

Araştırma Makalesi / Research Article

FARKLI DOĞAL LİFLERİN İÇ GIYSİLERDE KULLANIMININ KONFOR ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI

Tuba BEDEZ ÜTE^{1*}
Pınar ÇELİK¹
Hüseyin KADOĞLU¹
M. Bünyamin ÜZÜMCÜ²
Gözde ERTEKİN¹
Arzu MARMARALI¹

¹Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
²Bartın Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 01.08.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 11.12.2018

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, farklı karışım oranlarında farklı doğal liflerden üretilmiş süprem örme kumaşların iç giysilik olarak kullanımının konfor özellikleri açısından araştırılmasıdır. Bu amaçla farklı karışım oranlarında (45/55, 30/70, 15/85) yün/pamuk ve ipek/pamuk karışımli iplikler ile karşılaştırma amaçlı kullanılmak üzere %100 pamuk open-end ipliği üretilmiştir. Üretilen iplikler süprem örgü yapısında kumaş formuna getirilmiş, hidrofilleştirme işlemine tabi tutulmuş ve kumaşların hava geçirgenliği, ısı direnci, ısı soğurganlık, su buharı geçirgenliği gibi ısı konfor özellikleri ile su absorplama özellikleri ve dikey ıslanma süreleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, kumaşlarda yün lif oranı arttıkça yalıtım özelliklerinin iyileştiği, ipek karışımli kumaşların ise yüksek su buharı geçirgenliği, ısı soğurganlık ve su emicilik özellikleri ile terlemenin yoğun olarak ortaya çıktığı yoğun aktivite koşulları için uygun olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Isıl konfor, dikey kılcal ıslanma, su absorbe etme özelliği, iç giysi, ipek, yün.

AN INVESTIGATION ON THE USE OF DIFFERENT NATURAL FIBRES IN UNDERGARMENTS IN TERMS OF COMFORT PROPERTIES

ABSTRACT: In this study, it is aimed to investigate the use of single jersey fabrics that is produced by different natural fibers in different blend ratios, as undergarments in terms of comfort properties. For this purpose, silk/cotton and wool/cotton open-end rotor spun yarns in three different blend ratios (45/55, 30/70, 15/85) and 100% cotton open-end yarn were produced. Then single jersey fabrics were knitted from these yarns and were scoured in order to improve the hydrophilic nature of the yarns. Thermal comfort properties such as air permeability, thermal resistance, thermal absorptivity, relative water vapor permeability and also water absorption capacity, vertical wicking properties were measured. The results indicated that, the insulation characteristics improved as the wool fiber ratio increased and due to higher water vapor permeability, thermal absorptivity and absorption capacity, fabrics containing silk fibers can be preferable for the intensive activity conditions where perspiration occurred intensely.

Key Words: Thermal comfort, vertical wicking height, water absorption, undergarment, silk, wool.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: tuba.bedeze@ege.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0574-2874>

DOI: 10.7216/1300759920182511207, www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Giyanme, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi piramidinin en alt basamaklarında yer alan, açlık, susuzluk, dinlenme, barınma gibi fizyolojik ihtiyaçları takip eden güvenlik ihtiyaçları arasında yer almaktadır. İnsanoğlu, ilk çağlarda çevre koşullarına uyum sağlamak ve vücudunu doğanın olumsuz etkilerinden korumak için giyinmeye gereksinim duymuştur. Yıllar içinde yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojinin gelişmesi ile giysiler sadece örtünmek ve korunmak için değil, sosyal ihtiyaçları karşılamak, fonksiyonellik ve konfor sağlama amacıyla kullanılmaya başlanmıştır [1].

Özellikle soğuk hava şartlarında çalışanlar, askerler, koşu, kayak, dağcılık gibi açık hava sporlarıyla ilgilenen kişiler için vücut sıcaklığını korumak, bedenin nefes alabilmesini sağlamak, teri hızla dışarı atarak kuru kalabilmek hayati önem taşımaktadır. Çetin hava şartlarında fazla enerji harcanması durumunda, aşırı üşüme veya önce aşırı ısınıp terlemeyi takiben yine üşüme gerçekleşmektedir. Yaşanan bu durum, dış ortamla vücut arasında yeterli ısı yalıtımının sağlanamamasından ve dolayısıyla vücudun ısıl dengesinin korunamamasından kaynaklanmaktadır. Vücudun ısıl dengesinin korunması amacıyla kullanılan ürünlerden birisi termal içlik olarak adlandırılan giysilerdir. Bu giysilerin terlemeye ve vücudun nefes almasına izin vermesi, hareket halinde artan vücut ısısını dışarı transfer edebilmesi, teri hızlıca bir üst giysi katmanına ileterek vücuda temas eden yüzeyin kuru kalmasını sağlaması, sıcak tutması, vücudu tahriş etmemesi, rahat ve hafif olması beklenmektedir [2].

Literatür incelemeleri daha çok iç giysiliklerin performans özelliklerinin incelendiği çalışmalar olduğunu ortaya koymuştur. Çavdaroğlu, kayak kıyafetleriyle askeri kıyafetlerde kullanılan dikişsiz örme iç giysilerin ısıl konfor analizlerini yapmıştır. Kumaşlarda gramaj, dikey ıslanma ve transfer ıslanma, su buharı geçirgenliği, su buharlaşma hızı, ısıl iletkenlik, ısıl direnç, ısıl soğurganlık, kalınlık ve ıslanma temas açısı ölçümleri yaparak, optimum ısıl konforu sağlayan kumaş ve lif tiplerini incelemiştir [2]. Umbach, iç giysilerin insan derisinde tatmin edici bir mikroklima sağlamanın konfora etkisini değerlendirmiştir. Bu çalışmada, iç yüzeyde farklı oranlarda, farklı lif harmanlarının örme kumaşların sıvı-nem yönetimi özellikleri araştırılmıştır. Lif özelliklerinin, konfor değerlerini etkilediği ortaya çıkmıştır [3]. Shekar ve arkadaşları, yün liflerini farklı oranlarda polipropilen ve akrilik lifleriyle karıştırarak eğirdikleri ipliklerden farklı yapılarda örme iç giysiliklerle, dokuma battaniyeler üretmişler ve bu kumaşların ısıl izolasyon özelliklerini kuru ve ıslak metotlar kullanarak Thermolobo tekniği ile incelemiştirler. Yün/akrilik karışımı kumaşların optimum izolasyon sonuçları sağladığını ve yapısında daha fazla hava hapseden örme kumaşların dokuma kumaşlardan daha iyi izolasyon özelliği sergilediğini belirtmişlerdir [4]. Nielsen ve arkadaşları, polipropilen lifleri kullanarak farklı örme yapılarda iç giysilik kumaşlar üretmişler ve bu kumaşların vücut ısısının düzenlenmesine etkilerini incelemiştirler [5]. Bajzik ve arkadaşları, spor ve iç giyim ürünlerinin ısıl konfor özelliklerini inceleyerek ıslak konfor endeksi (wet comfort index-WCI) elde etmeye çalışmışlardır. Özel polyester

