

## Hayvansal Lif Karışımli Kumaşların Isıl Tuşesi Üzerine Bir Araştırma

Seval UYANIK\*<sup>1</sup> ORCID 0000-0002-9513-5746

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adıyaman

Geliş tarihi: 03.08.2021

Kabul tarihi: 10.12.2021

Atıf şekli/ How to cite: UYANIK, S., (2021). Hayvansal Lif Karışımli Kumaşların Isıl Tuşesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(4), 861-868.

### Öz

Tekstil sektöründe çevreye duyarlı ürünlere talebin artması doğal liflere ve dolayısıyla hayvansal liflere olan ilgiyi artırmıştır. Ancak hayvansal lifler ihtiyacı karşılama oranlarının düşük olması sebebiyle oldukça pahalı olup tekstil sektöründe genellikle düşük oranlarda diğer liflerle karışım halde kullanılmaktadır. Giysi konforu, son yıllarda oldukça önemli bir kavram haline gelmiş ve konforu yüksek giysiler çok daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Kumaşların ısıl davranış özelliklerinin, giysi konforunu etkilediği bilinmektedir. Bu çalışmada hayvansal lif içeren kumaşların ısıl soğurganlık özelliklerinin yani dokunma yolu ile kullanıcıya verdiği sıcak veya soğuk hissini ifade eden ısıl tuşesinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları kumaşlarda ısıl soğurganlığın; ısıl iletkenlik, lif cinsi ve sıklık, gramaj, kalınlık gibi kumaş yapı parametrelerinden etkilendiğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Hayvansal lif, Viskon lifi, Giysi konforu, Isıl soğurganlık (termal efüzyon), Kumaş yapı parametreleri

### A Research on Thermal Effusivity of Blend Fabrics with Animal Fibers

#### Abstract

The increase in the demand for environmentally friendly products in the textile sector has enhanced the interest in natural fibers and therefore animal fibers. However, animal fibers are quite expensive due to their low rate of meeting the needs, and they are generally used in low ratios in the textile industry as a mixture with other fibers. Clothing comfort has become a very important concept in recent years and clothes with high comfort have begun to be preferred more and more. It is known that thermal behavior properties of fabrics affect clothing comfort. In this study, it is aimed to reveal the thermal absorptivity (thermal effusivity) properties of fabrics containing animal fiber, that is, the thermal touch, which expresses the warm or cold feeling it gives to the user by touch. The results of the study showed that the thermal effusivity of the fabrics is affected by thermal conductivity, fiber type and fabric structure parameters such as density, weight, and thickness.

**Keywords:** Animal fibers, Viscose fiber, Clothing comfort, Thermal absorptivity (thermal effusivity), Fabric structure parameters

---

\*Sorumlu (Corresponding author) yazar: Seval UYANIK, suyanik@adiyaman.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Tekstil sektörü kullanılan lifler açısından son derece zengin olup bitkisel ve hayvansal içerikli doğal lifler ile rejenere veya sentez yoluyla elde edilen yapay lifler olmak üzere birçok lif çeşidi bulunmaktadır.

Son yıllarda çevreye duyarlı ürünlere talebin artması doğal liflere olan ilgiyi artırmıştır. Ancak doğal liflerin kullanım oranı üretim kapasiteleriyle sınırlıdır ve bitkisel liflerle kıyaslandığında hayvansal liflerin ihtiyacı karşılama oranları oldukça düşüktür. Bu nedenle hayvansal lifler oldukça pahalı olup lüks lifler sınıfına girmektedir. Tekstil sektöründe de genellikle düşük oranlarda diğer liflerle karışım halde kullanımları yaygındır.

Hayvansal liflerin temel yapı taşı protein olup hafiflik, yumuşak tuşe, sıcak tutma, kolay ütülenebilirlik gibi olumlu özellikleri nedeniyle tercih edilirler [1].

Belli başlı hayvansal lifler; yün, ipek, tiftik kaşmir, angora ve deve soyu lifleri olup bunlardan ipek lifi salgı kökenli iken diğerleri deride meydana gelen liflerdir.

