



Conference Article

Yün Trikolara Alternatif Katma Değeri Yüksek Alpaka Lifi İçeren Trikoların Geliştirilmesi

Rıza ATAV^{1*}, Seda KESKİN ATAĞ², Yıldırım Fatih DİLSİZ³, Sümeyra DEMİRTAŞ ÖZKAYA⁴

¹ Tekirdağ Namık Kemal University, Çorlu Engineering Faculty, 59860, Çorlu/Tekirdağ, Türkiye, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-5807-4542>, e-mail: ratav@nku.edu.tr

² Eren Retail Company, 59930, Ergene/Tekirdağ, Türkiye, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9381-4278>, e-mail: seda.keskinatak@erenperakende.com

³ Eren Retail Company, 59930, Ergene/Tekirdağ, Türkiye, Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0002-8864-0733>, e-mail: yildirayfatih.dilsiz@erenperakende.com

⁴ Devanlay Eren Textile Company, 59930, Ergene/Tekirdağ, Türkiye, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4332-035X>, e-mail: sumeyra.ozkaya@erenperakende.com

* Correspondence: ratav@nku.edu.tr

Received 11 November 2024

Received in revised form 24 December 2024

In final form 27 December 2024

4th International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2024)
December 19 - 20, 2024

Reference: Atav, R., Keskin Atak, S., Dilsiz, Y. F., & Demirtaş Özkaya, S. (2024). Development of knitwear containing alpaca fiber with high added value as an alternative to wool knitwear. Orclever Proceedings of Research and Development, 5(1), 674-684.

Özet

Son yıllarda moda trendleri çok hızlı değişmekte ve pazarda rekabet gücünü koruyabilmek için müşterilerin değişken taleplerine hızlı cevap verebilmek büyük önem kazanmaktadır. Bu noktada pazara yenilikçi ürünler sunabilen firmaların ayakta kalma şansı artmaktadır. Yenilikçi ürünler geliştirilmesinde başvurulabilecek yollardan birisi değişik liflerin kullanılmasıdır. Eğirme endüstrisinde farklı liflerin karıştırılması oldukça yaygın bir uygulamadır. Harmanlama, meydana gelen elyaf karışımının özelliklerini geliştirmek için yapılmaktadır. Tek bir türe ait lifler belirli kullanım alanları için optimal olarak uygun olmadığı durumlarda ikinci bir lif türüyle karışımı gerekli özellikleri verebilir. Ayrıca karışıma katılan liflerin üstün özellikleri ile elde edilen ürün benzersiz özelliklere de sahip olabilmektedir. Karışımli ipliklerden yapılan ürünlerin miktarı bu nedenle sürekli artmaktadır.

Bu çalışma kapsamında triko üretiminde alpaka liflerinin kullanım potansiyeli üzerinde çalışılmıştır. Lama ailesine mensup olan alpakadan (Lama pacos) elde edilen liflere "alpaka" adı verilmektedir. Alpakanın en



önemli özelliği ipeğimsi, yumuşak tutumudur. Alpakanın değerli olmasına yol açan diğer özellikleri arasında parlaklığı, dayanımı, çok sıcak tutması, dökümlülüğü, boyayı çok iyi alması ve pillinglenme eğilimi olmaması sayılabilir. Bu lifler dünyada oldukça dar bir alanı kapsayan spesifik bölgelerde bulunmakta olup, çok küçük miktarlarda üretilmektedirler. Tüm bu faktörler bu liflerden yapılmış ürünlerin pahalı olmasına yol açmaktadır ve bu nedenle söz konusu lifler “Lüks Lif” olarak nitelendirilmektedir.