ve polipropilen lifleri içeren kumaşların en iyi sonuçlara sahip olduğunu belirtmişlerdir [6]. Bartkowiak, hava geçirmez (hermetik) koruyucu giysiler altında kullanılan iç giysiliklerin yapısının mikroklima üzerindeki etkisini incelemiş, teri vücuttan hızla uzaklaştırabilen çift katlı bir giysi sistemi geliştirmiştir. Sistemde vücuda temas eden yüzeyde özellikle tekstüre polyester, emici dış yüzeyde ise viskon liflerinden yararlanılmıştır. Pamuklu muadilleri ile kıyaslandığında çok daha olumlu sonuçlar elde edilmiştir [7]. Dolhan, farklı örgü yapılarında %100 pamuk, termolaktil klor lifleri, akrilik lifleri, polyester/pamuk, pamuk/yün/poliamid karışımları kullanarak ürettiği iç giysiliklerin su emme ve ısıl direnç özelliklerini incelemiştir. %100 polipropilen kumaşların en iyi su emme kapasitesine, %100 pamuk iç giysiliklerin ise en yüksek ısıl direnç değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir [8]. Rathinamoorthy iç giysilik olarak kullanılabilir kazein örme kumaşların ısıl konfor ve nem iletim özelliklerini değerlendirmiş ve pamuklu kumaşlar ile karşılaştırıldığında kazein örme kumaşların tüm konfor özelliklerinin pamuklu kumaşlardan daha iyi olduğunu tespit etmiştir [9]. Czaplicki ve arkadaşları, pamuk, akrilik, yün ve alpaka yünü ipliklerinden üretilmiş farklı örgü yapılarının (düz örgü, interlok örgü, düz-askı örgü, tekli pike, teksi pike) ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık, ısıl direnç ve hava geçirgenliği özelliklerini incelemiştirler. Tüm kumaş tipleri için alpaka yün lifinin diğer materyallere göre konfor özellikleri açısından olumlu sonuçlar gösterdiğini ortaya koymuşlardır [10].

Yapılan literatür araştırmasında, iç giysilerde başta polipropilen ve polyester lifleri olmak üzere ağırlıklı olarak sentetik liflerin kullanıldığı, doğal liflerden ise pamuk ve yün liflerinin tercih edildiği görülmüştür. Yapılan detaylı incelemelerde ipek liflerinin iç giysilerde kullanılmasına dair kapsamlı bir çalışmaya rastlanamamıştır. Araştırmacılar, daha çok ipek liflerinin eğrilmesi konusuna odaklanmışlardır [11-18]. Üzümcü ve Kadoğlu, ipek/pamuk karışımı ipliklerin özelliklerine karışım oranı, eğirme sistemi, iplik numarası ve büküm katsayısının etkisini incelemiştirler. Karışımındaki ipek lifi miktarının artmasının iplik mukavemetini, düzgünlüğünü ve tüylülüğünü artırdığını belirtmişlerdir [17]. Van Amber ve arkadaşları, %100 ipek, ipek/yün ve ipek/yün/pamuk karışımı örme kumaşlara kuru temizleme ve su sıcaklığının etkisini incelemiştirler [18]. Ancak ipek lifi, kendi ağırlığının %30'u kadar nem absorbe edebilirken vücutta ıslaklık hissi bırakmadığından, cilde temas edecek giysilerde tercih edilmesi giyim konforu sağlamaktadır [19].

Giysilerden beklenen performans özelliklerinin artmasıyla, giyim konforu, özellikle ısıl konfor araştırmacıların ilgisini çeken bir konu haline gelmiştir. Marmaralı ve arkadaşları giysilerde ısıl konforu etkileyen parametreleri incelemişler, lif tipi, iplik konstrüksiyonu, örgü yapısı, kumaş kalınlığı ve giysi bileşenlerinin etken olduğunu belirtmişlerdir [20]. Özdiil ve arkadaşları, giysilerin ısıl konfor özelliklerine iplik üretim parametrelerinin etkisini incelemiştirler. Büküm katsayısı ve iplik numarası arttıkça, ısıl direncin azaldığını, su buharı geçirgenliğinin arttığını belirtmişlerdir [21]. İç giysiliklerde en sık tercih edilen %100 pamuk ve PES/pamuk karışımı 2 iplik futter kumaşların

ısıl temas özellikleri ıslak ve kuru şartlarda incelenmiştir. İlk temas anındaki ısıl özellikler üzerinde şardonlama işleminin, iplik tipi ve lif karışımından daha önemli olduğunu vurgulamışlardır [22]. Verma ve arkadaşları nihai ürün olarak yeni geliştirilmiş has ipek telefi/yün karışımı kumaşların dokusal, termo-fizyolojik konfor ve tutum özelliklerini incelemiştir [23]. Negru ve arkadaşları, hidrofilite, buharlaşma indeksi, higroskopite ve gözeneklilik gibi konforu belirleyen parametrelere kumaş yapısı ve materyal tipinin (pamuk, rayon ve polyester) etkilerini inceledikleri çalışmalarında üzerinde etkisini incelemiştir [24]. Angora/pamuk karışımı süprem kumaşların ısıl konfor özellikleri incelendiğinde, yapıda angora lifi oranının artmasının ısıl konfor özelliklerini etkilediği, iplik tüylülüğü, kumaş kalınlığı ve ısıl direnci artırdığı, ısıl soğurganlığı ve bağlı bu buharı geçirgenliğini azalttığı görülmüştür. Bunun yanında eğirme sisteminin etkisi incelendiğinde, iplik tüylülüğüne bağlı olarak, ring ipliklerinden üretilen kumaşların, open end ipliklerden üretilen kumaşlara kıyasla, ilk temasta daha sıcak his verdiği ve yalıtıcılık özelliğinin daha yüksek, su buharı geçirgenliğinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir [25].

