

BAMBU LİFİNİN TAKIM ELBİSELİK KUMAŞLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN VE PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

Belkıs ZERVENT ÜNAL¹, Mert KUTGI²

¹ Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye.

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

Geliş Tarihi/Received Date: 31.01.2024 Kabul Tarihi/Accepted Date: 06.07.2024 DOI: 10.54365/adyumbd.1428849

ÖZET

Çalışma kapsamında, takım elbiselik kumaşlarda doğal liflerle (pamuk, yün, keten, ipek vb.) karışım olarak kullanılan sentetik (polyester, Poliamid vb.) ve rejenere selülozik (viskon vb.) liflerin yerine alternatif olarak bambu lifinin kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla aynı konstrüksiyona sahip viskon/yün/elastan, bambu/yün/elastan ve PES/yün/elastan karışımlı kumaşların seçilmiş parametrelere göre temel performans özellikleri (mukavemet, boncuklanma, haslıklar v.b) karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere göre bambu lifinin tek başına veya yün ile karışım halinde kullanıldığı kumaşların seçilmiş performans özelliklerinin klasik takım elbiselik kumaşlarla benzer değerler aldığı ve bambu kullanımının herhangi bir olumsuz duruma neden olmadığı sonucuna varılmıştır. Başka bir ifadeyle bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bambu lifi, Takım elbiselik kumaş, Performans özellikleri, Sürdürülebilirlik, Kimyasal lif*

INVESTIGATION OF THE USABILITY AND PERFORMANCE OF BAMBOO FIBER IN SUIT FABRICS

ABSTRACT

Within the scope of the study, it was aimed to investigate the usability of bamboo fiber as an alternative to synthetic (polyester, polyamide, etc.) and regenerated cellulosic (viscose, etc.) fibers used as a mixture with natural fibers (cotton, wool, linen, silk, etc.) in suit fabrics. For this purpose, basic performance properties (strength, pilling, fastness etc.) of viscose/wool/elastane, bamboo/wool/elastane and PES/wool/elastane blended fabrics with the same construction were compared. According to the data obtained, it was concluded that the selected performance properties of the fabrics in which bamboo fiber is used alone or in a mixture with wool are similar to those of classical suit fabrics, and the use of bamboo does not cause any negative situation. In other words, it has been determined that bamboo fiber can be used in suit fabrics.

Keywords: *Bamboo fiber, Suiting fabric, Performance properties, Sustainability, Chemical fiber*

1. Giriş

Türkiye ve dünyada ihracat rakamlarında oldukça büyük paya sahip olan tekstil sektöründe istek ve ihtiyaçların giderek artması, tüketici zevklerinin değişmesi, yaşam standartlarının yükselmesi, tüketici bilincinin ve rekabetin artması sektörde yeni hammadde ve üretim yöntemlerine ihtiyacı doğurmuştur.

* e-posta¹ : belzer@cu.edu.tr

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8591-2217> (Sorumlu Yazar)

e-posta² : mertkutgi@gmail.com

ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0003-2728-4066>

Kimyasal liflerin üretim sürecinde zararlı atıkların oluşabilmesi, tüketicilerin tekstil ürünlerinden yüksek konfor beklemesi ve sağlıklı yaşama giderek artan önem doğal liflere olan talebi arttırmıştır. Gelişen teknolojiyle ekolojik denge ve çevreci yaklaşımlar her alanda olduğu gibi tekstil sektöründe de önemli hale gelmiştir. Ayrıca ürünlerden beklenen özelliklerin giderek değişmesi ve artması üreticileri yeni hammadde arayışına yöneltmiş, tekstil ürünlerinde doğal liflerin kullanılması yönünde gelişme kaydedilmeye başlanmıştır.

Yeni hammadde ve ürünlere olan ihtiyacın hızla arttığı tekstil sektöründe son yıllarda kullanımı giderek yaygınlaşan liflerden olan bambu, üretiminde çevreye zarar vermemesi ve doğada kolayca parçalanabilmesi gibi olumlu çevreci etkileri, antibakteriyel ve antialerjik özelliği, dayanımı, UV koruyuculuk, parlaklık, yumuşaklık, nefes alabilirlik, vücutta oluşan terin hızla emilmesi ve bu şekilde serinlik hissi vermesi gibi konfor sağlayan özelliklerinden dolayı oldukça önemli bir elyaf haline gelmiştir [1, 2].

Bambu, tropikal iklim seven, 3 – 4 yıl gibi bir sürede olgunluğa erişen bir bitkidir. Kağıt, mobilya, gıda, kimya endüstrisi gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Bambu lifi ilk olarak 2002’de Çin’de bulunan Hebei Jigao Chemical Fiber Co. Ltd. adlı firma tarafından rejenere selülozik elyaf olarak üretilmiştir. Bambu bitkisinin gövdesinin ve yapraklarının hidroliz-alkalizasyon ve çok fazlı ağartma işlemleri ile inceltmesi ve arıtılması sonucu bambu hamuru oluşmaktadır. Ardından bambu hamuru, viskon lifine benzer lif üretim prosesleri ile bambu lifine dönüştürülmektedir.

Doğal bambu liflerinin mikroskopik görüntülerine bakıldığında boyuna kesitinde birçok küçük oyuk olduğu, enine kesitinin ise tam oval olmayan, böbrek şeklinde olduğu ve ortada açık şekilde bir lümen bulunduğu görülmektedir (Şekil 1). Doğal kanallı bu yapı lifin insan terini hızla emerek buharlaşmasını sağlamaktadır ve bu nedenle “nefes alan lifler” olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 1. Bambu lifinin boyuna ve enine kesiti [3].

Erkek ve bayan iç ve dış giyim ürünleri, çoraplar, hijyenik ürünler ve tıbbi tekstil ürünleri, havlu, yatak çarşafı, nevresim, battaniye gibi ev tekstili ürünleri bambu lifinin yaygın kullanım alanlarına örnek olarak verilebilmektedir [4].

Çalışma kapsamında bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda sentetik ve rejenere selülozik liflerin yerine kullanımı araştırılmış olup bambu elyafının tekstil endüstrisinde kullanımıyla ilgili daha önce yapılan çalışmalardan seçilmiş olanlar aşağıda özetlenmiştir.

