T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARI KOLONİSİ İLE ŞOFÖR-HAT-ZAMAN OPTİMİZASYONU

MUSTAFA SERVET KIRAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONYA-2010

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARI KOLONİSİ İLE ŞOFÖR-HAT-ZAMAN OPTİMİZASYONU

Mustafa Servet KIRAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Mesut GÜNDÜZ

2010, 99 Sayfa

Jüri : Prof.Dr. Ahmet ARSLAN
Yrd.Doç.Dr. Adem Alparslan ALTUN
Yrd.Doç.Dr. Mesut GÜNDÜZ

Sezgisel optimizasyon teknikleri doğadan esinlenilerek geliştirilmiştir. Bu tekniklere karınca kolonisi optimizasyon, kısmi sürü optimizasyon ve arı sistemi optimizasyon algoritmaları örnek olarak verilebilir. Son yıllarda arı sistemi üzerine yapılan çalışmalar ivme kazanarak artmış ve arı sistemi bir çok optimizasyon probleminin çözümünde kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında arı kolonisi optimizasyon algoritması şoför-hat-zaman çizelgelemede optimum görev dağılımının bulunması için kullanılmıştır.

Konya Cumhuriyet Otobüs Durağına ait yolcular için hazırlanmış olan araç kalkış saatleri bir problem olarak ele alınmış ve hatlara ait seferlerin şoförlere dağıtılması amaçlanmıştır. Arı sisteminin bir metodu olan arı kolonisi optimizasyonu tez problemindeki şoförlerin belirli saat çalışması kaydıyla optimum görev dağılımını oldukça başarılı şekilde gerçekleştirmiştir. Elde edilen uygulama sonuçlarına göre, şoförlerin dinlenme süreleri, mola saatleri ve sayılarında dikkate değer iyileştirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arı Sistemi, Arı Kolonisi Optimizasyonu, Sürü Zekâsı, Şoför-Hat-Zaman Çizelgeleme

ABSTRACT

MS Thesis

BEE COLONY BASED DRIVER-LINE-TIME OPIMIZATION

Mustafa Servet KIRAN

Selçuk University

Graduate School of Natural Applied Sciences

Department of Computer Engineering

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Mesut GÜNDÜZ

2010, 99 Pages

Jury: Prof.Dr. Ahmet ARSLAN

Yrd.Doç.Dr. Adem Alparslan ALTUN

Yrd.Doç.Dr. Mesut GÜNDÜZ

Heuristic optimization methods have been developed by being inspired from nature. Ant colony optimization, particle swarm optimization and bee system optimization algorithms are given as examples to these methods. In recent years, studies on bee system are increasing by growing popularity and bee system is commonly used in solution of various optimization problems. In this thesis, bee colony optimization algorithm is used so as to find the optimal distribution of tasks in driver line-time scheduling.

Konya Cumhuriyet Bus Station departure time of vehicles which is prepared for travelers is considered as an optimization problem and it is aimed that travels of lines are distributed to drivers. Optimal task distribution is successfully implemented by bee colony optimization which is one of the sub-method in the bee system concept providing that each driver is to work certain hours. According to application results obtained, remarkable improvements are performed in rest periods, break time and number of drivers.

Keywords: Bee System, Bee Colony Optimization, Swarm Intelligence, Driver-Line-Time Scheduling

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda bana yol gösteren danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Mesut GÜNDÜZ Bey'e, tezim hakkında çokça tartıştığımız Arş.Gör. Oğuz FINDIK Bey'e ve problemle ilgili yardımcı olan Konya Büyükşehir Belediyesi Cumhuriyet Durağı Baş Şoförü Sayın Mükremin Yiğit Bey'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Her durumda maddi manevi yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ii
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR iv
İÇİNDEKİLER v
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ vii
1. GİRİŞ 1
1.1. Amaç 2
1.2. Kaynak Araştırması 3
1.3. Materyal ve Metot 4
2. OPTİMİZASYON KAVRAMLARI 5
2.1. Optimizasyon ve Optimizasyon Problemleri 5
2.2. Optimizasyon Probleminin Temel Bileşenleri 6
2.3. Optimizasyon Problemlerinin Sınıflandırılması 7
2.4. Optimizasyon Metotları ve Sınıflandırılması 7
2.5. Sürü Zekâsı Temelli Optimizasyon Algoritmaları 10
2.5.1. Karınca kolonisi optimizasyonu 10
2.5.2. Parçacık sürü optimizasyonu 11
2.5.3. Arı kolonisi optimizasyonu 11
3. SÜRÜ ZEKÂSI VE DOĞADAKİ ARILAR 12
3.1. Kovandaki Arı Çeşitleri 13
3.1.1. Erkek arılar 13
3.1.2. Kraliçe arı 13
3.1.3. İşçi arılar 14
3.2. Arı Kolonisinde Görev Paylaşımı 14
3.3. Arıların Yem Arama Davranışı ve Sallanım Dansı 15
4. ARI KOLONİSİ OPTİMİZASYONU 17
4.1. Biyolojik Esinlenme ve Yaklaşım 17
4.2. Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması 19

5. ŞOFÖR-HAT-ZAMAN PROBLEMİ 24
5.1. Problemin Tanımı 25
5.2. Kısıtlar ve Şartlar 27
5.3. Önişlemler 28
5.4. Problem Matrisi 29
6. ARI KOLONİSİ İLE ŞOFÖR-HAT-ZAMAN OPTİMİZASYONU 30
6.1. Algoritmanın Uyarlanması 30
6.2. Elde Edilen Sonuçlar 35
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 37
8. KAYNAKLAR 39
EK-A. Yolcular İçin Hazırlanan Sefer Listesi 42
EK-B. HALİHAZIRDA ŞOFÖRLER TARAFINDAN KULLANILAN ÇİZELGE 43
EK-C. HAT MATRİSİ 51
EK-D. SEFER MATRİSİ 61
EK-E. MATLAB KODLARI 71
EK-F. ÜRETİLEN ÇÖZÜMLERDEN RASTGELE BİRİSİ 81
EK-G. UYGULAMA SONUÇLARI 90

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2-1. Yerel Minimum-Maksimum ve Global Minimum-Maksimum 6
Şekil-2.4.1 Optimizasyon Yöntemlerinin Sınıflandırılması (Akay 2009) 9
Şekil-3.2.1. Arılarda Görev Paylaşımı ve Yaşam Evreleri (Akay 2009) 15
Şekil-4.1.1. Arıların Yem Arama/Getirme Davranışı.....18
Şekil-4.2.1. Yapay Arıların İleri Geçişi 19
Şekil-4.2.3. Yapay Arıların Haberleşme Sonrası Bireysel İleri Geçişi.....20
Şekil-5.1.1 İşleyiciler ve Durumları 25
Şekil-5.1.1. Hatta ait bilgiler 26
Tablo-5.3.1. Önişlemden çıkan örnek matris 28
Tablo-5.4.1. Üzerinde çalışılan matris.....29
Şekil-6.1.1. Şoför-Hat-Zaman Optimizasyonu İçin Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritmasının Akış Diyagramı 34

1. GİRİŞ

Dünyada birçok problem insan hayatını doğrudan veya dolaylı şekilde etkilemektedir. Bu problemlerin hızlı ve kesin çözümleri için geliştirilen bilgisayarlar insan hayatını oldukça kolaylaştırır. Matematiksel olarak kesin çözümü olan problemlerin çözümü bilgisayarların gelişmesiyle birkaç saniyede ortaya konmaktadır. Bazı problemlerin çözümü ise çözüm uzayının büyüklüğü nedeniyle matematiksel olarak modellenememekte veya modellense bile kesin çözümün bulunması çok uzun zaman almaktadır. Çözümü uzun süren problemler için ortaya atılan sezgisel (heuristic) algoritmalar en iyi çözümü garanti edememesine karşın en iyi çözüme yakın iyi bir çözümü garanti edebilmektedirler.

Optimizasyon genel anlamda en iyiyi yapma veya bulma anlamına gelmesine karşın Akay'a (2009) göre bilgisayar bilimleri, yapay zekâ ve ilgili araştırma alanlarında belirli bir zaman sınırı olan optimizasyon problemine getirilen olası çözümlerden kabul edilebilir bölge içerisinde en iyi olanı (amaç fonksiyonunu minimum ya da maksimum yapan) bulma sürecidir.

Optimizasyon problemlerinin çözümünde optimizasyon teknikleri kullanılmaktadır. Klasik optimizasyon teknikleri problemin boyutunun büyük olması, lineer olmaması, çözüm uzayının geniş olması gibi nedenlerden dolayı yetersiz kalmaktadır. Bu problemlerin çözümü için ortaya atılan sezgisel algoritmalar en iyi çözümü (optimum çözüm) kesin olarak garanti edememesine karşın kabul edilebilir iyi bir çözüm sunarlar.

Doğada sürüler halinde yaşayan canlılarda genellikle bir iş bölümü söz konusudur ve aynı işi yapan bireyler arasında bilgi değişimi bulunmaktadır. Örneğin karıncaların yuva ile yiyecek kaynağı arasında en kısa yolu bulmaları için geçtikleri yollara kimyasal bir madde bırakmaları ve kendilerinden sonraki toplayıcı bireylerin bu maddeyi takip etmeleri karıncalar arasındaki bilgi değişiminin nasıl gerçekleştiğini açıklamaktadır. Karıncaların yem arama davranışı Dorigo (1991)

tarafından Karınca Kolonisi Optimizasyon Algoritması olarak modellenmiş ve en kısa yol bulma probleminin çözümünde kullanılmıştır.

Arı sürülerin yem aramadaki zeki davranışlarından esinlenilerek ortaya konulan Arı Sistemi üzerine de yapılan araştırmalar literatürde bulunmaktadır. Yapay Arı Kolonisi Algoritması (Artificial Bee Colony – ABC) (Karaboğa 2005), Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması (Bee Colony Optimization - BCO) (Lucic ve Teodorovic 2001, 2002,2003a, 2003b) ve Bal Arısı Kolonileri (Honey Bees) (Nakrani ve Tovey 2004) birçok optimizasyon probleminin çözümünde kullanılmıştır.

Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması (Bee Colony Optimization Algorithm-BCO) bir problemin herhangi bir çözümünden başlamak üzere en iyi çözümü bulmaya çalışan sezgisel bir algoritmadır. BCO algoritması farklı problemlerin çözümü için farklı alanlarda uygulanmış ve iyi çözümler elde edilmiştir. Üretim işlerinin çizelgelenmesinde (Chong ve ark. 2006), gezgin satıcı probleminin çözülmesinde (Wong ve ark. 2008), veri gruplamasında (Pham ve ark. 2007), dinamik sunucu yerleşimi (Nakrani ve Tovey 2004) için arı sistemi kullanılmış ve iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Tez organizasyonu aşağıdaki şekildedir;

Birinci bölümde tezin girişi, ikinci bölümde optimizasyon teknikleri, üçüncü bölümde doğadaki arıların davranışları ve yem arama/toplama süreçleri, dördüncü bölümde arı kolonisi optimizasyon algoritması, beşinci bölümde şoför-hat-zaman çizelgeleme problemi, altıncı bölümde arı kolonisi ile çizelgeleme yer almakta ve son olarak da sonuç ve öneriler sunulmaktadır.

1.1. Amaç

Otobüs istasyonlarında birden fazla otobüs/şoför sürekli olarak belirlenmiş hatlarda ve saatlerde yolcu taşıma işinde çalışmaktadırlar. Belirli hatlar için kalkış saatleri sadece yolcular düşünülerek oluşturulan bir liste halinde bulundurulmakta ve

şoförlerin hangi hatta hangi saatlerde gideceği bu listede yer almamaktadır. Bu liste belirli bir düzende şoförler için çizelgelenmeli ve dağıtılmalıdır. Hali hazırda bu iş istasyon sorumlusu tarafından elle yapılmakta ve üretilen çözüm tamamen tecrübeye dayanmaktadır. Ayrıca çözümün üzerinde bir iyileştirme yapılması çizelgenin karmaşıklığından dolayı oldukça zor olmaktadır.

