisyonunda geri dönüştürülmüş iplik kullanımının ve bu kullanım miktarındaki (oranındaki) değişimlerin kumaşın fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca; geri dönüştürülmüş

¹ Dr.Öğr.Üyesi; İstanbul Aydın Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, İstanbul, Türkiye, Tel: 444 1 428, sinembudun@aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5557-359X

² ARGE Sorumlusu, Akın Tekstil AŞ., Lüleburgaz, Türkiye, Tel: 05327013364, aydin.asma@akintekstil.com.tr, ORCID: 0000-0002-1601-9561

³ Dr.Öğr.Üyesi; İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, Tel: 444 1 428, vedatozyazgan@aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4072-3655

⁴ Üretim Müdürü, Akın Tekstil AŞ., Lüleburgaz, Türkiye, sertan.gulal@akintekstil.com.tr, ORCID: 0000-0002-4990-2174

ipliklerle kumaş üretiminde, farklı örgülerin kullanımının kumaşın fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri de çalışmada araştırılan bir diğer konudur. Yapılan çalışmalar sonucunda, geri dönüşümlü iplikler ile sürdürülebilir kumaş üretiminde, tasarım aşamasında seçilecek örgü türlerinin, buna bağlı olarak oluşturulacak kumaş yapılarının ve iplik kompozisyonlarının geri dönüşümlü kumaş özelliklerinin iyileştirilmesi noktasında etkili olduğu ve bu tercihlerin doğru yapılması halinde kumaşların fiziksel özelliklerinin optimize edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : *Sürdürülebilirlik, Geri Dönüşüm, Kumaş Tasarımı.*

The effect on the physical properties of the fabric in differences in composition and construction in sustainable fabric design

Abstract

The management of textile wastes, which has an important share in rapidly growing environmental problems, is increasing its importance day by day. Per this, companies are working on the re-evaluation of waste before disposal, sustainable fabric design, and production. The increasing awareness of sustainability among consumers on a global scale is also effective in the orientation of companies to these studies. In this study, the effects of the use of recycled yarn in woven fabric composition and the changes in this amount (ratio) on the physical properties of the fabric were investigated. Also; In the production of fabric with recycled yarns, the effects of the use of different weaves on the physical properties of the fabric is another subject investigated in the study. As a result of the studies, it was concluded that in the production of sustainable fabrics along with recycled yarns, the knitting types to be selected at the design stage, the fabric structures and yarn compositions to be created accordingly are effective in improving the recyclable fabric properties, and if these choices are made correctly, the physical properties of the fabrics can be optimized.

Keywords : *Sustainability, Recycling, Fabric Design.*

Giriş

Dünyadaki hızlı tüketim olgusu, moda endüstrisinin etkisi ile özellikle tekstil ve giyim alanlarında oldukça yüksek seviyelere ulaşmış durumdadır. Küresel tekstil ve hazır giyim pazarının yılda %3,7 bileşik ortalama büyüme oranıyla büyümesi ve 2025 yılına kadar 100 milyon tonu aşması beklenmektedir (Pensuba vd., 2017). Hızla tüketilen ürünlerin talebini karşılamak amacıyla gerçekleştirilen ‘hızlı ve yüksek miktarlarda üretim’ ve bu ürünlerin ‘hızla üretilen atıklar’ haline geliyor olması birçok açıdan çevreyi ve doğal yaşamı olumsuz etkilemektedir. Dünyanın kaynaklarının kısıtlı olduğu gerçeğinin çok daha yoğun olarak hissedilmeye başlandığı ve sürdürülebilirlik kavramının her geçen gün önem kazandığı günümüzde, tüm üretim süreçlerinin minimum etki, atık ve zarar ile yürütülmesi bir zorunluluk halini almıştır.

