

ELASTANLI SÜPREM KUMAŞLARDA TERMAL EFÜZYON VE İLETKENLİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ELASTAN ORANININ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Seval UYANIK*

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adıyaman, 02040, Türkiye

Geliş Tarihi/Received Date: 05.07.2021 Kabul Tarihi/Accepted Date: 08.09.2021 DOI: 10.54365/adyumbd.962657

ÖZET

Kumaşta elastik iplik kullanımı, kumaşta yapısal parametreleri ve bu parametrelere bağlı olarak değişen gözenekliliği doğrudan etkilediği için termal konfor ve dolayısıyla giysi konforu üzerinde oldukça etken bir faktördür. Isıl tuşe; yatak tekstilleri, otomotiv ve kumaş-giyim sektörleri için malzeme seçimi ve kalite kontrolünde kritik bir performans özelliğidir ve sıcak veya soğuk olsun malzemelerin dokunulduğunda nasıl hissettirdiğini belirler. Bu çalışmada farklı elastan oranlarına sahip düz örgü (süprem) kumaşların termal iletkenlik ve efüzyon özellikleri, elastan içermeyen süprem kumaş ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve elastan oranının bu özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları, elastan oranı arttıkça süprem kumaşlarda termal iletkenlik ve termal efüzyon değerlerinin arttığını; ısıl tuşe açısından ise pamuk hammaddeli elastansız ve/veya elastanlı süprem kumaşların soğuk hissi veren malzeme aralığına yakın olduğunu ve elastan oranı artışıyla soğuk hissinin de arttığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yuvarlak örme kumaş, Süprem (düz örgü), Elastan oranı, Termal Efüzyon (ısıl tuşe), Termal iletkenlik

RESEARCHING OF THE EFFECTS OF ELASTANE RATIO ON THE THERMAL EFFUSIVITY AND CONDUCTIVITY PROPERTIES IN PLAIN KNIT FABRICS WITH ELASTANE

ABSTRACT

The use of elastic yarn in fabric directly affects the structural parameters of the fabric and the porosity that changes depending on these parameters, it is a very effective factor on thermal comfort and therefore clothing comfort. Thermal touch; it is a critical performance characteristic in material selection and quality control for the bedding, automotive and fabric-apparel industries and determines how materials feel to the touch, whether hot or cold. In this study, the thermal conductivity and effusivity properties of plain knit (jersey) fabrics with different elastane ratios were compared with the single jersey fabric without elastane, and it was aimed to determine the effects of elastane ratio on these properties. The results of the study showed that as the elastane ratio increases, thermal conductivity and thermal effusion values increase in single jersey fabrics; in terms of thermal touch, single jersey fabrics with cotton raw material without elastane and/or with elastane are close to the range of materials that give a cold feel, and the cold feel increases with the increase in the elastane ratio.

Keywords: Circular knitted fabric, Plain knit (jersey), Elastane ratio, Thermal effusivity (thermal touch), Thermal conductivity,

* e-mail: suyanik@adiyaman.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9513-5746> (Sorumlu Yazar),

1. Giriş

Örme kumaşlar, dokuma kumaşlara göre daha esnek ve gevşek yapıda olup kullanıcılara verdiği rahatlık hissiyle özellikle pandemi döneminde çok daha fazla tercih edilen ürünler haline gelmiştir. Söz konusu rahatlık hissi giysi konforu olarak adlandırılmakta olup giysi konforunu etkileyen faktörler birçok çalışma ile araştırılmış ve araştırılmaya da devam etmektedir.

Giysi konforunu etkileyen faktörlerin başında kumaşın geçirgenlik özelliklerinin gelmekte olduğu ve geçirgenlik özelliklerinin de sıklık, kalınlık ve gramaj gibi kumaşın yapısal parametrelerinden etkilendiği bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur [1-7].

Ayrıca giysi konforunun; vücudun termal dengesi ile yakından ilgili olduğunu gösteren ve termal (ısı) konfor özelliklerini etkileyen faktörlerin lif-iplik özellikleri, kumaş yapısı ve terbiye işlemleri olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [8-15].