Bahsedilen çizelgenin oluşturulması bilgisayarda sıradan bir program yazılarak yapılabilir olmasına karşın iyileştirme işlemi için bu programdan faydalanmak çizelgenin oluşturulma süresinin uzamasından dolayı zor görünmektedir. Çözüm ve iyileştirme için bu tezde Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması önerilmiş ve çizelgeleme işlemi bu algoritmayla yapılmıştır.

1.2. Kaynak Araştırması

Doğadaki arıların birçok davranışı zeki olarak nitelendirilebilir. Arı sistemi ile ilgili bu zeki davranışlardan esinlenilerek ortaya konan çok algoritma vardır. Bu zeki davranışlardan ortaya konan arı sistemi algoritmaları genel olarak arıların haberleşme aracı olan arı veya sallanım dansı (waggle dance), yiyecek arama davranışları ve üreme/çiftleşme üzerine yoğunlaşmakla birlikte yuva yeri seçimi, arılar tarafından salgılanan maddeler vb. konularda da araştırmalar yapılmıştır.

1997 yılında Sato ve Hagiwara genetik algoritmadaki kromozom olarak düşünülen yapay arılar iyi bir çözüm bulduğunda aralarındaki bilgi akışını sağlamak üzere sallanım dansını kullanmaktadır. “Bee System: Finding Solution By a Concentrated Search” adını verdikleri çalışmada Sato ve Hagiwara, geleneksel genetik algoritmadan daha başarılı olduğunu göstermişlerdir.

Lucic ve Teodorovic 2001 yılında Bee System adını verdikleri yeni bir yapay zekâ yaklaşımı öne sürmüşlerdir. Bu yaklaşım doğadaki arıların yem arama süreçlerini simüle etmeye çalışır. Lucic ve Teodorovic tarafından geliştirilen Arı Sistemi bir çok gezgin satıcı problemine uygulanmıştır. Daha sonra Teodorovic ve

Dell'Orco tarafından arı kolonisi optimizasyon algoritması ortaya konulmuştur ve gezinti eşleme (ride-matching) problemine uygulanmıştır. Yiyecek arama davranışı benzetişimi olan yapay arı kolonisi algoritması Karaboğa tarafından geliştirilmiştir. Yapay arı kolonisi algoritması bazı kıyas (benchmark) fonksiyonlarına uygulanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Karaboğa ve Akay tarafından yapay arı kolonisi algoritmasının karşılaştırmalı bir çalışması da 2009 yılında tebliğ edilmiştir.

1.3. Materyal ve Metot

Bu tez çalışmasında, seferlerin çizelgelenmesi için Arı Sistemi adı altında toplanan algoritmalar incelenmiş ve Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması (Bee Colony Optimization, BCO) çizelgeleme için uygulanmıştır. Arı Sistemi'nin diğer algoritmaları bu probleme özgü olan dinamik düğüm sayısı ve bilgi paylaşımında eksik veya fazladan yapılandırılmalara ihtiyaç duyduğundan tercih edilmemiştir.

Problemin tanımı yapıldıktan sonra arı kolonisi optimizasyon algoritması ile kodlanmış ve sonuçlar alınmıştır. Elde edilen sonuçlar mevcut çözüm ile karşılaştırılmış ve avantaj/dezavantajları ilgili bölümlerde sıralanmıştır.

Uygulamayı geliştirmek için Matlab, sonuçları irdelemek için Excel, yazım için WinWord, şekilleri hazırlamak için SmartDraw uygulamaları kullanılmıştır.

2. OPTİMİZASYON KAVRAMLARI

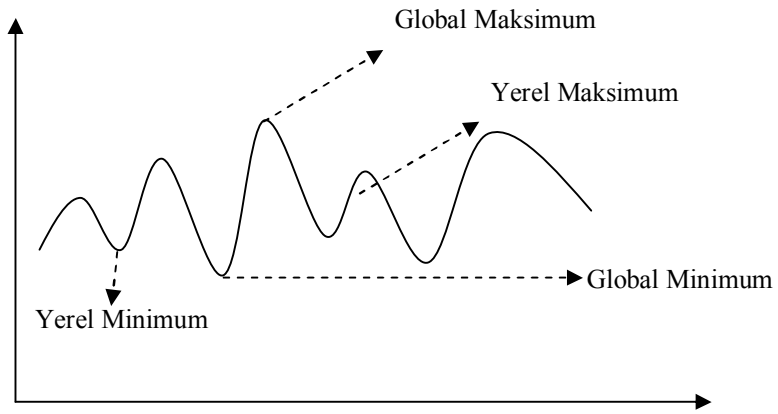
2.1. Optimizasyon ve Optimizasyon Problemleri

Kelime anlamı "en uygun duruma getirme" (www.tdk.gov.tr) olan optimizasyon, terim olarak bir fonksiyonu minimize ya da maksimize etmek amacı ile gerçel ya da tamsayı değerlerini tanımlı bir aralıkta seçip fonksiyona yerleştirerek sistematik olarak bir problemi incelemek ya da çözmek işlemlerini ifade eder.

Optimizasyon problemi ise belirli sınırlamaları sağlayacak şekilde, bilinmeyen parametre değerlerinin bulunmasını içeren herhangi bir problemdir(Karaboğa 2004). Bir optimizasyon probleminin zorluk derecesine göre çözüm uzayı büyüyebilmektedir. En iyi çözümün bulunma süresi de problemin zorluk derecesine ve çözüm uzayına bağlı olarak artmaktadır. Tek tek çözüm uzayındaki tüm elemanların denenmesiyle en iyiyi bulma davranışına sayım tekniği (enumeration) denir ve bu teknikle mutlaka en iyi çözüme ulaşılır (Özsağlam 2009). Her elemanın tek tek denenmesi çözüm uzayı çok büyük olduğunda süreyi oldukça uzatmaktadır. Bu da sayım tekniğinin dezavantajıdır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için ortaya atılmış olan sezgisel algoritmalar vardır.

Sezgisel algoritmalar belirli bir çözüm uzayında rastgele seçimlerle en iyiyi bulmaya çalışırlar. Belirli bir iterasyon sonunda en iyiyi arama çalışması biter, arama süreci sonunda ya en iyi ya da en iyiye yakın iyi bir çözüm bulunur. Sezgisel algoritmaların da en belirgin dezavantajı yerel minimum veya maksimumlara takılmasıdır (Şekil 2-1). Bu dezavantajı da ortadan kaldırmak için çeşitli rastgele operatörler işlem basamakları içinde uygulanır. Genetik algoritmalarda seleksiyon, çaprazlama, mutasyon olarak karşımıza çıkan rastgelelik operatörleri arı kolonisi algoritmalarında çeşitli adımlarda üretilen rastgele sayılarla çözüm uzayının belirli bir alanına takılmasını engeller ve uzayın geri kalanını da araştırmayı sağlar.

Bu bölümde herhangi bir problemin optimizasyonunun matematiksel modelleri ve optimizasyon problemlerinin sınıflandırılması üzerinde durulacaktır.



Şekil 2-1. Yerel Minimum-Maksimum ve Global Minimum-Maksimum

2.2. Optimizasyon Probleminin Temel Bileşenleri

Engelbrecht'e (2007) göre her optimizasyon problemi aşağıdaki temel bileşenleri içermek zorundadır.

- ***Amaç Fonksiyon:*** Minimize veya maksimize edilen niceliği gösterir. Amaç fonksiyon tüm kısıtları sağlayacak şekilde bir çözüm bulmalıdır.
- ***Değişkenler veya bilinmeyenler kümesi:*** Bu kümedeki elemanlar amaç fonksiyonu etkileyen değerlerden oluşur. **x** bilinmeyenler kümesi olmak üzere **f(x), x** aday çözümünün kalitesini belirtir.
- ***Kısıtlar Kümesi:*** x bilinmeyenler kümesinin alabileceği değerleri kısıtlayan kümedir. Problemlerin çoğu her değişken için belirli bir sınır kısıtlayıcısına sahiptir.

Herhangi bir optimizasyon problemi yukarıdaki temel bileşenlere sahip olmalıdır.

2.3. Optimizasyon Problemlerinin Sınıflandırılması

Optimizasyon problemleri bir kaç karakteristik özelliğe göre sınıflandırılmaktadır. Bunlardan bir kaçı şu şekildedir; .(Engelbrecht 2007).

Değişkenlerin Sayısı: Amaç fonksiyonu etkileyen değişkenlerin sayısı bir ise tek parametreli birden fazlaysa çok parametreli optimizasyon problemi adını alır.

Değişkenleri Türü: Sürekli bir problem sürekli değere sahip değişkenlerden oluşur; j=1…n'e kadar her $x_j \in R$ ise bu probleme sürekli optimizasyon problemi denir. Eğer $x \in Z$ ise o zaman bu problem tamsayı değerli veya ayrık optimizasyon problemi adını alır. Karışık tam sayı problemi hem sürekli hem de tam sayı değerli değişkenlere sahiptir. Tamsayı değerli değişkenlerin permutasyonuna dayalı çözümlere sahip problemler de kombinasyonel (combinatorial) optimizasyon problemi adını alır.

Lineerlik: Lineer problemlerin amaç fonksiyonları lineer değişkenlere sahiptir. Kuadratik problemler kuadratik fonksiyonlar kullanır. Diğer non-lineer amaç fonksiyonları kullanıldığında problem nonlineer optimizasyon problemi halini alır.

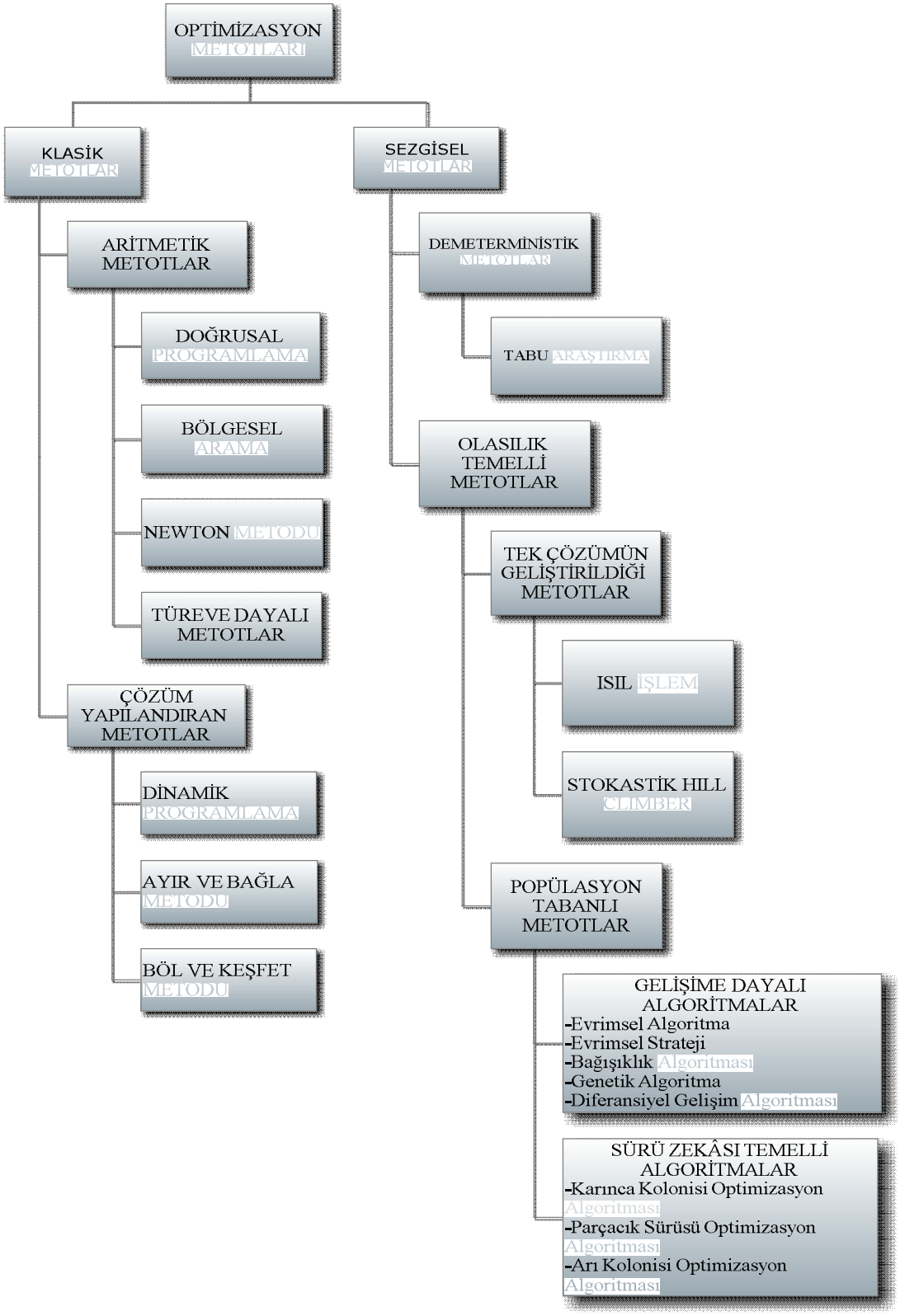
Sınırlar: Eğer bir optimizasyon problemi sadece kenar kısıtları içeriyorsa sınırsız optimizasyon problemi, kenar kısıtlarına ek olarak eşitlik veya eşitsizlik kısıtları da içeriyorsa sınırsız optimizasyon problemi olarak tanımlanır.

