

## TESİS YERLEŞİMİ PROBLEMİ İÇİN BİR GENETİK ALGORİTMA

**Sinem Kulluk**

*Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri*

**Orhan Türkbey**

*Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara*

**Özet:** Kombinatoriyal optimizasyon problemlerine uygulanabilen genetik algoritmalar (GA), doğal genetik ve doğal arama mekanizmasına dayanan stokastik bir arama yöntemidir. GA'lar kendi arama proseslerini oluşturması bakımından pek çok avantaja sahiptir. Bu sebepten tesis yerleşimi problemleri gibi NP-zor problemlerde çok iyi sonuçlar vermektedir. Basit bir genetik algoritmanın adımları; bir gösterim metodu kullanarak uygun çözümlerin dizilere kodlanması, uyum fonksiyonunun değerlendirilmesi, genetik parametrelerin belirlenmesi, seçim stratejisi, genetik operatörler ve durdurma kriteri olarak sıralanabilir. Bu çalışmada eşit alanlı tesis yerleşim problemleri için bir genetik algoritma sunulmuştur. Önerilen çözüm yönteminin etkinliği, literatür problemleri ile ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Genetik Algoritma, Tesis Yerleşim Problemi, Kareli Atama Problemi*

**Abstract:** Genetic algorithms (GA) which are applied to combinatorial optimization problems are stochastic search algorithms based on natural genetic and selection. GA has its own advantages about setting up its search processes. Because of this, it provides good solutions in NP-hard problems like facility planning. Genetic algorithm constitutes of encoding the feasible solutions into chromosomes using a representation method, evaluation of fitness function, determination of genetic parameters, selection strategy, genetic operators and termination criterion. In this study, we propose a genetic algorithm for equal sized facility layout problems. The effectiveness of proposed solution approach is proved by using literature problems.

**Keywords:** *Genetic Algorithm, Facility Layout Problem, Quadratic Assignment Problem*

### 1. Giriş

Tesis yerleşimi tesislerin zemin alanı ihtiyaçlarını ve yerleşim sınırlarını göz önünde bulundurarak toplam malzeme taşıma maliyetini en küçükleyecek şekilde m tesisi n yerleşime uygun bir şekilde atamakla ilgilidir. Tesis Yerleşimi Problemleri NP-zor bir problemdir. Bunun nedeni, yerleşimdeki tesis ve alan sayısına bağlı olarak alternatif yerleşim sayılarının yani çözüm uzayının üstel olarak artış göstermesidir.

Son yıllarda tesis yerleşim problemlerine çeşitli modeller ve çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir. Yapılandırma metotları, iyileştirme metotları, zeki sezgisel teknikler, teorik graf metotlar ve melez metotlar gibi sezgisel teknikler büyük boyutlu problemlerin mümkün hesapsal zamanda çözülmesinde optimum sonuca çok yakın neticeler vermektedir. Bu çalışmada tesis yerleşim problemleri için genetik algoritmalar incelenmiş ve eşit alanlı büyük boyutlu tesis yerleşimi problemleri için bir genetik algoritma sunulmuştur.

### 2. Tesis Yerleşim Problemleri

Tesis yerleşimi, ürün veya hizmet üretmek, kaynak kullanımında en yüksek etkinliği sağlamak için fiziksel tesisin en etkili yerini seçme işi olarak tanımlanabilir. Tesis yerleşimi problemleri, sabit yatırımların ve ilgili malzeme taşıma maliyetlerinin minimize edilmeye çalışıldığı m tesisi n yerleşime ( $m \leq n$ ) etkin bir şekilde atama işiyle ilgilidir (Tavakkoli-Moghaddain and Shayan, 1998).

Tesis yerleşim problemlerinin amacı; departmanların zemin alanı ihtiyaçlarını ve departmanların yerleşim sınırlarını göz önünde bulundurarak malzeme taşıma maliyetlerini en küçüklemeektir.

Bütün departmanlar eşit alanlıysa veya departmanların fiziksel yerleri, diğer kalan departmanlarla arasındaki yakınlık veya uzaklık ilişkilerini değiştirmeden değiştirilebiliyorsa departmanların işgal edeceği potansiyel yerleri belirlemek kolaydır. Böyle bir durumda, yerleşim problemi, maliyetin akış miktarı ve kat edilen uzaklık bakımından doğrusal olduğu farz edilen Kareli Atama Problemi (KAP) olarak modellenebilir (Tate and Smith, 1994).