Isıl konfor kavramının ön plana çıktığı, Dönmez ve arkadaşları [9] tarafından yapılan detaylı çalışmada; ısı konforunun, giysilerin ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile ilgili olduğu ve bu açıdan konforlu giysilerin vücudun ısı (sıcaklık ve nem) dengesini korudukları, farklı çevre koşulları ve aktivitelere bağlı olarak vücut ile çevresi arasında optimum ısı ve nem geçişini sağladıkları, ısı konforu etkileyen ana faktörlerin çevre, insan ve giysi parametreleri olduğu ve giysi parametrelerinin lif tipi, iplik konstrüksiyonu, örgü yapısı, kumaş kalınlığı, giysi bileşenlerinden oluştuğu ifade edilmiştir.

Öner ve Okur da [11] yaptıkları çalışmada konforun, en önemli bileşenlerinden birinin termal konfor olduğunu, kumaşın ısı ve nem iletim özellikleri ile insan vücut yüzeyinden çevreye ısı ve nem iletim yeteneğinin giysinin termal konforunun belirlenmesinde en önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir.

Kumaşların elastikiyetini artırmak, gerilme sonrası eski haline dönebilmesini sağlamak ve kullanım ömrü süresince giysiden en iyi performansı elde etmek amacıyla elastan olarak bilinen elastik iplikler örme kumaşlarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Kumaşta elastik iplik kullanımı, kumaşta yapısal parametreleri ve bu parametrelere bağlı olarak değişen gözenekliliği doğrudan etkilediği için giysi konforu üzerinde oldukça etken bir faktördür.

Giysi konforu ile ilgili olarak elastik iplikli örme kumaşlar üzerine Gorjanc ve arkadaşları [16] ile Marmaralı ve arkadaşları [17] tarafından yapılan çalışmalarda, elastan ilave edilen kumaşlarda sıklığın arttığı ve böylece su buharı geçirgenlik değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir.

Ertekin ve arkadaşları [18] yaptıkları çalışmada, farklı elastan iplik numarası ve elastan besleme oranıyla üretilmiş örme kumaşların fiziksel, mukavemet ve ısı konfor özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonuçları, daha kalın elastan numarası ya da yüksek elastan oranıyla örülen kumaşların yapısal özellikler açısından yüksek gramaj ve kalınlığa, ısı konfor özellikleri açısından ise kalın elastan iplik numarası ile tam elastanlı yapıda örülmüş kumaşların daha yüksek ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerlerine sahip olduğunu, daha düşük hava ve su buharı geçirgenliği sağladığını göstermiştir.

Farklı ilmek uzunluğu ve elastan oranı içeren süprem örme kumaşlarda termal konfor özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği başka bir çalışmada Khalil ve arkadaşları [19] likra (elastan) durumunun ısı iletkenlik ve hava geçirgenliği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve ısı direnç, emicilik ve RWVP üzerinde ise önemsiz bir etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Uyanık ve Kaynak [20-21] çalışmalarında farklı elastan oranlarına sahip süprem kumaşların yapısal, boyutsal, estetik, konfor ve boncuklanma direnci özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemişler ve elastan içeriğinin süprem kumaşları daha sık, ağır ve kalın hale getirdiğini; boy çekme, verevlik ve may dönme oranlarını oldukça azalttığını, boncuklanmaya karşı direnci artırdığını ve giyside konforu azalttığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak elastan oranları değişen süprem kumaşların termal

özellikleri, termal iletkenlik ve termal efüzyon yeteneği temelinde incelenmiştir.

Termal (ısı) iletkenlik (λ), bir materyalden, birim kalınlıkta, 1°K (Kelvin) sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsü olup malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir [9].

Termal efüzyon (ısı atalet ya da termal duyarlılık) yeteneği, malzemenin çevresi ile termal enerji alışverişini yapma kabiliyetini gösterir ve uygulamada malzemelerin soğukluk veya sıcaklık hissini yarı kalitatif ölçümüdür [22].

