**1. Problem Tanımı ve Motivasyon**

**Problemin Özelliği**: Esnek iş atölyesi zamanlama problemleri (FJSP), optimal çözüm ararken kombinatoryel patlama yaşar.

**Motivasyon**: Büyük ölçekli veya karmaşık FJSP örnekleri için tam optimal algoritmalar (örneğin Branch & Bound, MIP çözücüler) aşırı zaman ve işlem gücü tüketir.

**Çözüm Önerisi**: Genetik algoritmalar (GA), benzer kalitede çözümleri çok daha kısa sürede üretebilir. Amacımız, “zor” benchmark örneklerinde bu zaman/kalite avantajını somut olarak kanıtlamak.

**2. Araştırma Soruları**

**Zaman Verimliliği**

GA, seçilen büyük ölçekli FJSP örneklerinde optimal çözücülere göre ne kadar hız kazancı sağlar?

**Çözüm Kalitesi**

GA ile elde edilen makespan (tamamlama süresi) ne kadar “optimuma yakın”?

**Algoritma Karşılaştırması**

Farklı GA varyantları (ör. klasik GA, elitist GA, steady-state GA, NSGA-II) kendi içlerinde ve optimal çözümlerle nasıl karşılaştırılır?

**Parametre Etkisi**

Popülasyon büyüklüğü, çaprazlama/orijin seçimi, mutasyon oranı gibi parametrelerin performansa etkisi nedir?

**3. Hedefler ve Katkılar**

**Teorik**:

Büyük ölçekli FJSP için “optimum=”yaklaşık süre” ilişkisini nicel olarak ortaya koymak.

Farklı GA varyantlarının avantaj/dezavantaj profilini çıkarmak.

**Pratik**:

Aşamaları kodlanmış, ölçeklendirilebilir bir GA çerçevesi geliştirmek.

Standart FJSP benchmark setlerinde (ör. Brandimarte, Kacem) test sonuçları sunmak.

**Sonuç**:

GA’ların zor FJSP örneklerinde “uygun kalitede sonuçları 10×–100× daha hızlı” üretebildiğini göstermek.

**4. Yöntem ve Yol Haritası**

**Literatür Taraması**

Optimal FJSP çözücüleri ve GA tabanlı yaklaşımlar (örn. Pezzella et al., Zhang et al.).

**Benchmark Seçimi**

Orta ve büyük ölçekli FJSP setleri (ör. 20–50 iş, 5–10 makine üzeri).

**Algoritma Tasarımı & Uygulama**

En az üç GA varyantı:

* + - Klasik (“roulette-wheel”),
    - Elitist (elitizm + turnuva seçimi),
    - Steady-state veya NSGA-II (çok-amaçlı genişletme).

**Deneysel Tasarım**

Her algoritma için:

* + - Farklı parametre setleriyle (popülasyon büyüklüğü, mutasyon oranı vs.).
    - Her örnek üzerinde 30 kere tekrar, zaman ve makespan ölçümü.

1. **Karşılaştırma**

MIP çözücü (CPLEX/Gurobi) ile:

* + - Zaman sınırları (örn. 1 saat) altında en iyi bulunduğuna dair rapor.

GA sonuçlarının zamana karşı kalite eğrileri.

1. **Analiz & Raporlama**

Zaman kazancının ve kalite kaybının yüzdelik analizi.

Parametre duyarlılık grafikleri.

1. **Sonuç ve Gelecek Çalışmalar**

Projenin bulguları, sınırlamaları ve ileri yönde olası iyileştirmeler.

**5. Ölçütler ve Değerlendirme**

**Makespan (C<sub>max</sub>)**: Optimal/GA sonucu karşılaştırması.

**Çalışma Süresi**: CPU saniye/dk.

**Hesaplama Kaynakları**: Bellek kullanımı, çekirdek sayısı.

**İstatistiksel Testler**: T-test veya Wilcoxon rank-sum ile anlamlılık.