Her geçen gün büyüyen çevre sorunlarına yönelik küresel farkındalık da günden güne artmaktadır ve bununla birlikte tüketicilerin sürdürülebilirlik bilinci de yükselmiştir (Kurtoğlu Necef vd. 2013). Cotton Incorporated Lifestyle Monitor™ araştırması, tüketicilerin %24’ünün “geri dönüştürülmüş” etiketi taşıyan giyim veya ev tekstili ürünleri için daha fazla ödemeye istekli olduğunu ve giyim veya ev tekstili ürünü satın almayı düşünen tüketicilerin %32’sinin “geri dönüştürülmüş” etiketini arayacağını, tüketicilerin “%100 pamuk”, “doğal” veya “çevre dostu” olarak etiketlenen ürünlere veya giysilere daha fazla değer verdiğini ortaya koymaktadır. Tekstil atıklarını kullanıcı öncesi ve kullanıcı sonrası atıklar olarak sınıflayan Tekstil Geri Dönüşüm Konseyi (Council for Textile Recycling)’ne göre tekstil atıklarının yıllık 25 milyar poundluk bir değeri olduğu tahmin edilmektedir (URL1).

Bu noktada özellikle 90’lı yılların ortalarından itibaren birçok firma kendi üretim süreçleri içinde ya da üretim sonrasında ortaya çıkan atıklarını

dönüştürme yoluna gitmeye başlamışlardır ve günümüzde hala bu yönde çalışmalar yürütmektedirler. Tekstil atıklarının geri dönüştürülmesi de çevresel bir yükü beraberinde getirmektedir (Sandin, Peters, 2018; Zamanı vd., 2014). Ancak yine de geri dönüşüm, tekstil sektöründeki atıkların yönetimi konusunda önemli yere sahip olan bir yöntemdir (Eser vd., 2016). Bununla birlikte akademik olarak da atıkların dönüştürülmesi ve hammadde olarak yeniden üretimde kullanılması, süreçlerin ve ürünlerin iyileştirilmesi konularında araştırmalar yapılmaktadır.

Halimi ve arkadaşları bir pamuklu dokuma fabrikasında ortaya çıkan atıkların geri dönüşümünü nitel ve nicel özellikleri açısından inceledikleri çalışmalarında elyaf atıklarının yeniden kullanımının ve atık özelliklerinin hazırlık aşamasında değerlendirilmesinin önemini ortaya koymuşlardır (Halimi M.T. vd. 2008).

Güngör ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada bir bornozun yaşam döngüsü; her aşamanın atık potansiyeli, enerji kullanımı ve ortaya çıkan çevresel etkileri de dâhil olmak üzere ayrıntılı olarak incelenmiştir (Güngör vd. 2009).

Kurtoğlu Necef ve arkadaşları ise örme giyim ihracatı yapan bir firmanın üretim sürecinde ortaya çıkan atıklarının toplanması ve mekanik olarak geri dönüştürülmesi geri dönüştürülmüş elyaf kompozisyonlu iplikler üretmiş, üretilen bu iplikler ile süprem kumaşlar üretmiş ve tişört haline getirerek tüketicilerin ürünleri kullanmasını sağlamışlardır. Çalışmada, kumaş artıklarından elde edilen giysilerin kullanılabilirliği araştırılmıştır (Kurtoğlu Necef vd. 2013).

Pensuba ve arkadaşları tekstil atıklarının sürdürülebilir bir biçimde yönetimi için kullanılan yöntemleri detaylı olarak incelemiş, pamuklu tekstil ürünlerinin katma değerli ürünlere dönüşümünde kullanılan mekanik ve kimyasal dönüşüm yöntemlerinin zorluklarına dikkat çekmişlerdir (Pensuba vd., 2017).

Ütebay ve arkadaşları; 2019 yılında yayınladıkları çalışmalarında atık pamuklu kumaş türü ve büyüklüklerinin geri dönüştürülmüş elyaf kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir (Ütebay vd. 2019).

Lindström ve arkadaşları ise 2020 yılında yayınladıkları çalışmalarında tekstil malzemelerinin mekanik geri dönüşümünde karşılaşılan lif boyu kısalması sorununa çözüm olarak bir yağlayıcı uygulama yöntemi üzerinde durmuşlardır. Çalışmada uygulamanın olumlu sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Lindström vd., 2020).

