

ASKERİ NÖBET ÇİZELGELERİNİN GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK ENİYİLENMESİ

Ali GÜNEŞ¹ Ayşe KAHVECİOĞLU² Hakan TUNCEL³

^{1,3} Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Anadolu Üniversitesi, 26470 Eskişehir

²Anadolu Üniversitesi, Sivil Havacılık YO, Elektrik-Elektronik Bölümü, 26470, Eskişehir

¹e-posta: agcms@anadolu.edu.tr ²akahveci@anadolu.edu.tr ³htuncel@anadolu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Genetik Algoritma, Personel Çizelgeleme, Otomatik Nöbet Yazma, Zaman Çizelgeleme

ÖZET

Askeri nöbet çizelgeleri; Türk Silâhlı Kuvvetleri'nde nöbet hizmetlerinin düzenlenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Askeri nöbet çizelgeleri; her nöbet yeri için; belirlenen nöbet grubunun en kıdemli personeli tarafından kanun ve yönergelerle uygun şekilde hazırlanır. Bu çalışmada; Genetik Algoritma kullanılarak geliştirilmiş bir yazılım ile çok zaman alan askeri nöbet çizelgesi hazırlama işlemlerinin; harcanan süre ve sağlanan doğruluk (ilgili kanun ve yönergelerle uygunluk açısından) yönü ile eniyilenmesi amaçlanmıştır

1. GİRİŞ

Nöbet hizmetleri; Türk Silâhlı Kuvvetleri bünyesinde bulunan tüm askeri kurum ve kuruluşlarda müşterek hizmetlerin yapılmasını ve devamını sağlamak amacı ile yürütülmektedir. Nöbet tutacak personelin aylık plânlanması ve tutulan nöbetlerin kayıt altına alınması işlemleri; her nöbet yeri için görevlendirilen ayrı birer personel tarafından hazırlanan, askeri nöbet çizelgeleri ile yapılmaktadır. Her nöbet döneminde; değişen sayı ve tipteki nöbet için yeterli sayıda nöbetçinin seçilmesi, çeşitli kısıtlar göz önünde bulundurularak yeni nöbet listelerinin oluşturulması ve tutulan nöbetlerin kayıtlarının tutulması gerekmektedir.

Bu çalışmada; askeri nöbet çizelgelerinin otomatik olarak hazırlanması amacı ile Genetik Algoritma tabanlı bir yazılım geliştirilmesi ile bilgisayar destekli olarak hazırlanmasının sağlanması ve böylece nöbet yazma işlemlerinin hazırlanma süresi ve doğruluk olarak eniyilenmesi hedeflenmiştir. Geliştirilen yazılıma; GATNOP (Genetik Algoritma Tabanlı Nöbet Otomasyon Programı) ismi verilmiştir.

Zaman çizelgeleme problemi, zor bir problemdir[1]. Çizelgeleme problemlerinin

çözümünde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları Genetik Algoritma (GA), Tablosal Araştırma, Karınca Kolonisi Eniyileme Algoritması, Tamsayı Programlama, Benzetimli Tavlama yöntemleridir.

Bu yöntemler genelde birbirinden oldukça farklıdır. Bu nedenle kullanılan yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılması genelde pek mümkün olmamaktadır. Colorni[2], yaptığı deneylerin sonucunda Genetik Algoritmaların ve Tablosal Araştırma yöntemlerinin daha iyi çizelgeler ürettiğini rapor etmiştir. Darwin'in evrim teorisini temel alan GA'ların yalnızca çizelgeleme problemlerinde değil, programlamada kullanılan klâsik metotlar ile çözümü nerede ise imkânsız olan pek çok problemin çözümünde kullanılmaktadır[3].