İç giysilerde başta polipropilen ve polyester lifleri olmak üzere genellikle sentetik liflerin kullanıldığı, doğal liflerden ise pamuk ve yün liflerinin tercih edildiği literatür çalışmalarında görülmüştür. Literatür araştırması sonucunda ipek liflerinin hem karışım oranının hem de konfor özelliklerinin sistematik olarak incelendiği kapsamlı bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu çalışmada ise iç giysiliklerde kullanılması planlanan farklı oranlarda ipek içeren pamuklu süprem kumaşlar ile yine bu alanda sıklıkla tercih edilen yün ipliğinin farklı oranlarda kullanıldığı pamuklu kumaşların konfor özellikleri incelenmiştir.

2. MATERYAL-METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmanın amacı, farklı karışım oranlarında farklı doğal liflerden üretilmiş süprem örme kumaşların iç giysilik olarak kullanımının konfor özellikleri açısından araştırılmasıdır. Literatür araştırmasında ipek liflerinin iç giysilerde kullanımının incelendiği çalışmalara çok fazla rastlanamamıştır. Özellikle iç giysilik kumaşların üretiminde tercih edilen yün lifleri de

çalışmaya dahil edilmiş ve çalışmada pamuk, yün ve ipek lifleri kullanılmıştır.

Kullanılan pamuk lifinin LCT (Length Control Tester) test sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Şeritten lif uzunluk parametrelerinin ölçümü için geliştirilmiş olan LCT cihazında fibrograf prensibine göre test yapılmaktadır. Şerit numunesi çeneler tarafından kısıtlanmakta ve iki ucundan taranmaktadır. Cihazdan elde edilen üst uzunluk (%2,5 span uzunluğu), LCT uzunluğu, kısa elyaf uzunluğu, kısa elyaf miktarı, elyaf kancası gibi veriler kullanılarak, tarak makinesi hızı, dublaj miktarı, ekartman ayarları ve tarama yüzdeleri gibi proses parametreleri optimize edilebilmektedir.

Yukarıda bahsedilen lifler kullanılarak Ne25 inceliğinde, α_e 3.8 büküm katsayısında, %100 pamuk ipliği ile farklı karışım oranlarında (45/55, 30/70, 15/85) yün/pamuk ve ipek/pamuk karışımı iplikler üretilmiştir. İplik üretimi Rieter R40 Open-End rotor iplik eğirme makinesinde, Tablo 3’de verilen üretim parametreleri ile gerçekleştirilmiştir.

Üretilen ipliklerden, inceliği E28 ve çapı 16” olan Terrot SH-130 yuvarlak örme makinesinde tek sıklık değerinde süprem örme kumaşlar üretilmiştir.

Kumaşlara hidrofilleştirme işlemi Tablo 4’de yer alan reçeteye göre Rapid numune makinesinde gerçekleştirilmiştir.

2.2. Metot

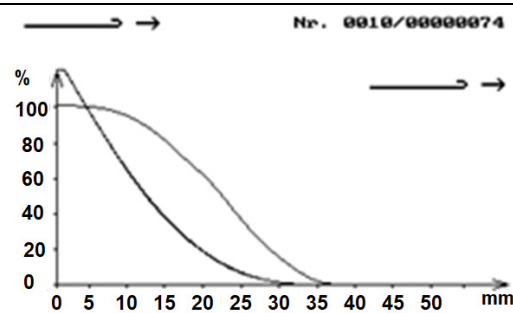
DeneySEL çalışma sırasında kumaşlara uygulanan ölçümlere ait standartlar ve kullanılan ölçüm cihazları Tablo 5’de verilmiştir.

Hava geçirgenliği ölçümleri 100 Pa basınç altında 20 cm² ölçüm kafası ile gerçekleştirilmiştir.

Kumaşların absorplama özelliklerinin ölçümünde 2x2 cm² boyuta sahip numuneler, bütetin altına 1 cm yükseklikte olacak şekilde yerleştirilmiş ve üstüne 0,1 ml su damlatılmıştır (Şekil 1a). Su damlasının kumaşın arka yüzeyine tamamıyla geçtiği andaki süre kronometre ile ölçülünerek “absorplama (emilme) süresi” kaydedilmiştir.

Tablo 1. Pamuk lifinin LCT (Length Control Tester) ölçüm sonuçları

	Değer	%95 Q
Üst uzunluk (mm)	28,42	0,25
LCT uzunluk (mm)	20,96	0,57
Lif kancaları (%)	5,4	2,64
LCT uzunluğu X Kancalar (mm)	22,09	1,15
Kısa lif uzunluğu (mm)	10,98	0,30
Kısa lif miktarı (%)	44,1	2,7
Kısa lif içeriği (%)	15,1	1,5
Stapel değişimi (%)	41,9	1,0
% 2,5 span uzunluğu (mm)	28,42	-
% 50 span uzunluğu (mm)	11,55	-



Tablo 2. Yün ve ipek liflerinin lif özellikleri

	İpek lifi		Yün lifi	
	Değer	%CV	Değer	%CV
Mukavemet (cN/tex)	47	20,9	12,48	17,52
Kopma uzaması (%)	13,85	29,34	34,37	30,52
İncelik (dtex)	0,93	22,66	3,16	32,04
Uzunluk (mm)	52	50,2	35,15	6,45

Tablo 3. Rieter R40 Open-End iplik eğirme makinesinde kullanılan üretim parametreleri

Rotor devri (1/dk.)	49.000	Rotor tipi	33 – XD - BD
İplik hızı (m/dk.)	50,2	Rotor çapı (mm)	33
Çekim	141	Rotor çevresi (mm)	104
Besleme (m/dk.)	0,36	Azami devir hızı (mm)	135.000
Besleme silindiri devri (1/dk.)	7.700		