Atıkların üretim süreçlerine hammadde olarak yeniden sokulması atık yükünü azaltmakta ve kaynakların etkin kullanılmasını sağlayarak hammadde maliyetlerini azaltmaktadır. Ancak, geri dönüştürülmüş ipliklerle üretilen kumaşların fiziksel özelliklerinde istenilen niteliğe erişilemediği de bilinmektedir. Geri dönüştürülmüş ipliklerle, daha iyi fiziksel özelliklere sahip kumaşların üretilebilmesi için daha fazla teknolojik yeniliğe ihtiyaç duyulsa da kumaşın estetik ve teknik tasarım aşamalarında tercih edilecek iplik ve örgü kombinasyonları ile bu değerleri optimize etmek mümkün olabilir. Bu çalışmada, kumaş kompozisyonunda geri dönüştürülmüş iplik kullanımının ve bu kullanım miktarındaki (oranındaki) değişimlerin kumaşın fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca; geri dönüştürülmüş ipliklerle kumaş üretiminde farklı örgülerin kullanımının kumaşın özellikleri üzerindeki etkileri de çalışmada araştırılan bir diğer konudur.

Dünya lif tüketimi içerisinde polyesterden sonra en çok tüketilen lif grubunun pamuk (Ütebay vd. 2019) olması ve doğal elyaf olması nedeni ile çalışmada pamuklu kumaşların mekanik olarak geri dönüştürülmesi üzerine çalışılması tercih edilmiştir.

Materyal ve yöntem

Materyal

Çalışmada aynı numaralı çözümlü ipliği ile hazırlanmış, üç farklı kompozisyon ve iki farklı konstrüksiyona sahip altı ayrı dokuma kumaş hazırlanmıştır. Farklı örgülere sahip üç ayrı kompozisyonda hazırlanan kumaşların her birinde çözümlü ipliği olarak aynı numaraya sahip %100 işlenmemiş pamuk ipliği kullanılmış, atıklarında ise üretim atıklarından elde edilmiş Ne20/1 numara %100 geri dönüştürülmüş pamuk, %50 geri dönüştürülmüş pamuk + %50 işlenmemiş pamuk ve %100 işlenmemiş pamuk iplikler kullanılmıştır.

1000 kg atık malzemeden yaklaşık olarak 650 kg geri dönüştürülmüş iplik elde edilmiştir.

Yöntem

Çalışmada kullanılan geri dönüştürülmüş pamuk iplikleri; Akın Tekstil AŞ'nin üretim hattında konfeksiyon pastal kesiminden çıkan, kesim firesi/kırpıntı (kullanıcı öncesi) atık ve döküntü malzemelerinin, bir geri dönüşüm tesisinde açılarak yeniden eğirilmesi ile üretilmiştir. Firmanın konfeksiyon işlemleri sırasında ortaya çıkan atıklar düzenli bir şekilde toplanarak renk, hammadde, büyüklük/küçüklük gibi özelliklerine göre tasnif edilmiştir. Toplam atık miktarı 1000 kg olduğunda atık malzemeler geri dönüşüm tesisine gönderilmiştir. Geri dönüşüm tesisinden atık kumaş parçaları şifanoz makinesinde açılmış ve ardından ring iplik eğirme sisteminde Ne20/1 numara karde iplik olarak eğirilmiştir. İpliklerin bir kısmı %100 geri dönüştürülmüş pamuk, bir kısmı ise %50 geri dönüştürülmüş pamuk + %50 işlenmemiş pamuk olacak şekilde üretilmiştir. %100 geri dönüştürülmüş ve geri dönüşümlü elyaf karışımli iplikler, aynı numaralı %100 işlenmemiş pamuk iplikleri ile karşılaştırılmıştır.

Elde edilen ipliklere Akın Tekstil AŞ laboratuvarlarında iplik düzgünlük ve mukavemet testleri uygulanmıştır. İplik düzgünlük testleri Uster Tester 3 cihazında ISO 16549:2021 standardına uygun yapılmıştır. İplik mukavemet testleri ise Uster Tester 3 cihazında TS EN ISO 2062 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

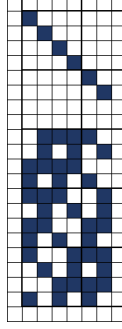
Çalışmada kullanılan kumaş numunelerini üretiminde yukarıda bahsi geçen aynı numaralı geri dönüşümlü elyaf kompozisyonlu iplikler atkı ipliği olarak kullanılmış, çözümlerinde ise %100 işlenmemiş pamuk ipliği kullanılmıştır.

