



Arastırma Makalesi / Research Article

MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING BREAKING ENERGY OF COMPONENT YARNS IN DUAL-SHEATH SINGLE-CORE HYBRID YARN

Md. Azharul ISLAM^{1,2}
Rochak RATHOUR^{1*}
Bipin KUMAR¹
Apurba DAS¹
Nandan KUMAR³

¹Department of Textile and Fibre Engineering, Indian Institute of Technology Delhi, Hauz Khas, New Delhi, India

²Department of Textile Engineering, Mawlana Bhashani Science and Technology University, Santosh, Bangladesh

³High-Performance Textiles Pvt. Ltd., Panipat, Haryana, India

Gönderilme Tarihi / Received: 17.10.2024

Kabul Tarihi / Accepted: 14.03.2025

ABSTRACT: The increasing utilization of multicomponent hybrid yarns in present world highlights their critical role in advancing protective textile technologies. In this study, hybrid yarns with dual sheath and a single core were produced in varying linear densities and twist directions where polyester and ultra-high molecular weight polyethylene (HPPE) were considered as the sheath components and stainless steel (SS)/glass yarn was taken as core component. The failure pattern and energy required for breakage of hybrid yarn were analyzed, showing that glass-core yarns exhibited multiple cracking tendency, while (SS)-core yarns rarely did. This was attributed to the lower breaking extension % of glass fibers (3.61%-3.81%) compared to SS (18.52%-28.05%), HPPE (5.20%-6.21%), and polyester (17.05%). Glass-core yarns reached their breaking extension earlier, leading to premature breakage. A mathematical model developed from load-extension curves demonstrated that HPPE contributed the most to breaking energy (68.67%), followed by polyester (18.49%) and glass (10.92%). The average absolute error of the model was calculated as 4.87% that led to average ~95% accuracy. The reason for this error was the assumptions about HPPE breakage that were considered during modeling. These findings support researchers in identifying high-performance yarns suitable for cut, stab, and slash-resistant fabrics, ensuring compliance with energy failure standards and allied industrial practices.

Keywords: Composite yarn, core sheath yarn, tensile strength, work of rupture

ÇİFT MANTOLU TEK ÇEKİRDEKLİ HİBRİT İPLİKTE BİLEŞEN İPLİKLERİN KOPMA ENERJİSİNİN HESAPLANMASI İÇİN MATEMATİKSEL MODEL

ÖZ: Çok bileşenli hibrit ipliklerin günümüzde artan kullanımı, koruyucu tekstil teknolojilerinin ilerletilmesindeki kritik rollerini vurgulamaktadır. Bu çalışmada, Çift Mantolu ve tek çekirdekli hibrit iplikler, polyester ve ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen (HPPE) kılıf bileşenleri, paslanmaz çelik (SS)/cam iplik ise çekirdek bileşeni olarak alınarak farklı doğrusal yoğunluklar ve büküm yönlerinde üretilmiştir. Hibrit ipliklerin kopma paterni ve kopma için gereken enerji analiz edilmiştir; cam çekirdekli ipliklerin çoklu çatlama eğilimi gösterdiği, SS çekirdekli ipliklerin ise nadiren bu durumu sergilediği gözlemlenmiştir. Bu durum, cam liflerinin daha düşük kopma uzaması yüzdesine (%3.61-%3.81) sahip olmasından kaynaklanmaktadır; bu oran SS (%18.52-%28.05), HPPE (%5.20-%6.21) ve polyester (%17.05) liflerinden düşüktür. Cam çekirdekli iplikler, kopma uzamasına daha erken ulaştığından erken kopma meydana gelmiştir. Yük-uzama eğrilerinden geliştirilen matematiksel bir model, HPPE'nin kopma enerjisine en fazla katkısı (%68.67) sağladığını, bunu polyesterin (%18.49) ve camın (%10.92) izlediğini göstermiştir. Modelin ortalama mutlak hatası %4.87 olarak hesaplanmış ve bu, yaklaşık %95 doğruluk sağlamıştır. Bu hata, modelleme sırasında HPPE kopmasıyla ilgili yapılan varsayımlardan kaynaklanmıştır. Bu bulgular, enerji arıza standartları ve ilgili endüstriyel uygulamalara uygunluğu sağlarken, araştırmacılara kesme, delme ve yırtılmaya karşı dayanıklı kumaşlar için yüksek performanslı ipliklerin belirlenmesinde destek sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kompozit iplik, çekirdek kılıf ipliği, çekme dayanımı, kopma işi.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: india.rochak1994@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.7216/tekstilmuh.1563481>

www.tekstilmuhendis.org.tr