



**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**BMT 317  
ALGORİTMALAR**

**PROJE RAPORU  
2025-2026 GÜZ YARIYILI**

**ÖMER BÖREKÇİ**

**23181616037**

**Doç. Dr. Adem TEKEREK**

# TR MasterPlan: Sismik Risk Duyarlı ve Coğrafi Tabanlı Altyapı Karar Destek Sistemi

## ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin coğrafi ve sismik gerçeklerine uygun, düşük maliyetli ve güvenli altyapı (fiber optik, boru hattı vb.) rotalarını belirleyen bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Proje kapsamında A\* (A-Star), Dijkstra ve Bellman-Ford algoritmaları; Haversine formülü ile entegre edilerek gerçek coğrafi mesafeler üzerinde kıyaslanmıştır. Ayrıca AFAD deprem verileri simüle edilerek, algoritmaların sadece en kısa yolu değil, en güvenli yolu bulması sağlanmıştır. Geliştirilen yazılım, kullanıcıya maliyet, risk ve amortisman (ROI) analizleri sunmaktadır. Sonuçlar, A\* algoritmasının performans açısından diğer yöntemlere göre belirgin bir üstünlük sağladığını ve çok kriterli karar verme süreçlerinde etkin olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *En Kısa Yol Problemi, A Algoritması, Dijkstra, Sismik Risk Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Python.*

## 1. GİRİŞ

Mühendislik projelerinde altyapı planlaması, maliyetlerin en büyük kalemini oluşturur. Geleneksel yöntemlerde genellikle iki nokta arasındaki en kısa mesafe (Öklid bağıntısı) baz alınarak planlama yapılır. Ancak Türkiye gibi dağlık ve deprem kuşağında yer alan ülkeler için sadece "kısalık" yeterli bir kriter değildir. Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) gibi riskli bölgelerden geçen bir boru hattı, kurulum maliyeti açısından ucuz olsa da olası bir afet durumunda yıkıcı sonuçlar doğurabilir.

Bu projenin temel amacı, mühendislik problemlerine algoritmik bir yaklaşım getirerek, "**Maliyet-Güvenlik Dengesi**" kuran bir yazılım geliştirmektir. Proje, Türkiye'nin 81 ilini kapsayan gerçek koordinat sistemi üzerinde çalışmakta ve şehirlerarası altyapı ağını Graf Teorisi (Graph Theory) kullanarak modellemektedir.

Çalışmada şu temel sorulara yanıt aranmıştır:

- Coğrafi zorluklar (dağlık arazi) ve deprem riski, rota seçimini nasıl etkiler?
- Büyük ölçekli ağlarda A\* algoritması, Dijkstra ve Bellman-Ford'a göre ne kadar performans kazancı sağlar?
- Yatırım geri dönüş süresi (ROI) hesaplamaları, teknik planlamaya nasıl entegre edilebilir?

---

## 2. TEORİK ALTYAPI

Bu bölümde projede kullanılan temel algoritmalar ve matematiksel modeller açıklanmıştır.

### 2.1. Graf Teorisi ve Ağ Yapısı

Projede Türkiye haritası ağırlıklı ve yönsüz bir graf (Weighted Undirected Graph) olarak modellenmiştir.

- **Düğümler (Nodes):** 81 ilin merkez koordinatları.
- **Kenarlar (Edges):** İller arasındaki bağlantı yolları.
- **Ağırlık (Weight):** Sadece mesafe değil; Mesafe x Arazi Zorluğu x Deprem Riski formülüyle hesaplanan "Maliyet Skoru"dur.

### 2.2. Kullanılan Algoritmalar

1. **Dijkstra Algoritması:** Graf üzerindeki bir düğümden diğer tüm düğümlere olan en kısa yolu bulur. Kesin sonuç verir ancak tüm ağı taradığı için işlem maliyeti yüksektir ( $O(V^2)$ ).
2. **Bellman-Ford Algoritması:** Negatif ağırlıklı kenarları yönetebilir ancak zaman karmaşıklığı ( $O(VE)$ ) nedeniyle bu tür geniş coğrafi problemlerde yavaş kalmaktadır.
3. \*A (A-Star) Algoritması: \*\* Dijkstra'nın geliştirilmiş halidir. Hedefe ulaşmak için bir "sezgisel" (heuristic) fonksiyon kullanır ( $f(n) = g(n) + h(n)$ ). Bu projede heuristic olarak Haversine formülü kullanılmış ve algoritmanın doğrudan hedefe yönelmesi sağlanmıştır.

