

AKIŞ ATÖLYESİNDE KESİKLİ PARTİ BÖLME PROBLEMİ İÇİN BİR GENETİK ALGORİTMA YAKLAŞIMI

Mehmet Akansel, Tülin İnkaya
Uludağ Üniversitesi

Özet: Parti bölme işlemi; üretim partisini küçük alt partilere ayırarak, ardışık makineler üzerinde alt partilerin işlemlerinin çakıştırılmasını esas alır. Bu çalışmada, m makineden oluşan bir akış atölyesinde tek ürünün üretim çizelge süresini en küçükleyecek alt parti büyüklüklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Alt parti büyüklükleri tamsayı olarak dikkate alınacaktır. Problem, bir tamsayı programlama modeli olarak tanımlanmaktadır ve alt parti büyüklüklerinin tamsayı olması nedeniyle NP-zor kategorisinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle, genetik algoritma yaklaşımının söz konusu problemin çözümüne uygulanması uygun olacaktır. Genetik algoritmada kullanılan kodlama, kromozom gösterimleri, başlangıç nüfusunun belirlenmesi, uygulanan genetik operasyonlar, olurlu olmayan çözümleri indirgeyen tamir süreci, değerlendirme fonksiyonu ve kromozom seçimi probleme özgü olarak tanımlanacaktır. Nüfus büyüklüğü, kuşak sayısı, çaprazlama ve değişim olasılığı; kabul edilebilir bir çözüme ulaşma süresini en küçükleyecek şekilde deneysel sonuçlara göre belirlenmiştir. Genetik algoritma sezgiselinden elde edilen sonuçlar, küçük çaplı problemlerin tamsayı modelinden elde edilen çözümler ile karşılaştırılacak ve algoritmanın daha büyük problemler üzerindeki performansı değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: İş Partisi Bölme, Üretim Çizelgeleme, Akış Atölyesi, Genetik Algoritma

A GENETIC ALGORITHM FOR DISCRETE LOT STREAMING PROBLEM IN FLOW SHOP

Abstract: Lot streaming is based on splitting the production lot into some sublots and then overlapping the processing of these sublots on adjacent machines. In this work, we aim to determine the sizes of the sublots that will minimize the makespan in an m machine flow shop processing a single job. The sublot sizes are considered as integer variables. The problem is formulated as an integer programming model which results in being classified as an NP-hard problem. Therefore, we expect that genetic algorithm will serve as a good approach to the solution of the problem. The specific arrangements related to genetic algorithms such as, the coding, representation of the chromosomes, determination of the initial population, the genetic operators, the repair process that handles the infeasible solutions, the evaluation function and the selection of chromosomes, are made according to the properties of the problem. The population size, the number of generations, probabilities of crossover and mutation are determined to reach some acceptable solution in a reasonable amount of time. We compare the solutions obtained from the genetic algorithm with the solutions of the integer model for modest problems and estimate the performance on larger problems.

Keywords: Lot Streaming, Production Scheduling, Flow Shop, Genetic Algorithm

1. Giriş

Üreticilerin rekabet avantajı kazanabilmesi için ürünlerin tedarik sürelerinin kısaltılması büyük önem kazanmaktadır. Parti bölme yaklaşımı, üretim partisini küçük alt partilere ayırarak, ardışık aşamalar üzerindeki işlemlerinin çakıştırılmasını sağladığından tedarik süresinin kısaltılması için etkili bir yöntemdir (Trietsch ve Baker (1993)).