Giysi konforu, son yıllarda oldukça önemli bir kavram haline gelmiş ve konforu yüksek giysiler çok daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır.

Araştırmacılar tarafından giysi konforunun; vücudun termal dengesi ile yakından ilgili olduğu ve lif-iplik özellikleri, kumaş yapı parametreleri ve terbiye işlemlerinin ısı konfor özelliklerini etkileyen faktörler olduğu belirtilmiştir [2-11].

Hayvansal liflerin en önemli özelliklerinden ısı tutma yeteneği, ısı özellik olduğu için giysi konforu ile doğrudan ilişkilidir.

Üte ve arkadaşları [12] çalışmalarında doğal renkli pamuk ile angora tavşanı lifini karıştırarak elde ettikleri ipliklerle bir yüzü %100 renkli pamuk olan diğer yüzü ise doğal renkli pamuk/angora karışımı çift yüzü örme kumaşlar üretmişlerdir. Elde edilen ipliklerde tüylülük ve mukavemetin arttığını, düzgünlüğün azaldığını, diğer yandan

üretile kumaşlarda angora oranının artmasıyla su buharı geçirgenliğinin düştüğünü ve ancak yüksek ısı özellikleri nedeniyle angora oranı yüksek karışım ipliklerin tercih edilebileceğini belirtmişlerdir.

Üte ve arkadaşları [13] bir diğer çalışmalarında, farklı karışım oranlarında yün/pamuk ve ipek/pamuk karışımı ipliklerden üretilmiş süprem örme kumaşların iç giysilik olarak kullanımını konfor özellikleri açısından araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, kumaşlarda yün lif oranı arttıkça yalıtım özelliklerinin iyileştiğini, ipek karışımı kumaşların ise yüksek su buharı geçirgenliği, ısı soğurganlık ve su emicilik özellikleri ile terlemenin yoğun olarak ortaya çıktığı yoğun aktivite koşulları için uygun olduğunu ortaya koymuşlardır.

Oğlakçıoğlu ve arkadaşları [14] tarafından yapılan çalışmada, ring ve open-end iplik eğirme sistemleriyle üretilmiş pamuk/angora karışımı iplikler örülerek elde edilen süprem kumaşların ısı konfor özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçları karışımdaki angora miktarının artırılması ile ısı konfor özelliklerinin azaldığını, ring eğirme ile üretilen kumaşın tuşesinin ve ısı yalıtımının open-end eğirme ile üretilen kumaştan daha üstün olduğunu göstermiştir.

Mumcu ve arkadaşları [15] yaptıkları çalışma ile ring ve vortex eğirme sistemlerinde viskon lifi ile karışım halde yün ve kaşmir liflerini farklı oranlarda kullanmak suretiyle Ne 30 iplikler üretmiş ve bu ipliklerle üretilen kumaşların hava geçirgenliği ve boncuklanma direncini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları; iplik eğirme sistemi, lif tipi ve karışım oranlarının kumaş performansı üzerine önemli oranda etki ettiğini ortaya koymuştur.

Malzemelerin ısı konfor özelliklerinin değerlendirilmesinde ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık ölçümleri oldukça önemli yer tutmaktadır. Isı iletkenlik ( $\lambda$ ), birim kalınlıkta malzemenin, 1 Kelvin sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarı [9] iken ısı soğurganlık, malzemenin çevresi ile termal enerji alışverişi yapma yeteneğidir ve malzemelerin soğukluk veya

sıcaklık hissini ifade eden yarı kalitatif ölçümdür [16] (Eşitlik 1).

$$\text{Isıl soğurganlık (e)} = \sqrt{(\lambda \rho c_p)} \quad (1)$$

Formülde;