Çalışmada Nm 15 iplikten %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka olmak üzere 2 farklı içerikli iplik kullanılmıştır. İpliklerin patlama mukavemeti, iplik düzgünsüzlüğü, ince yer, kalın yer ve neps özellikleri test edilmiştir. Ardından söz konusu ipliklerden triko kumaşlar üretilmiştir. Boyalı kumaşların renk verimi ve CIEL*a*b* değerleri ölçülmüş ve kumaşların haslık, tutum ve konfor özellikleri karşılaştırılmıştır. Bilindiği gibi alpaka liflerinin gerek lif özellikleri gerekse bunlardan üretilen ipliklerin özellikleri üzerine literatürde oldukça kapsamlı çalışmalar zaten mevcuttur. Ancak alpaka lifi içeren karışım kumaşların üretilmesi ve bunların performans özelliklerinin belirlenmesine ilişkin literatürde halen bir açık olduğu söylenebilir. Herhangi bir lifin tekstil alanında ve özellikle de doğrudan giyim alanında kullanılabilir olması için o lif ile ilgili kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında alpaka liflerini iplik aşamasından başlayarak daha sonra kumaş formundaki özelliklerini %100 yün ile karşılaştırmalı olarak incelendiği bu çalışmanın yenilikçi ve özgün olduğu söylenebilir. Literatür ve aynı zamanda ticari ürünler incelendiğinde firmamızın ana üretim alanı olan trikolar da bu şekilde alpaka lifinin kullanıldığı bir ürün konseptinin bulunmuyor olması da bu çalışmayı firma için önemli ve yenilikçi kılmaktadır. Öte yandan çalışmada Ar-Ge vizyonu ve marka gücünün misyonu ile alpaka karışımlı kumaşların kullanımına katkı sağlayarak farklı hammadde alternatiflerinin bilinirliğinin artırılması ile konvansiyonel trikolar alternatif kumaşların geliştirilmiş olması çalışmayı uluslararası anlamda da yenilikçi ve özgün kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alpaka, yün, triko, kumaş

Development of Knitwear Containing Alpaca Fiber with High Added Value as an Alternative to Wool Knitwear

Abstract

In recent years, fashion trends have been changing very rapidly and in order to maintain competitive power in the market, it is of great importance to be able to respond quickly to the changing demands of customers. At this point, the survival chances of companies that can offer innovative products to the market are increasing. One of the ways that can be used in developing innovative products is to use different fibers. Mixing different fibers is a very common practice in the spinning industry. Blending is done to improve the properties of the resulting fiber mixture. In cases where fibers of a single species are not optimally suitable for certain areas of use, blending with a second fiber type can provide the necessary properties. In addition, the product obtained with the superior properties of the fibers added to the mixture can also have



unique properties. For this reason, the number of products made from blended yarns is constantly increasing.

Within the scope of this study, the potential use of alpaca fibers in knitwear production was studied. The fibers obtained from alpaca (*Lama pacos*), which belongs to the *Lama* family, are called "alpaca". The most important feature of alpaca is its silky, soft touch. Other features that make alpaca valuable include its brightness, durability, warm-keeping property, drapability, taking dye very well and not tending to pilling. These fibers are found in specific regions covering a very narrow area in the world and are produced in very small quantities. All these factors cause the products made from these fibers to be expensive and therefore these fibers are described as "Luxury Fibers". In the study, 2 different content yarns were used, namely 100% Wool and 70% Wool / 30% Alpaca from Nm 15 yarn. The yarns were tested for bursting strength, elongation at break, yarn irregularity, thin places, thick places and neps. Then, knitted fabrics were produced from the yarns in question. The color yield and CIEL*a*b* values of the dyed fabrics were measured and the fastness, handle and comfort properties of the fabrics were compared. As it is known, there are already quite comprehensive studies in the literature on both the fiber properties of alpaca fibers and the properties of the yarns produced from them. However, it can be said that there is still a gap in the literature regarding the production of blended fabrics containing alpaca fiber and the determination of their performance properties. In order for any fiber to be used in the textile sector and especially in the clothing sector, comprehensive studies must be conducted on that fiber. From this perspective, it can be said that this study, which examines alpaca fibers starting from the yarn stage and then their properties in fabric form in comparison with 100% wool, is innovative and original. When the literature and also the commercial products are examined, the fact that there is no product concept using alpaca fiber in this way in knitwears, which is the main production area of our company, makes this study important and innovative for the company. On the other hand, the R&D vision and brand power mission in the study, the contribution to the use of alpaca blended fabrics, the increase in awareness of different raw material alternatives and the development of alternative fabrics to conventional knitwear make the study innovative and original in the international sense.