Trietsch ve Baker (1993), hazırlık ve taşıma etkinliklerini dahi dikkate almaksızın, kesikli ve değişken parti bölme problemini NP-zor olarak sınıflamıştır. Yüksek sayıda makine ve alt parti sayısı bulunan problemin makul sürede çözülebilmesi için sezgisel metotlar geliştirilmelidir. Bu çalışmada, hazırlık ve taşıma sürelerinin işlem süresinden ayrı olarak ele alındığı bir tek ürünlü akış atölyesi problemi için belli sayıdaki değişken ve kesikli alt parti büyüklüklerinin bir genetik algoritma kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Problemin Formülasyonu

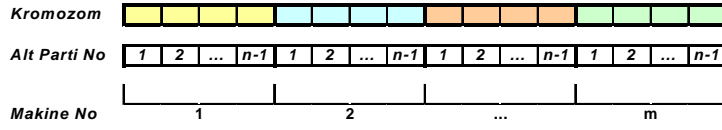
Matematiksel Model:

Williams (1995), hazırlık ve taşıma zamanlarını içermeyen bir akış atölyesinde ve çizelge süresini en küçükleyecek sürekli ve değişken alt parti büyüklüklerini belirlemek üzere bir karışık tamsayı programlama modeli geliştirmiştir. Bu çalışmada dikkate alınan hazırlık ve taşıma zamanları ile kesikli alt parti büyüklüklerini kapsayacak şekilde formülasyonda düzenlemeler yapılmıştır.

3. Genetik Algoritma

Gösterim:

İncelenen probleme ait çözümlerin gösterim biçimi Şekil 1’de görülmektedir. Buna göre, her bir kromozomda (makine sayısı*(alt parti sayısı-1)) tane gen bulunmaktadır. Kromozomun genotipinde, her bir genin yerinin anlamı belirlidir ve ilgili makinede kaçınıcı alt partinin işleneceğini ifade etmektedir. Genlerin aldığı değerler (aleller) ise, o makinede işlenecek alt partinin büyüklüğünü göstermektedir.



Şekil 1: Kromozomların gösterimi

Başlangıç Nüfusu:

Başlangıç nüfusu, alellerin alt ve üst limitleri dikkate alınarak, rassal olarak belirlenmektedir. Bireydeki, her bir genin alacağı değer belirlenirken (3.1)’de gösterilen formülasyon kullanılmaktadır.

$$X = (b - a)r + a \quad (3.1)$$

a ve b sırasıyla alt parti büyüklükleri için alt ve üst limiti tanımlamaktadır. r ise, 0 ile 1 arasında üretilen rassal sayıdır.

Uygunluk Fonksiyonu:

Problemin amaç fonksiyonu, son makinedeki alt partinin akış süresinin en küçüklenmesidir. Bu nedenle; her birey için uygunluk fonksiyonu, (3.2) nolu denklemde belirtilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$f(x_i) = \frac{1}{T_{mn}} \quad (T_{mn}: \text{Çizelge uzunluğu}) \quad (3.2)$$

Matematiksel modelde yer alan alt parti büyüklükleri ve aktarmalar, genetik algoritma tarafından belirlenmektedir. Yalnızca bitiş zamanlarının karar değişkeni olduğu matematiksel model çözülerek, (3.2) nolu denklemdeki T_{mn} değerinin hesaplanmaktadır.

Genetik İşlemler:

Çaprazlama İşlemi: Geliştirilen genetik algoritmada; alt parti büyüklükleri için tek nokta çaprazlama işlemi uygulanmıştır.

Değişim İşlemi: Geliştirilen genetik algoritmada kullanılan değişim işlemi, düzgün değişimdir.

Seçim: Genetik algoritmanın seçim aşamasında, uygunluk değeri yüksek olan bireylerin ebeveyn olma şansını artıran rulet tekerleği kullanılmıştır.

Tamir Süreci: Genetik algoritmanın içinde modeldeki kısıtların ihlal edilmesi ile ortaya çıkan olursuz çözümlerin kullanılma olanağı bulunmadığından eldeki çözümü ilgili kısıtlara uyacak hale getiren bir tamir süreci geliştirilmiştir.

Parametrelerin Seçimi:

Bu çalışmada, tamsayı modelin çözülebildiği küçük çaplı problemler üzerinde deneysel inceleme yapılarak en kısa sürede en uygun çözümü veren parametreler seçilmiştir. Buna göre; nüfus büyüklüğü 40, kuşak sayısı 40, çaprazlama olasılığı 0,95 ve değişim olasılığı 0,2 olarak alınmıştır.