$\lambda$ - ısı iletkenlik

$\rho$ - yoğunluk

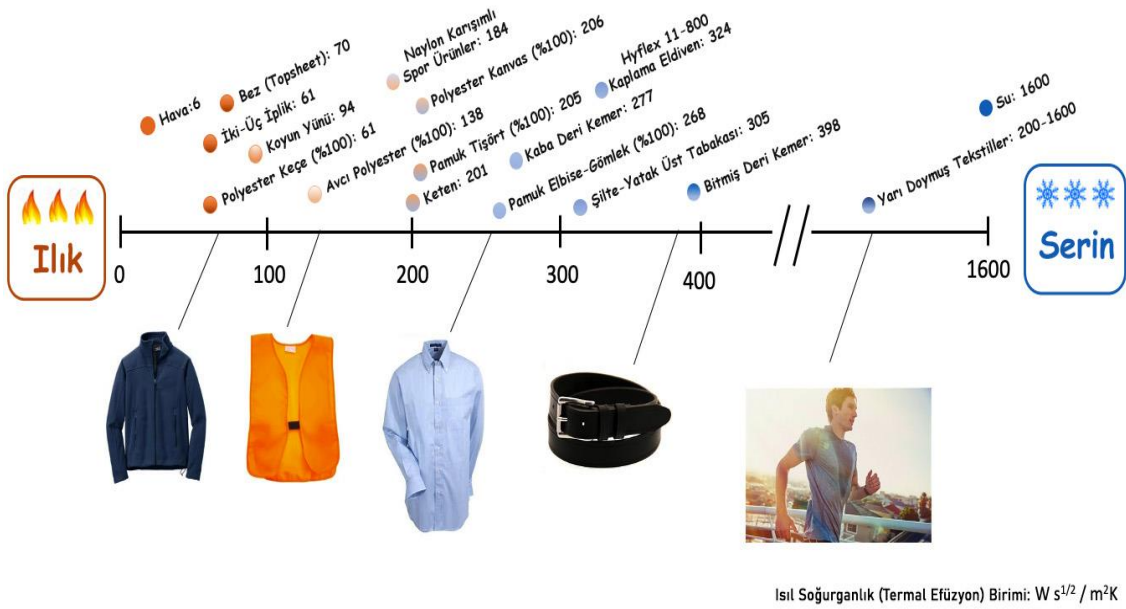
$c_p$ - özgül ısı kapasitesi

$\rho.c_p$ - hacimsel ısı kapasitesi

Isıl efüzyon, kullanım amacına uygun olarak tekstil malzemelerinin seçimi ve kalitesi açısından

dikkate alınması gereken ve nihai olarak ürün performansını etkileyen bir özellik olup düşük ısı efüzyona sahip malzemeler daha sıcak, daha yüksek ısı efüzyona sahip malzemeler daha soğuk hissedilir [17].

Çeşitli tekstil ürünlerinin efüzyon değerleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekle göre ısı soğurganlık değeri  $> 200 - 280 \text{ W s}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$  olan malzemeler 'soğuk' hissi, efüzyon değeri  $< 65 - 100 \text{ W s}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$  olan malzemeler ise 'ılık' hissi veren malzemeler olarak sınıflandırılmaktadır [17].



Şekil 1. Çeşitli tekstil ürünlerinde ısı soğurganlık değerleri [17]

Bu çalışma kapsamında ise önceki çalışmalardan farklı olarak hayvansal lif içeren karışım ipliklerle örülen süprem kumaşlarda ısı iletkenlik ve efüzyon (soğurganlık) özellikleri, hayvansal lif içermeyen süprem kumaş ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve hayvansal lif cinsi ve oranının belirtilen ısı özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Hayvansal lif içeren kumaşların ısı soğurganlık kapasitesinin yani dokunma yolu ile kullanıcıya verdiği sıcak veya soğuk hissini ifade eden ısı tuşe özelliğinin ortaya koyulması açısından mevcut

çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında ilk aşamada, ana lif olarak viskon (CV) ile hayvansal lif bileşeni olarak yün (WO) ve kaşmir lifleri (WS) kullanılmak suretiyle farklı karışım oranlarında Ne 30 numara iplikler Murata Vortex (MVS) eğirme sisteminde üretilmiştir. Çizelge 1'de elde edilen ipliklerin özellikleri verilmiştir.