Tablo 4. Yıkama reçetesi

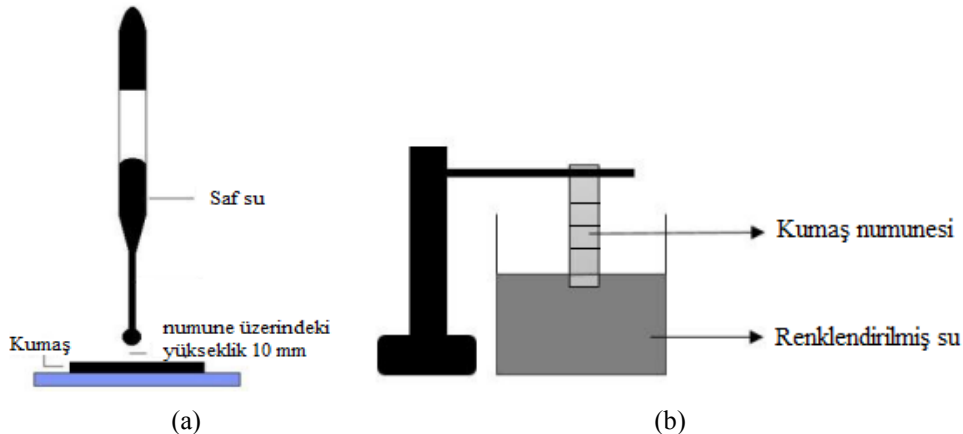
3 gr/l soda (sodyumbikarbonat)
3 gr/l ıslatıcı
60° C' de 1 saat yıkama
0,5 gr/l yıkama maddesi ile 50-60° C' de 1 saat ılık yıkama
Su ile 50-60° C' de ılık durulama
Soğuk durulama

Tablo 5. Ölçülen parametreler ve test yöntemleri

Parametre	Standart	Ölçüm cihazı
Gramaj	TS EN 12127	-
Kalınlık		
Isıl direnç	-	Alambeta
Isıl iletkenlik		
Isıl soğurganlık		
Hava geçirgenliği	TS 391 EN ISO 9237	Textest FX 3300
Bağıl su buharı geçirgenliği	TS EN ISO 11092	Permetest
Absorplama (emilme) süresi	AATCC 79:2014	Absorplama test düzeneği
Dikey ıslanma süresi	DIN 53924:1978	Dikey ıslanma test düzeneği

Dikey kılcal ıslanma testinde ise 3x4 cm² boyutlarında hazırlanan numunelerin uzun kenarı boyunca 1 cm mesafelerle 3 paralel çizgi çekilmiştir. Numunelerin alt ucu (10 mm) potasyumdikromat ile renklendirilmiş saf suya daldırılarak dikey olarak askıya alınmış ve her bir çizgiye renklendirilmiş suyun ulaşma süreleri kronometre ile ölçülmüştür (Şekil 1b).

Ölçüm sonuçları varyans analizi (ANOVA) ve Student-Newman-Keuls (SNK) testi ile analiz edilerek materyal tipinin kumaşların ısı konfor özellikleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisi olup olmadığı ve hangi özellik üzerinde en şiddetli etkiye sahip olduğu değerlendirilmiştir. İstatistiksel değerlendirme %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir. SNK testi ise materyalin ısı konfor özelliklerine etkisi bakımından anlamlı fark olup olmadığının tespitinde kullanılmıştır.

**Şekil 1.** a) Absorplama (emilme) test düzeneği, b) Dikey ıslanma test düzeneği

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

İç giysilerde kullanılmak üzere üretilen kumaşların gramaj ve kalınlık ölçüm sonuçları ile kumaş yoğunluk değerleri Tablo 6'da verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler ipek içerikli kumaşlar ile %100 pamuk kumaşın gramaj ($p=0,271$) ve kalınlık ($p=0,116$) değerleri arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Karışımda pamuk lifi oranı azaldıkça, kumaş kalınlıkları artmıştır. Yün içerikli kumaşların gramaj ve kalınlık değerlerinin diğer kumaşlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İncelenen kumaşlar içerisinde %45/55 yün/pamuk karışımı kumaşın ise en ağır ve en kalın kumaş olduğu gözlenmiştir. Pamuk, ipek ve yün liflerinin, eğilme rijitliği değerlerinin sırasıyla 0.53, 0.60 ve 0.24 mN mm²/tex² olduğu bilinmektedir. Yünün kıvrımlılık özelliğine bağlı olarak sıkıştırılma direncinin artmasıyla iplik daha hacimli bir yapıya kazanmaktadır [26]. Bu nedenle çalışmada yün miktarı arttıkça gramajda meydana gelen artışın, yünün kıvrımlılık özelliği, lif yoğunluğu ve eğilme direnci gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları incelendiğinde (Şekil 2 (a), Tablo 7), farklı oranlarda yün ve ipek içeren kumaşların hava geçirgenliği değerleri arasında istatistiksel açıdan fark bulunmadığı ve %100 pamuk ipliğinden üretilen kumaşın ise en yüksek hava geçirgenliği değerine sahip olduğu saptanmıştır. Kumaş yoğunlukları açısından sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek ve en düşük yoğunluk değerlerine sırasıyla ipek içerikli ve yün içerikli kumaşların sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen hava geçirgenlik sonuçları kumaşların hava geçirgenliği özelliğine iplik özelliklerinin kumaş yoğunluğuna göre daha etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. İpek içerikli kumaşların yüksek yoğunluk değerleri ile en düşük hava geçirgenliği değerleri gösterdiği, yün içerikli kumaşlarda ise yün lifinin karakteristik özelliklerinin düşük hava geçirgenliği değerlerine sebep olduğu düşünülmektedir. Lif yoğunluğu açısından en yüksek yoğunluğa pamuk lifleri, en düşük yoğunluğa yün lifi sahiptir (Pamuk 1,54 g/cm³, ipek 1,33 g/cm³, yün 1,30 g/cm³).