Keywords: Alpaca, wool, knitwear, fabric

1. Giriş

Son yıllarda moda trendleri çok hızlı değişmekte ve pazarda rekabet gücünü koruyabilmek için müşterilerin değişken taleplerine hızlı cevap verebilmek büyük önem kazanmaktadır. Bu noktada pazara yenilikçi ürünler sunabilen firmaların ayakta kalma şansı artmaktadır. Yenilikçi ürünler geliştirilmesinde başvurulabilecek yollardan birisi değişik liflerin kullanılmasıdır. Eğirme endüstrisinde farklı liflerin karıştırılması oldukça yaygın bir uygulamadır. Harmanlama, meydana gelen elyaf karışımının özelliklerini geliştirmek için yapılmaktadır. Tek bir türe ait liflerin belirli kullanım alanları için optimal olarak uygun olmadığı durumlarda bunların ikinci bir lif türüyle karışımı gerekli özellikleri verebilir. Ayrıca karışıma katılan liflerin üstün özellikleri ile elde edilen ürün



benzersiz özelliklere de sahip olabilmektedir. Karışımı ipliklerden yapılan ürünlerin oranı bu nedenle sürekli artmaktadır.

Bu araştırma kapsamında triko üretiminde alpaka liflerinin kullanım potansiyeli üzerinde çalışılmıştır. Ticarete “Alpaka Yünü” diye anılan tekstil endüstrisinde özel bir yer işgal eden alpaka lifleri, Lama ailesine mensup olan Alpaka (*Lama pacos*)’dan elde edilmektedir. Alpakalar Güney Amerika’nın batı kıyılarında uzanan And dağlarının 3000 m. yüksekliğinden başlayıp sarp bölgelerine kadar çıkan yüksek yaylalarında yaşamaktadır. Alpakaların, kabarık tüyleri vücutlarından dışarıya çıkan Huakaya ve tüyleri heybetli görünümüne sahip saç lüleleri şeklinde vücutlarından sarkan Suri olmak üzere, iki farklı türü vardır. Suri’lerin lifleri daha uzun ve ipeğimsi olduğu için daha pahalıdır [1]. Alpaka lifleri genellikle yünden daha büyük bir çapa sahiptir ve %28-67 medulla içerir. Ortalama çap yaklaşık 26 µm ve ortalama elyaf uzunluğu 100 mm’dir [2]. Alpaka lifinin en değerli özelliği, dokunulduğunda ipeksi ve yumuşak hissettirmesidir. Alpaka ayrıca parlak, son derece mukavim ve çok sıcak tutan (havayı hapseden liflerin içindeki mikroskobik boşluklar sayesinde yünden yedi kat daha sıcak) bir lif olduğu için değerlidir. Alpaka giysileri giyenler, bunları termal özellikleri ve ayrıca geçirgenlik ve güç tutuşurluk gibi diğer bazı özellikler nedeniyle tercih etmektedirler [3]. Alpaka lifleri dünyada oldukça dar bir alanı kapsayan spesifik bölgelerde bulunmakta olup, çok küçük miktarlarda üretilmektedirler. Tüm bu faktörler bu liflerden yapılmış ürünlerin pahalı olmasına yol açmaktadır ve bu nedenle söz konusu lifler “Lüks Lif” olarak nitelendirilmektedir.

Bu çalışmada Nm 15 iplikten %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka olmak üzere 2 farklı içerikli iplik kullanılmıştır. İpliklerin mukavemet, kopma uzaması, iplik düzgünsüzlüğü, ince yer, kalın yer ve neps özellikleri test edilmiştir. Ardından söz konusu ipliklerden triko kumaşlar üretilmiştir. Boyalı kumaşların renk verimi ve CIEL*a*b* değerleri ölçülmüş ve kumaşların haslık, tutum ve konfor özellikleri karşılaştırılmıştır. Bilindiği gibi alpaka liflerinin gerek lif özellikleri gerekse bunlardan üretilen ipliklerin özellikleri üzerine literatürde oldukça kapsamlı çalışmalar zaten mevcuttur. Ancak alpaka lifi içeren karışım kumaşların üretilmesi ve bunların performans özelliklerinin belirlenmesine ilişkin literatürde halen bir açık olduğu söylenebilir. Herhangi bir lifin tekstil alanında ve özellikle de doğrudan giyim alanında kullanılabilir olması için o lif ile ilgili kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında alpaka liflerini iplik aşamasından başlayarak daha sonra kumaş formundaki özelliklerini %100 yün ile karşılaştırmalı olarak incelendiği bu çalışmanın yenilikçi ve özgün olduğu söylenebilir. Literatür incelendiğinde ve aynı zamanda ticari ürünler değerlendirildiğinde firmamızın ana üretim alanlarından biri olan trikolar da bu şekilde alpaka lifinin kullanıldığı bir ürün

