

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR BİLİMLERİ BÖLÜMÜ



**AKIŞKAN SİMÜLASYONU VE GRAFİK MOTORU
UYGULAMASI
BİTİRME PROJESİ RAPORU**

**Agah CANSU
Atahan ÇETİNDEMİR
Mehmet Yağız TÜRK
Özgür DALBELER**

Danışman: Murat Erşen BERBERLER

**Mayıs, 2026
İZMİR**

ÖZET

Bu çalışmada, akışkanlar dinamiğine ait Navier–Stokes denklemlerini gerçek zamanlı olarak çözen, tamamen sıfırdan, açık kaynak ve yerli olarak geliştirilmiş bir akışkan simülasyon ve grafik motoru sunulmaktadır. Sistem, sıkıştırılamaz iki boyutlu (2D) Eulerian yaklaşımı temel alır ve hız–basınç ayrışmasını engellemek için Staggered (MAC) ızgara yapısını kullanır. Hesaplama çekirdeği C11 ile yazılmış olup; taşıma (advection) için koşulsuz kararlı Semi-Lagrangian yöntem, yayılma (diffusion) için adaptif Explicit/Implicit şema, projeksiyon adımı ise Preconditioned Conjugate Gradient (PCG), Red-Black Gauss-Seidel (RBGS) ve Successive Over-Relaxation (SOR) çözümleri ile Jacobi ve özdeşlik (Identity) ön koşullandırıcıları desteklenmektedir. Görselleştirme tarafı C++17 ile yazılmış, OpenGL 4.6 Core Profile üzerine kurulu minimalist bir grafik motorudur. Tek bir tam ekran dörtgen (quad) üzerine GL_R32F doku örnekleyerek Google Turbo renk haritasıyla skalar alanları gösterir; hız vektörlerini ise dinamik VBO içinde ok parçaları olarak çizer. Çalışma zamanı parametre kontrolü için Dear ImGui entegre edilmiştir. Sistem, lid-driven cavity, von Kármán girdap caddesi, NACA 2412 kanat profili ve şehir aerodinamiği (Urban City) olmak üzere dört farklı gerçek dünya senaryosunu desteklemektedir. OpenMP ile CPU üzerinde paralelleştirilmiş çekirdek, 256×256 ızgara ve 5 alt-adım/kare yapılandırmasında interaktif kare hızlarına ulaşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akışkanlar Dinamiği, Navier–Stokes, MAC Izgara, Semi-Lagrangian Taşıma, Poisson Çözümleri, PCG, OpenGL, ImGui, Gerçek Zamanlı Simülasyon.