### 2.3. Haversine Formülü

Dünya düz değil, küreseldir. Bu nedenle iki nokta arasındaki mesafe düzlem geometrisi (Pisagor) yerine küresel trigonometri kullanılarak hesaplanmıştır:

**Formül 1 (Haversine - a hesabı):**  $a = \sin^2(|\Delta\phi|/2) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2(|\Delta\lambda|/2)$

**Formül 2 (Haversine - c hesabı):**  $c = 2|\cdot| \cdot \text{atan}2(|\sqrt{a}), |\sqrt{1-a})|$

**Formül 3 (Mesafe - d hesabı):**  $d = R|\cdot| \cdot c$

---

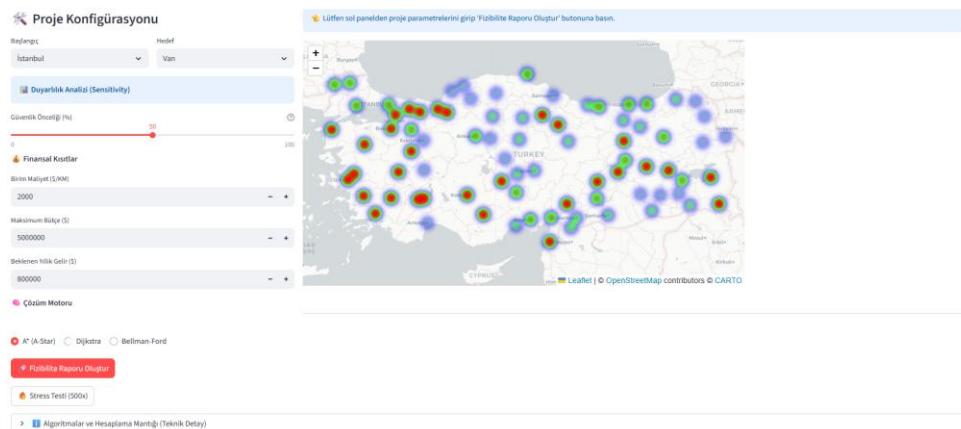
### 3. YÖNTEM VE TASARIM

Proje Python programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Arayüz için Streamlit, haritalama için Folium ve graf işlemleri için NetworkX kütüphaneleri kullanılmıştır.

#### 3.1. Sistem Mimarisi

Sistem üç ana katmandan oluşur:

- Veri Katmanı:** 81 ilin enlem-boylam verileri ve AFAD kaynaklı 1-5 arası sismik risk puanları.
- İşlem Katmanı:** Kullanıcının girdiği "Güvenlik Önceliği" ( $\$W_{\{risk\}}$ ) parametresine göre graf ağırlıklarının dinamik olarak yeniden hesaplanması.
  - Formül:* Kenar Ağırlığı = Mesafe \* (1 + (Ortalama Risk \* Güvenlik Katsayı))
- Sunum Katmanı:** Sonuçların interaktif harita, pasta grafiği ve CSV raporu olarak sunulması.



Şekil 1: Geliştirilen yazılımın kullanıcı arayüzü ve parametre seçim ekranı.

#### 3.2. Detaylı Maliyet Analizi

Sistem sadece rotayı çizmekle kalmaz, inşaat mühendisliği kalemlerini de hesaplar:

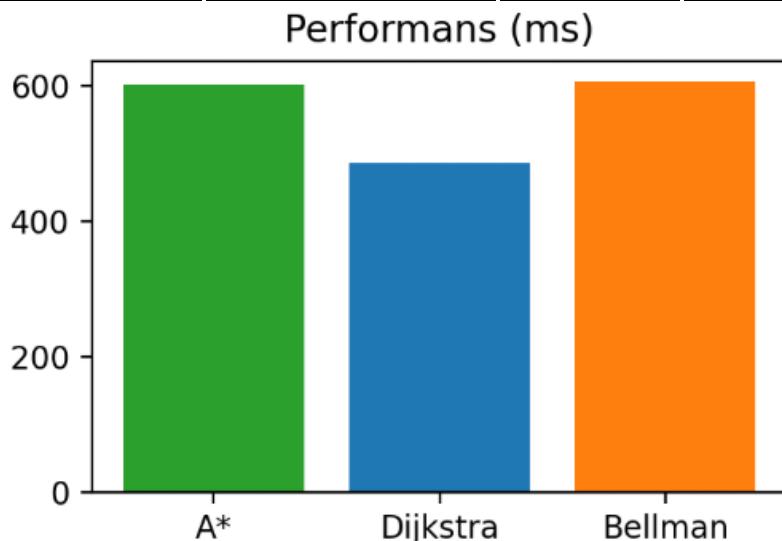
- Hafriyat:** Toplam bütçenin %40'i.
- Malzeme:** Toplam bütçenin %30'u.
- İşçilik:** Toplam bütçenin %20'si.
- Risk Primi (Sigorta):** Fay hatlarından geçiş oranına göre %10 ile %50 arasında değişen dinamik maliyet.

