



BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNİN HÜCRESEL YANITLARINDA SITOKİN ETKİSİNİN MATEMATİKSEL MODELLEMESİ

Mehmet Sait Calayır^{1,*}, Meltem Gölge²

¹Tobb Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Ankara, Türkiye

²Tobb Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET

"Bağışıklık sistemi, organizmayı patojenlere karşı koruyan son derece karmaşık ve dinamik bir savunma mekanizmasıdır. Bu sistemin temel bileşenlerinden biri olan adaptif bağışıklık yanıtı, naif T hücrelerinin uygun antijenik uyarılarla aktive edilip farklılaşmasıyla başlar. Bu süreçte sitokinler, hücreler arası iletişimi sağlayan ve bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde belirleyici rol oynayan küçük protein yapılarıdır. Sitokinler, T hücrelerinin aktivasyonu, proliferasyonu, efektör veya düzenleyici hücrelere farklılaşması ve programlı hücre ölümü (apoptoz) gibi çok sayıda hayati biyolojik süreci yönlendirir. Bu çalışmada, sitokin düzeylerinin T hücre dinamikleri üzerindeki etkisini açıklamak amacıyla üç farklı matematiksel model sunulmuştur. Bu modeller, sitokin, naif T hücre ve aktif T hücrelerin üretimi, T hücrelerin aktivasyonu ile bu hücrelerin çoğalma ve ölüm süreçlerini sürekli zamanda değişen diferansiyel denklemler aracılığıyla nicel olarak temsil etmektedir. Her bir model, bağışıklık yanıtının etkisini belirleyen temel parametreleri sistemati olarak analiz etmeye olanak tanımaktadır. Dinamik sistem analizi ile belirlenen denge noktaları civarında kararlılık koşulları elde edilmiş, sitokin konsantrasyonlarındaki ve parametrelerdeki değişimlerin bağışıklık yanıtının seyrini önemli ölçüde etkileyebileceği gösterilmiştir. Parametre duyarlılık analizleri sayesinde, T hücre ve sitokin yoğunluğunu en çok etkileyen model parametreleri belirlenmiştir. Ayrıca, analitik bulgular, sayısal simülasyonlarla desteklenmiş, farklı başlangıç koşullarında sistemin davranışı görselleştirilmiştir. Bu bağlamda geliştirilen modeller, bağışıklık sisteminin matematiksel modelleme yoluyla derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlarken, potansiyel klinik ve deneysel araştırmalar için de yol gösterici olabilecektir."

Anahtar Kelimeler Bağışıklık sistemi modeli, parametre duyarlılık analizi, kararlılık analizi.

Kaynaklar

- [1] S Khailaie, F Bahrami, M Janahmadi, P Milanez-Almeida, J Huehn, M Meyer-Hermann. A mathematical model of immune activation with a unified self-nonsel concept, *Frontiers in immunology* 4 (2013): 474.
- [2] Strogatz, Steven H. *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*. Chapman and Hall/CRC, 2024.
- [3] S Marino, IB Hogue, CJ Ray, DE Kirschner. "A methodology for performing global uncertainty and sensitivity analysis in systems biology." *Journal of theoretical biology* 254.1 (2008): 178-196.

*Sorumlu Yazarın E-postası: mcalayir@etu.edu.tr