2.4. Optimizasyon Metotları ve Sınıflandırılması

Herhangi bir optimizasyon probleminin kesin veya optimal çözümünü bulmaya çalışan yöntemlere optimizasyon yöntemleri denir. Optimizasyon metotlarını genel olarak iki gruba ayırmak yerinde olur. Bunlardan birincisi kesin çözümü üretebilen klasik teknikler, ikincisi optimal çözümü üreten sezgisel tekniklerdir. İki grubunda

birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin klasik teknikler belirli bir probleme çözüm sunabilirken sezgisel teknikler uyarlama ile birçok optimizasyon problemine uygulanabilmektedir. Ayrıca klasik teknikler için en iyi değerin bulunmaya çalışıldığı amaç fonksiyonun matematiksel olarak modellenmesi gerekmektedir. Halbuki gerçek dünya problemlerinin çoğunda bu mümkün değildir.

Sezgisel teknikler genel olarak deterministik ve olasılık temelli metotlar olmak üzere iki alt kategoriye bölünebilir. Deterministik metotlara tabu araştırma algoritması örnek verilebilir. Olasılık temelli metotlar ise tek bir çözümün geliştirildiği veya popülasyon tabanlı metotlar olarak iki grupta incelenebilir. Optimizasyon metotlarının sınıflandırılması Şekil-2.4.1.'de yapılmıştır.(Akay 2009). Aşağıda "Sürü Zekâsı Temelli Optimizasyon Algoritmaları" kısaca açıklanmıştır.



Şekil-2.4.1 Optimizasyon Yöntemlerinin Sınıflandırılması (Akay 2009)

2.5. Sürü Zekâsı Temelli Optimizasyon Algoritmaları

Her sürüde belirli bir iş için uzmanlaşmış bireyler bulunmaktadır. Bu bireyler görevlerini yerine getirirken yardımlaşma ve bilgi paylaşımında bulunurlar. Genellikle sürülerin bu kolektif davranışlarından esinlenilerek oluşturulmuş algoritmalara Sürü Zekâsı (Swarm Intelligence) algoritmaları denir. Sürülerin yem arama davranışlarından esinlenilerek oluşturulmuş en belirgin üç algoritma aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.5.1. Karınca kolonisi optimizasyonu

Karıncalar koloni halinde yaşayan ve en kısa yol problemini çözmeden oldukça başarılı olan hayvanlardır. Görme yeteneklerinin kısıtlı olmasına rağmen yuva ile yiyecek kaynağı arasındaki ve tersine yiyecek kaynağı ile yuva arasındaki en kısa yolu yüzyıllardır bulabilmektedirler. Ayrıca yuva ile kaynak arasındaki çevre değişkenlerine bağlı olası yol bozulmalarında (engeller, su vb.) aralarındaki etkileşimle yine en kısa yolu bulabilmektedirler. Kısacası karınca kolonileri aralarında belirli bir etkileşim ve görev paylaşımı olan ve kolektif davranan sürülerdir. Karıncaların bu davranışlarını örnek alarak oluşturulan karınca kolonisi algoritması Dorigo ve arkadaşları tarafından 1991 yılında geliştirilmiştir. Çok sayıda bölgesel olarak etkileşen basit bireylerin davranışlarının benzetimini temel alan karınca algoritması, zor problemlerin dağıtılmış çözümüne bir yaklaşım olarak tanıtılmıştır.(Karaboğa 2004)

2.5.2. Parçacık sürü optimizasyonu

Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimization- PSO), popülasyon tabanlı, sürü zekası esasına dayalı bir optimizasyon yöntemidir. Bu yöntem Kennedy ve Eberhart tarafından 1995-1996 yıllarında geliştirilmiştir. PSO'da bulunan bireylerin (parçaların), her birinin ayrı bir hızı vardır. Her nesilde bireyler kendi hızlarını, en iyi bireye göre yenilerler. Böylece yeni nesil, bir öncekine göre daha iyi duruma gelir. Tüm bireyler en iyi bireye yaklaşırken, kullanılan rastgele operatörler sayesinde, bir sonraki nesilde, bir önceki neslin en iyisini geçebilirler. Nesiller arasındaki bu hızlı iyileşme PSO'nun sonuca hızla yaklaşmasını sağlamaktadır. (Özsağlam 2009).

2.5.3. Arı kolonisi optimizasyonu

Arı kolonisi de diğer sürü zekâsı algoritmaları gibi doğadan esinlenilerek tasarlanmış bir algoritmadır. Arı kolonisi optimizasyon algoritması doğada arıların yem arama davranışlarını ve nektar kaynağından yuvaya nektar taşınırken arıların arasındaki haberleşmeyi modelleyerek gerçek dünya problemlerine çözüm sunmayı hedefler. Arıların birçok davranışını (yem arama, üreme, dans vb.) temel alarak geliştirilen birçok algoritma vardır. Arıların sürü zekâsını ve arılardaki davranışları ayrıntılı şekilde ele alan ve bunların benzetimlerinden ortaya konan arı kolonisi optimizasyon algoritmalarını anlatan çalışma Akay (2009) tarafından doktora tezi olarak sunulmuştur.

3. SÜRÜ ZEKÂSI VE DOĞADAKİ ARILAR

Sürü zekâsı, yapay veya doğal kendini organize edebilen sistemlerin dağıtılmış görevleri üstlenerek kolektif davranışlarını tanımlar. Sürünün bireyleri belirli görevlerde uzmanlaşmışlardır ve bu görevleri yerine getirirken aralarında bir bilgi paylaşımı söz konusudur. Karıncalarda feromon kimyasalı, arılarda danslar bilgi paylaşımında önemli rol oynar. Bir karıncanın veya arının yaşamını tek başına sürdürmesi söz konusu değildir ve doğada sürü halinde yaşarlar. Sürünün barınma, yiyecek, güvenlik gibi temel ihtiyaçları bu uzmanlaşmış bireyler tarafından halledilmektedir. Sürü için bir problemin çözülmesi ve problemin üstesinden gelinmesi için mevcut çözüm bileşenlerinin bir bireyin tek başına değil uzmanlaşmış tüm bireyler tarafından halledilmesi gereklidir. Yuvaya yiyecek getirilmesi, bal arılarında kovanın güvenliğinin sağlanması, kovanda biriken molozların toplanması/temizliği gibi işler bu kolektif çalışma sonucunda kotarılmaktadır. Elbette uzman bireyler uzmanlaştıkları konularda çalışmaktadırlar fakat belirli dış/iç etkenler neticesinde diğer bireylere de yardımcı olmaktadırlar. Örneğin yiyecek sıkıntısı olduğunda güvenlikten sorumlu arıların yem aramaya başlaması, güvenlik tehdidi oluştuğunda işçi arıların da güvenliğe yardım etmesi gerekmektedir. Sürünün kolektif zekâsı bu işleri doğal olarak kotarmaktadır.

Doğadaki en ilginç sürülerden biri işlerini dinamik olarak dağıtabilen ve çevresel değişimlere karşı kolektif zekâlarıyla uyarlanabilir cevaplar verebilen bal arısı sürüsüdür. Bal arıları fotoğrafik hafızaya, uzay çağı sensörlerine, navigasyon sistemine, sezgisel kavrama yeteneğine, yeni yuva yeri seçerken grup olarak karar verme özelliğine sahiptirler (Akay 2009). Bu özelliklerinden dolayı bal arısı sürüleri yiyeceklerin toplanması, depolanması, dağıtılması işlerini de tabii bir şekilde yerine getirirler.

3.1. Kovandaki Arı Çeşitleri

Kovanda arılar cinsiyet olarak ikiye ayrılmasına karşın iş bölümü olarak üç gruba ayrılmaktadır. Erkek arılar sadece üreme işinden sorumludurlar. Dişi arıların ise bir tanesi kraliçe arı olmakta ve üremede görev almakta, geri kalanı ise işçi olarak hayatlarını sürdürmektedirler.

3.1.1. Erkek arılar

Kolonide sadece üreme işinden sorumludurlar ve kraliçe ile çiftleşmeleri sonucu ölürler. Yaklaşık 6 ay kadar yaşarlar ve spermleri ile yeni neslin temelini teşkil etmektedirler. Ayrıca erkek arılar döllenmemiş yumurtadan oluşurlar.(Akay 2009)