Numunelere ait kodlama ve atkı ipliği kompozisyon bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

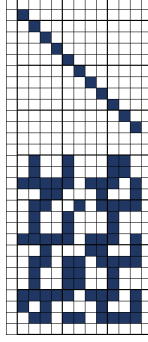
Tablo 1: Kumaş numune kodları ve sahip oldukları atkı kompozisyonları

	Numune Kodu	Atkı İpliği
A Örgüsü	B06043	%100 Geri Dönüşümlü Pamuk
	B06044	%50 Geri Dönüşümlü Pamuk / % 50 Pamuk
	B06045	%100 Pamuk
B Örgüsü	B06046	%100 Geri Dönüşümlü Pamuk
	B06047	%50 Geri Dönüşümlü Pamuk / % 50 Pamuk
	B06048	%100 Pamuk

Kumaşların tasarımında kullanılan örgülerin birbirine yakın konstrüksiyonlarda olması tercih edilmiştir ve bu doğrultuda birbirine yakın özelliklerde iki ayrı örgü kullanılarak numuneler üretilmiştir. Şekil 1 ve 2 de kumaş örgüleri görülmektedir.



Şekil 1: B06043, B06044, B06045 nolu numunelere ait örgü raporu
(A Grubu Örgü Raporu)



Şekil 2: B06046, B06047, B06048 nolu numunelere ait örgü raporu
(B Grubu Örgü Raporu)

Üretilen kumaşlara yine Akın Tekstil AŞ laboratuvarlarında renk haslığı, boyutsal değişim, mukavemet, pilling, abrasyon ve yıkama dayanımı testleri uygulanmıştır. Yıkama haslıkları James Heal Gyrowash cihazında AATCC 61 standardına göre yapılmıştır. Ter haslıkları, numuneler etüvde bekletilerek AATCC 15 standardına uygun olarak yapılmıştır. Su haslığı ölçümleri yine etüvde bekletilerek AATCC 107 standardına uygun olarak yapılmıştır. Işık haslığı ölçümleri Atlas Xenotest Alpha cihazında AATCC 16 standardına göre yapılmıştır. Kuru ve yaş sürtme haslıkları ise James Heal / 255A cihazında AATCC 8 standardına uygun olarak yapılmıştır.

Numunelere ait boyutsal değişim ölçümleri AATCC 135 standardına uygun olarak “delicate” şartlarında yıkama ve “line dry” kurutma uygulanarak yapılmıştır. Kopma mukavemeti testi James Heal Tinius Olsen cihazında ASTM D5034 standardına uygun olarak, yırtılma mukavemeti testi ise James Heal ElmaTear cihazında ASTM D1424 standardına uygun olarak yapılmıştır. Pilling testleri James Heal Martindale cihazında ASTM D3512 standardına uygun olarak 30 dakika süreyle uygulanmıştır. Test sonrası numuneler fotografik standartlar ile karşılaştırılarak 5 (pilling olmayan) ve 1 (çok fazla pilling olan) arasındaki değerlerde numaralanmıştır. Abrasyon testi ise ISO 12947-2 standardına uygun olarak yapılmıştır. Yıkama dayanımı testi ise AATCC 135’ e uygun olarak yapılmış, 10 yıkama için kumaşlardaki renk değişimleri gri skala ile ölçülmüştür.

Sonuçlar ve tartışma

İplik test sonuçları

Geri dönüştürülmüş pamuk kompozisyonlu ipliklere uygulanan testler ve testlere ait ortalama sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2: Geri dönüşümlü ipliklere ait test sonuçları

	Fiili Ne	Numara %CV	Büküm tur/m	Büküm %CV	Düzgünsüzlük %U	İnce Yer (-%50)	Kalın Yer (+%50)	Neps (+%20 0)	Mukave-met cN	Mukave-met %CV	Kopma Uzaması %	Tüyülülük H
%100 Geri Dönüştürülmüş Pamuk	20,5	1	22,2	3,6	16,15	134	1066	838	429	10,4	5,95	8,23
%50 Geri Dönüştürülmüş Pamuk + %50 Pamuk	20,5	2,3	20	2,3	16,01	106	587	238	452	18,2	4,87	8,18