Elibüyük ve arkadaşlarının 2018 yılında yapmış oldukları deneysel çalışmada, bambu ve pamuk elyafları karıştırılarak üretilen kumaş %100 pamuklu kumaş ile fiziksel özellikler, boyanma davranışı vb. açılardan karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda bambu-pamuk karışımı kumaşların hava geçirgenliğinin düşük, hidrofilitesinin yaklaşık 2 kat fazla olduğu, daha beyaz, aynı reaktif boyarmadde ile boyandığında daha koyu ve haslıklarının ise %100 pamuklu kumaş ile aynı değerde olduğu görülmüştür [5].

Türksoy ve arkadaşlarının 2017 yılında yapmış oldukları deneysel çalışmada bambu/pamuk karışımı ipliklerden örme yöntemiyle elde edilen kumaşların termal konfor özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, %70/30 oranında bambu/pamuk karışımı kumaşların, diğer numune kumaşlara göre daha düşük su buharı ve termal dirence sahip olduğu tespit edilmiştir [6].

Okur'un yapmış olduğu deneysel çalışmasında bambu lifi ve bu liflerden üretilen ipliklerin özellikleri seçilmiş farklı lif ve ipliklerin performans özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, üretilen bambu ipliklerin özelliklerinin %100 viskondan üretilen ipliklerin özellikleri ile yakın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca iplik düzgünsüzlüğü ve kopma uzama değerlerinin diğer ipliklerden daha iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir [2].

Troynikov ve arkadaşlarının 2011 yılında yapmış oldukları çalışmada spor giyimde kullanılan yün/bambu ve yün/polyester örme kumaşların neme karşı davranış özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak yünün polyester veya yünün bambu ile karıştırılması, %100 yün ve %100 bambu kumaşlara kıyasla nem yönetimi özelliklerini iyileştirmiştir [7].

Chindambaram ve Govindan'ın 2012 yılında yapmış oldukları çalışmada bambu/pamuk karışımı dokuma kumaşlardaki karışım oranının termal özelliklere etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak yüksek bambu içeren kumaşlar aynı şartlarda üretilmiş pamuklu kumaşlara göre; daha fazla hava ve su geçirgenliğine sahip, daha emici, düşük termal dirence sahip, kısmen daha yüksek esneklik becerisi gösterir olduğu sonuçlarına varılmıştır [8].

Özşeker'in 2018 yılında yapmış olduğu deneysel çalışmada bambu, pamuk ve viskon lifinden üretilen kumaşların spor kıyafet üretiminde kullanımı araştırılmıştır. Sonuç olarak çalışmada kullanılan tüm lifler içerisinde konfor özellikleri açısından spor kıyafetlere en uygun hammaddenin bambu olduğu tespit edilmiştir [9].

Gökdal yapmış olduğu çalışmanın birinci bölümünde bambu ve pamuk liflerini farklı karışım oranlarında kullanarak farklı numaralarda iplikler üretmiş ve karışım oranlarının iplik özelliklerine etkisini araştırmıştır. İkinci bölümde ise üretilen ipliklerle örme yüzey elde etmiş ve bu kumaşlara pilling ve sürtünme testleri uygulamıştır. En yüksek mukavemet % 100 bambu iplikten örülen kumaşlarda, en iyi pilling değerleri ise % 50 bambu % 50 penye pamuk iplikten örülen kumaşa elde edilmiştir [10].

Özmen'in 2010 yılında yapmış olduğu tez çalışmasında %100 bambu ve %100 pamuk ipliğinden üretilmiş havlu kumaşların kullanım özellikleri açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Araştırma sonucunda %100 bambu ipliğinden üretilmiş havlu kumaşların yumuşaklık, hidrofilite ve anti-bakteriyellik özelliklerinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yıkamaya karşı renk haslığının ise pamuklu havlu kumaşlardan daha düşük olduğu görülmüştür [11].

Okubo ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmalarında bambu liflerinin temel fiziksel özellikleri yardımıyla ekokompozitlerin (ekolojik amaçlı kompozitlerin) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada bambu ağaçlarından bambu liflerinin ayrılması amacıyla buhar patlaması yöntemi kullanılmıştır [12].

Liu ve arkadaşları çalışmalarında öncelikle bambu lifinin üretim prosesini, boyanma davranışını ve lif özelliklerini incelemişlerdir. Ardından %100 bambu ipliklerden ve bambu lifini PET ile kaplayarak elde edilen ipliklerden örme kumaş üretimi gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte, bambu lifinin yumuşaklık, antibakteriyellik, hava geçirgenlik, UV dayanımı gibi birçok olumlu özelliğinin yanı sıra düşük yaş mukavemetinin boyama işlemlerinde kısıtlayıcı bir rol oynayabildiği ifade edilmiştir [13].

Yapılan literatür taraması sonucu ağırlıklı olarak bambu lifinin iç giyim, havlu, çorap vb. ürünlerde kullanımına yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra parke, izolasyon malzemesi gibi ürünlerde de kullanımı tespit edilmiş olup bambunun takım elbiselik kumaş gibi dış giyim ürünlerinde kullanımının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışma süresince yapılan piyasa araştırması sonucunda sadece bir firmanın bambu lifinin sentetiklerle karışım halinde kullanıldığı ceket üretimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu karışımlar %49 bambu, %31 polyester, %20 keten ve %54 bambu, %27 yün, %19 polyester şeklinde olmuştur [14].

Ancak bambunun tek başına veya sürdürülebilir doğal bir lifle karışım halinde kullanıldığı ticarileşmiş bir ürüne rastlanmamıştır.