3.1.2. Kraliçe arı

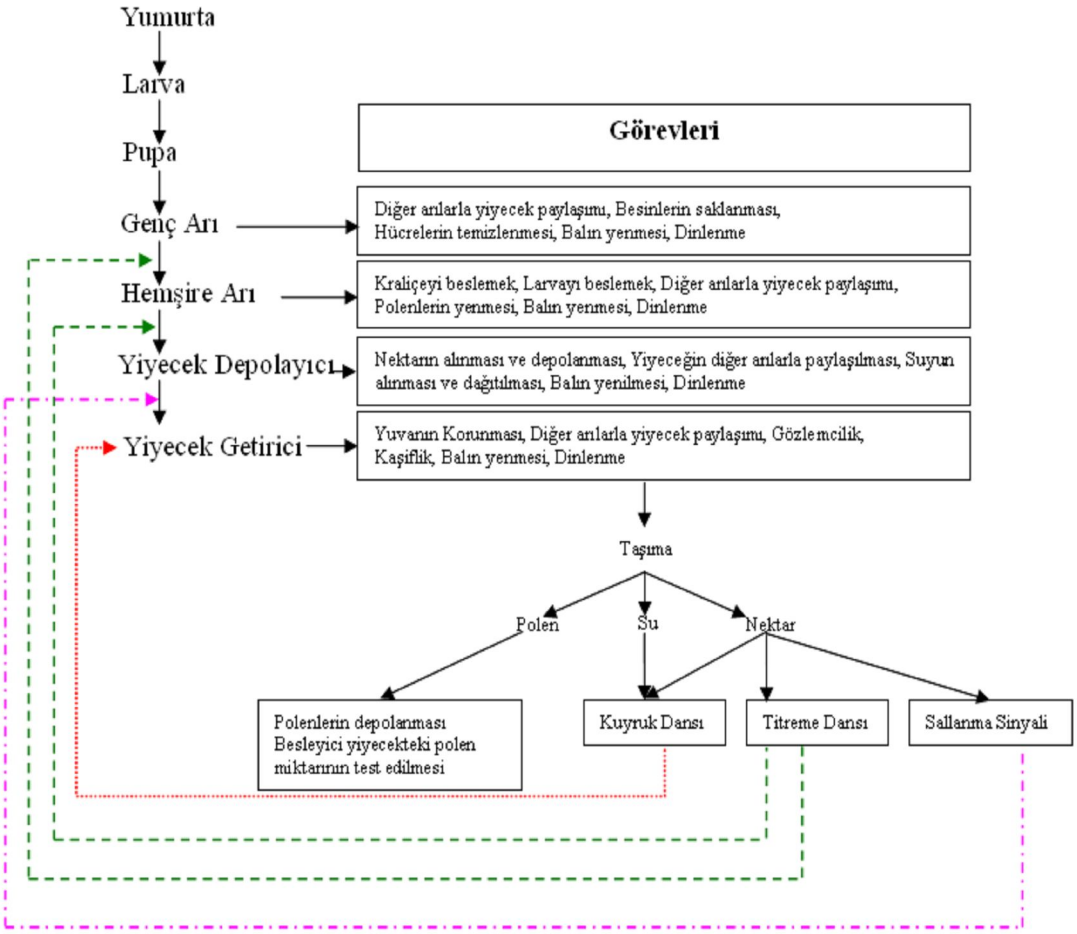
Kovandaki erkek arılarla çiftleşerek sperm depolarlar. Bunun neticesinde kovandaki popülasyon büyüklüğünden sorumludurlar. Arı sayısı azaldığında üremeye başlarlar, belirli bir eşik değeri bulduğunda üremeye ara verirler. Yaklaşık birkaç yıl yaşamaktadırlar. Üreme yeteneğinin kaybedince kraliçenin kızlarından bir tanesi kraliçe olarak seçilir ve sürünün geleceği garanti altına alınmış olur.(Akay 2009)

3.1.3. İşçi arılar

İşçi arılar dişi arı olmalarına karşın kovandaki üreme işi dışındaki (kraliçe olan hariç) tüm işlerden sorumludurlar. Kraliçe ve larvaların beslenmesi, kovana yiyecek taşınması, kovanın temizliği, dış tehditlere karşı savunma başlıca işleridir. Bir arı yetişkin birey oluncaya kadar kovanın içindeki işlerde çalışır ve kısa uçuşlarla çevreyi tanır. Kovan içindeki dans izlenimleri neticesinde sinyallere verdikleri tepkiler yetişkinliğe doğru artar ve sonunda toplayıcı arı olur. Bir arının hangi görevde çalışacağı anlık olarak değişebilmektedir. Bunun en önemli nedeni sürünün kendini sürdürebilmesinden kaynaklanır. Kovana saldırı olduğu zaman tüm arılar savunmada görev almalarına karşın yiyecek kaynakları azaldığında üremeye ara verilmesi ve kovan içindeki diğer arıların da yiyecek aramaya/toplamaya katılması buna örnektir.(Akay 2009)

3.2. Arı Kolonisinde Görev Paylaşımı

Kovandaki birey sayısı azaldığında popülasyonun dengelenmesi amacıyla kraliçe arı yumurtlamaya başlar. Bir arının yaşam evresinin ilki yumurta olarak dünyaya gelmektir. Zaman içerisinde larva ve pupa halini alır. Larva ve pupaların bakıma ihtiyaçları vardır. Bu bakım genç ve hemşire arılar tarafından yapılır. Bu aşamadan sonra bir arı yiyecek depolayıcı olur ve en sonunda yiyecek toplayıcı (forager) olur. Bir arının yaşamı süresinde yaptığı görevler ve geçirdiği evreler Şekil-3.2.1'de verilmiştir.



Şekil-3.2.1. Arılarda Görev Paylaşımı ve Yaşam Evreleri (Akay 2009)

3.3. Arıların Yem Arama Davranışı ve Sallanım Dansı

Arı kolonisi için yapılan en önemli işlerden birisi de hiç kuşkusuz yem aramadır. Arılar yem ararken ortam değişkenleri, kovan için azalan kaynaklar, birbirleriyle olan etkileşimleri önemli rol oynamaktadır.

Yiyecek toplayıcıları kovan dışında çalışmaktadırlar ve kovana bal, su, polen getirme işinden sorumludurlar. Yiyecek toplama süreci arının kovandan ayrılmasıyla başlar. Kovan dışında bulduğu kaynakları deposunda saklayarak kovana döner. Kovanda peteklere balı boşaltarak kovanda diğer arıları kaynağı hakkında

bilgilendirir. Tüm yiyecek toplayıcıları rastgele araştırma neticesinde yiyecek toplanmamaktadır. Bazı arılar bu bilgilendirme neticesinde yiyecek kaynağı hakkında bilgi sahibi olurlar ve yiyecek getirmeye başlarlar. Her arının kendi yiyecek kaynağına belirli derecede bir sadakati vardır ve eşik değerin altına düştüğünde ya yeni yiyecek kaynağı arar ya da kovanda bilgilenme neticesinde yeni kaynaklara yönelir.

Arıların birbirleriyle iletişime geçmesine dans (waggle dance) adı verilir ve kovanın özel bir bölümü olan dans alanında yapılır. Bu iletişim ve bilgilendirme neticesinde gözcü arılar veya kaynağını terk etmiş olan toplayıcılar yeni kaynaklar hakkında bilgi sahibi olurlar. Her arı kaynağı hakkında dans ederek diğer arıları bilgilendirmek zorunda değildir. Kaynağın ve kovanın o anki durumuna bağlı olarak bu işlem gerçekleştirilir.

Kovanda yem arama işlemi için üç tip arı vardır. Bunlar işçi arılar, gözcü arılar ve kâşif arılardır. İşçi arılar hâlihazırda bir kaynaktan yiyecek taşıyan arıları ifade eder. Kâşif arılar ise temel olarak işçi arılardan farkı olmamasına rağmen ya sürecin başında veya kaynağını terk eden bir arının aldığı isimdir. Kâşif arı sürecin başına kovan etrafındaki yiyecek kaynaklarını rast gele araştırmaya başlar ve eğer kaynak bulursa bu kaynaktan nektar almaya başlar. Bulduğu kaynaklar hakkındaki bilgileri diğer arılarla paylaşarak bir işçi arı (worker, forager) olur. Herhangi bir işçi arının nektar kaynağını bitirmesi neticesinde de arı için iki seçenek vardır, ya kaşif arı olarak yeni rast gele kaynakları araştırır ve işçi arı olur veya kovandaki salanlım (waggle) dansı izlemek üzere gözcü arı olur.

Toplayıcı arıların çalışırken farklı isimler almasına karşın temelde yaptıkları iş kovan etrafındaki yiyecek kaynaklarından toplanan yiyeceklerin kovana getirmektir.

Yem arama davranışında sallanım dansının özel bir yeri vardır. Sallanım dansı (waggle dance) kovandaki diğer arılarla yiyecek kaynaklarının lokasyonu ve karlılığı için yapılır (Grüter ve Farina 2009). Kovandaki tüm arıların kaynakları kendilerin bulmadıklarını söylemiştik. Bu dans neticesinde bazı arılar yiyecek kaynaklarında çalışmaya başlamaktadır. Dansın süresi nektar kaynağının uzaklığına ve nektar miktarına göre değişir. Yiyecek kaynağındaki nektar miktarı ayrıca dans edilip edilmemesinde yani kovanda bilgi paylaşımının yapılıp yapılmamasını da etkiler.

4. ARI KOLONİSİ OPTİMİZASYONU

Arı Sistemi arıların yem arama davranışından esinlenilerek ortaya konmuş sürü zekâsı temelli bir yapay zekâ optimizasyon algoritmasıdır. Arı Sistemi ilk olarak Lucic ve Teodorovic tarafından 2001 yılında tanıtılmış ve gezgin satıcı problemi ile test edilmiştir (Lucic ve Teodorovic 2001). Daha sonra Teodorovic ve Dellorco tarafından arı kolonisi optimizasyon (bee colony optimization) algoritması arı sisteminin genelleştirilmiş ve iyileştirilmiş hali olarak sunulmuştur. İki çalışmada da arıların yem arama davranışı ve bu esnadaki bilgi paylaşımı (waggle dans) modellenmiştir. Bir bakış açısıyla arı kolonisi optimizasyon algoritması arı sisteminin devamı olarak düşünülebilir.

Literatürde bal arılarının dans benzetimini temel alarak geliştirilmiş bir Arı Sistemi de mevcuttur.(Hagiwara ve Sato 1997).

4.1. Biyolojik Esinlenme ve Yaklaşım

Sürü zekâsı ve doğadaki arılar bölümünde arıları kovan içerisindeki görev paylaşımları ve yaşama evreleri incelenmişti. Burada sadece arı kolonisi optimizasyon algoritması açısından kısaca arıların yem arama davranışından bahsedilecektir. Arıların davranışlarından ayrıntılı olarak çeşitli yayınlarda bahsedilmiştir. (Karaboga ve Baştürk 2008, Teodorovic 2008)

Şekil-4.1.1'de arıların yem arama ve getirme davranışlarında hangi yolları izledikleri gösterilmektedir. Adım adım bu davranış özetlenmek istenirse;

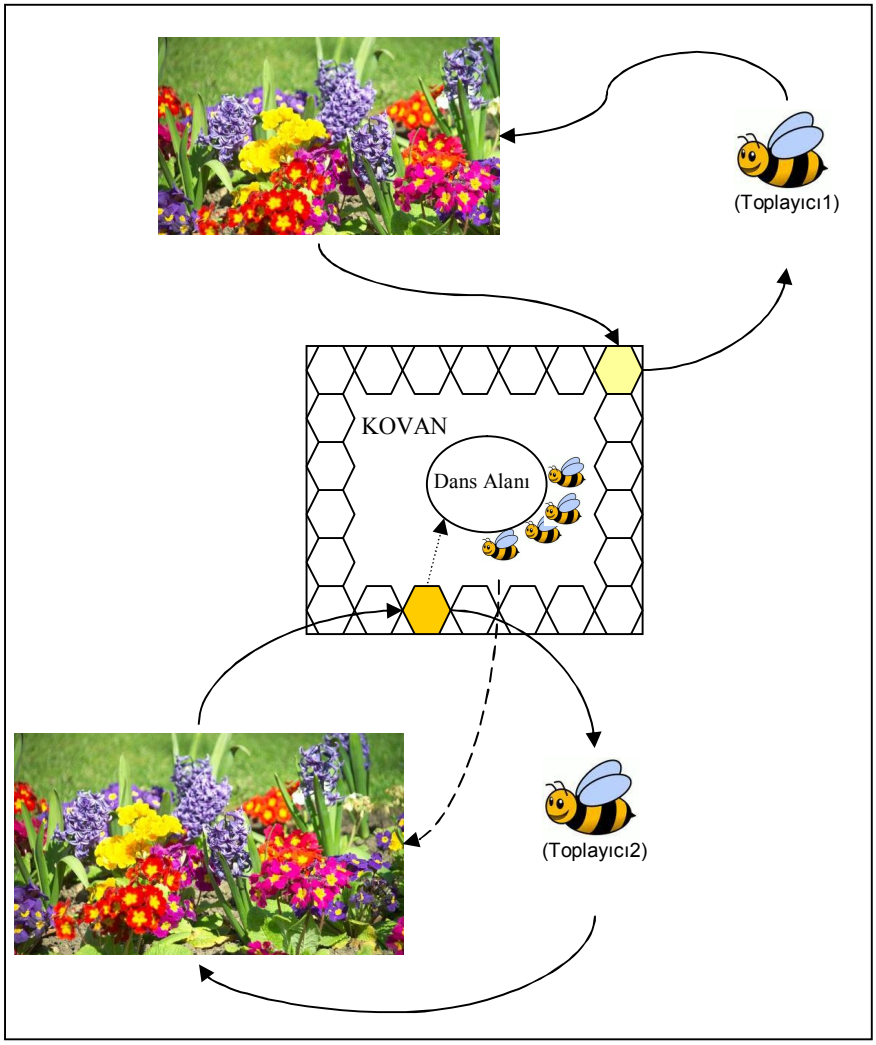
1. Toplayıcı1 ve toplayıcı2 buldukları yiyecek kaynaklarından nektar getirmeye başlar.