## Hayvansal Lif Karışımı Kumaşların Isıl Tuşesi Üzerine Bir Araştırma

İkinci aşamada elde edilen iplikler Faycon CKM 01-S laboratuvar tipi, makine inceliği 18 iğne/inç (E18) olan yuvarlak örgü makinesinde örülmüştür. Örgü kumaşların yapısal özellikleri olan sıra-

çubuk sıklıkları, gramaj ve kalınlık değerleri sırasıyla ilgili standartlara [18-20] göre belirlenmiş olup kumaş numunelerinin yapısal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** İplik özellikleri

	Düzensizlik %CV	İnce yer -50%	Kalın yer +50%	Neps +200%	Tüylülük H	Uzama %	Mukavemet cN/tex
%100 CV	12,74	3,30	11,70	5,00	3,99	11,26	14,65
%90/10 CV/WO	13,91	20,00	25,60	38,10	4,37	9,10	12,01
%80/20 CV/WO	14,30	25,60	31,30	17,50	4,48	7,49	10,91
%90/10 CV/WS	13,52	14,40	11,30	10,00	4,33	9,00	12,18
%80/20 CV/WS	15,94	63,30	147,50	273,30	4,93	8,14	10,78

**Çizelge 2.** Yapısal kumaş özellikleri

Kumaş cinsi	İlmeğin sıra sayısı/cm (cpc)	İlmeğin çubuk sayısı/cm (wpc)	İlmeğin yoğunluğu* ilmeğin/cm <sup>2</sup>	Gramaj g/m <sup>2</sup>	Kalınlık mm
%100 CV	14,67	9,00	132,03	100,30	0,47
%90/10 CV/WO	16,50	9,00	148,50	107,13	0,48
%80/20 CV/WO	17,33	9,17	158,92	109,90	0,50
%90/10 CV/WS	16,10	9,00	144,90	101,92	0,53
%80/20 CV/WS	17,50	9,40	164,50	105,14	0,56

(\*İlmeğin yoğunluğu = cpc x wpc)

Elde edilen kumaşların ısı iletkenlik ve soğurganlık değerleri, C-Therm-TCI cihazı ile ASTM D7984-16 standardına göre [21] tespit edilmiştir. Her bir numune için 5'er ölçüm yapılmış ve sonuçların ortalama değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çalışma sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla SPSS 21 paket programı yardımıyla %95 güven aralığında ANOVA ve Pearson korelasyon testleri uygulanmıştır.



**Şekil 2.** C-Therm-TCI ısı iletkenlik-soğurganlık test cihazı

**Çizelge 3.** Kumaşların ısı soğurganlık ve iletkenlik sonuçları

	Isıl Soğurganlık W/(s/m <sup>2</sup> K)	Isıl İletkenlik (W/mK)	Ortam Sıcaklığı T (°C)	Delta T (°C)	V0 (mV)
%100 CV	24	0,040	20,73	1,47	2.450,03
%90/10 CV/WO	130	0,070	20,71	1,35	2.449,24
%80/20 CV/WO	131	0,070	20,89	1,35	2.449,70
%90/10 CV/WS	136	0,073	20,68	1,35	2.449,27
%80/20 CV/WS	128	0,070	21,01	1,35	2.449,74

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 3'te verilen grafikten ısı iletkenlik sonuçları incelendiğinde; saf viskon kumaşın ısı iletkenlik değerinin hayvansal lif içeren kumaşlardan düşük olduğu, diğer hayvansal lif içeren kumaşların ise aynı iletkenlik değerine sahip iken sadece %10 kaşmir içeren kumaşın biraz daha yüksek iletkenliğe sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4'te verilen ANOVA sonuçları ( $p_{wo}=0,296$ ;  $p_{ws}=0,126$ ) hayvansal liflerin ısı iletkenlik üzerinde fark yaratmadığını gösterirken Çizelge 5'te verilen Pearson korelasyon sonuçları ( $r=-0,697^{**}$ ) viskon oranı ile ısı iletkenlik arasında ters yönlü ve kuvvetli bir ilişki olduğunu, viskonun artmasıyla iletkenlik değerinin azaldığını ortaya koymuştur.