Çalışmanın amacı; takım elbiselerde doğal liflerle (pamuk, yün, keten, ipek vb.) karışım olarak kullanılan sentetik (polyester, poliamid vb.) ve rejener selülozik (viskon vb.) liflerin yerine doğal olarak elde edilen bambu lifinin kullanılabilirliğini araştırmaktır. Elde edilen veriler ışığında bambu lifinin özelliklerinin diğer liflerle karşılaştırmalı olarak incelenmesiyle, iplik performansları, hammadde maliyetleri de dikkate alınarak bambu lifinin takım elbiselik kumaşlardaki performansı seçilmiş parametrelere göre değerlendirilip kimyasal liflerin yerine kullanımı incelenmiştir. Böylece sentetik liflerin kumaşa verdiği olumsuz özelliklerden biri azaltılarak %100 doğal, geri dönüşümü mümkün olan ve üretimi sırasında çevreyi daha az kirleten takım elbiselik bir kumaş elde edilmesinin mümkün olacağı ve söz konusu kumaşın sentetik lif içeren muadilleriyle performans açısından karşılaştırılmış olacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

Takım elbiselik kumaşlarda genel olarak polyester, viskon, pamuk, keten ve yün lifleri kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında bu alanda ticari kullanımı çok sınırlı durumda olan bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Özellikle en yaygın kullanılan lif olan polyester yerine bambunun kullanımının irdelenmesi çalışmanın öncelikli amacı olmuştur.

Çalışma kapsamında takım elbiselik kumaş üretiminde yaygın kullanılan kumaşlar ve bambu içeren kumaş olmak üzere üç farklı kumaş ele alınmış ve numune olarak kullanılacak üç farklı kumaş için üç farklı iplik (bambu/yün/elastan, pes/yün/elastan ve viskon/yün/elastan) üretimi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elyaf boyalı bu iplikler kullanılarak dokunan kumaşlar bitim işlemlerinden geçirilmiştir.

2.1. Materyal

2.1.1. Numune iplik özellikleri

Numune dokuma kumaş üretiminde çözgüde pes/yün, viskon/yün ve bambu/yün iplikler kullanılmıştır. Atkıda ise bu elyaflara 44 dtex siyah elastan katılmış iplikler tercih edilmiştir. Numune ipliklerin üretiminde kullanılan bambu lifi 1,4 dtex*38, PES lifi 1,6 dtex*38, yün lifi 20,5 mikron ve viskon lifi ise 1,7 dtex*39 inceliktedir.

2.1.2. Kumaş konstrüksiyon bilgileri

Çalışma kapsamında kullanılan kumaşlar, karışıklığı önlemek ve yorumların daha anlaşılır olmasını sağlamak açısından kodlanmıştır. Söz konusu kodlama aşağıda verilmiştir.

- Bambu/Yün/Elastan: N1
- Viskon/Yün/Elastan: N2
- PES/Yün/Elastan: N3

N1, N2 ve N3 kodlu kumaşların ham konstrüksiyon özellikleri Çizelge 1'de detaylı olarak verilmiştir. Numune kumaşların dokuma işleminde tarak eni, tarak numarası, fonda tel adedi, kenar tel adedi, toplam tel adedi, desen – taharları ve çekilen çözgü sayıları sabit tutulmuştur.

Çizelge 1. Numune kumaşların ham konstrüksiyon özellikleri.

| Numune Kodu | N1 | N2 | N3 |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Lif Cinsi ve Oranı | % 54Bambu | %54 Viskon | % 54 Pes |
| | %44 Yün | %44 Yün | %44 Yün |
| | % 2 Elastan | %2 Elastan | %2 Elastan |
| Kumaş Örgüsü | Fantazi | Fantazi | Fantazi |
| Kumaş Gramajı (g/m ²) | 170 | 175 | 181 |
| Atkı Sıklığı (tel/cm) | 27 | 27 | 27 |
| Çözü Sıklığı (tel/cm) | 30 | 30 | 30 |
| Tarak Numarası | 135/2 | 135/2 | 135/2 |
| Tarak Eni (cm) | 200 | 200 | 200 |
| Atkı İplik Numarası (Ne) | 44/2 Bambu/Yün | 44/2 Viskon/Yün | 44/2 Pes/Yün |
| Çözü İplik Numarası (Ne) | 44/2 | 44/2 | 44/2 |
| | Bambu/Yün/Elastan | Viskon/Yün/Elastan | Pes/Yün/Elastan |

2.1.3. Numune kumaşların terbiye prosesi

N1, N2 ve N3 kodlu numune kumaşlara uygulanan terbiye aşamaları ve işlem şartları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. N1, N2 ve N3 Kodlu numune kumaşlara uygulanan terbiye proses adımları.

| Proses Adımları | N1 – N2 – N3 | | | | | | |
|-------------------|--------------|---------------|-----------------|----|-------------|------------|-----|
| | Hız (m/dk) | Sıcaklık (°C) | Besleme (Avans) | pH | Baskı (bar) | Program | En |
| Yıkama | 20 | 95 | - | 4 | - | - | 156 |
| Kurutma+ Fikse | 25 | 190 | 4 | - | - | - | 155 |
| Yakma | 100 | - | - | - | - | 3 çift yüz | 155 |
| Yıkama | 17 | 95 | - | 4 | - | - | 153 |
| Kurutma | 20 | 120 | 4 | - | - | - | 153 |
| Kade | - | - | - | - | - | 3 | 153 |
| Apres | 15 | 120 | 3 | - | - | - | 153 |
| Kade | - | - | - | - | - | 803 | 153 |
| Süper Finish | 15 | 100 | - | - | 40 | - | 150 |

Apres işlemi ile kumaşın yüzeyini kaplamak, kayganlık sağlamak, yapı içerisindeki sürtünmeleri azaltmak, dökümlülüğü artırmak ve kumaş belirli bir kuvvette maruz kaldığında eski haline dönmesini sağlamak gibi özellikler kazandırmak için çalışma kapsamında numune kumaşlara apres işlemi uygulanmıştır.

Sanforizasyon: Selülozik liflerden yapılmış olan kumaşların çekmezlik işlemlerinde en etkili yöntem sanforizasyondur. Sanfor, kumaşı birçok yıkamadan sonra ulaşacağı boyutlara getirmektedir.

Kade (dekatür): Yünlü kumaşların boyut değişmezliğini geliştirmek, tutumlarını ve görünümünü istenen yönde etkilemek için kullanılır. Kumaşın dekatür makinesinde dekatür bezi arasında buharlandığı ya da sıcak su ile işleme sokulduğu, soğuk hava veya soğuk su ile soğutulduğu işlemidir [15].