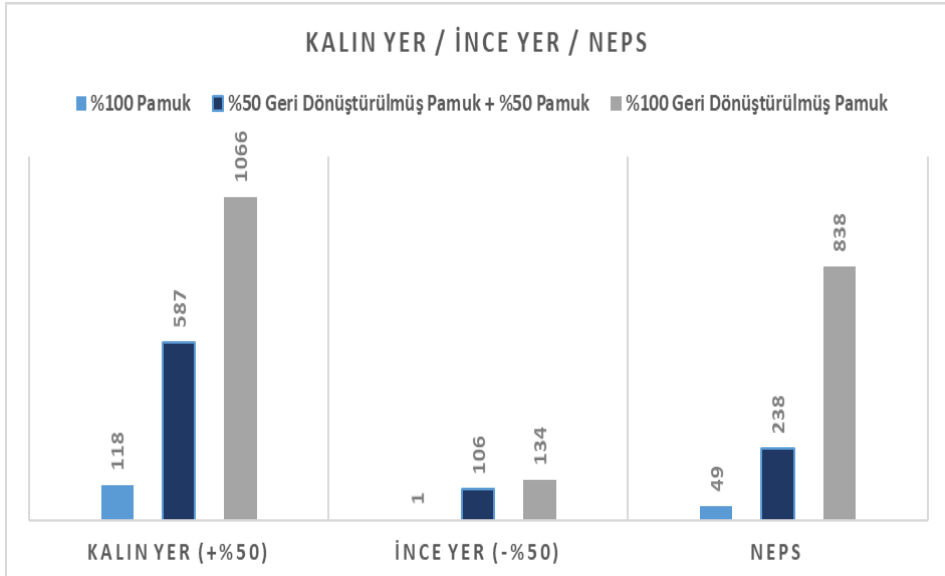
Tablo 3: %100 işlenmemiş pamuk ipliklere ait test sonuçları

	Fiili Ne	Numara %CV	Büküm tur/m	Büküm %CV	Düzgünsüzlük %U	İnce üYer (-%50)	Kalın Yer (+%50)	Neps (+%20 0)	Mukave-met cN	Mukave-met %CV	Kopma Uzaması %	Tüyülülük H
%100 Pamuk	20,4	1,3	18,4	3	11,12	1	118	49	490	8	4,21	6,84

Test sonuçları incelendiğinde; farklı kompozisyonlu ipliklerin fiili numara değerlerinde bir farklılık olmadığı, numara CV değerlerinde ise en yüksek değerlerin %50-50 geri dönüşümlü kompozisyona sahip ipliklerde olduğu görülmüştür. En yüksek büküm değeri en yüksek geri dönüştürülmüş elyaf oranına sahip iplik grubunda görülmüştür. Buradan hareketle iplik kompozisyonundaki geri dönüştürülmüş pamuk oranının artışının daha yüksek büküm ihtiyacı doğurduğu söylenebilir. Düzensizlik açısından incelendiğinde ise iplik kompozisyonundaki geri dönüştürülmüş elyaf oranının düzensizlik üzerinde etkili olmadığı ancak yüzdelik oranından bağımsız olarak geri dönüştürülmüş elyaf kullanılan ipliklerin düzensizliklerinin beklenildiği gibi işlenmemiş elyaf ile üretilenlere oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte kalın yer, ince yer ve neps oranları incelendiğinde ise iplik kompozisyonundaki geri dönüştürülmüş elyaf miktarındaki artışın da bu düzensizlikler üzerinde olumsuz etkide bulunduğu, iplikteki geri dönüştürülmüş elyaf oranı arttıkça ipliklerdeki ince yer, kalın yer ve neps gibi düzensizliklerin de arttığı görülmektedir. Özellikle kalın yer oranları açısından %100 geri dönüştürülmüş pamuk ipliklerinin, diğerlerine göre oldukça yüksek bir değere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Farklı kompozisyonlu ipliklere ait kalın yer, ince yer ve neps miktarları

	Kalın Yer (+%50)	İnce Yer (-%50)	Neps
%100 Pamuk	118	1	49
%50 Geri Dönüştürülmüş Pamuk + %50 Pamuk	587	106	238
%100 Geri Dönüştürülmüş Pamuk	1066	134	838



Şekil 3: Farklı kompozisyonlu ipliklere ait kalın yer, ince yer ve neps oranları

İplik mukavemetleri açısından incelendiğinde ise ipliklerdeki geri dönüştürülmüş elyaf oranının beklenileceği gibi mukavemet üzerinde etkili olduğu ve geri dönüştürülmüş pamuk oranı arttıkça iplik mukavemetinin düştüğü görülmüştür. Diğer taraftan en yüksek tüylülük oranı da yine bu kompozisyona sahip olan ipliklerde görülmektedir. Tablo 2 ve Tablo 3 'de ipliklerdeki geri dönüştürülmüş elyaf oranı artışına bağlı olarak tüylülük oranlarında da artış olduğu görülmektedir.