KAP, NP-tam bir problemdir ve 15-20 tesis için mümkün hesaplama zamanında bilinen hiçbir metot optimum çözümü bulma kabiliyetine sahip değildir (Sha and Chen, 2001). Kareli atama problemi ismi, amaç fonksiyonunun ikinci dereceden polinom bir fonksiyon olması ve sınırlarının atama probleminin sınırlarına benzer olmasından dolayı kullanılmaktadır (Chiang and Chiang, 1998).

### 3. Genetik Algoritmalar

Darwin'in "en iyi olan yaşar (survival of the fittest)" prensibine dayalı olarak bir popülasyonu oluşturan bireylerin rekabet etmelerini ve rekabet sonucu elenmelerini sağlayan, evrimsel süreci simüle eden Genetik Algoritmalar, ilk olarak John Holland tarafından ortaya atılmıştır (Holland, 1975). Bunlar güçlü arama algoritmaları olarak kendilerini ispatlamış ve çeşitli alanlardaki zor problemlerle başa çıkmak için kullanılmışlardır. Genetik algoritmaların kombinatoryal problemlerin çözümünde oldukça başarılı olduğu ispatlanmıştır (Drezner, 2003).

GA'lar, birden fazla (popülasyon büyüklüğü kadar) çözüm üzerinde çalışırlar. Çözümler, problemin yapısına uygun bir şekilde kodlanmış kromozomlar tarafından temsil edilirler. Genetik Algoritma, bireylerin bir başlangıç popülasyonunu alarak ve her yeniden üretimde genetik operatörleri kullanarak bu prosesleri simüle eder. Optimizasyon açısından, popülasyondaki her birey, verilen problemde olası çözümü gösteren bir dizi veya kromozoma kodlanır. Bir bireyin uyumu, verilen amaç fonksiyonuna göre değerlendirilir. Uyum fonksiyonu, kromozomların ifade ettikleri çözümlerin ne derece iyi olduğunu ifade eder. Yüksek uyum gösteren bireyler veya çözümler, çaprazlama prosedüründe diğer yüksek uyumlu bireylerle, genetik bilgilerindeki parçaları değiştirerek yeniden üretilme fırsatını bulurlar. Bu da ebeveynlerin her ikisinden de alınan bazı karakterleri paylaşan yeni çocuk çözümler üretir. Mutasyon çoğu zaman dizilerdeki bazı genleri değiştirerek çaprazlamadan sonra uygulanır. Çocuk bütün popülasyonu değiştirmekle elde edilebileceği gibi, az uyumlu özelliklerin değişmesiyle de oluşabilir. Bu, çevrim-seçim-yeniden üretim döngüsü, istenen sayıda kuşak yaratılana veya başka bir durma kriteri doğrulanana kadar tekrarlanır ve yaratılan en iyi çözüm problemin çözümü olarak alınır.

#### 3.1. Tesis Yerleşimi Problemleri için bir Genetik Algoritma

Geliştirilen genetik algoritmada başlangıç popülasyonu rastsal olarak türetilmiş ve her bireyin uyumu hesaplanmıştır. Bu uyum değerleri ölçeklendirildikten sonra elitizasyon oranındaki birey bir sonraki nesle aktarılmıştır. Seçim mekanizmasında rasgele arama ve doğal arama, çaprazlamada Brown ve arkadaşları (1989) tarafından ortaya atılan "CrossOver" çaprazlama algoritması kullanılmıştır. Yer değiştirme mutasyonu çaprazlamaya uğrayan bireylere uygulanmıştır.

Geliştirilen genetik algoritma C++ dilinde kodlanmış ve algoritmanın parametre setlerini ve etkinliğini belirlemek amacıyla Taguchi deney tasarımı düzenlenmiştir. Algoritma, optimum çözümleri veya en iyi çözümleri bilinen test problemleri üzerinde, algoritmanın bulduğu en iyi çözümün, bilinen en iyi çözümde kalitesine göre karşılaştırılmıştır. Test problemleri ve en iyi çözümleri QAP-Library'den alınmıştır (Burkard et al., 1991).

30, 50, 81 ve 100 tesisli dört test probleminin her biri için üçer kez program çalıştırılmış ve tasarım sonucu parametre setleri şu şekilde belirlenmiştir: mutasyon oranı: 0.10, çaprazlama oranı: 0.85, nesil sayısı: 100, elitizasyon oranı: 0.10, popülasyon büyüklüğü: 120.