Islatma Airo Kurutma: Kumaşı kimyasal ıslatıcılar ile ıslatmak ve daha sonra kuru sıcak hava ile çarptırma esasına dayanır. Kumaşa eski kullanılmış tuşesi vermek ve yumuşatmak için yapılmaktadır [15].

Çizelge 3'te verilen apre reçetesini kumaşa uygulama amaçları aşağıda özetlenmiştir.

- Makro silikon, apre kumaş yüzeyini kaplamak ve kayganlık sağlamak için kullanılmıştır.
- Mikro silikon, yapı içerisindeki sürtünmeleri azaltmak, dökümlülüğü artırmak ve kumaş belirli bir kuvvette maruz kaldığında eski haline dönmesini sağlamak için uygulanmıştır.
- Islatıcı, yapı içerisinde yüzey gerilimini arttırmak, aprenin yapı içerisine daha iyi nüfus etmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

Çizelge 3. N1, N2, ve N3 kodlu numune kumaşların apre reçetesi.

| G/L | APRE REÇETESİ | TOPLAM | |
|--------------------------|---------------|--------------|-----|
| | | KG | G |
| 25 | Makro silikon | 3 | 750 |
| 25 | Mikro silikon | 3 | 750 |
| 1 | Islatıcı | | 150 |
| BANYO MİKTARI (L) | | 150 L | |

2.2. Metot

2.2.1. İpliklerin performans özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler

Çalışmada numune kumaş üretiminde kullanılan ipliklerin Çizelge 4'te verilen seçilmiş performans özellikleri standart yöntemlerle test edilmiştir.

Çizelge 4. İpliklere uygulanan testler ve ilgili standartlar.

| Uygulanan Testin Adı | Standart No |
|----------------------|----------------------|
| Düzensüzlük Tayini | TS EN ISO 16549 [16] |
| Tüylülük Tayini | TS EN ISO 12863 [17] |
| Mukavemet Tayini | TS EN ISO 2062 [18] |
| Elastikiyet Tayini | TS EN ISO 2062 [18] |

Çizelge 5. Kumaşlara uygulanan testler ve ilgili standartlar.

| Uygulanan Testin Adı | Standart No |
|--|------------------------|
| Kopma Mukavemeti Tayini | TS EN ISO 13934-1 [19] |
| Yırtılma Mukavemeti Tayini | TS EN ISO 13937-2 [20] |
| Pilling Derecesi Tayini | TS EN ISO 12945-2 [21] |
| Tere Karşı Renk Haslığı Tayini | TS EN ISO 105-E04 [22] |
| Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini | TS EN ISO 105-X12 [23] |
| Kuru Temizlemeye Karşı Renk Haslığı Tayini | BS EN ISO 105-D01 [24] |
| Spektrofotometre ile Renk Ölçümü | ----- |

2.2.2. Kumaşların performans özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan testler

Yapılan çalışmada farklı hammaddelerden üretilmiş numune kumaşların seçilmiş fiziksel ve performans özellikleri değerlendirilerek bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanılabilirliği araştırılmış olup bu amaçla numune kumaşlara Çizelge 5'te standart numaraları verilen testler uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında üretilen numune iplik ve kumaşların seçilmiş fiziksel ve performans özelliklerini belirlemek amacıyla materyal ve metot bölümünde verilen yöntemlerle uygulanan testlerin sonuçları aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

3.1. Numune ipliklere uygulanan test sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin mukavemet, elastikiyet, düzgünlük ve tüylülük değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Numune ipliklerin test sonuçları.

| Numune Kodu | Numune İplik Harmanları | Düzensizlik (%) | Tüylülük (S3) | Mukavemet (Rkm) | Elastikiyet (%) |
|-------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| N11 | % 54 Bambu %44 Yün % 2 Elastan | 11,3 | 680 | 9,46 | 11,68 |
| N12 | %54 Viskon %44 Yün %2 Elastan | 12,2 | 626 | 9,00 | 11,45 |
| N13 | % 54 Pes %44 Yün %2 Elastan | 12,8 | 782 | 8,77 | 8,92 |

3.2. Numune kumaşlara uygulanan test sonuçları

DeneySEL çalışma kapsamında numune kumaşların seçilmiş performans özelliklerinden kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve pilling değerleri Çizelge 5'te verilmiş olan test yöntemleriyle tespit edilmiştir.

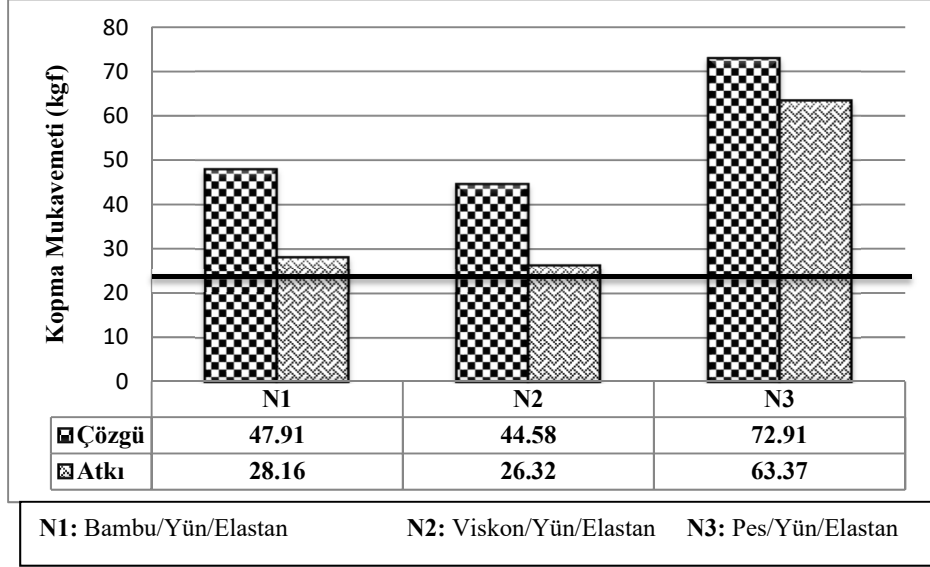
Ayrıca numune kumaşların terlemeye karşı, sürtünmeye karşı ve kuru temizlemeye karşı renk haslığı değerleri Çizelge 5'te verilmiş olan haslık test yöntemleriyle tespit edilmiştir. Söz konusu testler sonucu elde edilen değerler aşağıda ayrı ayrı verilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir.