Kumaş test sonuçları

Farklı örgüler ve kompozisyonlarla hazırlanmış numunelere ait test sonuçları incelendiğinde; renk haslıkları açısından geri dönüştürülmüş iplik kompozisyonlarının haslıklar üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. Tablo 5'de numunelere ait, yıkama, ter, su, ışık ve sürtme (kuru ve yaş) haslık ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 5: Kumaş numunelerine ait renk haslığı ölçüm sonuçları

RENK HASLIKLARI						
NUMUNE					Sürtme/	
KODU	Yıkama	Ter	Su	Işık	Kuru	Sürtme/Yaş
B06043	4	4	4_5	4_5	5	4_5
B06044	3_4	4	4_5	4_5	5	4_5
B06045	4	4	4_5	4_5	5	4_5
B06046	4_5	4	4_5	4_5	5	4_5
B06047	4_5	4	4_5	4_5	5	4_5
B06048	4	4	4_5	4_5	5	4_5

Yapılan boyutsal değişim testlerinde; kumaş numunelerindeki örgü farklılıklarının boyutsal değişim üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bununla birlikte ipliklerin geri dönüştürülmüş elyaf oranlarının da boyutsal değişimi etkilediği söylenebilmektedir. Yapılan testler sonucunda kumaş konstrüksiyonlarından bağımsız olarak, geri dönüştürülmüş elyaf oranının artmasının kumaşların boyutsal değişimleri üzerinde olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6: Kumaş numunelerine ait boyutsal değişim ölçüm sonuçları

NUMUNE	BOYUTSAL DEĞİŞİM (Yıkama)	
	Çözgü (%)	Atkı (%)
B06043	-10	0,5
B06044	-10,5	-0,5
B06045	-10,5	-0,5
B06046	-5,5	-1,5
B06047	-5	0,5
B06048	-4,5	-0,5

Kumaş mukavemetleri incelendiğinde, geri dönüştürülmüş pamuk kompozisyonlu iplik kullanımının kumaş mukavemetini olumsuz yönde önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Tablo 7’de kumaş mukavemetlerinin (kopma ve yırtılma) geri dönüştürülmüş pamuk kompozisyonlu ipliklerin kullanıldığı yön olan atkı yönünde, çözgü yönüne göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ikinci grup örgüye sahip kumaşlarda geri dönüştürülmüş elyaf kompozisyonlu iplik kullanımı kumaşın yırtılma mukavemetini etkilememiştir.

Buradan hareketle, geri dönüştürülmüş pamuk kompozisyonlu iplik kullanımında tercih edilecek kumaş konstrüksiyonunun ve kumaşın yapısal tasarımının istenilen fiziksel özellikleri elde etmede önemli olduğu söylenebilir.

Tablo7: Kumaş numunelerine ait mukavemet ölçüm sonuçları

NUMUNE KODU	KOPMA MUKAVEMETİ		YIRTIILMA MUKAVEMETİ	
	Çözgü (lb)	Atkı (lb)	Çözgü (lb)	Atkı (lb)
B06043	138	77,9	> 14	12,5
B06044	134	80,8	> 14	> 14
B06045	132	83,9	> 14	11,6
B06046	92,6	69,5	> 14	> 14
B06047	94	77,6	> 14	> 14
B06048	91,7	73,3	> 14	> 14

Uygulanan pilling testleri sonucunda kumaşlardaki konstrüksiyon farklılıklarının ve buna bağlı olarak kumaş yüzeyindeki iplik yüzme oranlarının pilling üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Ancak; atkı ipliği olarak kullanılan ipliklerdeki geri dönüştürülmüş elyaf kompozisyonlarının ve oranlarının kumaşın pilling değerleri üzerinde etkili olmadığını söylemek mümkündür.

Tablo 8’de atkı ipliği olarak %100 işlenmemiş pamuk ipliklerinin kullanıldığı kumaşlar ile geri dönüştürülmüş pamuk kompozisyonlu ipliklerin atkı ipliği olarak kullanıldığı kumaşlar arasında pilling değerleri açısından bir fark olmadığı görülmektedir.