2. ASKERİ NÖBET ÇİZELGELERİ

Türk Silâhlı Kuvvetleri'nde nöbet; askerlikteki müşterek hizmetlerin yapılmasını ve devamını sağlamak maksadı ile bu hizmetlerin belli bir sıra ve süre ile subay, askeri memur, astsubay, askeri öğrenci, erbaş ve erler ile Silâhlı Kuvvetler Teşkilâtı içinde vazifeli olan bilumum sivil şahıslar tarafından yapılmasıdır [4]. Askeri nöbet çizelgelerinin hazırlanması için yönergeler ile tespit edilmiş olan bazı kısıtların karşılanması gerekmektedir. Aşağıda listelenmiş olan bu kısıtların geliştirilen yazılımda da karşılanması gerekmektedir.

a. Her nöbet yeri için, o nöbet yerinde nöbet tutması gereken personel isimleri belirlenir. Personel listesi en kıdemli personelden başlayarak kıdemsiz doğru (kıdem sıra kitabına göre) sıralanır[5, 6].

b. Bir nöbet yerinde nöbet tutacak personelin nöbet tarihleri yönergelerde açıklanan usullere uygun

şekilde hazırlanan askeri nöbet çizelgeleri ile ilgili personele duyurulur[5, 6].

c. Tutulacak nöbetler GÜNLÜK, CUMA, CUMARTESİ, PAZAR, MİLLİ BAYRAM ve DİNİ BAYRAM olmak üzere altı farklı kategoride düzenlenir ve kayıt altına alınır[5, 6].

d. GÜNLÜK, CUMARTESİ ve DİNİ BAYRAM nöbetleri kıdemli personelden kıdemsiz doğru, CUMA, PAZAR ve MİLLİ BAYRAM nöbetleri ise kıdemsiz personelden kıdemli personele takip edilerek tutturulur[5, 6].

3. GATNOP YAZILIMI

3.1 Kromozomların Kodlanması

Bir bilgisayar programının uygulanmasına geçilirken yapılacak ilk ve en önemli iş genellikle veri tiplerinin seçilmesidir. Bu nokta; Holland'ın orijinal şeması ile diğer GA tipleri arasındaki ilk ve en büyük varyasyonun oluşmaya başladığı noktadır[7].

Holland kromozomları ikili düzende diziler olarak kodlanmıştır. İkili düzende kodlamanın bazı özellikleri basit, etkili ve düzenli bir GA sunmak için yararlı olmuştur. Buna rağmen, bir bireyin genlerini temsil etmenin, kendilerine ait belirgin avantajları olan çok çeşitli yolları da mevcuttur[8]. Bir problemin gen formatına aktarılması için, çözüm için gerekli tüm bilgilerin bilgi paketleri şeklinde ifade edilmesi gereklidir[9]. GATNOP'a ait gen ve kromozomlar için karmaşık yapıda bir kromozom kodlaması kullanılmıştır.

Geliştirilen GA'da kullanılan kromozomların kodlanması için kullanılan veri yapıları ile; çözüm için gerekli tüm bilgilerin bilgi paketleri şeklinde ifade edilmesi sağlanmıştır. Nöbet yazılan ayın gün sayısına göre değişen çözüm uzayı; nöbet yazılan ayın gün sayısı kadar genin faktöriyelidir. Dolayısı ile probleme ait çözüm uzayı; 28! ile 31! arasında değişebilen farklı dizilişteki nöbetçi listelerinden oluşmaktadır.

$$\begin{aligned} \zeta_{uzayı} &: \text{Çözüm uzayı} \\ g &: \text{Ayın gün sayısı} \end{aligned} \quad \zeta_{uzayı} = g! \quad (1)$$

3.2 Popülasyon Boyutu

GA'daki ilk adım popülasyona ait kromozomların başlangıç değerlerine getirilmesidir. Öncelikle popülasyonun boyutu belirlenmelidir. Eğer seçilen popülasyonun boyutu çok küçük olursa; çözüm bulma süresi kısıllanacak, ancak üzerinde çalışılan çözüm uzayı yeterince araştırılmayacaktır. Eğer popülasyonun boyutu çok büyük seçilirse bu

durumda da, gerekenden fazla veri üzerinde çalışılarak fazladan zaman harcanacaktır[10].