3.2.1. Kopma mukavemeti tayini sonuçları

DeneySEL çalışma kapsamında numunelere uygulanan kopma mukavemeti tayini testi sonuçları Şekil 2'de grafiksel olarak irdelenmiştir.

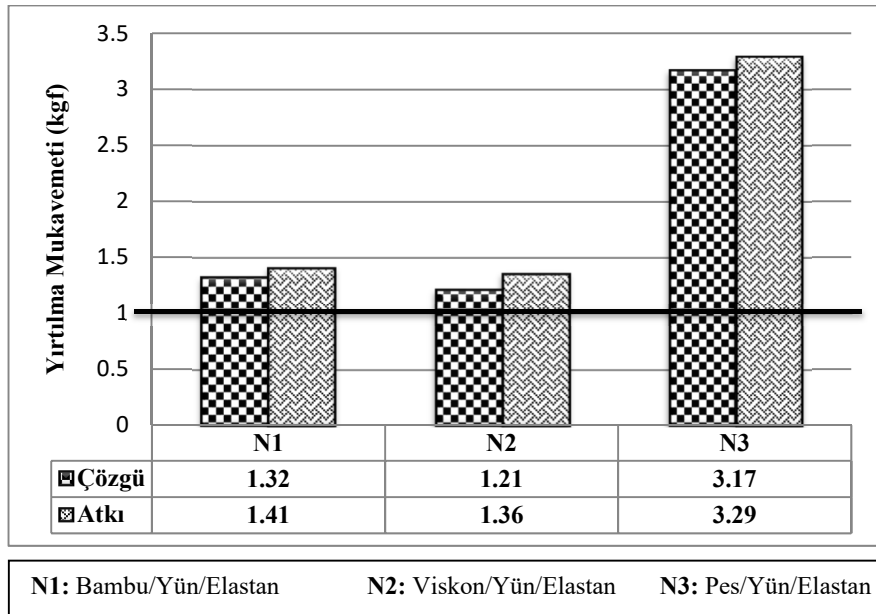
Takım elbiselik kumaş üretimi yapan işletmelerden müşteriler tarafından talep edilen kabul edilebilir kopma mukavemetinin atkı ve çözgü yönünde 25 kgf' ten büyük olduğu bilinmektedir [15]. Tüm numunelerin atkı ve çözgü kopma mukavemeti değerlerinin referans kabul edilen 25 kgf'den büyük olduğu tespit edilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi çözgü ve atkı kopma mukavemeti en yüksek çıkan

numune pes/yün/elastan karışımı N3 kodlu numune olmuştur. Bu numuneler dışında kalan bambu/yün/elastan karışımı N1 ve viskon/yün/elastan karışımı N2 kodlu numune kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin de birbirine yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Numune kumaşların çözgü ve atkı kopma mukavemeti test sonuçları.

Takım elbise üretiminde yaygın kullanılan pes/yün/elastan karışımı N3 kodlu numune kumaşa göre bambu/yün karışımı N1 kodlu numune kumaşın kopma mukavemeti düşük gelse de yaygın kullanıma sahip olan viskon/yün/elastan karışımı N2 kodlu numune kumaşa göre yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak bambu lifinin tek başına veya yün lifi ile harmanlanarak kullanılmasıyla dokunan kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin olumsuz etkilenmediği ve takım elbiselik olarak kullanıma uygun olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 3. Numune kumaşların çözgü ve atkı yırtılma mukavemeti test sonuçları.

3.2.2. Yırtılma mukavemeti tayini sonuçları

Deneyisel çalışmada kapsamında numunelere uygulanan yırtılma mukavemeti tayini testi sonuçları Şekil 3'te grafiksel olarak irdelenmiştir.

Takım elbiselik kumaş üretimi yapan işletmelerden müşteriler tarafından talep edilen kabul edilebilir atkı ve çözgü yönündeki yırtılma mukavemeti değeri >1 kgf şeklindedir [15].

Şekil 3'te görüldüğü gibi çözgü ve atkı yırtılma mukavemeti en yüksek çıkan numune pes/yün/elastan karışımı N3 kodlu numune olmuştur. Bu durumun PES liflerinden dolayı ipliklerin kayarak grup oluşturmasından ve yırtılma mukavemetini yükseltmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu numuneler dışında kalan N1 ve N2 kodlu numune kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerinin birbirine yakın çıktığı görülmüştür.

N1 ve N2 kodlu numunelerin yırtılma mukavemeti değerlerinin N3 kodlu numuneden düşük olsa da referans değer olarak kabul gören 1 kgf in üstünde geldiği görülmüştür. Bambu lifi ile üretilen N1 kodlu numune kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerinin başka bir selüloz esaslı lif olan viskon lifi ile üretilen N2 kodlu numune kumaşa göre hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Buradan çıkacak olan sonuca göre bambu lifinin yırtılma mukavemetini olumsuz yönde etkilemediği ve takım elbiselik olarak kullanılabilceği söylenebilmektedir.

3.2.3. Boncuklanma (Pilling) tayini sonuçları

Deneyisel çalışma kapsamında numunelere uygulanan pilling tayini testi sonuçları toplu olarak Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Numune kumaşların pilling tayini test sonuçları.

| | 2000 Devir |
|-------------------------|------------|
| N1 (Bambu/Yün/Elastan) | 4 |
| N2 (Viskon/Yün/Elastan) | 4 |
| N3 (Pes/Yün/Elastan) | 4-5 |

Takım elbiselik kumaş üretimi yapan işletmelerden talep edilen kabul edilebilir pilling değeri en az 4'tür. Ayrıca TS 2793'e göre de yünlü dış giyim ürünlerinin pilling değerlerinin minimum 4 düzeyinde olması istenmektedir [25]. Çizelge 7'deki sonuçlar incelendiğinde tüm numunelerin bu şartı sağladığı dolayısıyla sadece bambudan veya bambu karışımı olarak üretilen kumaşların takım elbise olarak kullanılmasının pilling değerleri açısından da bir problem yaratmadığı ve bambu kullanımının pilling özelliğini de olumsuz etkilemediği söylenebilmektedir.