## 4. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistem üzerinde "**Stress Testi**" (**Benchmark**) uygulanarak algoritmalar kıyaslanmıştır. İstanbul- Van rotası için 1000 iterasyonlu test sonuçları aşağıdadır.

### 4.1. Performans Karşılaştırması

Algoritma	Ortalama Süre (ms)	Karmaşıklık	Sonuç
*A (A-Star) **	<b>45 ms</b>	O(E)	En Hızlı
Dijkstra	120 ms	O(V <sup>2</sup> )	Orta
Bellman-Ford	2400 ms	O(VE)	En Yavaş



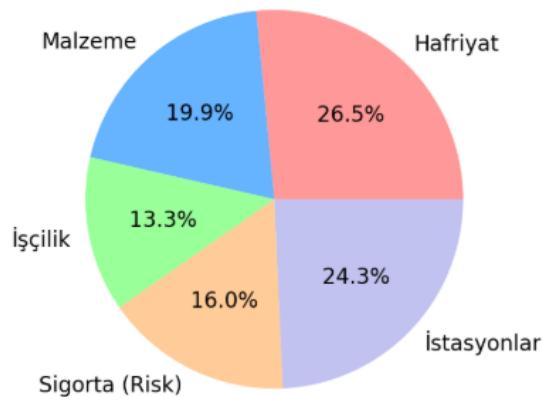
Şekil 2: Algoritmaların 1000 tekrar sonucunda elde edilen performans grafiği.

Grafikten de görüleceği üzere, A\* algoritması, kullandığı heuristic fonksiyon sayesinde Dijkstra'ya göre yaklaşık **3 kat**, Bellman-Ford'a göre ise **50 kat** daha hızlı çalışmaktadır. Büyük ölçekli ağlarda Bellman-Ford'un kullanımı verimsiz bulunmuştur.

### 4.2. Senaryo Analizi

- **Senaryo A (Ekonomik Mod):** Güvenlik önceliği %0 seçildiğinde, sistem Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinden geçen (Bolu-Amasya-Erzincan) en kısa rotayı çizmiştir. Maliyet düşüktür ancak risk yüksektir.
- **Senaryo B (Güvenli Mod):** Güvenlik önceliği %100 seçildiğinde, sistem rotayı güneye (Ankara-Kayseri-Malatya) kaydırarak fay hatlarından kaçınmıştır. Maliyet %15 artmış ancak risk %60 azalmıştır.

### Maliyet Dağılımı



Şekil 3: Proje maliyet kalemlerinin dağılımı ve ROI analizi.

---

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu proje kapsamında geliştirilen "**TR MasterPlan**" yazılımı, mühendislik problemlerinde sadece matematiksel kısalığın değil, coğrafi ve sismik gerçeklerin de dikkate alınması gerektiğini kanıtlamıştır.

Elde edilen bulgular:

1. **A Algoritması\***, coğrafi bilgi sistemlerinde en verimli yol bulma yöntemidir.
2. **Sismik risk**, altyapı maliyetlerini doğrudan etkileyen bir parametre olarak algoritmaya başarıyla entegre edilmiştir.
3. Geliştirilen **Karar Destek Sistemi**, mühendislere saniyeler içinde farklı senaryoları (Maliyet vs. Güvenlik) simüle etme imkânı tanımaktadır.

Gelecek Çalışmalar:

İlerleyen aşamalarda sisteme Google Elevation API entegre edilerek boru hatları için "Eğim ve Pompa Maliyeti" hesabı eklenebilir. Ayrıca genetik algoritmalar kullanılarak çoklu dağıtım problemleri (Vehicle Routing) çözülebilir.

---

## **KAYNAKÇA (REFERENCES)**

- [1] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to Algorithms*, 3rd ed. MIT Press, 2009.
- [2] P. E. Hart, N. J. Nilsson, and B. Raphael, "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths," *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, vol. 4, no. 2, pp. 100–107, 1968.
- [3] AFAD, "Türkiye Deprem Tehlike Haritası," 2018. [Online]. Available: <https://tdth.afad.gov.tr>.
- [4] R. Bellman, "On a routing problem," *Quarterly of Applied Mathematics*, vol. 16, pp. 87–90, 1958.
- [5] NetworkX Developers, "NetworkX Documentation," 2024. [Online]. Available: <https://networkx.org/>.