Rasgele oluşturulan popülasyonlar neredeyse her zaman aşırı şekilde uygunsuzdur[9]. Hangisinin diğerlerinden daha uygun olduğunu belirlemek için her birey değerlendirilmeye tutulmalıdır.

3.3 Popülasyonun Başlangıç Halinin Oluşturulması

GATNOP için geliştirilen GA'da başlangıç popülasyonu, bir önceki ekrandan seçilmiş nöbetçi personelin rasgele bir şekilde popülasyon boyutundaki kromozom dizisini dolduracak şekilde yerleştirilmesi ile oluşturulmaktadır.

Böylece; genetik yapılandırılmaları rasgele bir süreçle belirlenmiş olan bireylerden oluşan tam boyuttaki bir popülasyon elde edilmiştir.

3.4 Kromozomların karşılaması gereken kısıtlar

GATNOP yazılımı askeri nöbet çizelgelerinin hazırlanması amacı ile geliştirildiğinden; GA'nın karşılaması gereken kısıtlar Türk Silahlı Kuvvetleri'nde geçerli kanun ve yönetmeliklerle [4-6] belirlenmiştir. Bu kısıtlar geliştirilen GA'da zorunlu kısıtlar ve zorunlu olmayan kısıtlar olarak ikiye ayrılmıştır. Kısıtlar ve kısıtlara karşılık gelen hata puanları Şekil-1 ve Şekil-2'de verilmiştir.

Zorunlu Kısıtlar	Hata Puanı
Uygun nöbet tipine atama yapılmalı	2.000-10.000
Personelin mazeretli gününe nöbet yazılmamalı	2.000-10.000
Ard arda günlerde aynı personele nöbet yazılmamalı	2.000-10.000

Şekil-1 GATNOP GA'sının karşılaması gereken zorunlu kısıtlar ve hata puanları

Zorunlu Kısıtlar	Olmayan Kısıtlar	Başlangıç Değeri	Hata Puanı
Dini bayram nöbeti kıdem sırası hatası		630	1
Milli bayram nöbeti kıdem sırası hatası		310	1
Cumartesi nöbeti kıdem sırası hatası		150	1
Pazar nöbeti kıdem sırası hatası		70	1
Cuma nöbeti kıdem sırası hatası		30	1
Günlük nöbet kıdem sırası hatası		1	1

Şekil-2 GATNOP GA'sının karşılaması gereken zorunlu kısıtlar ve hata puanları

Şekil-2’de de görüldüğü gibi zorunlu olmayan kısıtlar nöbet tiplerine göre ayrılmış ve her bir hata için belirli bir başlangıç değeri verilmiştir. Bunun amacı; nöbet tiplerindeki kıdem sıralarının önceliklerine göre derecelendirilmesidir.

Bu derecelendirme sayesinde GA’nın; günlük nöbet kıdem sırası hatası bulunan bir kromozomu, dini bayram nöbeti kıdem sırası hatası bulunan bir kromozoma göre daha uygun olarak değerlendirmesi sağlanmış olmaktadır. Tüm zorunlu olmayan kısıt hata puanlarının toplam değeri herhangi bir kromozomda, zorunlu kısıt hata puanı değerlerinin başlangıcı olan 2.000’i geçmeyecek şekilde belirlenmiştir. Bu nedenle; toplam kromozom hata puanı $H_{kthp} < 2.000$ olan kromozomların tümü uygun nöbet çizelgeleri olarak kabul edilmektedir.

H_{kdsu} : Kıdem sırasına

$$\sum_{g=1}^{ags} H_{kdsu} < 2.000 \quad (2)$$

3.5 İmha edilecek/korunacak bireylerin seçimi

GATNOP yazılımında geliştirilen GA’da; imha edilecek olan kromozomların belirlenmesi için sırası ile;

a. Tüm kromozomların hata puanları aşağıda verilen hata puanı hesaplama fonksiyonu ile hesaplanır.