3.2.5. Terlemeye karşı renk haslığı tayini sonuçları

Deneyisel çalışma kapsamında numunelere uygulanan terlemeye karşı renk haslığı tayini testi sonuçları toplu olarak Çizelge 8'de verilmiştir.

Takım elbiselik kumaş üretimi yapan işletmelerden müşteriler tarafından talep edilen tere, suya, yıkamaya, sürtünmeye ve kuru temizlemeye karşı renk haslığı değerleri koyu ve orta renkli numunelerde akma değeri için minimum 2-3 ve açık renkli kumaşlarda ise minimum 3 şeklindedir [15]. Bunun yanı sıra dış giyimde kullanılan yünlü dokuma kumaşlar için önemli performans özelliklerinin kullanım yerine göre sahip olması gereken minimum değerlerin verildiği TS 2793 numaralı standarda göre de yünlü dış giyim ürünlerinde tüm haslıkların akmada en az 4 olması istenmektedir [25]. Söz konusu

referans değerler, çalışma kapsamında ele alınan tüm renk haslığı değerleri için geçerlidir. Bu veriler doğrultusunda numunelerin test sonuçları incelendiğinde istenilen referans değerlerin üzerinde ve birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 8. Numune kumaşların terlemeye karşı renk haslığı test sonuçları.

| | | Akma | | | | | Solma | |
|----------------------------|----------|--------|-------|--------|-----------|---------|-------|-----|
| | | Asetat | Pamuk | Naylon | Polyester | Akrilik | Yün | |
| N1 (Bambu/Yün/Elastan) | (Asidik) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | (Bazik) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| N2 (Viskon/Yün/Elastan) | (Asidik) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | (Bazik) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| N3 (Pes/Yün/Elastan) | (Asidik) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | (Bazik) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |

Bu durumda bambu lifinin kullanımının takım elbiselik kumaş olarak değerlendirilmesinde, tere karşı renk haslığı açısından olumsuzluk yaratmadığı ve koyu renk olmasına rağmen oldukça iyi haslık değerleri elde edildiği görülmektedir.

3.2.6. Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini sonuçları

DeneySEL çalışmada kapsamında numunelere uygulanan sürtünmeye karşı renk haslığı tayini testi sonuçları toplu olarak Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Numune kumaşların sürtünmeye karşı renk haslığı tayini sonuçları

| | Kuru | Islak |
|-------------------------|------|-------|
| N1 (Bambu/Yün/Elastan) | 4-5 | 2-3 |
| N2 (Viskon/Yün/Elastan) | 4 | 2-3 |
| N3 (Pes/Yün/Elastan) | 4-5 | 3-4 |

Test sonuçları incelendiğinde sürtünmeye karşı kuru renk haslığının tüm numune kumaşlarda istenilen referans değerinde olduğu görülmüştür. Sürtünmeye karşı ıslak renk haslığı incelendiğinde N1 N2 ve N3 kodlu numune kumaşların test değerlerinin TS 2793'e göre istenilen referans değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Fakat takım elbiselik kumaş üretimi yapan işletmelerden talep edilen referans esas alındığında koyu renkli kumaşlar için kabul edilebilir bir değer olduğu söylenebilmektedir. Tüm numune kumaşların kuru ve ıslak sürtünmeye karşı renk haslığı test değerlerinin birbirine yakın olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak bambu lifinin kullanımı sürtünmeye karşı renk haslığına olumsuz bir etki yaratmamaktadır.

3.2.7. Kuru temizleme haslığı tayini sonuçları

DeneySEL çalışmada numune kumaşlara kuru temizleme haslığı tayini testi yapılmış olup test sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Numune kumaşların kuru temizleme haslığı tayini sonuçları.

| | Akma | | | | | Solma | |
|-------------------------|--------|-------|--------|-----------|---------|-------|-----|
| | Asetat | Pamuk | Naylon | Polyester | Akrilik | | Yün |
| N1 (Bambu/Yün/Elastan) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| N2 (Viskon/Yün/Elastan) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| N3 (Pes/Yün/Elastan) | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |

Takım elbiselik kumaşların kuru temizleme yöntemi ile temizlenmesi önerilmektedir. Bu nedenle üretilen numune kumaşların kuru temizlemeye karşı renk haslığı test sonuçları büyük önem arz etmekte olup akma ve solma değerlerinin birbirine eşit ve istenilen referans düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanımının kuru temizleme haslığına olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür.

3.2.8. Spektrofotometre ile renk ölçümü sonuçları

Deneyisel çalışmada numune kumaşlara spektrofotometre renk ölçüm cihazı kullanarak renk analizi yapılmıştır. Rengin sayısal olarak belirlenmesinde CIE LAB sistemi kullanılmış ve Standart Renk Değerleri (Tristimulus) olarak bilinen X,Y,Z ve bu değerlerden hesaplanan L*, a*, b*, C* ve h değerleri Çizelge 11’de verilmiştir.

