

Araştırma Makalesi / Research Article

BIO-BASED ALGINATE/LIGNIN/CHITOSAN HYBRID HYDROGEL COMPOSITES INCORPORATING ZNO FOR MULTIFUNCTIONAL PLA NONWOVEN FABRICS

Gülçin BAYSAL^{1*} 

¹Eskisehir Technical University, Research-Development, Technology Management and Innovation Unit, Eskisehir, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 24.01.2026

Kabul Tarihi / Accepted: 09.09.2026

ABSTRACT: The growing demand for sustainable and bio-based materials has accelerated the development of multifunctional hydrogel systems potential for biomedical applications. In this study, hydrogel–textile composites based on alginate, lignin, chitosan, and zinc oxide (ZnO) were synthesized via a sol–gel approach at two alginate concentrations (0.5% and 1%) and applied as functional coatings onto polylactic acid (PLA) nonwoven fabrics. The coated fabrics were systematically characterized by FTIR spectroscopy, SEM/EDS, and tensile testing, while air permeability, water absorption, and antibacterial performance against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were evaluated. The hydrogel coatings enhanced the surface characteristics and antibacterial performance of the PLA nonwoven substrates while maintaining their mechanical integrity. FTIR analysis suggested possible intermolecular interactions among the biopolymer components, particularly in the high-alginate SA/L/CS/ZnO (Y3) formulation. SEM observations indicated the formation of a hydrogel coating on the examined fabric regions, while EDS analysis qualitatively confirmed the presence of ZnO. The coated fabrics exhibited antibacterial efficiencies exceeding 98% together with improved tensile properties. Increasing sodium alginate content also enhanced water absorption, although a reduction in air permeability was observed. The developed bio-based hydrogel–textile composites exhibited promising mechanical, antibacterial, and fluid-management properties, supporting their potential for further investigation in sustainable medical textile applications.

Keywords: PLA nonwoven fabric, Hydrogel, Hybrid composites, Zinc oxide nanoparticles

ÇOK FONKSİYONLU PLA NONWOVEN KUMAŞLAR İÇİN ZNO İÇEREN BİYO-BAZLI ALJİNAT/LİGNİN/KİTOSAN HİBRİT HİDROJEL KOMPOZİTLER

ÖZ: Sürdürülebilir ve biyo-bazlı malzemelere olan artan talep, biyomedikal uygulamalar için çok fonksiyonlu hidrojel sistemlerinin geliştirilmesini hızlandırmıştır. Bu çalışmada, aljinat, lignin, kitosan ve çinko oksit (ZnO) esaslı hidrojel–tekstil kompozitleri, iki farklı aljinat konsantrasyonunda (%0,5 ve %1) sol–jel yöntemi ile sentezlenmiş ve polilaktik asit (PLA) nonwoven kumaşlar üzerine fonksiyonel kaplama olarak uygulanmıştır. Kaplanmış kumaşlar FTIR spektroskopisi, SEM/EDS ve çekme testleri ile sistematik olarak karakterize edilmiş; ayrıca hava geçirgenliği, su emme kapasitesi ve *Escherichia coli* ile *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel performansları değerlendirilmiştir. Hidrojel kaplamalar, PLA dokusuz yüzeylerin mekanik bütünlüğünü korurken yüzey özelliklerini ve antibakteriyel performansını geliştirmiştir. FTIR analizi, özellikle yüksek aljinat içeriğine sahip SA/L/CS/ZnO (Y3) formülasyonunda biyopolimer bileşenleri arasında olası moleküller arası etkileşimlere işaret etmiştir. SEM gözlemleri, incelenen kumaş bölgelerinde bir hidrojel kaplamasının oluştuğunu göstermiş, EDS analizi ise ZnO varlığını nitel olarak doğrulamıştır. Kaplanan kumaşlar, geliştirilmiş çekme özellikleri ile %98'in üzerinde antibakteriyel etkinlik sergilemiştir. Sodyum aljinat miktarındaki artış su emme kapasitesini artırırken, hava geçirgenliğinde bir azalma gözlenmiştir. Geliştirilen biyo-bazlı hidrojel–tekstil kompozitleri, umut verici mekanik, antibakteriyel ve sıvı yönetimi özellikleri göstermiş olup, sürdürülebilir medikal tekstil uygulamalarındaki potansiyellerinin daha ileri araştırmalarla değerlendirilmesini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: PLA Nonwoven Kumaşlar, Hidrojel, Hibrit kompozitler, Çinko oksit nanopartikülleri

***Sorumlu Yazarlar/Corresponding Authors:** g_baysal@eskisehir.edu.tr

DOI: <https://doi.org/10.7216/tekstilmuh.1870812>

www.tekstilmuhendis.org.tr