Yün içeren kumaşların ısı direnç değerlerinin, diğer kumaşlara göre daha yüksek olduğu ve ayrıca karışımdaki yün oranı arttıkça, kumaşların ısı direnç değerlerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 2(b)). Bu durum, yün liflerinin iç yapısı ile açıklanabilir. Lif yüzeyini kaplayan pulcukların içinde küçük hava kesecikleri yer almaktadır. Durgun havanın ısı iletkenlik değeri ($\lambda_{\text{hava}} = 0,026$) de tekstil liflerine oranla çok düşük olduğundan, yapısında hava ihtiva eden yün liflerinin ısı iletkenliği de daha düşüktür (Şekil 2(c)). ısı direnç değeri,

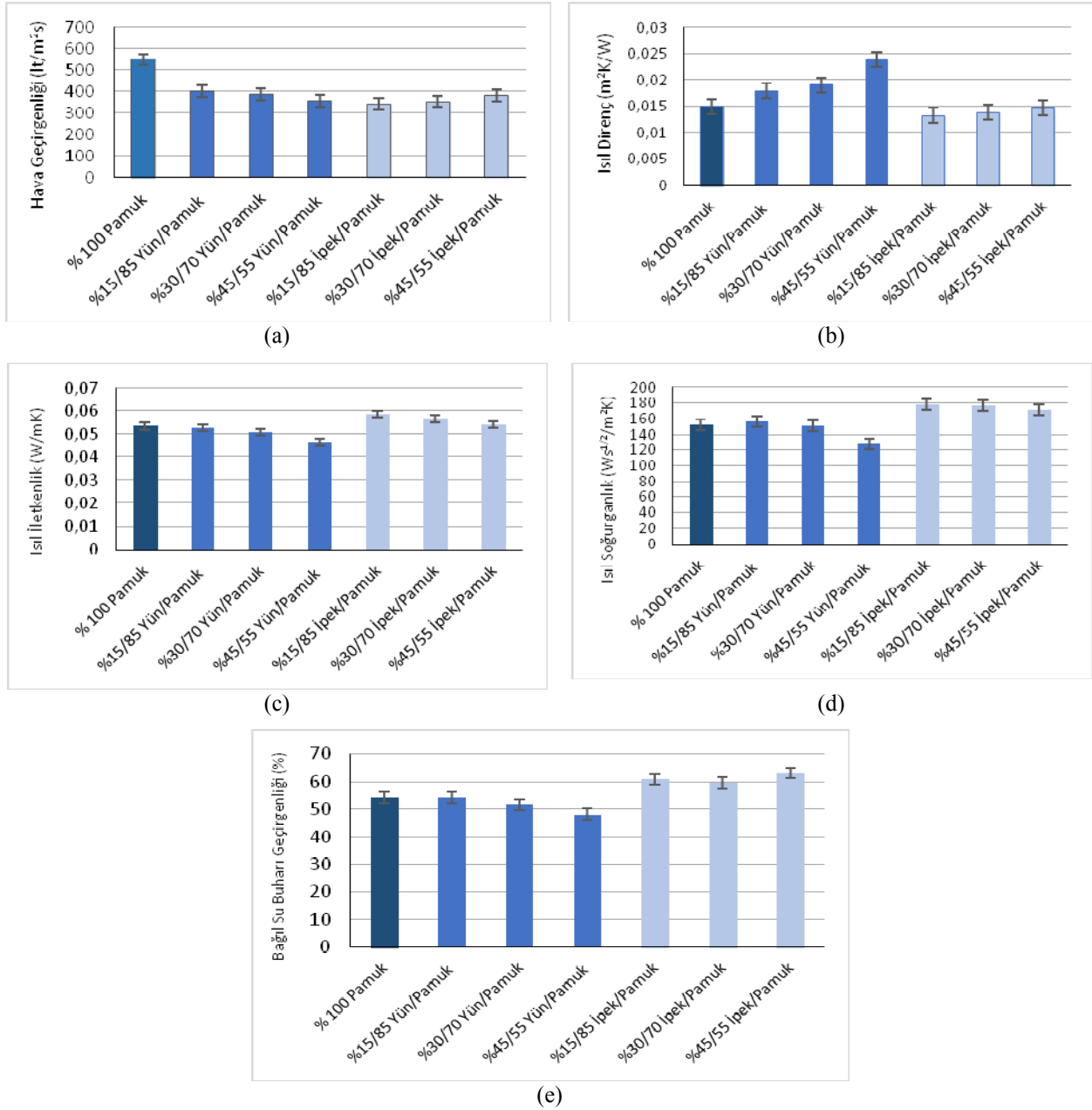
kumaş kalınlığı ile doğru, ısı iletkenlik değeri ile ters orantılı bir parametre olduğundan iletkenliği düşük ve kalınlığı yüksek olan yün lifi içerikli kumaşların ısı direnç değerlerinin yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Lif incelidikçe kıvrım sayısı artmaktadır. Yün liflerinin kıvrımlılık ve düşük yoğunluklarına (1,30 g/cm³) bağlı olarak, yün içeren kumaşların kalınlık değerleri, diğer kumaş numunelerine göre daha yüksek çıkmıştır. Yün karışımı kumaşlarda yün oranı arttığında da kalınlık değerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durumun, önceki bölümlerde de açıklandığı üzere, lif kıvrımlılığının sıkıştırılma direncini artırmasına ve ipliğin daha hacimli yapı kazanmasına yol açmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [26].