Çizelge 11. Numune kumaşların CIE LAB. değerleri.

| | X | Y | Z | L* | a* | b* | C* | h |
|-------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|--------|
| N1 (Bambu/Yün/Elastan) | 2.14 | 2.24 | 2.44 | 16,70 | 0,32 | -0,29 | 0,43 | 317,39 |
| N2 (Viskon/Yün/Elastan) | 2.29 | 2.40 | 2.60 | 17,46 | 0,37 | -0,19 | 0,42 | 332,5 |
| N3 (Pes/Yün/Elastan) | 2.23 | 2.33 | 2.56 | 17,15 | 0,42 | -0,43 | 0,6 | 314,0 |

Takım elbise üretiminde en yaygın kullanılan kumaş, çalışmada N3 kodlu ile yer alan pes/yün/elastan kumaş olduğu için bu numune referans kumaş olarak seçilmiş ve diğer numunelerin renginin N3 kodlu numuneye göre D65 gün ışığında renk karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 12. Numune kumaşların ΔE renk farkı değerleri.

| Referans Numune | Karşılaştırılan Numune | ΔL | Δa | Δb | ΔC | ΔH | ΔE |
|-----------------------|------------------------|------------------------|--------|---------------------|--------|-------|------|
| N3 | N1 | -0,453 | -0,099 | 0,140 | -0,169 | 0,030 | 0,48 |
| | N2 | 0,308 | -0,045 | 0,239 | -0,182 | 0,162 | 0,39 |
| N1: Bambu/Yün/Elastan | | N2: Viskon/Yün/Elastan | | N3: Pes/Yün/Elastan | | | |

Bu doğrultuda Çizelge 12’de verilen değerler incelendiğinde N1 ve N2 karışimli kumaşlar ile N3 kodlu numune kumaş arasında oldukça az bir renk farklılığı olduğu söylenebilmektedir. N1 kodlu numune kumaşta kullanılan bambunun N2 kodlu numune kumaşta bulunan viskon lifine bazı özelliklerinin yakın olduğu bilinmektedir. Buradan yola çıkarak N2 kodlu numune kumaşı referans olarak N1 kodlu numune kumaş ile aralarındaki renk farklılıkları incelenmiş olup Çizelge 13’te verilmiş olup değerler incelendiğinde N1 ve N2 kodlu numune kumaşların renk farkı (ΔE) değerinin düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 13. N1 ve N2 numune kumaşların ΔE renk farkı değerleri.

| Referans Numune | Karşılaştırılan Numune | ΔL | Δa | Δb | ΔC | ΔH | ΔE |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| N2 | N1 | -0,761 | -0,054 | -0,099 | 0,013 | 0,112 | 0,77 |
| N1: Bambu/Yün/Elastan | | N2: Viskon/Yün/Elastan | | | | | |

3.2.9. Maliyet değerlendirmesi

3.2.9.1. Numune kumaşların elyaf maliyetlerinin kıyaslama

Maliyet açısından viskon, pes, yün ve bambu liflerinin fiyatları değerlendirecek olursa aşağıdaki rakamlara ulaşabilmektedir (Bambu: Filofibra Viskon: Filofibra Yün: Fuhrmann Polyester: SASA).

1. Polyester; 1,60 \$/Kg
2. Yün; 13,00 \$/Kg
3. Viskon; 2,90 \$/Kg
4. Bambu; 2,10 \$/Kg

Doğal liflerin sentetik liflere göre daha pahalı oldukları görülmektedir. Bu durum doğal liflerin doğadan alınıp işlenebilir hammadde haline gelene kadar gördüğü proseslerden kaynaklanmaktadır. Sentetik liflerin üretimi doğal liflere nazaran daha basit olup daha uygun maliyetlere elde edilmektedir.

Her ne kadar bambu lifinin polyestere göre daha maliyetli oluşu dezavantaj gibi gözükse de artık dünyada yenilenebilir, doğaya zarar vermeyen veya daha az zarar veren hammadde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ayrıca kullanılan lifler içerisinde en maliyetli lifin yün lifi olduğu görülmektedir. Fakat doğal liflerle üretilen kumaşların doğada sentetik liflere göre daha kısa sürede yok olması ve zarar vermemesi başlı başına doğal liflerin tercih edilmesine sebeptir.

3.2.9.2. Numune mamul kumaşların maliyetlerinin kıyaslaması

Çalışma kapsamında üretilen numune kumaşların birim maliyetleri Çizelge 14’te verilmiştir. Bu hesaplamada; hammadde maliyetleri, işçilik, enerji tüketimi, su ve kimyasal tüketimi göz önünde bulundurulmuştur. Bambu içeren N1 kodlu numune kumaşın birim maliyetinin N2 ve N3 kodlu numunelerin maliyetlerine çok yakın olduğu ve bambu kullanımının maliyet açısından bir olumsuzluk yaratmadığı görülmüştür

Çizelge 14. Numune kumaşların maliyeti.

| | Maliyet (\$/m ²) |
|-------------------------|------------------------------|
| N1 (Bambu/Yün/Elastan) | 8,22 |
| N2 (Viskon/Yün/Elastan) | 8,72 |
| N3 (Pes/Yün/Elastan) | 8,17 |