Kumaş yapısal parametreleri açısından ANOVA sonuçları ( $p=0,009$ ) ilmek yoğunluğunun ısı iletkenlik üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Pearson korelasyon sonuçları ( $r=0,561^*$ ;  $r=0,479^*$ ;  $r=0,431^*$ ) ilmek yoğunluğu, gramaj ve kalınlık parametreleri ile ısı iletkenlik arasında pozitif yönlü ve orta kuvvetli ilişkilerin olduğunu ve bu parametrelerin değerlerinin artmasıyla iletkenlik değerinin de arttığını ifade etmektedir.

Numune kumaşların ısı soğurganlık değerlerini içeren Şekil 4'te verilen grafiğe göre %100 viskon kumaş hayvansal lif içeren kumaşlardan çok daha düşük soğurganlık değerine sahipken %10 kaşmir lifi içeren kumaş diğer yün ve kaşmir liflerini içeren kumaşlardan biraz daha yüksek soğurganlık değerine sahiptir.

ANOVA sonuçlarına (Çizelge 4) göre viskon lifi ( $p=0,000$ ) ile kumaş yapı parametrelerinden ilmek yoğunluğu ( $p=0,011$ ), gramaj ( $p=0,002$ ) ve kumaş yoğunluğu ( $p=0,002$ ), ısı soğurganlık üzerinde etkili gözükmektedir.

Pearson korelasyon sonuçları da viskon lifi ( $r=-0,719^{**}$ ) ile ısı soğurganlık arasında kuvvetli ve ters yönlü bir ilişki olduğunu diğer taraftan ilmek yoğunluğu ( $r=0,564^{**}$ ), gramaj ( $r=0,513^{**}$ ) ve kalınlık ( $r=0,433^*$ ) ile ısı soğurganlık arasında

orta kuvvetli ve pozitif yönlü bir ilişki işaret etmektedir.

Malzemelerin ısı soğurganlığı, formül 1'de verilen eşitlikten görüldüğü üzere o malzemeye ait ısı iletkenlik, yoğunluk ve özgül ısı değerleriyle doğru orantılıdır. Şekil 3 ve 4 incelendiğinde ısı iletkenlik ve soğurganlık değerlerinin söz konusu ifadeyi destekler nitelikte olduğu ve iletkenlik arttıkça soğurganlığın da arttığı açıkça görülmektedir.

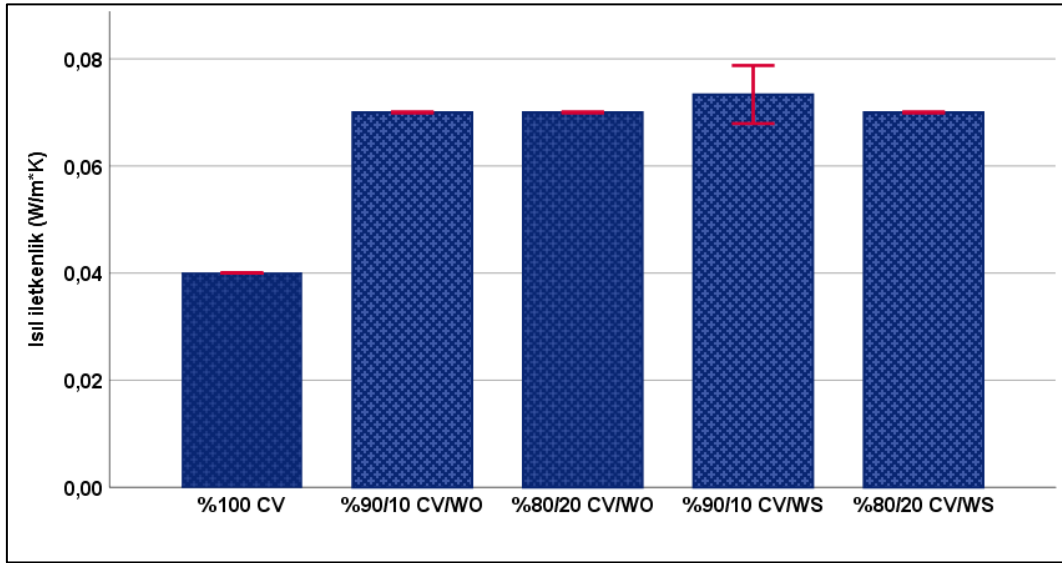
Özgül ısı değerlerinin pamuk lifinde 1,21 J/gK, rayon liflerinde (viskon, modal vb.) 1,26 J/gK, yün lifinde 1,36 J/gK ve ipek lifinde 1,38 J/gK olduğu bilinmektedir [3]. Buna göre hayvansal liflerin özgül ısı değerlerinin selülozik liflerinkinden daha yüksek olmasının bir sonucu olarak hayvansal lif içeren numune kumaşlarda %100 viskon kumaşa göre daha yüksek ısı soğurganlık değerleri gözlenmiştir.