Isıl soğurganlık, materyalin ısı iletkenlik, yoğunluk ve özgül ısı değerleriyle doğru orantılı olarak değişen bir parametredir. Sıcak-soğuk hissi olarak da bilinen ısı soğurganlık, kumaşın gözeneklilik, yüzey yapısı, temas yüzeyi ile de bağımlı bir parametredir [27]. Isıl soğurganlık ölçüm sonuçları incelendiğinde %45 oranında yün içeren kumaşın en düşük değer ile ilk temasta sıcak his verdiği görülmüştür (Şekil 2(d)). %45 oranında yün içeren kumaşın en düşük ısı iletkenlik değerine sahip olması ve yün lifinin yoğunluğunun pamuk ve ipek liflerine göre daha düşük olması bu kumaşın ısı soğurganlığının daha düşük olmasını açıklamaktadır. En yüksek ısı soğurganlık değerleri ise farklı oranlarda ipek içeren kumaşlarda gözlenmiştir. Pamuk lifinin ısı iletim katsayısı (71 W/mK) en yüksek olmasına rağmen ipek içeren kumaşların en yüksek soğurganlık değerlerine sahip olmasını kumaşın yüzey yapısı ile açıklamak mümkündür. Düzgün yüzeye sahip kumaşların daha yüksek ısı soğurganlık değerleri ile ilk temasta soğuk his verdiği bilinmektedir [28]. İpek ipliğinin ve bu iplikten üretilen kumaşın pürüzsüz yüzeyi sayesinde pamuğa göre daha yüksek soğurganlık değerlerine sahip olmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Vücutta ter oluşmadan önce ortaya çıkan fazla ısı eğer su buharı halinde transfer edilebilirse deride ıslaklık hissi oluşmadan vücut sıcaklığı dengelenebilmektedir. Bu açıdan kumaşların su buharı geçirgenliği, iç giysiler gibi özellikle deri ile temas halinde kullanılan ürünlerde büyük önem taşımaktadır [29]. İpek içeren kumaşlar, yün karışımı ve %100 pamuklu kumaşlara göre istatistiksel açıdan daha yüksek bağıl su buharı geçirgenliğine sahiptir (Şekil 2(e)). Kumaş içerisinde ipek lifinin yer alması kumaşların su buharı geçirgenliklerini arttırmıştır. Karışım ipliklerinden kumaş üretildiğinde, su buharı geçirgenliğine karışım oranının istatistiksel açıdan etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

Tablo 6. Üretilen kumaşlara ait gramaj ve kalınlık ölçüm sonuçları

Kumaş tipi	Gramaj (g/m ²), (%CV)	Kalınlık (mm), (%CV)	Kumaş yoğunluğu (kg/m ³)
%100 pamuk	208,50 (0,44)	0,799 (2,04)	260,95
15/85 yün/pamuk	228,63 (1,13)	0,942 (1,59)	242,71
30/70 yün/pamuk	228,86 (2,09)	0,965 (2,22)	237,16
45/55 yün/pamuk	237,51 (1,30)	1,113 (0,30)	213,40
15/85 ipek/pamuk	223,88 (1,04)	0,771 (0,42)	290,38
30/70 ipek/pamuk	222,08 (1,20)	0,785 (1,50)	282,90
45/55 ipek/pamuk	221,25 (2,63)	0,801 (3,55)	276,22



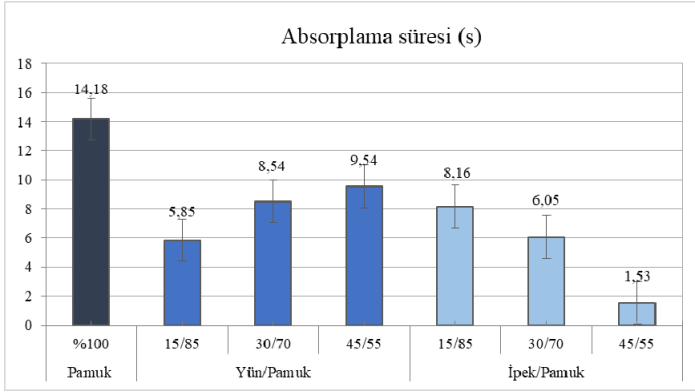
Şekil 2. Kumaşların ölçüm sonuçları

Şekil 3’de verilen absorplama süreleri, kumaş yüzeyine aktarılan su damlasının kumaşın ön yüzünden arka yüzüne tamamen transfer edildiği süreyi ifade etmektedir. Absorplama süresi daha az olan kumaşların daha iyi su emicilik özelliğine sahip olduğu bilinmektedir. Kumaşlarda ıslanma özelliklerine, liflerin moleküler oryantasyonu, çevresi, yapısı ve yüzey düzgünlüğü, örtme faktörü, alansal sıklık ve yüzey pürüzlülüğü gibi etkenlere bağlı olarak değişen tekstil yüzeyinin yüzey enerjisi ve ıslanma sıvısının yapısı gibi parametreler etki etmektedir [30]. Şekil 3’deki sonuçlar incelendiğinde, %100 pamuklu kumaşın en düşük; %45 ipek içeren kumaşın ise en yüksek emicilik özelliğine sahip olduğu gözlenmiştir. İpek içeren kumaşların en yüksek emiciliğe sahip olmasının iplik ve kumaş yüzeyinin pürüzsüz olmasından ötürü su moleküllerini en hızlı şekilde

emmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yün lifi içeren kumaşlarda yün oranı arttıkça su emicilik özelliğinin azaldığı saptanmıştır. Aslında yün lifi kendi ağırlığının %30’u oranında su absorbladığında dahi ıslaklık hissi vermeyen özelliğinden dolayı, en hidrofıl doğal liflerdendir. Ancak bulgularda yün oranı arttıkça su emicilik özelliğinin azaldığı, yani absorpsiyon süresinin uzun olduğu görülmüştür. Yün lifinin yüzeyini kaplayan kütüklü tabakasının en dışındaki epikütüklü zar tabakası ve örülen kumaşın yüzeyindeki lif uçlarının oluşturduğu daha düşük yüzey enerjisinin, absorpsiyon süresinde gecikmeye yol açtığı düşünülmektedir. [31]. Diğer taraftan, ipek lifi içeren kumaşlarda ipek oranı arttıkça, beklenildiği üzere, kumaşların su emicilik özellikleri iyileşmektedir.

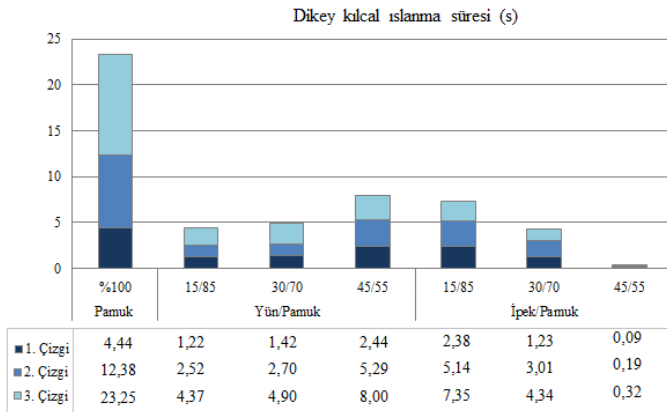
Tablo 7. Ölçümlere ait istatistiksel değerlendirme sonuçları