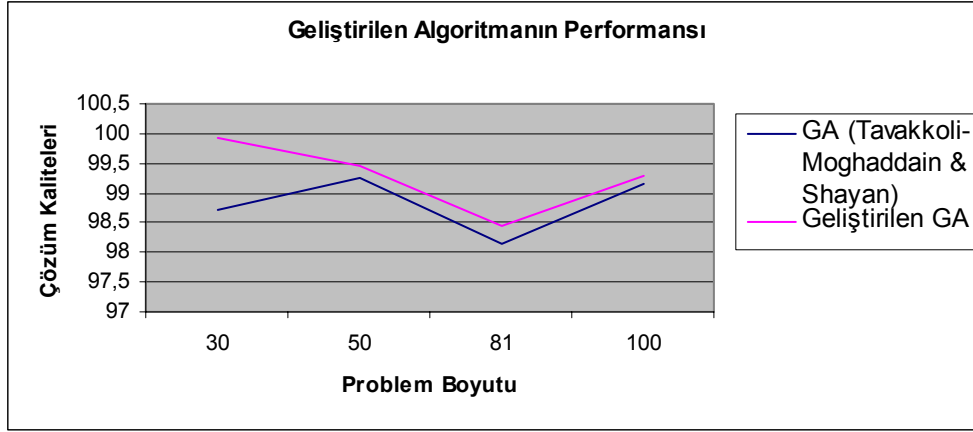
### 4. Değerlendirme

Geliştirilen algoritması ile test problemleri için elde edilen sonuçlar Tavakkoli-Moghaddin ve Shayan tarafından geliştirilen Genetik Algoritma ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada kullanılan veriler Tavakkoli-Moghaddin ve Shayan'ın 1998 yılında yayınladıkları makaleden alınmıştır.

Tablo 1'den de görülebileceği gibi geliştirilen genetik algoritma ile dört test problemi üzerinde de daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle 30 boyutlu problem için optimuma çok yakın bir değer elde edilmiştir. Algoritmanın performansı Şekil 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Geliştirilen algoritmanın amaç fonksiyonu değerlerinin karşılaştırılması

Problem	Problem Boyutu	Uygun Çözüm	GA (Tavakkoli-Mohgaddain & Shayan)	GA	Çözüm Kalitesi (%)
NUG30	30	6124	6202	6128	101,2
WIL50	50	48816	49174	49088	100,2
SKO81	81	90998	92688	92404	100,3
WIL100	100	273038	275290	274990	100,1



Şekil 1. Geliştirilen algoritmanın performansının karşılaştırılması

## 5. Sonuç

Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki büyük gelişmeler ve araştırmacıların etkileyici kabiliyetlerine rağmen; halen optimum sonucu mevcut yöntemlerle bulunamayan ve sezgisel arama yaklaşımları gerektiren problemler mevcuttur. Bu çalışmada, bu sezgisel arama yaklaşımlarından Genetik Algoritmalar ve Genetik Algoritmaların Tesis Yerleşimi Problemlerine uygulanması üzerinde durulmuştur.

Geliştirilen algoritmanın performansı, çözüm kalitesine göre incelendiğinde, ele alınan problemlerin zorlukları algoritmanın performansını etkilemektedir. 30 boyutlu problemde, bulunan en iyi çözüme çok yakın bir sonuç elde edilmesine rağmen problem boyutu büyüdükçe çözüm kalitesinde nispeten düşme gözlenmektedir.

## Kaynaklar

- Brown, D. E., Huntley, C. L., Spillane, A. R.,** *A Parallel Genetic Heuristic for The Quadratic Assignment Problem*, in Proc of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Genetic Algorithms, 406-415, 1989.
- Burkard, R. E., Karisch, S. E., Rendl, F.,** *QAPLIB-A Quadratic Assignment Problem Library*, European Journal of Operational Research, Vol. 55, 115-119, 1991.
- Chiang, Wen-Chyuan, Chiang, Chi,** *Intelligent Local Search Strategies for Solving Facility Layout Problems with The Quadratic Assignment Problem Formulation*, European Journal of Operation Research, 106, 457-488, 1998.
- Drezner, Zvi,** *A Hybrid Genetic Algorithm for The Quadratic Assignment Problem*, INFORMS, Vol. 15, 2003.
- Holland, J. H.,** *Adaption in Natural and Artifical Systems*, MIT Press, Cambridge, MA, 1975.
- Sha, D. Y., Chen, Chien-Wen,** *A New Approach to The Multiple Objective Facility Layout Problem*, Integrated Manufacturing Systems, 12/1, 59-66, 2001.
- Tate, D. M., Smith, A. E.,** *Unequal Area Facility Layout Using Genetic Search*, IIE Transactions, 1994.
- Tavakkoli-Moghaddain, R.ve Shayan, E.,** *Facilities Layout Design By Genetic Algorithms*, Computers and Industrial Engineering, Vol. 35, No: 3-4, 527-530, 1998.