



Arastırma Makalesi / Research Article

**NUMERICAL INVESTIGATION OF THERMAL REGULATION INSIDE
FIREFIGHTER PROTECTIVE CLOTHING**

**Ersin ALPTEKİN
Mehmet Akif EZAN*
Berkant Murat GÜL
Hüseyin KURT
Atf Canbek EZAN**

Dokuz Eylül University, Department of Mechanical Engineering, Izmir, Turkey

Gönderilme Tarihi / Received: 03.01.2017

Kabul Tarihi / Accepted: 31.05.2017

ABSTRACT: Phase change materials (PCMs) are widely used in heating and cooling applications to reduce the mismatch between the energy production and the demand. PCMs can also be incorporated into the thermal systems to maintain a constant temperature and conduce to increase the thermal comfort. Unlike any human-made thermal system, the thermal comfort of the human body is more crucial since a possible damage may not be recovered. In this study, PCM layers are incorporated into the textile fabric to increase the thermal comfort of a firefighter and protect the skin layers from the thermal burn due to overheating. A transient one-dimensional numerical model is developed in the ANSYS-FLUENT software. The effect of blood perfusion inside skin layers is simulated as an energy source term and defined into the software using user-defined-function (UDF). The validity of the source term implementation into ANSYS-FLUENT is proven by reproducing a reduced model from the literature. The predicted time-wise variations of the temperature of the body layers are compared with the ones which are taken from the literature. After the validation procedure, the usage of PCM inside a firefighter protective clothing is numerically investigated by varying the thermal boundary conditions acting on the coating. Results depict that, for the longest fire exposure duration the 1st-degree burn is effective for a depth of 5.29 mm and the 3rd-degree burn is observed for a depth of 2.57 mm. Implementing the PCM inside the clothing inhibits the temperature rise in skin layers and improves the heat storage capacity of the fabric. In the current design and working conditions, firefighter protective clothing with 1 mm of PCM layer prevents the skin burn, even for the longest fire exposure scenario.

Keywords: Textile, phase change materials, numerical model, thermal protection, thermal burn

İTFAİYECİ KIYAFETİ İÇERİSİNDEKİ ISIL DÜZENLEMENİN SAYISAL İNCELENMESİ

ÖZET: Faz değişim malzemeleri (FDM) enerji üretimi ve talebi arasındaki uyumsuzluğu azaltmak amacıyla ısıtma ve soğutma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. FDM'ler ayrıca ısı sistemler içerisine uygulanarak sabit sıcaklık sağlar ve ısı konforun artmasına vesile olurlar. İnsanoğlu tarafından üretilen tüm sistemlerden farklı olarak olası bir hasarın geri dönüşünün mümkün olmaması nedeniyle, insan vücudunun ısı konfor koşulları çok daha önemlidir. Bu çalışmada itfaiyecinin ısı konfor koşullarının artırılması ve aşırı ısınma kaynaklı deri hasarlarının engellenmesi amacıyla tekstil kumaşı tabakaları içerisine faz değişim malzemesi yerleştirilmiştir. ANSYS-FLUENT paket programında zamana bağlı 1-boyutlu bir sayısal model geliştirilmiştir. Deri katmanları içerisindeki kan dolaşımından kaynaklı ısı transferi etkisini programda tanımlamak için kullanıcı-tanımlı-fonksiyon (UDF) oluşturulmuş ve programa aktarılmıştır. ANSYS-FLUENT paket programı içerisine tanımlanan kaynak terimlerinin uygunluğunu test etmek için öncelikle literatürden alınan basitleştirilmiş bir problem tekrarlanmıştır. Deri katmanları içerisindeki zamana bağlı sıcaklık değişimleri literatürden alınan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Modelin doğrulanmasından sonra ise itfaiyeci kıyafeti içerisnde FDM kullanımı farklı ısı sınır koşulları için sayısal olarak incelenmiştir. En uzun süreli yangın etki durumunda 1. Derece ve 3. Derece yanık derinlikleri sırasıyla 5,29 mm ve 2,57 mm olarak belirlenmiştir. FDM'nin kumaş içerisine yerleştirilmesi malzemenin ısı depolama kapasitesini arttırmakta ve deri katmanlarının sıcaklık artışı engellemektedir. Mevcut tasarım ve çalışma koşullarında, 1 mm kalınlığında FDM içeren itfaiyeci kıyafetinin en uzun yangın etki senaryosunda dahi deri hasarını engellediği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tekstil, Faz değişim malzemeleri, Sayısal model, Isıl koruma, Isıl yanma

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: mehmet.ezan@deu.edu.tr

DOI: 10.7216/1300759920172410606, www.tekstilvemuhendis.org.tr