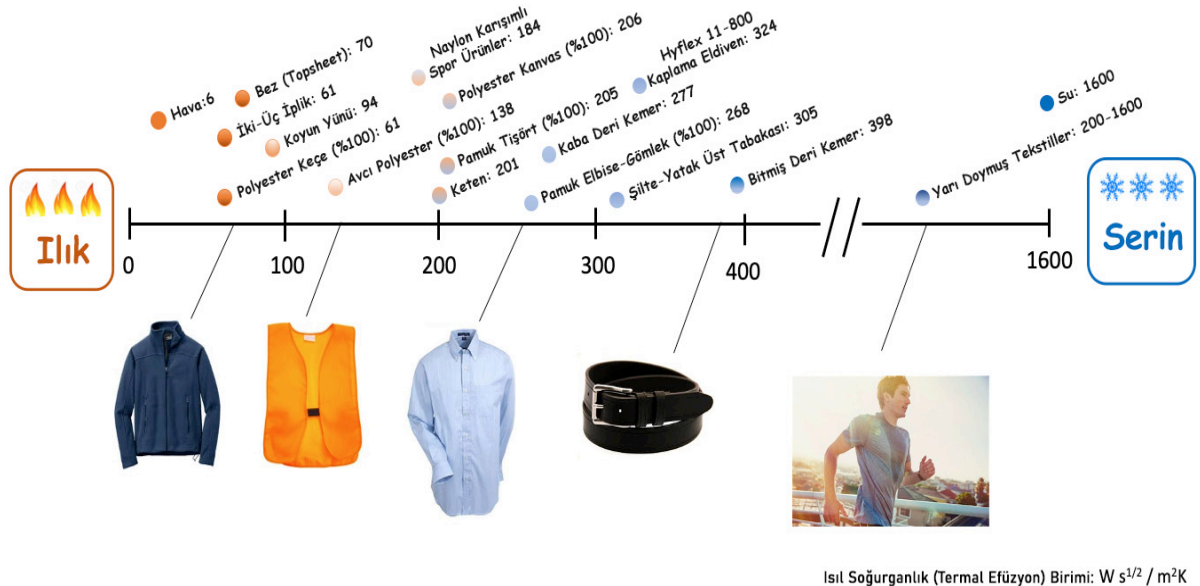
$$\text{efüzyon } (e) = \sqrt{(\lambda\rho c_p)} \quad (1)$$

Formülde; λ termal iletkenlik, ρ yoğunluk ve c_p özgül ısı kapasitesini gösterir ve ρ ile c_p hacimsel ısı kapasitesi olarak bilinir.

Isıl tuşe; yatak tekstilleri, otomotiv ve kumaş-giyim sektörleri için malzeme seçimi ve kalite kontrolünde kritik bir performans özelliğidir. Termal efüzyon, sıcak veya soğuk olsun malzemelerin dokunulduğunda nasıl hissettirdiğini belirler ve ürün performansını iyileştirmek isteyen endüstriler için oldukça kolaylık sağlar [23].

Düşük termal efüzyona sahip malzemeler daha sıcak, daha yüksek termal efüzyona sahip malzemeler daha soğuk hissedilir. Malzemelerin termal performansları ve dokunma özellikleri için test edilmesi; aktif giyim, çocuk bezleri, denim ve kişisel koruyucu giysiler dahil olmak üzere geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir [23].

Genel olarak birçok bilinen giyim markası tarafından termal efüzyon 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 (Şekil 1).



Şekil 1. Çeşitli tekstil ürünlerinde termal efüzyon değerleri [23]

Mevcut çalışma ile farklı elastan oranlarına sahip düz örgü (süprem) kumaşların termal iletkenlik ve efüzyon özellikleri, elastan içermeyen süprem kumaş ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve elastan

oranının bu özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma süprem kumaşlarda pratikte uygulanan tüm elastan oranlarının, termal tuşe üzerine veya başka bir ifadeyle dokunma ile sıcak-soğuk hissi üzerine etkilerinin ortaya konulması açısından önceki çalışmalardan farklı olup bu yönüyle literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