Tablo 8: Kumaş numunelerine ait pilling ölçüm sonuçları

NUMUNE KODU	PILLING
B06043	30 dakika @ 2
B06044	30 dakika @ 3
B06045	30 dakika @ 3
B06046	30 dakika @ 4-5
B06047	30 dakika @ 4_5
B06048	30 dakika @ 4-5

Abrasyon test sonuçları incelendiğinde birinci grup örgüye sahip kumaşlarda %100 geri dönüştürülmüş pamuk ve %100 işlenmemiş pamuk atkı iplikleri ile üretilen kumaşlar arasında farklılık olmadığı, %50-50 geri dönüştürülmüş /pamuk karışımı atkı iplikleri ile üretilen kumaşlarda ise 20 000 devirde kopma olmadığı görülmüştür (Tablo 9).

Tablo 9: Kumaş numunelerine ait abrasyon ölçüm sonuçları

NUMUNE KODU	ABRASYON
B06043	17.000
B06044	> 20.000
B06045	17.000
B06046	17.000
B06047	17.000
B06048	17.000

Kumaş numunelerine ait yıkama dayanımı sonuçları incelendiğinde ise beş yıkama sonrası ölçümlerde numunelerin eşit değerlere sahip olduğu, 10 yıkama sonrası için ise kumaş kompozisyon ve konstrüksiyon farklılıklarının değerler üzerinde etkili olmadığı görülmüştür (Tablo 10).

Tablo 10: Kumaş numunelerine ait yıkama dayanımı ölçüm sonuçları

NUMUNE KODU	YIKAMA DAYANIMI	
	5 Yıkama	10 Yıkama
B06043	4_5	4
B06044	4_5	4_5
B06045	4_5	4
B06046	4_5	4_5
B06047	4_5	4
B06048	4_5	4_5

Sonuç

Çevre sorunlarının görmezden gelinemez noktaya gelmesi ve buna bağlı olarak toplumda artan sürdürülebilirlik bilinci sonucunda atıkları azaltmak ve yeniden kullanmak kaçınılmaz olmuştur. Çalışmada, tekstil sektöründe atık yönetimi konusunda kullanılan önemli yöntemlerden biri olan kullanıcı öncesi tekstil atıklarının mekanik olarak geri dönüştürülmesinden elde edilen pamuk elyafı ile üretilmiş ipliklerin kullanıldığı, sürdürülebilir kumaş tasarımında tercih edilen iplik kompozisyonları ve kumaş konstrüksiyonlarındaki farklılıkların, dokuma kumaşların fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Geri dönüştürülmüş pamuk ipliklerin yeni kumaş üretiminde kullanılmasında ortaya çıkabilecek olumsuzlukları minimize etmek amacıyla teknik tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken noktalar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla, %100 geri dönüştürülmüş, %50 geri dönüştürülmüş + %50 işlenmemiş ve %100 işlenmemiş pamuk ipliklerinin atkı ipliği olarak kullanıldığı üç farklı örgüye sahip altı farklı kumaş numunesi üretilmiştir. Uygulanan testler sonucunda geri dönüştürülmüş pamuk kompozisyonlu ipliklerin kullanıldığı kumaşların fiziksel özelliklerinin %100 işlenmemiş pamuk ile üretilenler ile karşılaştırıldığında tüm örneklerin ticari olarak kullanılabilir nitelikte olduğu görülmüştür. Geri dönüştürülmüş pamuk

kompozisyonlu ipliklerin sadece atkıda kullanılmış olması nedeni ile geri dönüştürülmüş elyaf oranlarının kumaşın fiziksel özellikleri üzerinde ticari olarak kullanılabilirlik açısından önemli sayılabilecek bir değişikliğe sebep olmadığı ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmada, geri dönüştürülmüş ipliklerin kullanılacağı kumaşlarda tercih edilecek örgülerin kumaşın fiziksel özelliklerini iyileştirme noktasında etkili olabileceği ve denemeler sonucunda geri dönüşümlü kumaşların fiziksel özelliklerini en iyi seviyeye taşıyan örgülerin tespit edilebileceği sonucuna varılmıştır. Doğru örgü tercihlerinin ve kumaşlarda kullanılacak geri dönüştürülmüş iplik kompozisyon oranlarının tespit edilmesi için bu çalışma gibi birçok çalışma yapılmalı ve bu veriler ışığında en iyi fiziksel özelliklere sahip kumaşların tasarlanabilmesi için gerekli optimum kompozisyon ve konstrüksiyon kombinasyonları tespit edilmelidir. Bu çalışma, ileride bu alanda yapılacak çalışmalara yardımcı olacaktır.