konseptinin bulunmuyor olması da bu projeyi firma için önemli ve yenilikçi kılmaktadır. Öte yandan projede Ar-Ge vizyonu ve marka gücünün misyonu ile alpaka karışumlu kumaşların kullanımına katkı sağlayarak farklı hammadde alternatiflerinin bilinirliğinin artırılması ile konvansiyonel trikolarla alternatif kumaşların geliştirilmiş olması çalışmayı uluslararası anlamda da yenilikçi ve özgün kılmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada Nm 15 iplikten %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka olmak üzere iki mavi renge boyalı boyalı iplik kullanılmıştır. Öncelikle ipliklerin çeşitli özellikleri (mukavemet (cN/tex), kopma uzaması (%), iplik düzgünsüzlüğü, ince yer, kalın yer, neps ve tüylülük) test edilmiştir. Ardından söz konusu ipliklerden süprem kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen kumaşların fotoğrafları Şekil 1’de verilmektedir.



Şekil 1: Üretilen Örme Kumaşlar (Sağ: %100 Yün, Sol: %70 Yün / %30 Alpaka)

Kumaşlara renk ölçümü (renk verimi ve CIEL*a*b* değerleri) ve haslık (yıkama, sürtme, ter, su ve ışık) testleri yapılmıştır. Ayrıca gramaj, ilmek sıklığı, patlama mukavemeti, boncuklanma, aşınma dayanımı gibi fiziksel testler uygulanmıştır. Bunun ötesinde kumaşların tutum ve konfor (Termal iletkenlik, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği) özellikleri de karşılaştırmalı olarak test edilmiştir.

2.1 İplik Özelliklerinin Belirlenmesi için Uygulanan Testler

- **İplik numarası:** İpliklerin doğrusal yoğunlukları TS 244 EN ISO 2060 (ISO 1999) [4] standardına göre çile metodu kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler Uster Autosorter 4 iplik numara cihazında yapılmıştır.
- **İplik bükümü:** İplik bükümü TS EN ISO 2061’e (ISO 2015) [5] göre açma-kapama yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler Zweigle D312 büküm ölçüm cihazında yapılmıştır.
- **İplik mukavemeti ve kopma uzaması (%):** İpliklerin mukavemet ve kopma uzaması (%) değerleri "TS EN ISO 2062" (ISO 2010) [6] standardına göre Uster Tensorapid cihazında ölçülmüştür.



- **İplik düzgünsüzlüğü, ince yer, kalın yer ve neps sayısı:** İpliklerin düzgünsüzlük değerleri Uster Tester 4 iplik düzgünsüzlük test cihazında ölçülmüştür.

2.2 Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi için Uygulanan Testler

- **Renk verimi ve CIE L*a*b* değerleri:** Datacolor Spectro 1000 spektrofotometre (D 65/10°) numunelerin reflektans (%R) ve CIE L*a*b* değerlerini belirlemek için kullanılmıştır. L*, a* ve b* değerleri açıklık-koyuluk, kırmızılık-yeşillik ve sarılık-mavilik değerlerini göstermektedir. K/S değerleri Kubelka-Munk denklemi kullanılarak hesaplanmıştır;

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R \quad [1]$$

R: Maksimum absorbsiyon dalga boyundaki reflektans değeri

K: Absorbsiyon katsayısı

S: Saçılma katsayısı

- **Haslık değerleri:** Numunelerin yıkama (60° C'ta), sürtme (kuru ve yaş), su ve ter (asit ve alkali) haslığı testleri sırasıyla ISO-105 C06 (ISO 2010) [7], ISO 105-X12 (ISO 2016) [8], ISO 105-E01 (ISO 2013) [9] ve ISO 105-E04 (ISO 2013) [10] standartlarına göre yapılmıştır.

- **Kumaş gramajı:** Kondisyonlanan kumaşların farklı bölgelerinden numune alınarak TS EN 12127 (TSE 1999) [11] standardına göre kumaş gramaj değerleri belirlenmiştir.

- **Kumaş sıra ve çubuk sıklığı:** Testler TS 250 EN 1049-2 (TSE 1996) [12] standardı esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

- **Patlama mukavemeti:** Patlama dayanımı ölçümünde ISO 13938-2 (ISO 2019) [13] standardına göre testler gerçekleştirilmiştir.