2. Balı peteklere boşalttıktan sonra işçi arılar için üç seçenek vardır.

a) Nektar getirmeye devam eder. Toplayıcı1 nektar getirmeye devam etmekte ve herhangi bir bilgi paylaşımında bulunmamaktadır.

b) Kaynağı terk eder. Kaynağı terk eden işçi arı ya rast gele yeni kaynak arayışına girer veya dans alanında gözcü arı olur.

c) Bilgi paylaşımında bulunur. Toplayıcı2 nektar kaynağına tekrar dönmeden önce kovandaki dans alanına giderek nektar kaynağının yeri ve miktarı hakkında diğer arılara bilgi paylaşımında bulunmaktadır. Bunun neticesinde de bir gözcü arı bu nektar kaynağına gitmeye karar vermiştir.



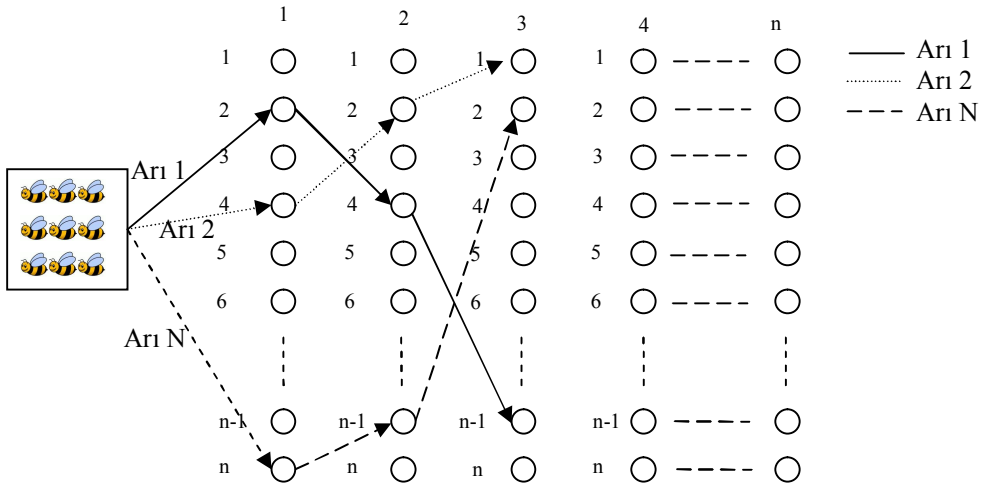
Şekil-4.1.1. Arıların Yem Arama/Getirme Davranışı

Yem aramadaki kolektif çalışma ve bilgi paylaşımı arı sistemi ve arı kolonisi optimizasyon algoritmasının temelini oluşturmaktadır.

4.2. Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması

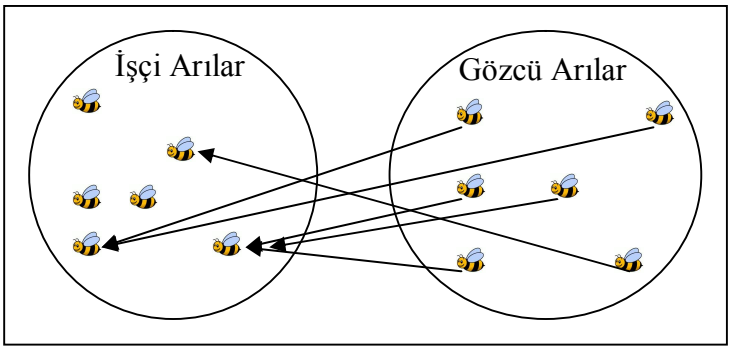
Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması bal arılarının yem arama davranışını modeller ve bir problemin optimal çözümünü arıların birlikte çalışmasından yararlanarak bulmaya çalışır. Teodorovic ve arkadaşları arı kolonisi optimizasyonu için şu açıklamaları yapmıştır: (Teodorovic ve ark. 2011)

Her yapay arı problem için bir çözüm üretir. Arı kolonisi optimizasyon algoritmasının bir adımı ileri geçiş ve geri geçiş olmak üzere iki fazdan oluşur. İleri geçiş esnasında her arı çözüm bileşenlerinden birini ziyaret ederek kısmi çözümü oluşturur ve kovana tekrar döner (Şekil-4.2.1). Kovan arıların çözüm hakkındaki var olan bilgilerinin değişimin yapıldığı yerdir. İleri geçişte arılar tarafından kısmi çözümler oluşturuldukta sonra geri geçiş safhası başlar. Geri geçişte arılar kendi kısmî çözümlerinin kalitesi hakkındaki bilgiyi paylaşır. Bilgi paylaşımı tamamlandıktan sonra her arı kendi çözümüne devam edip etmeyeceğine karar verir. Diğerlerine göre daha iyi çözüme sahip – kendi çözümlerine sadık- arılar çözümlerine devam etmeye ve diğer arıların bu çözümü iyileştirmeleri konusunda daha şanslıdırlar. Kendi kısmî çözümlerine *sadık* yapay arılar aynı zamanda kendi kısmî çözümlerinin tanıtımını yapan ve çözümlerine işçi toplayabilen (recruiter) arılardır.



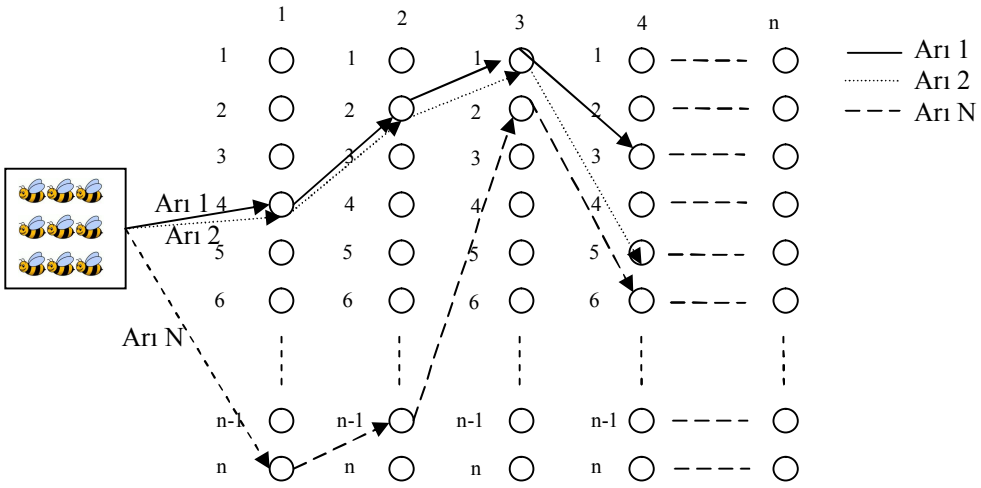
Şekil-4.2.1. Yapay Arıların İleri Geçişi

Bir arı kendi kaynağını bıraktığında -kaynağına olan sadakat değeri eşik değerin altında kaldığında- recruiter'lar tarafından paylaşılan bilgilerden yararlanarak bir recruiter'ın kısmî çözümünü seçer. Yani geri geçiş esnasında arılar işçiler ve gözcüler diye iki kümeye ayrılır. Her gözcü kendisine bir işçi arının çözümünü bu aşamada seçmek zorundadır.(Şekil-4.2.2)



Şekil-4.2.2. Gözcü Arıların Kısmî Çözüm Seçimi

Gözcü arılar işçi arıların kısmî çözümlerinden bir tanesini seçtikten sonra beraber olarak mevcut noktaya kadar uçuşları devam eder. Bu noktadan sonra her arı kendi kararını vermek durumundadır. Şekil-4.2.3'te Arı1 kendi çözümünü terk etmiş ve Arı2'nin kısmî çözümünü geliştirmeye başlamıştır. Arı1 ve Arı2, 3. aşamaya kadar beraber uçmaktadır ve bu noktadan sonra kendi kısmî çözümlerini bireysel olarak geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu işlem gerçek anlamda mevcut noktaya kadar takip eden bir kopyalamadır. 3.fazdan sonra Arı 1 3. noktaya, Arı2 5. noktaya doğru kendi çözümlerini geliştirmeye çalışmaktadırlar.



Şekil-4.2.3. Yapay Arıların Haberleşme Sonrası Bireysel İleri Geçişi

İleri ve geri geçiş aşamaları birbirini izleyen şekilde gerekli tüm mümkün çözümler üretilinceye kadar devam eder (her arı bir çözüm üretir). Tüm arılar çözümlerini tamamladığında çözümler içerisindeki en iyi olana karar verilir. Global en iyi olan çözüm iterasyon sonundaki en iyi çözüm ile karşılaştırılarak güncellenir. Bu sayede arı kolonisi optimizasyon algoritmasının bir çevrimi tamamlanmış olur. Bir çevrim tamamlandıktan sonra arılara ait çözümler silinir ve yeni bir çevrim başlar. Döngünün bitmesi için durma şartların tamamlanması gerekir. Uygun durma kriterleri tasarımcıya bağlı olarak maksimum çevrim sayısı, belirli bir süre olabilir. Döngü bittikten sonra son olarak global en iyi raporlanır.

Algoritmanın detayları çözülecek probleme bağlı olarak değişebilir. Sadakat kararı, işe alma süreci genellikle rulet tekerleği prensibi ile çözümlenmektedir.

AS bir ile geçişte, uzaydaki çözümlerden ele alınacak düğüm sayısı olmak üzere arı kolonisi optimizasyon algoritmasının kod taslağı şu şekildedir.

1. Başlat: tüm arılara boş birer başlangıç çözümü ata.
2. İleri Geçiş
    a. k=1
    b. Tüm mümkün düğümleri değerlendir.
    c. Rulet tekerleği prensibi kullanarak bir düğümü seç.
    d. k=k+1
    e. $k \leq AS$ ise b. adıma git
3. Tüm arıları kovanda topla.(Geri geçiş)
4. Her arının amaç fonksiyon değerini hesapla.
5. Amaç fonksiyon değerine göre her arının sadakat değerlerini hesapla.
6. Her arının kendi çözümüne olan sadakatini test et. Gözcü veya işçi olup olmadığını tespit et..
7. Her gözcü arıya işçi arıların kısmî çözümlerinden bir tanesini ata.
8. Çözüm tamamlanmadıysa 2. adıma git.
9. Tüm çözümleri değerlendirerek en iyi çözümü bul.
10. Durma şartı sağlanmadıysa 2. adıma git.
11. Çözümler içerisindeki en iyi çözümü yaz.

Kod taslağına göre 2. adım çözümleme süreci (ileri geçiş), 3 ve 6. adım arası haberleşme süreci (geçi geçiş), 7. adım arılarda sürü zekâsının sonu olan ortak çözüme doğru ilerleme adımıdır.