Isı soğurganlığı etkileyen diğer bir parametre olan kumaş yoğunluğu, kumaş yapı özelliklerinin bileşimidir ve her bir yapısal özellik yoğunluğa ve dolayısıyla ısı soğurganlığa tesir etmektedir. İstatistiksel değerlendirmeler de ilmek yoğunluğu, gramaj ve kalınlık gibi yapısal parametrelerin ısı soğurganlığı etkilediğini ortaya koymuştur. Böylece kumaşta yoğunluk artışına neden olan sıklık (ilmek yoğunluğu), gramaj ve kalınlık değerlerindeki artış çalışma sonuçlarında görüldüğü gibi ısı soğurganlığın artmasını sağlamıştır.

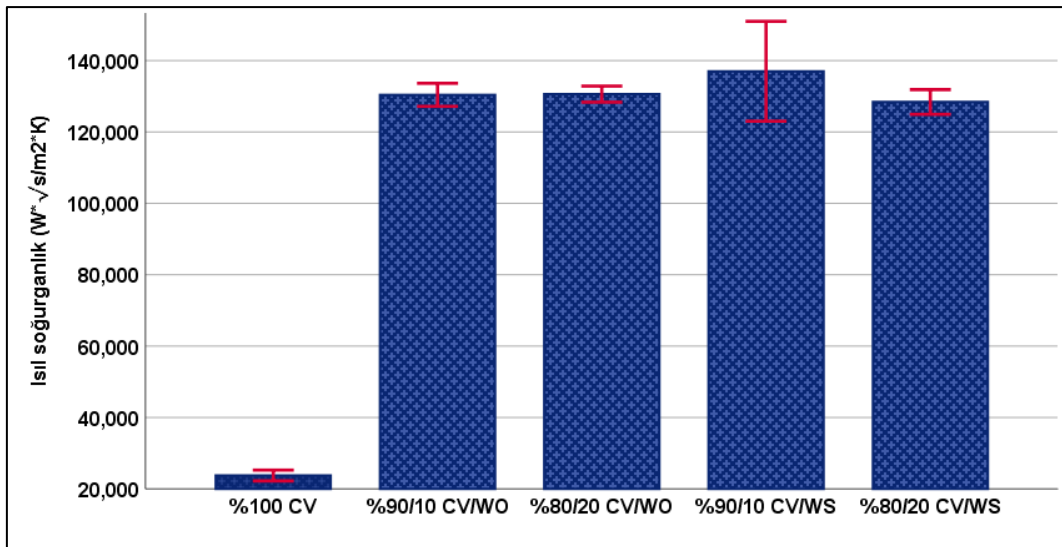
Dokunsal his yani malzemeye el ile temasta verdiği sıcak veya soğuk hissinin bir ifadesi olan ısı soğurganlık; kumaşın gözeneklilik, yüzey yapısı, temas yüzeyi ile de bağlantılıdır [22]. Numune kumaşların ısı soğurganlık ölçüm sonuçlarına göre Şekil 1 incelendiğinde %100 viskon kumaşın en düşük değer ile hayvansal lif içeren viskon kumaşlara göre sıcak hissi verdiği diğer tüm kumaşların ise birbirine yakın değerler ile ılık hissi verdiği görülmektedir. Şekil 1 açısından değerlendirmede %100 viskon kumaşın selülozik kökenli olması nedeniyle pamuk ve keten malzemelere yakın bir şekilde daha yüksek ısı soğurganlık değerlerine sahip olması beklenirken