- **Boncuklanma:** Kumaş boncuklanma testi TS EN ISO 12945-2 (ISO 2021) [14] standardına göre Martindale test cihazında 2000 devirde gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme standart EMPA W-3 boncuklanma fotoğrafları ile görsel değerlendirme yöntemine göre yapılmıştır.

- **Aşınma direnci:** Martindale test cihazında TS EN ISO 12947-2 (ISO 2017)'ye [15] göre gerçekleştirilmiştir.

- **Subjektif tutum değerlendirmesi:** Tüm testler standart gün ışığı altında (D65) ışık kabininde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 10 kişilik bir gruba her kumaşa 1 (çok sert) ile 5 (çok yumuşak) arasında bir not vermeleri istenmiştir.

- **Termal konfor:** Kumaşların termal özellikleri ALAMBETA cihazında ölçülmüştür.

- **Hava geçirgenliği:** Kondisyonlanmış kumaşların hava geçirgenliği TS 391 EN ISO 9237 (ISO 1999) [16] standardına göre Prowhite Airtest 2 cihazında ölçülmüştür.

- **Su buharı geçirgenliği:** Kondisyonlanmış kumaşların su buharı geçirgenliği TS EN ISO 11092 (ISO 2014) [17] standardına göre Permetest cihazında ölçülmüştür.



3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada Nm 15 iplikten %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka olmak üzere 2 farklı içerikli iplik kullanılmıştır. Öncelikle ipliklerin çeşitli özellikleri (mukavemet, elastikiyet (%), iplik düzgünsüzlüğü, ince yer, kalın yer, neps ve tüylülük) test edilmiştir. Sonuçlar Tablo 1 ve 2’de verilmektedir.

Tablo 1: %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka İpliklerin Numara, Büküm, Mukavemet ve Elastikiyet Değerleri

İplik Cinsi	Numara (Nm)	Büküm	Rkm	Rkm CV %	(%) Elast.	(%) Elast. CV%
%100 Yün	15	301	3,49	7,38	7,71	14,15
%70 Yün / %30 Alpaka	15	338	3,19	9,95	6,69	24,25

Tablo 2: %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka İpliklerin Düzgünsüzlük, İnce Yer, Kalın Yer, Neps ve Tüylülük Değerleri

İplik Cinsi	Um %	Cvm %	İnce (-30%)	İnce (-40%)	İnce (-50%)	Kalın (+35%)	Kalın (+50%)	Neps (+140%)	Neps (+200%)	Tüylülük (H)
%100 Yün	10,35	13,02	2267	300,0	22,0	231,0	8,0	430,0	9,0	15,5
%70 Yün / %30 Alpaka	10,42	13,1	2355	367,0	42,0	232,0	13,0	152,0	3,0	14,3

Tablo 1 ve 2 incelendiğinde %100 yün iplik referans alındığında alpaka içerikli ipliğin iplik numarası, büküm, mukavemet, elastikiyet, iplik düzgünsüzlüğü, ince yer, kalın yer, neps ve tüylülük değerlerinin oldukça benzer olduğu görülmektedir. Bu durum alpaka içerikli ipliklerin kalite anlamında %100 yün ipliklerle benzer performans özelliklerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Boyalı ipliklerden üretilen kumaş numunelerine ait renk ölçümü sonuçları Tablo 3’te verilmektedir.

Tablo 3: Kumaş Numunelerine Ait Renk Ölçümü Sonuçları

Kumaş Cinsi	L*	a*	b*	C*	h*	K/S
%100 Yün	66,5	-4,0	-15,0	15,5	255,0	0,8
%70 Yün / %30 Alpaka	63,9	1,3	-15,7	15,7	274,7	1,4

Tablo 3 incelendiğinde %100 Yün kumaşa kıyasla %70 Yün / %30 Alpaka kumaşın L* değerinin daha küçük, K/S değerinin daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durum, alpaka içeren kumaşın renginin bir miktar daha koyu olduğunu göstermektedir. Öte yandan iki kumaşın renginin nüansı kıyaslanacak olursa alpaka içeren kumaşın rengi daha kırmızı (daha büyük a* değeri) ve daha mavi (daha küçük b* değeri) nüanslı olduğu söylenebilir. Kumaş numunelerine çeşitli haslık testleri de yapılmış olup sonuçlar Tablo 4’te verilmektedir.