2. Materyal ve Metod

Çalışma kapsamında 1 adet elastansız ve farklı besleme oranları ile 3 adet elastanlı düz örme veya bilinen adıyla elastanlı süprem kumaşlar, yuvarlak örgü makinesinde üretilmiştir. Elde edilen kumaşların üretim parametreleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Kumaş üretim parametreleri

Makine tipi	Mayer-Relanit açık en
Makine çapı (pus)	32 inç
Makine inceliği (E)	28 iğne/inç
Makine hızı	25 d/dk
İplik cinsi ve numarası	Ne 30/1 penye ring pamuk ipliği
Elastan cinsi ve numarası	40 denye likra
Terbiye işlemleri	Ön terbiye - Ağartma

Üretim sonrası mamul kumaşlara standart atmosfer koşullarında ilgili standartlara [24-26] göre sıklık, gramaj ve kalınlık testleri uygulanarak yapısal özellikleri belirlenmiştir. Üretilen kumaşların yapısal parametreleri ve diğer özellikleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Kumaş yapı özellikleri

Kumaş cinsi	İlmeç iplik uzunluğu (lfa) mm		İlmeç sıra sayısı/cm (cpc)	İlmeç çubuk sayısı/cm (wpc)	İlmeç yoğunluğu /cm ²	Gramaj g/m ²	Kalınlık mm	İğne diyagramı	Görünüm
	Pamuk ipliği	Elastan							
Düz örgü (süprem)	3.2	-	14.2	13.4	190.28	126.53	0.48		
1x1 elastanlı süprem	3.2	1.2	19.5	14.5	282.75	205.92	0.69		
2x1 elastanlı süprem	3.2	1.2	21.1	14.9	314.39	223.18	0.70		
Tam dolu elastanlı süprem	3.2	1.2	27.2	15.2	413.44	301.70	0.80		

Kumaşların termal efüzyon ve iletkenlik özellikleri ise ASTM D7984-16 standardına [27] göre C-Therm-TCI marka (Şekil 2) termal iletkenlik cihazında MTPS (Modified Transient Plane Source) sensörü kullanılarak her bir numune için 5'er ölçüm yapılmak suretiyle tespit edilmiştir. Cihazdan elde edilen test sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 2. C-Therm-TCI termal iletkenlik-efüzyon test cihazı

Çizelge 3. Kumaşların termal efüzyon ve iletkenlik değerleri

	Efüzyon $\frac{W \cdot \sqrt{s}}{(m^2) \cdot K}$	İletkenlik (W/mK)	Ortam sıcaklığı (°C)	Delta T (°C)	V0 (mV)
Düz örgü (süprem)	186	0,090	19,91	1,30	2.449,32
1x1 elastanlı süprem	203	0,100	19,90	1,29	2.449,26
2x1 elastanlı süprem	189	0,090	20,14	1,30	2.448,94
Tam dolu elastanlı süprem	234	0,110	20,49	1,26	2.448,23

Termal efüzyon birimi $Ws^{1/2}/m^2K$ olup termal iletkenlik, yoğunluk ve özgül ısı kapasitesinin çarpımının karekökünün bir ölçümüdür:

- Termal iletkenlik (W/mK veya watt/metre-Kelvin)
- Yoğunluk (kg/m^3 veya metreküp başına kilogram)
- Isı kapasitesi (J/kgK veya Joule / Kilogram / Kelvin)

Cihazda **Delta T** ölçüm sırasında sensör yüzeyindeki sıcaklık artışını, **V0** ölçüm başlangıcındaki başlangıç voltajını ifade eder.

Test sonuçlarının istatistiksel olarak yorumlanması için SPSS 25 paket programı kullanılmış ve %95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (One-WayANOVA) ve Pearson korelasyon testleri yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde elastan oranı ve kumaş yapısal parametreleri faktör olarak alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Termal efüzyon-iletkenlik ölçüm cihazı ile elde edilen sonuçlar, grafiksel ve istatistiksel (Çizelge 4-5) olarak termal iletkenlik ve termal efüzyon başlıkları altında incelenmiştir.