çalışmada çok daha düşük değer gözlenmiştir. Bu durumun, %100 viskon kumaşın ilmek yoğunluğunun çok düşük olması ve bunun sonucu olarak gözenek yoğunluğunun yüksek olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Başka bir ifadeyle sıklığın düşük olması kumaş gözenekleri arasında hava varlığının daha fazla olmasını ve böylece ısı soğurgenlik değeri çok düşük olan havanın

(6  $W\sqrt{s}/m^2K$ ) bulunduğu viskon kumaşın soğurgenlik değerini düşürdüğü anlaşılmaktadır. Hayvansal lifler açısından ise yün ve kaşmir lifleri içeren kumaşların ısı soğurgenlik değerlerinin yakın olması, söz konusu liflerin ısı soğurgenlik açısından birbirlerinden pek farklı olmadığını göstermiştir.



Şekil 3. Numune kumaşların ısı iletkenlik sonuçları



Şekil 4. Numune kumaşların ısı soğurgenlik sonuçları

**Çizelge 4.** ANOVA sonuçları

Değişken	Isıl İletkenlik		Isıl Soğurganlık	
	F	Anlamlılık	F	Anlamlılık
CV	<b>217,556</b>	<b>0,000</b>	<b>396,180</b>	<b>0,000</b>
WO	0,936	0,407	1,286	0,296
WS	2,827	0,081	2,280	0,126
İlmek yoğunluğu	<b>4,683</b>	<b>0,009</b>	<b>4,495</b>	<b>0,011</b>
Gramaj	-	-	<b>432,724</b>	<b>0,002</b>
Kalınlık	1,217	0,369	1,354	0,304
Yoğunluk	-	-	<b>432,724</b>	<b>0,002</b>

**Çizelge 5.** Pearson korelasyon sonuçları

Faktör	Isıl İletkenlik	Isıl Soğurganlık
CV	-0,697**	-0,719**
WO	0,257	0,298
WS	0,363	0,342
İlmek yoğunluğu	0,561**	0,564**
Gramaj	0,479*	0,513**
Kalınlık	0,431*	0,433*
Yoğunluk	-0,188	-0,176

\*\* . Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-yönlü).

\* . Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-yönlü).

#### 4. SONUÇLAR

Çalışmada hayvansal lif içeren kumaşların termal efüzyon (ısıl soğurganlık) kapasitesinin yani dokunma yolu ile kullanıcıya verdiği sıcak veya soğuk hissini ifade eden ısıl tuşe özelliğinin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Çalışma sonuçları kumaşlarda ısıl soğurganlığın (termal efüzyon) ısıl iletkenlik, lif cinsi ve sıklık, gramaj, kalınlık gibi kumaş yapı parametrelerinden etkilendiğini kanıtlamıştır.

Özellikle kumaşa sıklığın veya gözenek yoğunluğunun bir ifadesi olan ilmek yoğunluğunun düşük olması durumunda gözeneklerde artan hava yoğunluğunun etkisiyle daha düşük ısıl soğurganlık ortaya çıkmıştır. Neticede düşük sıklığa sahip %100 viskon kumaşın daha düşük ısıl soğurganlık değeri ile hayvansal lif içeren viskon kumaşlara göre daha ılık dokunma hissi verdiği, yün ve kaşmir lifleri arasında ise ısıl tuşe açısından fark olmadığı belirlenmiştir.

#### 5. TEŞEKKÜR

Çalışma kapsamında iplik ve kumaş numunelerinin üretilmesini gerçekleştiren KARAFİBER HOLDİNG'e ve termal testlerin yapılmasında destek veren Liberec Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Fakültesi'nden Ladislav Nagy'ye teşekkürlerimi sunarım.