Tablo 4: Kumaş Numunelerine Ait Haslık Testi Sonuçları

Kumaş Cinsi	Lif	Yıkama Haslığı	Su Haslığı	Alkali Ter Haslığı	Asidik Ter Haslığı	Sürtme Haslığı
%100 Yün	WO	5	5	5	5	5
	PAC	5	5	5	5	
	PES	5	5	5	5	
	PA	5	5	5	5	
	CO	5	5	5	5	
	CA	5	5	5	5	
%70 Yün / %30 Alpaka	WO	5	5	5	5	5
	PAC	5	5	5	5	
	PES	5	5	5	5	
	PA	5	5	5	5	
	CO	5	5	5	5	
	CA	5	5	5	5	

Tablo 4 incelendiğinde her iki kumaşın da yıkama, sürtme, su ve ter haslıklarının çok iyi seviyede olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun nedeni kumaş numunelerinin çok açık renge boyanmış olmasıdır.

Kumaş numunelerine gramaj, ilmek sıklığı, patlama mukavemeti, boncuklanma ve aşınma dayanımı gibi fiziksel testler uygulanmış olup sonuçlar Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5: Kumaş numunelerine ait fiziksel test sonuçları

Kumaş Cinsi	Gramaj (g/m ²)	Çubuk Sıklığı	Sıra Sıklığı	Patlama Mukavemeti (kPa)	Boncuklanma	Aşınma (1500 devirde)
%100 Yün	240	18	24	308	4	-
%70 Yün / %30 Alpaka	209	18	24	284	4/5	-

Tablo 5 incelendiğinde %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka kumaşın gramaj ve sıklık değerlerinin birbiriyle benzer olduğu görülmektedir. Kumaşların patlama mukavemeti, boncuklanma ve aşınma değerleri arasında da önemli bir farklılık yoktur.

Kumaş numunelerine termal konfor testi de yapılmış olup sonuçlar Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6: Kumaşların Termal Konfor Test Sonuçları

Kumaş Cinsi	Kalınlık (h) (mm)	Termal Direnç (R) (m ² K/W)X10 ⁻³	Termal iletkenlik (λ) (W/mK)X10 ⁻³	Termal Difüzyon (a) (m ² /s)X10 ⁻⁶	Termal Absorbsiyon (b) (Ws ^{1/2} /m ² K)	Max. Isı Akışı (q _{max}) (W/m ²)
%100 Yün	2,33	61,7	37,8	0,18	89,5	0,215
%70 Yün/%30 Alpaka	2,26	61	37,1	0,187	86,2	0,214

Tekstil malzemelerinin termal direnci; termal iletkenliği ve kalınlığı ile belirlenir. Kumaş kalınlığının azalması ve/veya kumaşın termal iletkenliğinin artmasıyla birlikte termal direnci azalır [18]. Giysinin kalınlığı, giysinin termal iletkenliğini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Malzemenin kalınlığı ve içerdiği hava miktarı arttıkça malzemenin termal direnci artmakta ve geçirgenliği azalmaktadır [19]. Tablo 6 incelendiğinde her iki kumaşın da kalınlık, termal direnç, termal iletkenlik, termal difüzyon, termal absorpsiyon ve maksimum ısı akışı değerlerinin birbirine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum her iki kumaşın termal konfor açısından benzer özellikte olduğunu ortaya koymaktadır.

Kumaşların hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve subjektif tutum sonuçları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7: Kumaşların Hava Geçirgenliği, Su Buharı Geçirgenliği ve Subjektif Tutum Sonuçları

Kumaş Cinsi	Hava Geçirgenliği [l/m ² .sn]	Su Buharı Geçirgenliği [%]	Su Buharı Geçirgenlik Direnci [Pa.m ² /W]	Tutum
%100 Yün	1048	35,6	10,8	3,1
%70 Yün / %30 Alpaka	1394	32,4	12,7	2,8

Tablo 7 incelendiğinde alpaka içeren kumaşın %100 yün kumaşa kıyasla hava geçirgenliğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeninin kumaş kalınlığı ve gramajının alpaka içeren kumaşa daha düşük olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Öte yandan kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında önemli bir farklılık bulunmamakla beraber, alpaka içeren kumaşın su buharı geçirgenliğinin %100 yün kumaşa kıyasla bir miktar daha düşük olduğu söylenebilir. Bu sonuç, **Gurkan Unal ve ark. (2019)** tarafından %100 yün dokuma kumaş ile atkıda Huakaya alpaka kullanılan yün/alpaka karışımı kumaş üzerinde yapılan çalışmada elde edilenle paralellik göstermektedir [20]. Kumaşların subjektif tutum değerlendirme sonuçlarına bakıldığında ise aralarında önemli bir farklılık olmadığı söylenebilir.