Amaç fonksiyon her çözüm için ayrıca hesaplanmalıdır. Daha önce söylendiği gibi her arının kendi çözümüne olan bir sadakati vardı. Bu sadakat çözümün kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Yani yüksek sadakat iyi çözümü, düşük sadakat kötü çözümü temsil eder. Bağlılık veya sadakat testi sonucunda arılar kendi çözümlerini geliştirmeye devam eder veya bir gözcü arı olarak yeni bir çözüm almak zorunda kalır. Arıların kendi çözümlerine olan bağlılıkları aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$p^{u+1} = e^{-\frac{O_{\max} - O_b}{u}} \qquad (1)$$

O_b : b.arı tarafından oluşturulmuş amaç fonksiyon değerinin normalize edilmiş hali,

$O_{\max}$: Normalize edilmiş değerlerin maksimumu

u :İleri geçişin sıra sayısı (ilk ileri geçişte 1, ikinci ileri geçişte 2 …)

Eşitlik1, daha iyi amaç fonksiyon değeri (daha iyi çözüm) daha yüksek ihtimali, daha yüksek ihtimal de arıların kendi çözümlerine olan bağlılığın daha yüksek olacağını ifade eder.

İleri geçişlerde “u” teriminin artması ihtimal değerini yükselteceğinden arıların kendi çözümlerine olan bağlılığını da arttıracaktır. Kısacası çözümün başlangıcında arılar çözüm uzayını araştırmaya çok meyillidirler ve ilerleyen aşamalarda kendi çözümlerine olan bağlılıkları yüksek olacağından kendi kısmî çözümlerini geliştirmeye çalışacaklardır.

p_b b.işçi arının herhangi bir gözcü arı tarafından seçilme ihtimali olmak üzere işçi arıların kendi çözümlerine işçi alma süreçleri Eşitlik2 ile ifade edilir.

$$p_b = \frac{O_b}{\sum_{k=1}^{R} O_k}, \qquad b=1,2,\ldots,R \qquad (2)$$

O_k : k.arının normalize edilmiş kısmî amaç fonksiyon değeri,

R: O an kovanda bulunan işçi arı sayısı (İşçi alacak olan arı sayısı)

Eşitlik2'yi ve rastgele üretilen bir sayı kullanılarak her gözcü arıya bir adet işçi arı kısmî çözümü atanır.

Arı kolonisi optimizasyon algoritmasının detaylı açıklaması bu bölümde verilmiştir. Gelecek bölümde problem tanıtılmış ve gerekli tanımları yapılmıştır.

5. ŞOFÖR-HAT-ZAMAN PROBLEMİ

Şoför-hat-zaman çizelgeleme problemi bir listedeki hatlara ait sefer saatlerinin gerekli koşulların sağlanmasıyla o an boş bulunan şoföre atanması işlemini kapsar. Sefer listesinde mevcut otobüs istasyonunda kalkan veya o istasyona bağlı olan diğer istasyonlardan hareket eden hatların sefer saatleri bulunmaktadır. Sefer listesine iki açıdan bakmakta yarar vardır. Birinci bakış açısı herhangi bir otobüs durağında bekleyen yolcunun bakış açısıdır ki listeyi oluşturanlar için önemli olan bakış açısı budur. Yolcular herhangi bir duraktan gitmek istedikleri yere giden hatlara ve bu hattın sefer saatine bu çizelgeden bakarak durakta otobüsün geleceği saati beklemektedir. Listedeki herhangi bir hattın sefer saatleri, tamamen yolcuların yoğunluk durumuna bağlı olarak gün içerisinde çeşitli saatlere yerleştirilmiştir. Örneğin sabah işe gidiş ve akşama işten dönüş saatleri arasında kısa aralıklarla fazla sayıda sefer varken yoğunluğun az olduğu öğleden sonra, gece vakti gibi zamanlarda seferler arasındaki süreler uzatılarak sefer sayısı azaltılmaktadır. İkinci bakış açısı ise bu listedeki hatlara ait seferlere otobüslerin ve dolayısıyla şoförlerin hareket etmelerini sağlayacak çizelgeyi oluşturan istasyon sorumlusunun bakış açısıdır.

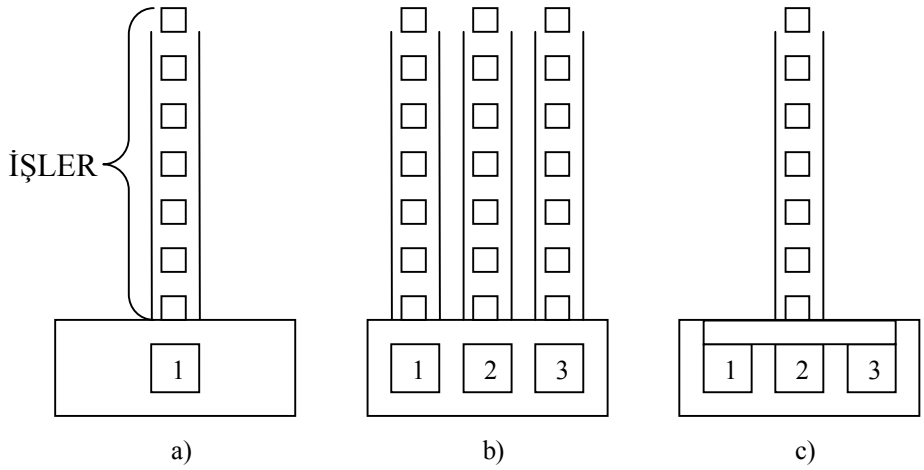
Konya Büyükşehir Belediyesi Cumhuriyet Otobüs Durağı'ndaki çizelgeleme işi problem olarak ele alınmıştır. Bu durak sorumlusuna çizelgelemesi amacıyla iletilen liste EK-A'da bulunmaktadır.

Ele aldığımız problemde az önce söylediğimiz gibi sefer sayıları sadece yolcuların durumlarına göre değişmektedir. Listeyi düzenleyenler tarafından herhangi bir kısıtlama söz konusu olmamaktadır. Bundan dolayıdır ki herhangi bir istasyondan hareket eden otobüs sayısı ve şoför sayısı fazla diye bir sorunla istasyon sorumlusu karşılaşmamaktadır. Buna rağmen istasyon sorumlusu (Sayın Mükremin YİĞİT) olabildiğince fazla şoförle bu işi çözmek yerine mevut bilgi birikimi ve tecrübeleriyle kısıtlara uyarak az sayıda şoförle çizelgeleme işini yapmaya çalışmaktadır. İstasyon sorumlusunun yapması gereken en az sayıda şoför ile bu listede yer alan seferlerin düzenlenmesidir.

Halihazırda kullanılmakta olan çizelge EK-B'de, şoför sayısını belirli bir sayının altına indirmeyi engelleyen kısıtlar "5.2.Kısıtlar" alt başlığında verilmiştir.

5.1. Problemin Tanımı

Bu problem bir çizelgeleme (zaman sıralaması) problemidir. Çizelgeleme, işin belirli bir düzende kısıtları sağlayacak şekilde işleyicilere verilmesidir. Eğer işleyiciler birden fazla ise işin yapısına bağlı olarak iş bölümlenmek suretiyle işleyicilere paralel olarak verilebilir.(Şekil-5.1.1 İşleyiciler ve İşlerin Durumları) İşleyicilerin ve işlenenlerin de kendilerine ait kısıtlamalar olabilir. Bu kısıtlamalar çizelgeleme işinde dikkate alınmalıdır. Bizim ele aldığımız problem de işleyiciler şoförler ve/veya otobüsler, işlenenler ise hatlar ve/veya seferlerdir. Biz çizelgeme çözümü için belirli bir sürede bir şoförün en fazla tura gitmesini sağlamaya çalışmaktayız.



Şekil-5.1.1 İşleyiciler ve Durumları

a) Tek işleyici ve tek kuyruk, **b)** 3 işleyici ve 3 kuyruk, **c)** 3 İşleyici ve tek kuyruk

Çizelgeleme problemimiz Şekil-5.1.1'in c maddesine göre ele alınmıştır.

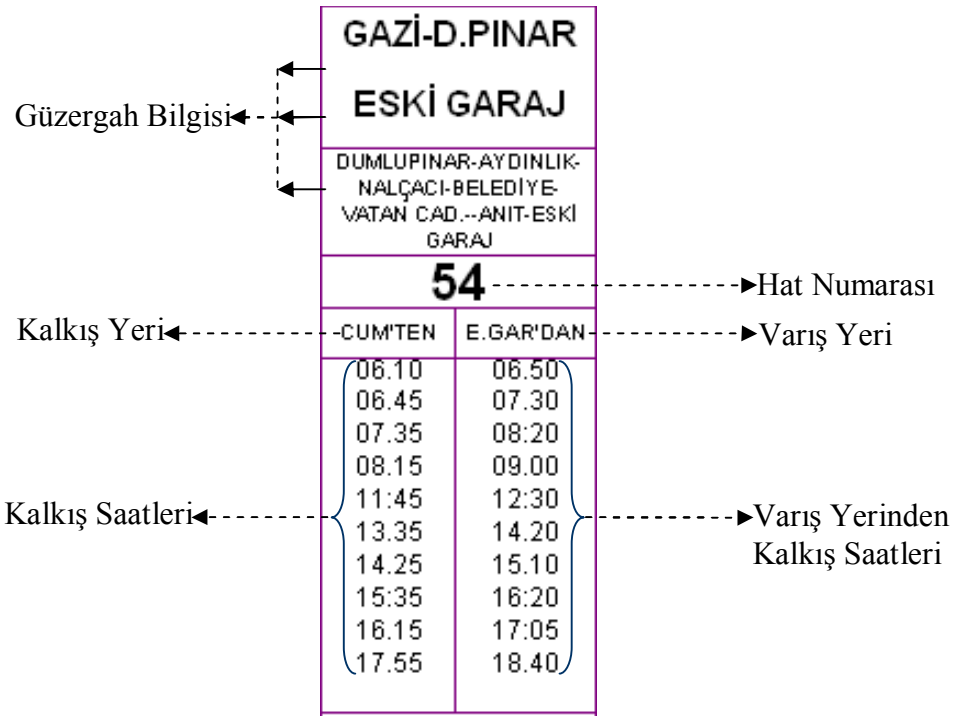
Ele alınan Konya Büyükşehir Belediyesi Cumhuriyet Otobüs Durağı'ndaki yolcular için hazırlanmış sefer çizelgesi aşağıdaki bilgileri barındırmaktadır.

Hatlar: Bir veya daha fazla seferi barındıran sefer saatlerinin bulunduğu sütundur. Her hattın kendine ait benzersiz bir numarası vardır. Bu numara şoförün gideceği güzergahı bilmesi için kullanılır. Çizelgeleme işlemi sonunda bu numara ve sefer saati bilgi olarak bulunmaktadır.

Seferler: Hatlarda bulunurlar ve kendilerine ait kalkış saati vardır. Bir sefer iki sütundan oluşur. Birinci sütunda kalkış saati, ikinci sütunda varış yerinden kalkış saati vardır. Genellikle ring şeklindedir. Herhangi bir hattaki seferlerin kalkış saatleri arasındaki süre aynı olmayabilir. Örneği bir hattın her seferi arasında 10 dakika olmayabilir, bu süre artabilir de azalabilir de.

Güzergâh Bilgisi: Hat numarasının üzerindeki üç satırda güzergâh bilgisi bulunmaktadır. Takip edilecek güzergâh üçüncü satırdadır. Ring şeklinde olduğu için varış yerinden tekrar aynı güzergâhın tersi yönünden durağa dönülür.

Şekil-5.1.1.'de hatta ait bilgiler verilmiştir.



Şekil-5.1.1. Hatta ait bilgiler

5.2. Kısıtlar ve Şartlar

Çizelgelenecek olan listedeki her sefere en az ve en fazla bir şoför ve/veya otobüs atanabilir. Aynı seferde birden fazla otobüs bulunamaz. Bu doğal olarak normal karşılanması gereken bir durumdur. Bir sefere ait bir tane kalkış saati bulunduğundan bu sefere bir şoför ve/veya otobüsün gitmesi normal bir durumdur. İstisnai olarak yolcunun çok olduğu durumlarda istasyon sorumlusu veya ilgili yönetici tarafından ek olarak bir sefer daha kaldırılabilir fakat bu durum listede belirtilmediği/belirtilemediği için çözümde dikkate alınmamaktadır.