Çizelge 4. One-Way ANOVA sonuçları

Değişkenler	F	Sig.
Termal iletkenlik	27,212	,000
Termal efüzyon	115,500	,000

Çizelge 5. Pearson korelasyon sonuçları

Faktör	Termal İletkenlik	Termal Efüzyon
Elastan oranı	,516*	,625**
cpc	,670**	,787**
wpc	,483*	,576**
İlmek yoğunluğu	,651**	,768**
Gramaj	,669**	,779**
Kalınlık	,613**	,691**

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

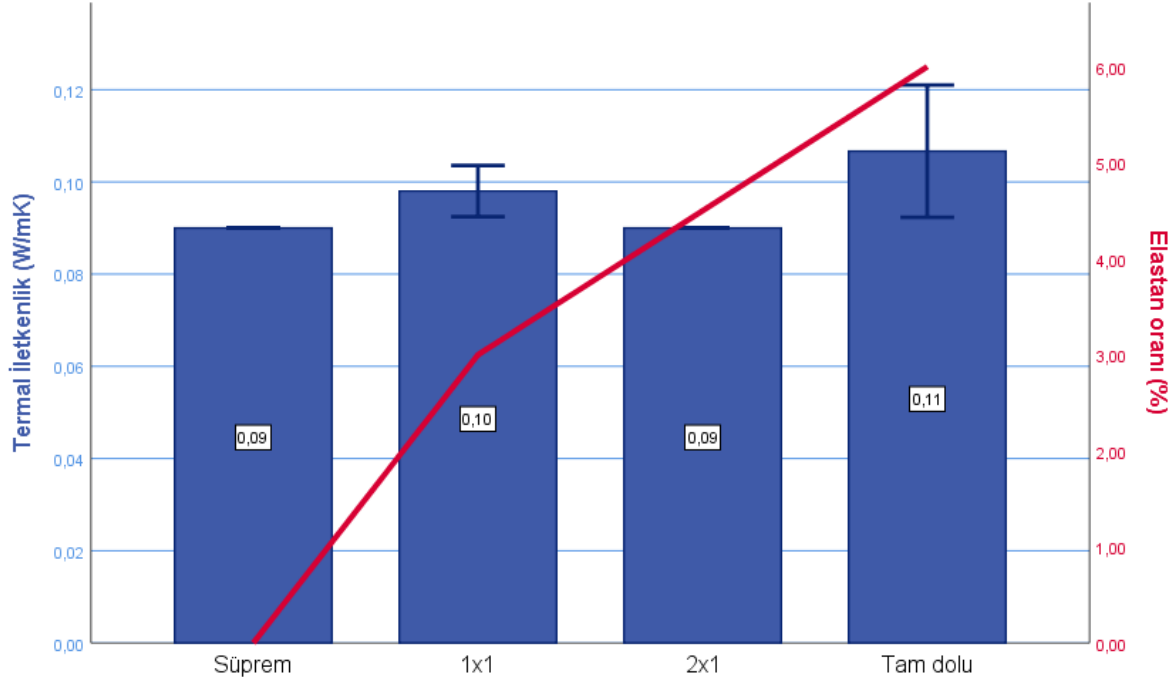
** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

3.1. Termal (Isıl) İletkenlik

Şekil 3'te verilen termal iletkenlik sonuçları incelendiğinde elastansız süprem ve 2x1 elastanlı süpremde iletkenlik değerlerinin aynı olduğu, 1x1 elastanlı süpremde biraz daha yüksek iken tam dolu elastanlı süpremde çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4'te verilen ANOVA sonuçları ,000 p değeri ile elastan oranının termal iletkenlik üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Elastan oranı ile termal iletkenlik ve kumaş yapısal özellikleri ile termal iletkenlik arasındaki ilişkilerin yönünü ve kuvvetini ortaya koymak için yapılan korelasyon test sonuçlarına (Çizelge 5) göre tüm faktörler ile termal iletkenlik arasında pozitif yönlü ve kuvvetli ilişkiler bulunmaktadır. Ancak faktörlerden elastan oranı ve ilmek çubuk sayısının (wpc) termal iletkenlik üzerine etkileri, diğer faktörlerin etkileriyle kıyaslandığında biraz daha düşüktür.