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında Nm 15 iplikten %100 Yün ve %70 Yün / %30 Alpaka olmak üzere iki mavi renge boyalı iplikten süprem kumaşlar örülmüş ve kumaşların renk, haslık, patlama mukavemeti, boncuklanma, aşınma, tutum ve konfor özellikleri karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde benzer renge sahip biri %100 yün diğeri %70 Yün / %30 Alpaka kumaşın haslık, patlama mukavemeti, boncuklanma, aşınma,



tutum ve termal konfor özellikleri arasında önemli bir farklılık olmadığı, dolayısı ile alpaka içeren karışım kumaşların teknik kalite performans özellikleri bakımından %100 yün kumaşlara alternatif olarak kullanılabileceği ortaya koyulmuştur. Öte yandan elde edilen sonuçların ışığı altında, özellikle tutum ve termal konfor açısından alpakanın beklenen avantajları sağlayabilmesi için karışımdaki oranın %30'un üzerinde olması gerektiği söylenebilir.

Referanslar

- [1] Atav R. (2010). Alpaka lifleri. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(1), 65-72.
- [2] Wang H, Liu X, Wang X. (2005). Internal structure and pigment granules in colored alpaca fibers. *Fibers Polymers*, 6(3), 263-268.
- [3] Atav R., Turkmen F. (2015). Investigation of the dyeing characteristics of alpaca fibers (huacaya and suri) in comparison with wool. *Textile Research Journal*, 85(13), 1331-1339.
- [4] ISO 2060 Determination of linear density (mass per unit length) by the skein method. 1999.
- [5] ISO 2061 Determination of twist in yarns - Direct counting method. 2015.
- [6] ISO 2062 Determination of single-end breaking force and elongation at break using constant rate of extension (CRE) tester. 2010.
- [7] ISO 105-C06 Textiles test for colour fastness. Part C06: Color fastness to domestic and commercial laundering. 2010.
- [8] ISO 105-X12 Textiles tests for color fastness. Part X12: Color fastness to rubbing. 2016.
- [9] ISO 105-E01 Textiles-Tests for color fastness, Part E01: Color fastness to water. 2013.
- [10] ISO 105-E04 Textiles-Tests for color fastness, Part E04: Color fastness to perspiration. 2013.
- [11] TS EN 12127 Textiles- Fabrics- Determination of mass per unit area using small samples.1999.
- [12] TS 250 EN 1049-2 Textiles-Woven Fabrics-Construction-Methods of Analysis-Part 2 Determination of Number of Threads Per Unit Length. 1996.
- [13] ISO 13938-2 Textiles - Bursting properties of fabrics - Part 2: Pneumatic method for determination of bursting strength and bursting distension. 2019.
- [14] TS EN ISO 12945-2 Textiles - Determination of fabric propensity to surface pilling, fuzzing or matting - Part 2: Modified Martindale method 2021.
- [15] TS EN ISO 12947-2 Textiles- Determination of abrasion resistance of fabrics by the Martindale method- Part 2: Determination of specimen breakdown 2017.
- [16] TS 391 EN ISO 9237 Textiles-Determination of permeability of fabrics to air 1999.



- [17] TS EN ISO 11092 Textiles - Physiological effects - Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test) 2014.
- [18] Stanković SB, Novaković M, Popović DM, Poparić GB, Bizjak M. (2019). Novel engineering approach to optimization of thermal comfort properties of hemp containing textiles. *The Journal of The Textile Institute*, 110(9): 1271-1279.
- [19] Marmaralı A, Kretzschmar DS, Özdil N, Oğlakcıoğlu GN. (2006). Giysilerde termal konforu etkileyen parametreler. *Tekst.ve Konf.*, 16(4): 241-246.
- [20] Gurkan Unal P., Atav R., Ilarslan S., Berkhan Kastacı B. (2019). The effect of using alpaca and silk instead of wool in weft yarns on the woollen fabric properties. *Journal of Natural Fibers*, 16(7), 1043-1054.