

# LifeNode: AI-Driven Dynamic Routing Simulation for Ad-Hoc Networks

## 1. Overview (Genel Bakış)

Bu proje, afet sonrası altyapının çöktüğü durumlarda (deprem, sel, savaş vb.) iletişimİNIN sürdürülabilirliğini sağlamak amacıyla, **Yapay Zeka (Reinforcement Learning)** tabanlı bir **Mesh Ağ (Mesh Network)** yönlendirme simülasyonu geliştirmeyi hedefler.

Proje, fiziksel donanım maliyetlerine girmeden önce, yapay zekanın dinamik ve kaotik ağ topolojilerinde veri paketlerini geleneksel algoritmalarдан (Örn: AODV, OLSR) daha verimli yönlendiremeyeceğini sanal bir ortamda test etmeye odaklanmaktadır.

## 2. Background (Arka Plan)

Türkiye gibi aktif fay hatları üzerinde bulunan ve geopolitik riskleri olan bölgelerde, afet veya kriz anlarında GSM operatörleri ve internet altyapısı sıkılıkla devre dışı kalmaktadır.

- Sorun:**
  - Geleneksel merkezi iletişim ağları, "tekil başarısızlık noktası" (single point of failure) sorununa sahiptir.
  - Klasik hücresel iletişim altyapıları (baz istasyonları, fiber omurgalar) hızla devre dışı kalır; bu da koordinasyon, arama-kurtarma ve bilgi akışında kritik kopmalara yol açar.
  - Mevcut "Mesh" (Ağ Örgüsü) protokollerİ statiktir; düğümler (node) hareket ettiğinde veya enerjileri bittiğinde yeni rota çizmekte yavaş kalırlar (Örn: AODV, OLSR).
- Çözüm Yaklaşımı:**
  - Mesh network yapıları, merkezi olmayan ve düğüm tabanlı oldukları için daha dayanıklıdır.
  - Yapay zeka (özellikle reinforcement learning), graf tabanlı optimizasyon ve öngörücü modellere dayalı routing stratejileri ile mevcut zayıflıkları giderebilir.

## 3. Key Objectives / Business Objectives (Temel Hedefler)

### Araştırma Soruları:

- Yapay zeka, mesh routing protokollerinin karar alma süreçlerini ne kadar iyileştirebilir?
- Ağ düğümleri arası mesafe, sinyal zayıflığı ve düğüm kaybı gibi değişkenler altında ideal routing nasıl bulunur?

- RL (Reinforcement Learning) modelleri, ağın kesinti sonrası "self-healing" (kendi kendini iyileştirme) davranışını optimize edebilir mi?
- Dinamik afet ortamlarında gecikme, paket kaybı ve throughput (veri akış hızı) nasıl optimize edilir?
- Simülasyon farklı topolojilerde nasıl performans verir?

## Ana Adımlar:

- Sentetik afet senaryoları ve ağ topolojisi oluşturmak.
- Mesh router düğümlerini simüle eden **Python tabanlı bir platform** geliştirmek.
- Geleneksel routing ile AI routing karşılaştırması yapmak.
- RL tabanlı karar verici modüller geliştirmek.
- Sonuçları performans raporu olarak sunmak.

## 4. Methods and Workflow (Yöntemler ve İş Akışı)

**Datasets (Simulation Environment)** Fiziksel veri toplamak yerine, bu projede **Sentetik Veri (Synthetic Data)** üretilecektir:

- **Topology Generation:** Rastgele dağıtılmış (Random Geometric Graphs) düğüm haritaları.
- **Traffic Patterns:** Afet durumunu simüle eden ani ve yoğun veri trafiği senaryoları.
- **Failure Models:** Düğümlerin rastgele zamanlarda aşdan koptuğu senaryolar.

**Data Cleaning/Preprocessing (State Representation)** Simülasyon ortamından alınan ham verilerin AI modeline uygun hale getirilmesi:

- **Normalization:** Gecikme süreleri (latency) ve bant genişliği (bandwidth) değerlerinin 0-1 arasına ölçeklenmesi.
- **Graph Embedding:** Ağ topolojisini matris veya vektör formatına dönüştürülmesi.

**Modelling** Bu projede "Supervised Learning" yerine, bir ajanın çevreye etkileşime girerek öğrendiği algoritmalar kullanılacaktır:

- **Q-Learning / Deep Q-Network (DQN):** Ajanın her düğümde "Hangi komşuya gönderirsem paket hedefe daha hızlı varır?" sorusunu öğrenmesi için.
- **Graph Neural Networks (GNN):** (İleri aşama opsiyonel) Ağın graf yapısını doğrudan işleyebilen modern mimariler.

## 5. Deliverables (Teslim Edilecekler)

1. **Simülasyon Yazılımı:** Python ile yazılmış, ağ topolojisini ve paket akışını görselleştiren prototip..
2. **GitHub Reposu:** Açık kaynak kodlar ve dokümantasyon.

## 6. Expected Outcomes and Impact (Beklenen Sonuçlar ve Etki)

Bu proje sonucunda, afet senaryolarında hayatı önem taşıyan iletişim ağlarının nasıl daha akıllı hale getirilebileceği test edilecektir.

### Ortaya çıkacak sonuçlar:

- Gelişmiş routing stratejileri.
- Kendi kendini iyileştiren ağ davranışları.
- Kriz ortamlarında minimum gecikme ile maksimum bağlantı süresi sağlayan modeller.

## 7. Next Steps / Future Work (Sonraki Adımlar / Gelecek Çalışmaları)

Proje, 1 aylık bir süreci kapsayacaktır.