Hava geçirgenliği						
Kumaş tipi	Ölçüm sayısı	$\alpha=0,5$ için alt grup				
		1		2		
15/85 ipek/pamuk	10	342,30				
30/70 ipek/pamuk	10	353,10				
45/55 yün/pamuk	10	357,00				
45/55 ipek/pamuk	10	379,10				
30/70 yün/pamuk	10	386,40				
15/85 yün/pamuk	10	399,60				
%100 pamuk	10			549,30		
p değeri		0,051		1,000		
Isıl direnç						
Kumaş tipi	Ölçüm sayısı	$\alpha=0,5$ için alt grup				
		1	2	3	4	5
15/85 ipek/pamuk	3	0,0132				
30/70 ipek/pamuk	3	0,0138				
45/55 ipek/pamuk	3		0,0148			
%100 pamuk	3		0,0149			
15/85 yün/pamuk	3			0,0179		
30/70 yün/pamuk	3				0,0189	
45/55 yün/pamuk	3					0,0238
p değeri		0,083	0,695	1,000	1,000	1,000
Isıl iletkenlik						
Kumaş tipi	Ölçüm sayısı	$\alpha=0,5$ için alt grup				
		1	2	3	4	5
45/55 yün/pamuk	3	0,0467				
30/70 yün/pamuk	3		0,0508			
15/85 yün/pamuk	3			0,0526		
%100 pamuk	3			0,0536		
45/55 ipek/pamuk	3			0,0542		
30/70 ipek/pamuk	3				0,0568	
15/85 ipek/pamuk	3					0,0584
p değeri		1,000	1,000	0,117	1,000	1,000
Isıl soğurganlık						
Kumaş tipi	Ölçüm sayısı	$\alpha=0,5$ için alt grup				
		1	2	3		
45/55 yün/pamuk	3	128,03				
30/70 yün/pamuk	3			150,50		
%100 pamuk	3			152,43		
15/85 yün/pamuk	3			156,33		
45/55 ipek/pamuk	3					171,90
30/70 ipek/pamuk	3					176,93
15/85 ipek/pamuk	3					177,77
p değeri		1,000		0,459		0,456
Bağıl su buharı geçirgenliği						
Kumaş tipi	Ölçüm sayısı	$\alpha=0,5$ için alt grup				
		1	2	3		
45/55 yün/pamuk	3	48,16				
30/70 yün/pamuk	3	51,62				
15/85 yün/pamuk	3	54,29		54,29		
%100 pamuk	3	54,34		54,34		
30/70 ipek/pamuk	3			59,60		59,60
15/85 ipek/pamuk	3			60,88		60,88
45/55 ipek/pamuk	3					63,18
p değeri		0,089		0,064		0,329



Şekil 3. Kumaşların absorplama süresi ölçüm sonuçları

Kumaşların dikey ıslanma süresi ile absorplama süresi ölçüm sonuçları paralellik göstermiştir (Şekil 4). Emicilik özelliği yüksek olan 45/55 ipek/pamuk karışımli kumaş, en düşük dikey ıslanma süresi ile suyu hızlı bir şekilde transfer etmiştir. Absorplama süresi sonuçlarında olduğu gibi %100 pamuklu kumaş en yüksek ıslanma süreleri ile aktarım hızı oldukça düşüktür. Kumaş içerisinde ipek lifi oranı arttıkça kumaşların ıslanma süreleri azalmakta ve bu sayede su daha hızlı transfer edilebilmektedir.



Şekil 4. Kumaşların dikey kılcal ıslanma süresi ölçüm sonuçları

4. SONUÇ

Bu çalışmada farklı karışım oranlarında, farklı doğal liflerden üretilmiş süprem örme kumaşların iç giysilik olarak kullanımı araştırılmıştır. Bu amaçla Ne25 inceliğinde, α_c 3,8 büküm katsayısında farklı karışım oranlarında (45/55, 30/70, 15/85) yün/pamuk ve ipek/pamuk karışımli iplikler üretilmiştir. Bunun yanı sıra karşılaştırma yapabilmek için, %100 pamuk open-end ipliği de deney planına eklenmiştir. Üretilen iplikler süprem örgü yapısında kumaş formuna getirilmiş ve ısı konfor özellikleri incelenmiştir.

Soğuk hava koşullarında kullanılacak iç giysilerde yüksek ısı direnç özelliklerine sahip yün içerikli kumaşların kullanılması, yalıtım özelliğini artırmak için karışımdaki yün içeriğinin artması önerilmektedir. İpek karışımli kumaşların ise yüksek su buharı geçirgenliği, ısı soğurganlık ve su emicilik özellikleri ile

terlemenin yoğun olarak ortaya çıktığı yoğun aktivite koşulları için uygun olduğu düşünülmektedir.

Yün liflerinin maliyetinin yüksek olmasına rağmen kumaş içerisindeki yün lif oranı arttıkça kumaşların soğuğa karşı koruma özelliği iyileştirdiğinden özellikle insan hayatının söz konusu olduğu askeri giysilerde, dağcılık, kayak gibi spor dallarında tercih edilebileceği muhakkaktır.