#### 6. KAYNAKLAR

1. Mengüç, S.G., 2012. Bazı Özel Hayvansal Liflerden Elde Edilen İpliklerden Üretilen Kumaşların Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. İzmir, Bornova: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 312.
2. Li, Y., 2001. The Science of Clothing Comfort. Textile Progress, 31(1/2), 64-77.
3. Marmaralı, A., Dönmez Kretzschmar, S., Özdil, N., Gülsevin Oğlakçoğlu, N., 2006. Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler. Tekstil ve Konfeksiyon, 16(4), 241-246.
4. Oglakcioglu, N., Marmaralı, A., 2007. Thermal Comfort Properties of Some Knitted Structures,

- Fibres & Textiles in Eastern Europe, 15(5-6), 64-65.
5. Öner, E., Okur, A., 2010. Materyal, Üretim Teknolojisi ve Kumaş Yapısının Termal Konfora Etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 17(80), 20-29.
  6. Majumdar, A., Mukhopadhyay, S., Yadav, R., 2010. Thermal Properties of Knitted Fabrics Made from Cotton and Regenerated Bamboo Cellulosic Fibres. *International Journal of Thermal Sciences*, 49(10), 2042-2048.
  7. Bilgi, M., Kalaoglu, F., 2010. The Effects of Special Finishing Processes on the Performance and Comfort of the Military Garments. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(4), 343-347.
  8. Ertekin, G., Marmaralı, A., 2011. Yuvarlak Örme Sandviç Kumaşların Isı, Hava ve Su Buharı Transfer Özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21(4), 369-373.
  9. Sampath, M.B., Aruputharaj, A., Senthilkumar, M., Nalankilli, G., 2012. Analysis of Thermal Comfort Characteristics of Moisture Management Finished Knitted Fabrics Made from Different Yarns. *Journal of Industrial Textiles*, 42(1), 19-33.
  10. Gorjanc, D.S., Dimitrovski, K., Bizjak, M., 2012. Thermal and Water Vapour Resistance of the Elastic and Conventional Cotton Fabrics. *Textile Research Journal*, 82(14), 1498-1506.
  11. Uyanık, S., Kaynak, H.K., 2019. Pamuklu Elastan Süprem Kumaşlarda Konfor ve Boncuklanma Özellikleri. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik, Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(1), 13-22.
  12. Üte, T.B., Oğlakçioğlu, N., Çelik, P., Marmaralı, A., Kadoğlu, H., 2008. Doğal Renkli Pamuk/Angora Tavşan Lifi Karışımından Üretilen İpliklerin Özellikleri ve Örme Kumaşların Isıl Konforuna Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 18(3), 191-196.
  13. Üte, T.B., Çelik, P., Kadoğlu, H., Üzümcü, M.B., Ertekin, G., Marmaralı, A., 2018. Farklı Doğal Liflerin İç Giysilerde Kullanımının Konfor Özellikleri Açısından Araştırılması. *Tekstil ve Mühendis*, 25(112), 335-343.
  14. Oglakcioglu, N., Celik, P., Ute, T.B., Marmarali, A., 2009. Thermal Comfort Properties of Angora Rabbit/cotton Fiber Blended Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*, 79(10), 888-894.
  15. Mumcu, H.S., Çakır, G., Yayla, O., Gül, F., Tektunalı, S., Nohut, S., 2019. Hayvansal Lifler Kullanılarak Oluşturulan Kumaşların Performans Özelliklerinin İncelenmesi. *Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi-UÇTEK'2019 26-27 Eylül 2019, Adana, TÜRKİYE*
  16. [https://tr.esc.wiki/wiki/Thermal\\_inertia](https://tr.esc.wiki/wiki/Thermal_inertia), Erişim tarihi: 02.07.2021.
  17. <https://ctherm.com/products/tx-thermal-effusivity-touch-tester/>, Erişim tarihi: 12.08.2021.
  18. TS EN 14971: 2013. *Tekstil-Örülmiş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alan Başına Örgü İlmeği Sayısının Tayini*.
  19. TS EN 12127: 1999. *Tekstil-Kumaşlar-Küçük Numuneler Kullanarak Birim Alan Başına Kütlelerin Tayini*.
  20. TS 7128 EN ISO 5084: 1998. *Tekstil-Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini*.
  21. ASTM D7984-16 Standard Test Method for Measurement of Thermal Effusivity of Fabrics Using a Modified Transient Plane Source (MTPS) Instrument.
  22. 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.