H_{kthp} : Kromozomun toplam hata puanı
 H_{kdsu} : Kıdem sırasına uyulmadı hata puanı
 H_{ynta} : Genin yanlış nöbet tipine atanması hata puanı
 H_{aany} : Ardı ardına nöbet yazılması hata puanı
 H_{mgny} : Mazeretli güne nöbet yazılması hata puanı
 ags : Nöbet yazılan ayın toplam gün sayısı
 g : Ayın gün sayısı

$$H_{kthp} = \sum_{g=1}^{ags} H_{ynta} + \sum_{g=1}^{ags} H_{aany} + \sum_{g=1}^{ags} H_{mgny} + \sum_{g=1}^{ags} H_{kdsu} \quad (3)$$

b. Kolonideki tüm kromozomların hata puanları toplamının, popülasyondaki kromozom sayısına bölünmesi ile koloninin ortalama hata puanı bulunur.

H_{orthp} : Koloninin ortalama hata puanı
 H_{kthp} : Kromozomun toplam hata puanı
 pby : Popülasyondaki kromozom sayısı
 K_s : Popülasyondaki toplam kromozom sayısı
 p : Kromozom sayısını indisi

$$H_{orthp} = \sum_{p=1}^{pby} H_{kthp} / K_s \quad (4)$$

c. Kolonideki tüm kromozomlar aşağıdaki eşitsizlikle sınanır. Bu eşitsizliği sağlayan kromozomlar imha edilir. Diğerleri bir sonraki jenerasyonda aynen muhafaza edilirler. İmha edilen kromozomların yerleri hata puanı düşük olan kromozomlar ile tamamlanırlar. Bu tamamlama düşük hata puanlı kromozomların daha yüksek, yüksek hata puanlıların daha düşük oranda kullanılması şeklinde yapılır.

H_{kthp} : Kromozomun toplam hata puanı
 H_{orthp} : Koloninin ortalama hata puanı

$$H_{kthp} > H_{orthp} \quad (5)$$

3.5.1 Çaprazlama ve onarım stratejisi

Çaprazlama operatörü; “GA Değişkenlerini Belirleme Ekranı”ndan belirlenen değere göre tek noktadan ve çift noktadan uygulanabilmektedir. Çaprazlama operatörünün hiç kullanılmaması da arayüz ile kontrol edilebilmektedir. Ancak yapılan denemelerde, çaprazlama operatörü kullanılmadan çözüme ulaşılmasının mümkün olmadığı görülmüştür. Her jenerasyonda çaprazlanacak kromozom sayısı (C_{ks}) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

C_{ks} : Çaprazlanacak kromozom sayısı
 K_s : Toplam kromozom sayısı

$$C_{ks} = P_c * K_s \quad (6)$$

Tek noktadan çaprazlama; koloni içerisinde rasgele belirlenen iki ebeveyn kromozomun, rasgele belirlenen bir çaprazlama noktasından çaprazlanması şeklinde yapılmaktadır. Çift noktadan çaprazlama; koloni içerisinde rasgele belirlenen iki ebeveyn kromozomun, rasgele belirlenen bir çaprazlama noktasından itibaren, rasgele belirlenen uzunluktaki bölümlerinin yer değiştirmesi şeklinde yapılmaktadır. Yapılan çaprazlamalardan sonra; ortaya bazı genlerin çiftlenmesi ve bazı genlerin ise kaybolması sonucu ortaya çıkar. Genlerin ikili düzende değil de kompleks yapıda kodlanmış olması nedeni ile; bu kaybolan ve çiftlenen genlerin oluşturulacak bir kromozom onarım algoritması ile düzenlenmesi gerekir. Geliştirilen GA’da bu onarım işlemi; hatalı kromozomların belirlenmesi ve statik bir kromozom kullanılarak düzeltilmesi şeklinde yapılmaktadır.