Diğer taraftan tekstil ürünlerinin geri dönüştürülmesinin oluşturacağı çevresel yük göz önünde bulundurulmalı ve atıkların yeniden kullanımı ya da ileri dönüştürülmesi konularında çalışmalarında geri dönüşüm çalışmalarına paralel olarak yürütülmesi gerekmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- [1] AATCC 8 (2016e) - Test Method for Colorfastness to Crocking: Crockmeter.
- [2] AATCC 15 (2013e)- Test Method for Colorfastness to Perspiration.
- [3] AATCC 16 (2020) - Colorfastness to Light Standarts.
- [4] AATCC 61 (2020)- Test Method for Colorfastness to Laundering: Accelerated.
- [5] AATCC 107 (2013e2)- Test Method for Colorfastness to Water.

- [6] AATCC 135 (2018t)- Test Method for Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering.
- [7] ASTM D5034 (2021)- Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Textile Fabrics.
- [8] ASTM D1424-21 (2021)- Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Falling-Pendulum (Elmendorf Type) Apparatus.
- [9] ASTM D3512 (2016)- Standard Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Random Tumble Pilling Tester.
- [10] ASTM D3512 (2016)- Standart Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Random Tumble Pilling Tester.
- [11] Eser B., Çelik P., Çay A., Akgümüş D. (2016) “Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları”, *Tekstil ve Mühendis*, 23: 101, s:43-60.
- [12] Güngör, A., Palamutçu, S., İkiz, Y. (2009) Pamuklu Tekstiller Ve Çevre: Bir Bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 3/2009, S:197-205.
- [13] Halimi, T.M., Hassen, B.M., Sakli, F. (2008) Cotton Waste Recycling: Quantitative and Qualitative Assesment, *Resource, Conservation and Recycling*, Vol:52, Issue:5, S:785-791.
- [14] ISO 16549:2021 - Textiles — Unevenness of Textile Strands — Capacitance method .
- [15] Kurtoğlu Necef, Ö., Seventekin, N., Pamuk M. (2013) A Study On Recycling The Fabric Scraps In Apparel Manufacturing Industry, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 23 (3), S: 286-289.
- [16] Lindström, K., Sjöblom, T., Persson, A., Kadi, N. (2020) Improving Mechanical Textile Recycling by Lubricant Pre-Treatment to Mitigate Length Loff of Fibers, *Sustainability*, 12(20) : 8706.
- [17] Pensuba, N., Leu, S.Y., Hu, Y., Du, C., Liu, H., Jing, H., Wang, H., Lin, C.S.K. (2017) Recent Trends in Sustainable Textile Waste Recycling

Methods: Current Situation and Future Prospects, *Topics in Current Chemistry*, 375, 76.

[18] Sandin, G., Peters, G.M. (2018) Environmental Impact of Textile Reuse and Recycling – A Review, *Journal of Cleaner Production*, Vol: 184, S: 353-365.

[19] TS EN ISO 2062 (2009) - Tekstil - Paketlerden alınan iplikler - Tek ipliğin kopma kuvvetinin ve kopma anındaki uzamasının sabit hızlı uzama cihazı (CRE) kullanılarak tayini (ISO 2062:2009).

[20] TS EN ISO 12947 (2017)- Tekstil - Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini.

[21] Ütebay B., Çelik P., Çay A. (2019) Effects of Cotton Textile Waste Properties on Recycled Fibre Quality, *Journal of Cleaner Production*, 222, S: 29-35, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.033>.

[22] Zamani, B., Svanström, M., Peters, G., Rydberg, T. (2014) A Carbon Footprint of Textile Recycling: A Case Study in Sweden, *Journal of Industrial Ecology*, Vol:19, Issue: 4, S:676-687.

İnternet Kaynakları

URL 1- <https://www.cottonworks.com/topics/turkce/surdurulebilirlik/geri-donusturulmus-pamuk/> (Erişim Tarihi: 31 Ağustos 2021 15:30)