



ZAMANLAMA, FAZ VE ETKİLEŞİM: BİR EKOLOJİK OSİLATÖR MODELİ

İrem SUNGUR^{1,*}, Mustafa Fahri AKTAŞ², Meltem GÖLGELİ³

^{1,2}Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Ankara, Türkiye

³TOBB ETÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET

Doğada gözlemlenen tür içi davranış senkronizasyonu, özellikle kolektif ritmik örüntüler sergileyen canlıların davranışlarını inceleme açısından biyoloji, ekoloji, fizik ve matematik gibi farklı disiplinler için araştırma soruları ortaya koymaktadır. Bu çalışma, senkronize ışık yayma davranışıyla bilinen Kuzey Amerika'nın Appalachian Dağları çevresinde yaygın olarak yaşayan *Photinus carolinus* türü ateş böceklerinin kolektif dinamiklerini matematiksel bir model çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır [1]. Modelleme sürecinde, Mirollo ve Strogatz (1990) tarafından geliştirilen eşik-tetiklemeli (threshold-triggered) osilatör yaklaşımı temel alınmıştır [2]. Her birey, bir osilatör olarak modellenmiş ve belirli bir eşik değere ulaşana kadar monoton artan bir faz değişkeni ile temsil edilmiştir. Bu eşik aşıldığında birey “ateşleme” durumuna geçerek yanıp sönmekte ve diğer bireylerin fazlarını etkilemektedir.

İlk aşamada, izole bir ateş böceğinin yanıp sönmeye döngüsü bir diferensiyel denklem ile modellenmiştir. İzole ateş böceğinin ışık üretme modeli faz dinamiği ile temsil edilerek, periyodik yanıp sönmeye modeli kurgulanmıştır. Daha sonra, özdeş iki bireyin benzer şekilde ışık ürettiği kabul edilerek model iki birey için geliştirilmiştir ve bireyler arasında ortaya çıkan etkileşimi açıklayan faz değişkeni ile temsil edilen bir sistem kurgulanmıştır. Bu sistemde, bireylerden biri yanıp sönmeye eriştiğinde, diğer bireyin bundan etkilenecek şekilde faz değişkenine sıçramalı etki uygulayarak yanıp sönmeye senkronizasyonuna ulaştığı gösterilmiştir.

Bu model, lokal etkileşimlerin bireyler arası senkronizasyona ne şekilde yol açtığını anlamada kuramsal bir çerçeve sunmakta ve ateş böceklerinin kolektif davranışlarının dinamiklerini açıklamak üzere disiplinler arası bir yaklaşım önermektedir.

Anahtar Kelimeler 1. Senkronizasyon, 2. Ateş böcekleri, 3. Eşik-tetiklemeli osilatörler

Kaynaklar

- [1] McDermott F.A., Observations on the light-emission of American Lampyridae: the photogenic function as a mating adaptation (5th paper), *Can. Entomol.*, 49(7): 218–223, 1917.
- [2] Mirollo R.E., Strogatz S.H., Synchronization of pulse-coupled biological oscillators, *SIAM J. Appl. Math.*, 50(6): 1645–1662, 1990.

*23830501008@gazi.edu.tr