Herhangi bir şoför bir seferi icra ederken bu zaman diliminde (kalkış-varış arası ve varış kalkış arası olan zaman dilimleri) başka bir sefere tayin edilemez.

Kalkış yerleri farklı olan hatlar için şoför ve/veya otobüs tayini yapıldıktan sonra bu tayin edilen şoför/otobüs seferini tamamladıktan sonra kalkış yeri değiştirilmemelidir. Bu kısıt/şart sadece çözüm için fazla yakıt harcamasını azaltmak ve bu arada geçen mesafede şoförün zamanını tüketmemek için vardır. Hali hazırda kullanılan çizelgede bazı durumlarda bir kalkış yerinden hareket eden bir şoför ve otobüs diğer seferini başka bir kalkış yerinden başlattığı görülmektedir.

Bir şoför bir günde toplam 7,5 saat (450 dakika) çalıştırılabilir. Mesai ücreti ödenmek suretiyle bu süre uzatılabilmektedir. En önemli noktanın burası olması sebebiyle bu konuyu biraz daha açıklamakta yarar görüyorum. Belediye'de çalışan şoförler işçi statüsünde olduğu için günde 7,5 saat haftada 48 saat çalışmaları gerekmektedir. Diğer kuruluşlarda olduğu gibi belediyede de fazla çalışma karşılığında mesai ücreti ödenmektedir. 450 dakikada bir şoför süreyi tam dolduracak şekilde ne kadar fazla seferi icra ederse daha az sayıda şoför ile daha fazla iş başarılabilecektir.

5.3. Önişlemler

Yolcular için hazırlanmış olan sefer listesindeki hatlar ayrı ayrı ele alınarak hatta ait seferler saat ve dakika şeklinde ayrılmaktadır.

Yolda Geçen Süre = 2* (Varış Saati - Kalkış Saati) formülü ile bu hatta giden bir şoför ve/veya otobüsün yolda geçen süresi hesaplanmaktadır. Elde edilen değere dinlenme süresi de eklenerek bir sonraki sefer için hazır olma saati bulunmaktadır.

Son olarak da yukarıdaki süreçlerden geçen tüm hatlar tek bir matriste toplanarak sıralanmaktadır. Aşağıdaki tabloda (Tablo-5.3.1) önişlemden çıkan listenin bir kısmı gösterilmektedir.(Tablonun tümü EK-C'de verilmiştir.)

Tablo-5.3.1. Önişlemden çıkan örnek matris

Hat No	Kalkış Saat	Kalkış Dakika	Varış Saat	Varış Dakika	Dinlenme Süresi	Yolda Geçen Süre	Hazır Olma Saat	Hazır Olma dakika
47	6	0	6	40	10	80	7	30
49	6	0	6	50	10	100	7	50
53	6	0	6	40	10	80	7	30
56	6	0	6	30	10	60	7	10
…	…	…	…	…	…	…	…	…

Çizelgelemeyi engelleyecek bazı hatlar ve bu hatlara ait seferler (EK-A Hat No:48) çözüm uzayına dahil edilmemiştir. Eğer bir seferin dönüşü yoksa bu seferin ne kadar sürede tamamlandığı hesaplanamaz. Süre belirli olsa dahi istasyon sorumlusundan edindiğimiz bilgiye göre, dönüşü olmayan bir sefere giden şoför/otobüs o an belediyenin hangi işinde kullanılmak isteniyorsa oraya yönlendirilmektedir. Kısacası bu seferleri çizelgelenecek seferlere dahil ettiğimiz taktirde bu şoföre atanacak diğer seferlerin ilgili şoför tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmeyeceği garanti edilemez.

5.4. Problem Matrisi

Önişlem neticesinde tablodaki bilgiler tarih/zaman bilgisi olarak görülmektedir. Uyarladığımız arı kolonisi optimizasyon algoritması ise giriş matrisinde tam sayıların var olduğunu kabul etmektedir. Bunun neticesinde elde edilen tarih değerleri dakika cinsinden tam sayıya dönüştürülmektedir.

Örneğin bir seferin kalkış saati;

$$Kalkış = (Kalkış\ Saati)*60 + Kalkış\ Dakika$$

varış yerinden kalkış saati;

$$Varış = (Varış\ Saati)*60 + Varış\ Dakika$$

formülleri ile hesaplandıktan sonra dinlenme süresi de eklenerek bir sonraki sefer için hazır olma saati;

$$Hazır\ Olma = Kalkış+Varış+Dinlenme\ Süresi$$

işlemi ile hesaplanmaktadır. Tablo-5.4.1'de arı kolonisi optimizasyon algoritmasının çizelgeleyeceği matrisin bir bölümü verilmiştir. (Tablonun tümü EK-D'de verilmiştir.)

Tablo-5.4.1. Üzerinde çalışılan matris

Hat No	Kalkış	Varış	Hazır Olma	Yolculukta Geçen Süre
47	360	400	450	80
49	360	410	470	100
53	360	400	450	80
56	360	390	430	60
59	360	375	400	30
60	360	390	430	60
54	370	410	460	80
47	380	435	500	110
53	380	425	480	90
56	380	425	480	90
…	…	…	…	…

Örneğin tablonun birinci satırındaki 47 nolu hattın ilk seferini icra eden bir şoför 360. dakikada yola çıkmış, 400. dakikada varış noktasını ulaşmıştır. Yolda geçen süresi 80 dakika olarak bulunmuştur ve dinlenme süresi 10 dakikadır. (Sağlama, Kalkış + Yolculukta geçen süre + dinleme süresi (10 dakika) eşit midir Hazır olma dakikasına).

6. ARI KOLONİSİ İLE ŞOFÖR-HAT-ZAMAN OPTİMİZASYONU

Ele alınan problemin ve arı kolonisi optimizasyon algoritmasının yeni olması nedeniyle ayrı ayrı iki durumun da üzerinde oldukça fazla uğraş verilmiştir. Bu uğraşlar neticesinde de hem algoritma net bir şekilde anlaşılmış hem de algoritmanın uygulanacağı problem net şekilde tanımlanmıştır.

Çözümü geliştirirken asıl amacımız daha az şoförle aynı işi yapabilmekti. Bu işlem için de algoritmanın yeni problemin çözümü için uyarlanması ve kullanılacak fonksiyonların tanımlanması gereklidir.

Giriş olarak alınan matris sefer matrisi haline dönüştürüldükten (dakikalar ile ifade edildikten) sonra arı kolonisi optimizasyon algoritması artık çizelgelemeye başlayabilir. Algoritmanın nasıl uyarlandığı, uyarlanmış algoritmanın son hali, akış şeması, elde edilen çözümler alt başlıklar halinde verilmiştir.

6.1. Algoritmanın Uyarlanması

Arı kolonisi optimizasyon algoritması genel olarak yayınlarda sonlu durumlar için kullanılmıştır. Bu sonlu durumlar belirli bir iterasyon, en iyi çözümün bulunması vb. olarak düşünülebilir. Bu şartlar sağlandığında algoritmanın çalışması bitmektedir. Bizim çözümümüzün bitmesi için gerek şart ise sefer matrisinde bir satır bile kalmamasıdır. Ayrıca bir yapay arı tarafından her bir ileri geçişte bir sefer alınmaktadır. İleri geçişlerin sınırı ise dinamik olarak düşünülmektedir. Dinamiklikle anlatılmak istenen, her bir ileri geçişte elde edilen en iyi çözümün (bir şoför için) toplam süresi (başlangıç ve bitiş saatleri arasında geçen süre) işçilerin bir günde çalışması gereken süreden (510 dakikadan) küçük olduğu müddetçe ileri geçiş devam

etmelidir. Burada eğer bir arı ileri geçiş için sefer bulamazsa algoritma hata vermektedir. Ayrıca çizelgeleme işleminde sona kalan seferler içinde 510 dakikanın doldurulması mümkün görünmemektedir. Bunun için özel bir hat numarası ve her çizelgeleme işlemini bitirecek sefer saatleri sefer matrisinin sonuna gerektikçe algoritma çalışırken eklenmektedir.

Seçimler için rulet tekerleği prensibi kullanılmaktadır. Bu seçim iki yerde karşımıza çıkar;

1- Sefer Seçimi: Her zaman başlangıç sefer saatleri sefer matrisinde küçükten büyüğe (sabahtan akşama doğru) sıralı olduğu için ilk satırı başlangıç adımı olarak verilmektedir. Bundan sonra bir arının mümkün olan hangi sefere gideceği *mümkün olan her seferin* bu sefere olan zamansal uzaklığı (dakika cinsinden) ile hesaplanan bir değere göre belirlenir. Bu değer (amaç fonksiyon) olabildiğince küçük tutulmaya çalışılmaktadır ve küçük olanların seçilme şansı daha fazladır. Bu değer rulet tekerleğine yerleştirilerek ve rastgele bir sayı üretilerek arının gideceği diğer sefer belirlenmiş olur. Bu süreç elde edilen optimal çözüm 510 dakikadan küçük olduğu müddetçe devam etmektedir.

Mümkün olan seferlerden kasıt şudur, herhangi bir seferi tercih etmiş olan bir arının gideceği diğer sefer ve/veya seferler seçilen seferin hazır olma süresinden büyük olan seferlerdir. Yani bir şoför yolda iken ona başka bir sefer verilemez.

2- Çözüm Seçimi: Çözüm kalitesine bağlı olarak kendi çözümüne sadık olmayan arıların gözcü arı olacağı algoritmanın açıklamasında söylenmişti. Bu gözcü arılar, işçi arıların çözümlerinin kalitesine bağlı olarak işçi arıların çözümlerinden birini seçmektedir. İşçi arılar kendi çözümlerine ne kadar sadık ise çözüm kaliteleri de popülasyonun o anki durumunda bilinmektedir. Bu çözüm kalitesine bağlı olarak da işçi arılar kendi çözümlerini geliştirmesi için gözcü arıları işe almaktadır. Gözcü arıların hangi işçi arıyı seçeceği işçi arıların kısmî çözüm değerine bağlı rulet tekerleği prensibine göre belirlenmektedir. Bu prensibe göre de popülasyonun o anki durumunda en iyi çözüme sahip işçi arılar daha fazla gözcü arıyı işe almaktadır.

Arı kolonisi optimizasyonunun çizelgeleme problemine uygulanmış halinin algoritması aşağıdaki gibidir;

1. Çizelgelemeyi başlat.

2. Yapay Arıların hafızalarını temizle.

3. Her arıya başlangıç düğümü olarak seferin matrisinin birinci satırını ata.

4. İleri geçiş;

Her arıya, kendisine uygun yeni bir sefer ata.

Her arının çözüm kalitesini değerlendir.

Her arının sadakatini hesapla.

5. Geri geçiş;

Sadakatleri test et. Bu test sonucuna göre

Gözcü arılar kümesini oluştur.

İşçi arılar kümesini oluştur.

Her gözcü arıya bir çözüm ata.

6. Popülasyonun optimal çözümünün süresi 510 dakikadan küçük ise 4. adıma git.

7. Çözümü değerlendir ve optimal çözümü bul ve kaydet.

8. Optimal çözümleri sefer martinden sil.

9. Sefer matrisi boşalmadıysa 2. adıma git.

10. Sonucu görüntüle

11. Bitir.

Yukarıdaki algoritma "Şekil-6.1.1. Şoför-Hat-Zaman Çizelgeleme Problemi için Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritmasının Akış Diyagramı" ile daha anlaşılır hale getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca algoritmanın Matlab kodları EK-E'de vardır.