4. Sonuç

Çalışma kapsamında bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmış olup bu kapsamda bambu lifinin tek başına veya karışım halinde kullanıldığı kumaşlar üretilmiş ve yaygın kullanılan takım elbiselik kumaşlarla performans açısından kıyaslanmıştır. Uygulanan deneysel çalışma sonucu elde edilen sonuçlardan seçilmiş olanlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Genel anlamda N1, N2 ve N3 kodlu numune kumaşların konstrüksiyon özellikleri sabit tutulduğunda kopma mukavemeti değerlerinin istenilen referans değerlerin üstünde olduğu görülmüş, bambu elyafının kullanımının kumaş dayanımını olumsuz etkilemediği tespit edilmiştir.
2. N1, N2 ve N3 kodlu kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerinin istenilen referans değerlerin üstünde olduğu görülmüş, bambu elyafının takım elbiselik kumaşlarda kullanımının yırtılma mukavemeti test sonuçlarına olumsuz etki etmediği tespit edilmiştir.
3. TS 2793'e göre yünlü dış giyim ürünlerinde istenilen minimum pilling değerinin tüm numuneler için sağlandığı dolayısıyla bambu karışımli olarak üretilen kumaşların takım elbise olarak kullanılmasında pilling değerleri açısından da bir sakınca olmadığı tespit edilmiştir.
4. Tere karşı renk haslığı, sürtünmeye (ıslak-kuru) karşı renk haslığı ve kuru temizlemeye karşı renk haslığı değerlerinin de tüm numune kumaşlarda birbirine yakın veya aynı değerlerde olduğu görülmüştür. Bambu elyafı kullanımı kumaş haslık özelliklerini olumsuz etkilemediği görülmüştür. Subjektif değerlendirme sonucu ise bambu içeren kumaşların duysal konfor özelliğinin daha iyi olduğu söylenebilmektedir.
5. Çalışmada kullanılan numune kumaşların spektrofotometre ile aralarındaki renk farklılıkları incelendiğinde ilk olarak takım elbiselik kumaş üretiminde yaygın kullanılan pes/yün/elastan kumaş olduğu için N3 kodlu numune referans alınarak D65 gün ışığında renk karşılaştırması yapılmıştır. Referans kumaşın N1 ve N2 kodlu numune kumaşlar ile arasındaki renk farkının (ΔE) oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanımını yaygın olan polyester ve viskon lifi yerine kullanımının renk açısından da olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür.
6. Takım elbiselik kumaş üretiminde yaygın kullanılan N2 ve N3 kodlu numunelerin maliyetlerinin çalışma kapsamında alternatif olarak önerilen N1 kodlu bambu/yün/elastan kumaşa oldukça yakın olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak tüm numune kumaşların temel fiziksel ve performans özelliklerinin değerlendirilmesi sonucu; bambu lifinin kullanıldığı N1 kodlu numune kumaşların, takım elbiselik kumaşlarda kullanımı yaygın olan viskon/yün/elastan (N2) ve pes/yün/elastan (N3 kodlu) numune kumaşlara göre performans ve maliyet açısından benzer veya daha iyi durumda olduğu saptanmıştır. Ayrıca bambu elyafının vücutta oluşan teri hızla absorbe etme, serinlik hissi verme, parlaklık, yumuşaklık, dökümlülük, doğal anti-bakteriyel ve UV ışınlarını kırma özelliklerini de göz önünde bulunduracak olursak bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanılabilir olduğu saptanmıştır.

Teşekkür: Çalışmada kullanılan numunelerin üretimi aşamasında desteklerinden dolayı Kıvanç Tekstil İşletmelerine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- [1] Yüksek İ.Ö. Bambu iplik özelliklerinde etkili faktörler üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi; 2008.
- [2] Okur N. Bambu lifi ve iplik özelliklerinin diğer lif ve ipliklerin performans özellikleri ile karşılaştırılması olarak incelenmesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi; 2006.
- [3] Karahan HA, Öktem T, Seventekin N. Doğal bambu lifleri, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi* 2006; 4: 236-240.
- [4] Kutgi M. Bambu lifinin takım elbiselik kumaşlarda kullanılabilirliğinin ve performansının araştırılması, Yüksek lisans tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi; 2021.
- [5] Elibüyük U, Bulut MO, Üçgül İ. Bambu-pamuk ve %100 pamuklu kumaşların bazı fiziksel ve boyama özelliklerinin karşılaştırılması, *Teknik Bilimleri Dergisi* 2018; 8 (2): 11-16.
- [6] Türksoy HG, Üstütağ S, Çarkıt G. Bambu/pamuk karışimli ipliklerden örülen kumaşların termal konfor özellikleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* 2017; 19 (56).
- [7] Troynikov O, Wardingsih W. Moisture management properties of wool/polyester and wool/bamboo knitted fabrics for the sportswear base layer. *Textile Research Journal* 2011; 81(6): 621-631.
- [8] Chidambaram P, Govindan R, Karışım oranının bambu / pamuk karışimli dokuma kumaşların ısı özelliklerine etkisi. *Silpakorn U Science & Tech J* 2012; 6 (2).
- [9] Özşeker M. Bambu, pamuk ve viskon lifinden üretilen kumaşların spor kıyafetlerinde kullanımının araştırılması. Yüksek lisans tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi; 2018.
- [10] Gökdağ H. Bambu-pamuk elyaf karışimli ipliklerin çeşitli özelliklerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 2007.
- [11] Özmen B. Bambu ve pamuk elyafından üretilen havlu kumaşların kullanım özellikleri açısından karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi; 2010.
- [12] Okubo K, Fujii T, Yamamoto Y. Development of bamboo-based polymer composites and their mechanical properties. *Composites Part A-Applied Science and Manufacturing* 2004; 35 (3): 377-383.
- [13] Liu G., Zhang H., Hu X. The dyeing behaviours of bamboo fiber with reactive dyes and the product development. *Proceedings of the Textile Institute 83rd World Conference 2004*; May 23-27, 696-699, Shanghai, China.
- [14] www.kigili.com/lacivert-bambu-ceket-8y2xlx1345b60/ (Erişim tarihi; Ocak 2023).
- [15] Kıvanç Tekstil İşletmesi Notları (2016).
- [16] TS ISO 16549 Tekstil - Tekstil şeritlerinin eşitsizliği - Kapasitans yöntemi, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [17] TS 12863 Tekstil- İplikler- Tüylülük tayini- Foto- Elektrik metot, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [18] TS EN ISO 2062 Tekstil - Paketlerden alınan iplikler - Tek ipliğin kopma kuvvetinin ve kopma anındaki uzamasının sabit hızlı uzama cihazı (CRE) kullanılarak tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [19] TS EN ISO 13934-1, Kumaşların gerilme özellikleri- Bölüm1: En büyük kuvvet altında boyca uzamanın şerit yöntemiyle tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [20] TS EN ISO 13937-2, Kumaşların gerilme özellikleri- Bölüm2: Pantolon biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [21] TS EN ISO 12945-2 Geliştirilmiş Martindale Metodu- Bölüm 2: Kumaşlarda yüzey boncuklanması, tüylenmesi ve matlaşması yatınlığının tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [22] TS EN ISO 105-E04 Renk Haslığı Deneyleri- Bölüm E04: Terlemeye karşı renk haslığı tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [23] TS EN ISO 105-X12 Renk Haslığı Deneyleri- Bölüm X12: Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.

- [24] TS 473 EN ISO 105-D01 Tekstil mamulleri-Renk haslığı deneyleri bölüm d01-Kuru temizlemeye karşı renk haslığı tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- [25] TSE 2793 Yünlü Dokuma Kumaşlar - Dış giyimde kullanılan - Özellikleri, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.