Çalışma kapsamında kullanılan yün ve ipek liflerinin çevre dostu olmaları, %100 doğal ve ekolojik olmaları sayesinde yenilenebilir bu ürünlerin tavsiye edilen kullanım alanlarında öncelikli olarak tercih sebebi olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 15 MÜH 046). Ayrıca çalışmada emeği geçen öğrencilerimiz Derya Bilen, Oğuzhan Süzük, B. Koray Aksoy ve Bilge Bayram'a da teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Çaylı, G. ve Ölmez, F.N. (2017). Denizli İli Serinhisar İlçesi Üç Etekleri. ulakbilge, 5 (9), s.231-248.DOI: 10.7816/ulakbilge-05-09-11.
- Çavdaroglu, P.(2013), Dikişsiz Yuvarlak Örme Makinelerinde Üretilen İçlik Kumaşların Konfor Özellikleri (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Umbach, K. H., (1993) "Aspects of Clothing Physiology in the Development of Sportswear", Knitting Technique, 15 (3), 165-169.
- Shekar, R. I., Kasturiya, N., Raj, H., & Nigam, S. (2001). Influence of wool-synthetic fibre blends on thermal insulation.
- Nielsen, R., & Endrusick, T. L. (1990). Thermoregulatory responses to intermittent exercise are influenced by knit structure of underwear. European journal of applied physiology and occupational physiology, 60(1), 15-25.
- Bajzik, V., Hes, L., & Dolezal, I. (2016). Changes in thermal comfort properties of sports wear and underwear due to their wetting. Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR), 41(2), 161-166.
- Bartkowiak, G. (2010). Influence of Undergarment Structure on the Parameters of the Microclimate under Hermetic Protective Clothing. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 18(4), 81.
- Dolhan, P. A. (1982). Wicking Ability, Water Absorption, and Thermal Resistance of Several Thermal Undergarment Fabrics(No. Dreo-Tn-82-12). Defence Research Establishment Ottawa (Ontario).
- Rathinamoorthy, R. (2017). Moisture Management Characteristics of Knitted Casein Fabric. Indian Journal of Fibre & Textile Research, 42(4), 488-494.
- Czaplicki, Z., Mikołajczyk, Z., & Prazyńska, A. (2018). Analysis of Functional Properties of Knitted Fabrics Made of Alpaca Wool and Other Fibres. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 26(3), 129.

11. Chollakup, R., Shinoimeri, A., & Dréan, J. Y. (2004). Characteristics of Thai Hybrid Silk Fibres from different portions of the cocoon layer wastes: Feasibility in blending with cotton fibre. *Journal of Insect Biotechnology and Sericology*, 73(1), 39-45.
12. Chollakup, R., Sinoimeri, A., Osselin, J. F., Frydrych, R., & Dréan, J. Y. (2005). Silk Waste/Cotton Blended Yarns in Cotton Microspinning: Physical Properties and Fibre Arrangement of Blended Yarn. *Research Journal of Textile and Apparel*, 9(4), 57-69.
13. Chollakup, R., Suesat, J., & Ujgin, S. (2008, March). Effect of Blending Factors on Eri Silk and Cotton Blended Yarn and Fabric Characteristics. In *Macromolecular symposia Vol. 264, No. 1*, pp. 44-49.
14. Kumar, R., Chattopadhyay, R., & Sharma, I. C. (2001). Feasibility of spinning silk/silk blends on cotton system. *Textile Asia*, 32, 27-31.
15. Matsumoto, Y., Tsuchiya, I., Toriumi, K., & Harakawa, K. (1991). Silk/Cotton/Scoured Silk Core Twin Spun Yarns. *Textile Research Journal*, 61(3), 131-136.
16. Akbaş, E., & Çelik, P. (2016). İpek/Pamuk Karışımının Open-End Rotor İplik Eğirme Sisteminde Eğrilmesi Üzerine Bir Araştırma.
17. Üzümcü, M. B., & Kadoğlu, H. Eğirme Sistemi Ve Karışım Oranının İpek/Pamuk Karışım İpliklerinin Kalitesine Etkisi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 26 (3), 244-248. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/tekstilvekonfeksiyon/issue/23917/254921>
18. Van Amber, R. R., Niven, B. E., & Wilson, C. A. (2010). Effects of laundering and water temperature on the properties of silk and silk-blend knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 80(15), 1557-1568.)
19. Süpüren Mengüç, G., & Özdil, N. (2014). Özel Hayvansal Lifler. *Electronic Journal Of Vehicle Technologies/Tasit Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2).
20. Marmaralı, A., Dönmez Kretzschmar, S , Özdil, N , Gülsevin Oğlakcioğlu, N . (2006). Parameters That Affect Thermal Comfort Of Garment. *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 16 (4), 241-246. Retrieved From <http://Dergipark.Gov.Tr/Tekstilvekonfeksiyon /Issue/23625/251623>
21. Özdil N., Marmaralı A., Kretzschmar S. D. (2007). Effect of Yarn Properties on Thermal Comfort of Knitted Fabrics, *International Journal of Thermal Sciences*, 46, 1318-1322
22. Güneşoğlu S., Meriç B. ve Güneşoğlu C. (2005). Thermal Contact Properties of 2-Yarn Fleece Knitted Fabrics, *Fibres& Textiles*, Vol.13, No. 2 (46-50).
23. Verma, N., Grewal, N., & Bains, S. (2016). Evaluation of Comfort and Handle Behavior of Mulberry Silk Waste/Wool Blended Fabrics for End Use. *Journal of Natural Fibers*, 13(3), 277-288.
24. Negru, D., Buhu, L., Loghin, E., Dulgheriu, I., & Buhu, A. (2017). Absorption and Moisture Transfer Through Knitted Fabrics Made of Natural and Man-made Fibers. *Industria Textila*, 68(4), 269.
25. Oglakcioglu, N., Celik, P., Ute, T. B., Marmarali, A., & Kadoglu, H. (2009). Thermal comfort properties of angora rabbit/cotton fiber blended knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 79(10), 888-894.
26. Hillbrick, L.L., "Fibre Properties affecting the Softness of Wool and other Keratins", Ph.D. Thesis, November 2012, Deakin University, 253 pages. (<https://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30061578/hillbrick-fibreproperties-2013A.pdf>, Erişim tarihi: 20.11.2018).
27. Mangat, A. E., Hes, L., Bajzik, V., Mazari, A. (2018). Thermal Absorptivity Model of Knitted Rib Fabric and its Experimental Verification. *Autex Research Journal*, 18(1), 20-27. Bogusławska-Bączek M., Hes L., (2013), Effective Water Vapour Permeability of Wet Wool Fabric and Blended Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 21 1(97).
28. Gidik, H., Bedek, G., Dupont, D. (2016). Developing Thermophysical Sensors with Textile Auxiliary Wall, in *Smart Textiles and Their Applications* (Ed. Koncar V.), Woodhead Publishing, UK, 428.
29. Bogusławska-Bączek M., Hes L., (2013), Effective Water Vapour Permeability of Wet Wool Fabric and Blended Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 21 1(97).
30. Tang, K. M., Kan, C. ve Fan, J. (2014). Evaluation of water absorption and transport property of fabrics. 46(1), 1-132.
31. <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/875-wool-fibre-properties> (Erişim tarihi: 12.07.2018)