Genetik Algoritmanın Yapısı:

Genetik algoritmada izlenen akış aşağıdaki gibidir:

Başlangıç verilerini al.

Başlangıç nüfusunu belirle.

Tamir sürecini uygula.
 Sayaç = 1 olarak ata.
 Eğer Sayaç <= Nesil Sayısı
 {

Uygunluk fonksiyonunu hesapla.
 Seçim işlemi uygula.
 Çaprazlama işlemi uygula.
 Tamir sürecini uygula.
 Değişim işlemi uygula.
 Tamir sürecini uygula.
 Sayaç = Sayaç + 1

}
 Problemin çözüm çıktıları aşağıdaki gibidir:

- Alt parti büyüklükleri
- Alt partiler arası aktarma miktarları
- Çizelge uzunluğu

4. Karşılaştırma

Geliştirilen genetik algoritmanın etkinliğini test etmek için, çeşitli test problemleri kullanılmıştır. Test problemleri için tamsayı modelin çözümü ile elde edilen sonuçlar ve sezgisel sonuçların karşılaştırması Tablo 1’de görülmektedir. Tabloda çözümleri kıyaslanan üç makina ve üç alt partili beş adet rassal problem için genetik algoritma ile ortalama % 2.57, en fazla % 3.98 hata ile tamsayı modelin çözümüne yaklaşılmıştır. Bu performansın aynı zamanda ortalama % 70.65, en fazla % 85.60 süre tasarrufuyla yakalanmış olması kayda değer bir sonuçtur. Daha büyük problemler için tamsayı modelin çözülmesi makul sürede gerçekleşemediğinden kıyaslama olanağı bulunamamıştır. Buna karşılık daha fazla sayıda makinalı problemlerde hesaplama süresinin de dikkate alınması halinde genetik algoritmanın etkin performans düzeyini korumamaktadır.

Tablo 1. Tamsayı Model ve Genetik Algoritma Çözümlerinin Karşılaştırılması

Tamsayı Model		GA Sezgiseli		Hata (%)	Süre Kazancı(%)
Amaç fonksiyonu	Çalışma Süresi(s)	Amaç fonksiyonu	Çalışma Süresi(s)		
1232	324.00	1253	150.94	1.70	53.41
1231	404.00	1258	152.02	2.19	62.37
1300	634.00	1334	166.77	2.62	73.70
1305	1002.00	1357	144.25	3.98	85.60
1367	766.00	1399	167.39	2.34	78.15
Ortalama				2.57	70.65

5. Sonuç

m (≥ 3) makineli bir akış atölyesinde, kesikli ve değişken alt parti bölme problemi; hazırlık ve taşıma aktiviteleri de dikkate alındığında NP-zordur. Bu nedenle, bu çalışmada bir genetik algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen genetik algoritma, alt parti büyüklüklerini ve makineler arası aktarmaları belirlemektedir. Problem için geliştirilecek olursuz çözümler için bir tamir süreci kullanılmaktadır. Genetik algoritmanın performansını etkileyen nüfus büyüklüğü, kuşak sayısı, çaprazlama olasılığı ve değişim olasılığı deneysel sonuçlara göre belirlenmiştir. Algoritmanın etkinliği test problemlerinde analiz edildiğinde, GA sezgiselinin matematiksel modelin çözümüne yakın sonuçları oldukça hızlı biçimde verdiği tespit edilmiştir. Geliştirilen GA sezgiseli, tamsayı modelin çözümü ile elde edilen sonuçlara göre ortalama % 2.57’lik sapmayla ortalama % 70.65 daha kısa sürede çözüm bulmaktadır.

Kaynaklar

Trietsch, D., Baker, K.R., Basic Techniques for Lot Streaming, *Operations Research*, 41 (6), 1065-1076, 1993.

Williams, E.F., Lot Streaming Problems, University of Florida, Unpublished Ph.D. Dissertation, Gainesville, FL, USA, 1995.