Bu sonuçlar dikkate alındığında elastan oranı ile kumaş yapısal özellikleri olan sıklık (cpc, wpc, ilmek yoğunluğu), gramaj ve kalınlık değerlerindeki artışın kumaşların termal iletkenlik değerlerini artırdığı söylenebilmektedir.



Şekil 3. Termal iletkenlik sonuçları

3.2. Termal (Isıl) Efüzyon

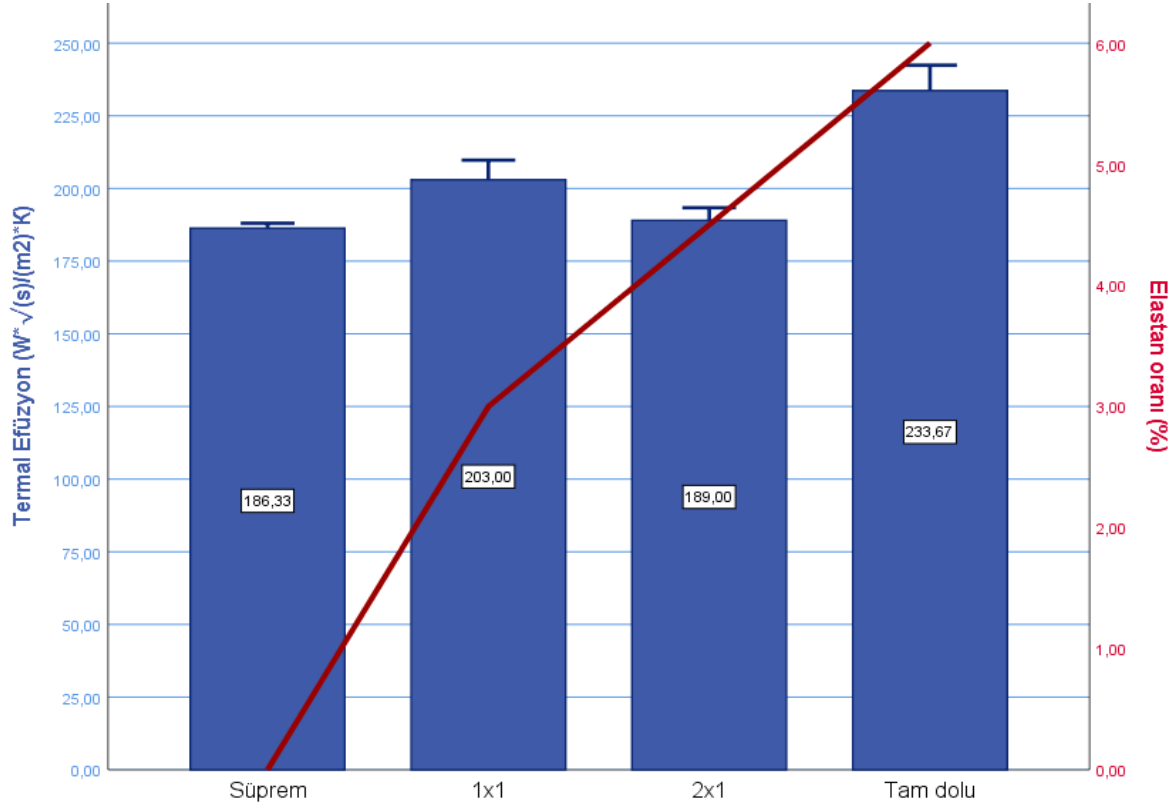
Termal efüzyon sonuçlarını gösteren grafik (Şekil 4) incelendiğinde termal iletkenlikte olduğu gibi elastansız süprem ve 2x1 elastanlı süprem kumaşlarda efüzyon değerlerinin birbirine çok yakın olduğu, 1x1 elastanlı süpreme daha yüksek ve tam dolu elastanlı süpreme ise belirgin derecede daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Çizelge 4'te görülen ANOVA sonuçları ,000 p değeri ile elastan oranının termal efüzyon üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğunu göstermekle birlikte aynı zamanda F değerleri açısından termal efüzyon F değeri olan 115,500 ile termal iletkenlik F değeri olan 27,212 değerleri karşılaştırıldığında termal efüzyon F değerinin çok daha yüksek olması, elastan oranının termal efüzyon üzerinde iletkenliğe oranla çok daha fazla anlamlı etkiye sahip olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 5'te verilen korelasyon test sonuçları da elastan oranı ile kumaş yapısal özellikleri olan sıklık, gramaj ve kalınlık değerlerindeki artışın, termal efüzyonu pozitif yönlü olarak kuvvetli şekilde artırdığını ortaya koymaktadır. Termal iletkenlikte gözlemlendiği gibi elastan oranı ve ilmek çubuk sayısının (wpc) ve ilave olarak kalınlığın termal efüzyon üzerine etkileri, diğer faktörlerin etkilerine oranla biraz daha düşük kalmıştır.