3.5.2 Mutasyon

Mutasyon operatörü; rasgele belirlenen kromozom üzerinde iki genin yer değiştirilmesi şeklinde yapılmaktadır. Mutasyon operatörünün hiç kullanılmaması da arayüz ile kontrol

edilebilmektedir. Ancak yapılan denemelerde, mutasyon operatörü kullanılmadan çözüme ulaşılmasının mümkün olmadığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda; GATNOP için geliştirilen GA'da $P_m \leq 0,0005$ için en ideal sonuçların alındığı görülmüştür. Mutasyon operatörünün uygulanması Şekil-3'de gösterilmiştir.

3.6 Test senaryoları

GATNOP yazılımı için GA parametreleri için en uygun değerlerin belirlenebilmesi amacı ile 5 adet test senaryosu oluşturulmuştur. Testler; PIII 450 MHz. ve 128 Mb.'lık bir dizüstü bilgisayar kullanılarak, Windows 2000 SP4 üzerinde yapılmıştır. Uygulanan test senaryolarında değiştirilerek kullanılan GA parametreleri Şekil-3'de verilmiştir. Benzer yöntemle Şekil-3'de verilen parametreler için ideal değerlerin belirlenebilmesine çalışılmıştır.

Geliştirilen GA'nın parametreleri	Test Numaraları				
	1	2	3*	4	5
Popülasyon boyutu	70	70	70	10	100
Mazeretli güne nöbet atama hata puanı	6.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Uygun nöbet tipi atanmadı hata puanı	10.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Ardı ardına nöbet yazıldı hata puanı	4.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Çaprazlama olasılığı (Pc)	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7
Çaprazlama tipi	TN/ÇN	TN/ÇN	TN/ÇN	TN/ÇN	TN/ÇN
TN : Tek noktadan çaprazlama ÇN : Çift noktadan çaprazlama					

Şekil-3 Testlerde değiştirilerek kullanılan GA parametrelerinin değerleri

4. SONUÇ

Testler sonucunda belirlenen en uygun GA parametreleri Şekil-4'te verilmiştir. GATNOP yazılımı için belirlenen bu değerler kullanıma verilmesi plânlanan sürümde bu şekilde kullanılacaktır.

Testler Neticesinde Belirlenen En Uygun GA	
Popülasyon boyutu	70
Maksimum nesil sayısı	5000
Kabul edilebilir maksimum zorunlu	0
P_m	0,0005
P_c	0,7
Mazeretli güne nöbet atama hata puanı	3000
Uygun nöbet tipi atanmadı hata puanı	3000
Ardı ardına nöbet yazıldı hata puanı	3000
Kıdem sırasına uyulmadı hata puanı	1
Nöbetler arası minimum aralık (gün)	1
Çaprazlama yöntemi	Çift nokta

Şekil-4 Testler sonucunda belirlenen en uygun GA parametreleri

KAYNAKLAR

- [1]Even, S. ve Itai, A.ve Shamir, A., *On Complexity of Timetable and Multicommodity Flow Problems*, SIAM J.Comput., 1976
- [2]Colomi, A. ve Dorigo, M. ve Maniezzo V., *Genetic Algorithm to Solve the Timetable Problem.Tech.Rep.*, Politecnico di Milano, ITALY, 1992
- [3]Engel, B., *Problem Solving with Genetic Algorithms*, Florida Gulf Coast University, USA, 2000
- [4]*Türk Silâhli Kuvvetleri İç Hizmet Kanunu*, Kanun Numarası: 211, 1961
- [5]HKY 64-1(B), *Hava Kuvvetleri Nöbet Hizmetleri Yönergesi*, 2003
- [6]HİBMY 64-1(B), *İnci HİBM. K.lığı Nöbet Özel Yönergesi*, 2004
- [7]Buckles, BP. ve Petry FE., *Genetic Algorithms*, The IEEE Computer Society Press., Los Alamitos, 1992
- [8]Louis, J.S., *Genetic Algorithms as a Computational Tool For Design*, Department of Computer Science Indiana University, USA 1993
- [9]Davis, L., *Handbook of Genetic Algorithms*, Van Nostrand Reinhold., New York ,1991
- [10]Goldberg, DE., *Sizing Populations for Serial and Parallel Genetic Algorithms*, The IEEE Computer Society Press, 1989