

Çekiciler, Simetriler ve Desenler: Dinamik Geçiş Teorisi

Taylan Şengül

Özet

Bu dizi konuşmalarda, disipatif sistemlerde faz geçişlerini inceleyen dinamik geçiş teorisinin kuramsal temelleri ve uygulamaları ele alınacaktır.

Birinci olarak, dinamik geçiş teorisinin temel kavramları tanıtılacak ve çatallanma teorisine getirdiği katkılar tartışılacaktır. Genel dinamik sistemler kuramı çerçevesinde kararlılık değişimi prensibi ve geçiş tiplerinin Ehrenfest benzeri sınıflandırması sunulacaktır. Sürekli geçişler, çekici çatallanmaları gibi temel yapılar örneklerle açıklanacak; basit disipatif sistemler üzerinden yapılan analizlerle teoriye giriş sağlanacaktır.

Ardından, dinamik geçiş teorisinin uygulamalı yönlerine odaklanacaktır.

Rayleigh–Bénard konveksiyonu ve kuasi-jeostrofik akışlar gibi fiziksel modeller çerçevesinde geçiş tiplerinin sınıflandırılması ele alınacaktır. Hem teorik hem de nümerik hesaplama yaklaşımları eşliğinde Hopf ve ikili Hopf çatallanmaları irdelenecek; özellikle rulo (roll) ve altıgen gibi desen oluşumlarının nasıl meydana geldiği detaylandırılacaktır.

Son bölümde, ilk olarak, yüksek dereceden doğrusal olmayan reaksiyon-difüzyon denklemlerinde dinamik geçişlerin sınıflandırılması ele alınacaktır. Ardından iki boyutlu ortogonal grup $O(2)$ eşdeğişmeli (equivariant) sistemlerde görülen geçiş tiplerine dair güncel bir çalışma tartışılacaktır. Ayrıca, zaman izin verecek olursa stokastik dinamik geçiş teorisinin temel ilkeleri tanıtılacak ve bu çerçevede örnek modeller sunulacaktır.

Kaynaklar

- [1] Ma, Tian, and Shouhong Wang. Phase Transition Dynamics. Springer Nature, 2019.
- [2] Dijkstra, H., Şengül, T., Shen, J., & Wang, S. (2015). Dynamic transitions of quasi-geostrophic channel flow. SIAM Journal on Applied Mathematics.

- [3] Şengül, T., Shen, J., & Wang, S. (2015). Pattern formations of 2D Rayleigh–Bénard convection with no-slip boundary conditions for the velocity at the critical length scales. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*.
- [4] Şengül, T., Tiryakioğlu, B., & Yıldız Akıl, E. (2023). First transition dynamics of reaction–diffusion equations with higher order nonlinearity. *Studies in Applied Mathematics*.
- [5] Chekroun, M. D., Dijkstra, H., Şengül, T., & Wang, S. (2022). Transitions of zonal flows in a two-layer quasi-geostrophic ocean model. *Nonlinear Dynamics*.
- [6] Efendiev, M., Şengül, T., & Tiryakioğlu, B. (2024). Two approaches to instability analysis of the viscous Burgers’ equation. *Discrete and Continuous Dynamical Systems-S*.
- [7] Chekroun, M. D., Liu, H., McWilliams, J. C., & Wang, S. (2023). Transitions in stochastic non-equilibrium systems: Efficient reduction and analysis. *Journal of Differential Equations*.
- [8] Chekroun, M. D., Liu, H., & Wang, S. (2020). *Approximation of stochastic invariant manifolds: Stochastic manifolds for nonlinear SPDEs I*. Springer International Publishing.