Yukarıda belirtilen yorumlamalar gözönüne alındığında elastan oranı ile sıklık (cpc, wpc, ilmek yoğunluğu), gramaj ve kalınlık gibi kumaş yapısal özellikleri değerlerindeki artışların, kumaşların termal efüzyon değerlerini artırdığı anlaşılmaktadır.

Şekil 1'de verilen ve tekstil malzemelerinin efüzyon değerleri gösteren resim incelendiğinde, elastansız ve elastanlı süprem kumaşların soğuk hissi veren malzeme aralığına yakın olduğu ve elastan oranı artışıyla kumaşın soğuk hissi verme oranının da arttığı gözlenmiştir.



Şekil 4. Termal efüzyon sonuçları

4. Sonuçlar

Bu çalışmada yuvarlak örgü makinesinde üretilen elastan içermeyen ve farklı oranlarda elastan içeren düz örgü (süprem) kumaşların termal (ısı) iletkenlik ve termal (ısı) efüzyon özellikleri üzerine elastan oranının etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçları elastan oranı arttıkça süprem kumaşlarda termal iletkenlik ve termal efüzyon değerlerinin arttığını açıkça ortaya koymuştur. Aynı zamanda efüzyon değeri, malzemenin ısıl tuşesini yani temas yolu ile yüzeylerin sıcak-soğuk hissi verme durumunu ifade eden bir değer olup bu açıdan değerlendirmede ise test sonuçları, pamuk hammaddeli elastansız ve elastanlı süprem kumaşların soğuk hissi veren malzeme aralığına yakın olduğunu ve elastan oranı artışıyla soğuk hissini de arttığını göstermiştir. Sonuç olarak, tekstil malzeme ve yüzeylerinin termal iletkenlik ve efüzyon özellikleri, daha önceki çalışmalarda da belirtildiği üzere giysilerde termal konfor açısından önemlidir ve konforu yüksek kumaşların üretiminde mutlaka gözönünde bulundurulması gerekmektedir.

İleriki çalışmalarda viskon, modal, polyester, naylon, akrilik vb. farklı liflerle, farklı numaralarda elastan iplikler kullanılarak süprem ve/veya diğer örgü türlerinde elde edilecek kumaşların termal efüzyon özelliklerinin araştırılması literatüre ve ticari ürünlerin giysi konforunun geliştirilmesine katkı sağlayacağı için önerilir.

Teşekkür

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

Kaynaklar

- [1] Yoon HN, Buckley A. Improved comfort polyester, Part I: Transport properties and thermal comfort of polyester/cotton blend fabrics. *Textile Research Journal* 1984; 54 (5): 289-298.
- [2] Milenkovic L, Skundric P, Sokolovic R, Nikolic T. Comfort properties of defence protective clothing. *The Scientific Journal Facta Universitatis* 1999; 1(4):101-106.
- [3] Havenith G. The interaction of clothing and thermoregulation. *Exogenous Dermatology* 2002; 1(5): 221-230.
- [4] Turan B, Okur A. Kumaşlarda hava geçirgenliği. *Tekstil ve Mühendis* 2008; 72: 17-25.
- [5] Punna T, Amsamani S. Investigations on moisture transmission characteristics of blended single jersey fabrics. *Journal of Textile and Apparel* 2012; 7(4): 1-17.
- [6] Uyanık S, Duru Baykal P. Vortex örme kumaşların hava geçirgenliği üzerine lif cinsi, karışım oranı ve kumaş sıklığının etkileri. 4.Uluslararası Lif ve Polimer Araştırmaları Sempozyumu 2018;69-72.
- [7] Demiröz Gün A, Bodur A. Kumaşların su buharı geçirgenliği. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2014; 8(3): 20-34.
- [8] Li Y. The science of clothing comfort. *Textile Progress* 2001; 31(1/2): 64-77.
- [9] Marmaralı A, Dönmez Kretzschmar S, Özdil N, Gülsevin Oğlakcioğlu N. Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler. *Tekstil ve Konfeksiyon* 2006; 4: 241-246.
- [10] Oğlakcioğlu N, Marmaralı A. Thermal comfort properties of some knitted structures. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2007; 15(5-6): 64-65.
- [11] Öner E, Okur A. Materyal, üretim teknolojisi ve kumaş yapısının termal konfora etkileri. *Tekstil ve Mühendis* 2010; 17(80): 20-29.
- [12] Majumdar A, Mukhopadhyay S, Yadav R. Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres. *International Journal of Thermal Sciences* 2010; 49(10): 2042-2048.
- [13] Bilgi M, Kalaoğlu F. The effects of special finishing processes on the performance and comfort of the military garments. *Tekstil ve Konfeksiyon* 2010; 20(4): 343-347.
- [14] Sampath MB, Aruputharaj A, Senthilkumar M, Nalankilli G. Analysis of thermal comfort characteristics of moisture management finished knitted fabrics made from different yarns. *Journal of Industrial Textiles* 2012; 42(1): 19-33.
- [15] Oğlakcioğlu N. Design of functional knitted fabrics for medical corsets with high clothing comfort characteristics. *Journal of Industrial Textiles* 2016; 45(5): 1009-1025.
- [16] Gorjanc DS, Dimitrovski K, Bizjak M. Thermal and water vapour resistance of the elastic and conventional cotton fabrics. *Textile Research Journal* 2012; 82(14):1498-1506.
- [17] Marmaralı A, Özdil N, Dönmez Kretzschmar S. Elastik iplikli düz örme kumaşların ısı konfor özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon* 2007; 3: 178-182.
- [18] Ertekin G, Oğlakcioğlu N, Marmaralı A. Pamuk/elastan örme kumaşların mukavemet ve ısı konfor özellikleri. *Tekstil ve Mühendis* 2018; 25(110): 146-153.
- [19] Khalil A, Tešinová P, Aboalasaad ARR. Thermal comfort properties of single jersey knitted fabric produced at different Lycra states. *ICNF 2019-4th International Conference on Natural Fibers*.
- [20] Uyanık S, Kaynak HK. Pamuklu elastan süprem kumaşlarda fiziksel, boyutsal ve estetik özellikler. *Tekstil ve Mühendis* 2018; 25(110): 121-129.
- [21] Uyanık S, Kaynak HK. Pamuklu elastan süprem kumaşlarda konfor ve boncuklanma özellikleri. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2019; 34(1): 13-22.
- [22] https://tr.esc.wiki/wiki/Thermal_inertia.
- [23] <https://ctherm.com/products/tx-thermal-effusivity-touch-tester/>
- [24] TS EN 14971: 2013. Tekstil-Örülmüş kumaşlar-Birim uzunluk ve birim alan başına örgü ilmeği sayısının tayini.
- [25] TS EN 12127: 1999. Tekstil-Kumaşlar-Küçük numuneler kullanarak birim alan başına kütlenin tayini.
- [26] TS 7128 EN ISO 5084: 1998. Tekstil-Tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlık tayini.
- [27] ASTM D7984-16 Standard test method for measurement of thermal effusivity of fabrics using a modified transient plane source (MTPS) instrument.