Sadakat testi amaç fonksiyonun değerine göre hesaplanmaktadır. Bizim geliştirdiğimiz kodda kesinlikle "en az bir arı kendi çözümüne sadık kalır ve en az bir arı da gözcü arı olur". Popülasyondaki en iyi çözüm değerine sahip arı veya arılar kendi çözümlerine sadık kalmaktadır. Diğer taraftan en kötü çözüm değerine sahip arı kesinlikle gözcü arı olmaktadır.

Algoritmanın tamamında yararlanılan ve kullanılan iki formül vardır. Bu formüllerin işlenmesinden elde edilen değerler çözümü sağlamaktadır. Birinci formül

"Amaç Fonksiyon" her arının çözüm kalitesini üretmekte, ikinci formül "Sadakat Değeri" ise işçi veya gözcü arılara karar vermek için eşik değeri olarak kullanılmaktadır.

Amaç Fonksiyon: Her bir arının o anki çözümünün sefer matrisinden sürelerinin bulunarak toplanmasıdır. Sadakat değeri amaç fonksiyonundan elde edilen değerlere göre hesaplandığı için iyi bir amaç fonksiyonu iyi bir çözümü elde etmek için kaçınılmazdır.

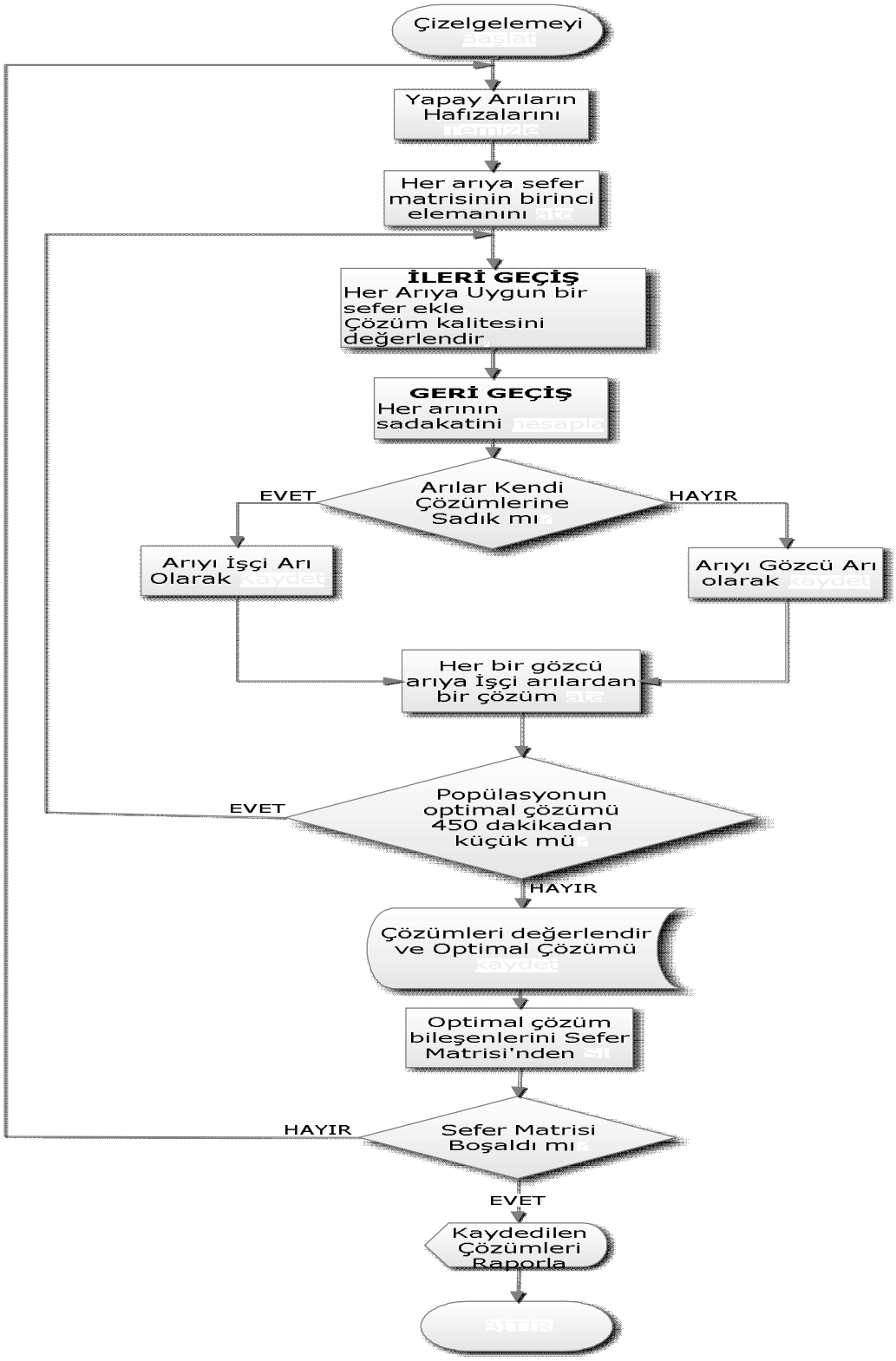
$$OFV_j = \sum_{i=1}^{n} B_{j,i}$$

OFV_j j. arının amaç fonksiyonunun değeri olmak üzere n ileri geçişlerin sayısını, B_j j. arıyı temsil etmektedir.

Sadakat Değeri: Sadakat değeri 0 ile 1 arasında olmak üzere amaç fonksiyon değerine bağlı olarak aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır. Her arı için ayrı ayrı hesaplanarak bu değer ile bir arının işçi mi yoksa gözcü mü olacağına karar verililir.

$$S_j = \frac{B_{j,OFV} - Min_{OFV}}{Max_{OFV} - Min_{OFV}}$$

S_j j. arının sadakati, $B_{j,OFV}$ j. arının amaç fonksiyon değeri, Min_{OFV} popülasyonun en küçük amaç fonksiyon değeri, Max_{OFV} popülasyondaki en büyük amaç fonksiyon değeridir.



Şekil-6.1.1. Şoför-Hat-Zaman Optimizasyonu İçin Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritmasının Akış Diyagramı

6.2. Elde Edilen Sonuçlar

Arı Kolonisi Optimizasyon Algoritması, çizelgeleme işleminde kullanılmanın yanı sıra bu çizelgeleme de optimum çözümün elde edilmesine de çalışılmıştır. Elde edilen sonuçların hali hazırda kullanılan çizelge ile kıyaslaması neticesinde aşağıdaki maddelerde açıklanan faydalar sağlanmıştır.

1. İstasyon sorumlusu tarafından hazırlanan ve şu an kullanılmakta olan çizelgede tüm seferler bir araya toplanmadan çözüme gidilmeye çalışılmaktadır. Her hat yalnız başına ele alınarak çizelgeleme işlemi yapılmakta ve hala şoförler sürelerini dolduramadıysa diğer hatlardan aralara sefer ekleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Her ne kadar bir hattın seferlerine çıkmaya başlayan şoför aynı hatta mesaisini doldurmakta ise de çizelgelemenin ilerleyen aşamalarında farklı hatların seferlerine giden şoförler de bulunmaktadır. Bizim çözümümüzde ise çizelgeleme işlemi için aynı duraktan kalkan hatlara ait tüm seferler bir araya getirilmekte ve sabahtan akşama doğru sefer saatleri sıralanmaktadır. Bu sayede çizelgelenecek seferler bir arada tutularak herhangi bir şoförün iki sefer arasında dinlenme süresinden fazla beklemesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

2. İstasyon sorumlusu tarafından beklemenin önüne geçilerek daha iyi bir çizelgeleme yapılması amacıyla farklı noktalardan (örneğin bir hat Cumhuriyet'ten kalkmakta iken başka bir hat TOKİ durağından kalkabilmektedir) kalkan hatlara ait seferler bazı yerlerde aynı şoföre atanmıştır. Bu durum tarafımızca hem şoförün bu ara yolu (Cumhuriyet TOKİ arası) giderken şoförün kaybedeceği süre ve benzin açısından olumsuz olarak bulunmuştur. Arı kolonisi optimizasyon algoritmasında çözümleme yapılırken farklı durakların farklı kovanlar olduğu düşünülmüş ve buna uygun olarak da farklı yerlerden kalkan hatlara ait seferlerin aynı şoföre atanması engellenmiştir.

3. Hâlihazırda kullanılan çizelgede bazı durumlarda iki sefer arasında olması gereken dinlenme süresi (10 dakika) verilmeyerek çizelgeleme işleminde şoför sayısı azaltılmaktadır. Bu çalışan şoförün dinlenmesini engellemektedir. Bizim tarafımızdan üretilen çözümde ise her şoföre dinlenme süresi olarak 10 dakika verilmektedir.

4. İstasyon sorumlu tarafından hazırlanan çizelgede rastgele zamanlarda yemek arası verilmektedir. Verilen yemek molaları belirli bir şekilde açıklanmak yerine şoför sayısını arttırmayacak müsait zamanlarda verildiği eldeki çizelgeden anlaşılabilir. Arı kolonisi optimizasyon algoritması tarafından üretilen çözümde ise belirli bir süre çalıştıktan sonra yemek molası verilebilmektedir. Her şoförün bir günde 450 dakika çalışma zorunluluğu olduğuna göre 225 dakika çalıştıktan sonra yemek molası verilmesi uygun görülmektedir.

5. Son olarak mevcut kullanılan çizelgede (EK-B) görüldüğü üzere bir günlük seferleri tamamlamak için 77 şoför çalışmaktadır. Cumhuriyet, Toki, Kampus başlangıç noktaları olmak üzere üç kalkış noktasından başlayarak ürettiğimiz çözümde ise (EK-F, Üretilen Çözümlerden Rastgele Birisi) şoför sayısı 7 azaltılarak bir günlük seferler 70 şoförle yapılabilmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada arı kolonisi optimizasyon algoritması Konya Cumhuriyet Otobüs Durağı hat/sefer kalkışlarının şoförler için çizelgelenmesi amacıyla kullanılmıştır. Problemin karmaşık olması ve elimizde optimum çözümün olmaması sebebiyle arı kolonisi optimizasyonu ile yapılan çizelgeleme sonuçları hali hazırda kullanılmakta olan çizelgeye göre değerlendirilmiştir. Çözümde, hali hazırda kullanılmakta olan çizelgeye nazaran şu noktalara dikkat edilmiştir;

Her şoför iki sefer arasında dinlenmelidir,

Her şoför belirli bir saat çalıştıktan sonra yemek arası vermelidir ve mümkün olan en az şoförle çizelgeleme bitirilmelidir.

Hali hazırda kullanılmakta olan çizelgede 77 şoför bir günlük seferler için çalışmaktadırlar. Bazı durumlarda yeni şoför çalıştırmaktansa yemek arası ve dinlenme süreleri göz ardı edilerek şoförlere yeni bir sefer yazılmaktadır.

Tablo-7.1. Üretilen Çözümün Başarısı

Durak	**Durağın Sefer Sayısı**	**Gereken Şoför Sayısı**	**Çizelgelenen Sefer Sayısı**	**Başarı (%)** (Çizelgelenen Sefer Sayısı / Durağın Sefer Sayısı)
Bosna	77	7	74	96,1
Toki	85	8	79	92,9
Cumhuriyet	269	54	243	90,3

Arı kolonisi optimizasyonu ile kalkış yerleri farklı olan hatlar farklı kovanlar olarak düşünülmüş ve elde edilen en iyi çözümde şoför sayıları ve çizelgelenemeyen sefer sayıları Tablo-7.1'e göre şu şekildedir;

Bosna durağından kalkan seferleri yapabilmek için 7 şoför gerekirken 3 sefer çizelgelenememiş, Toki durağından kalkan seferler için 8 şoför gerekirken 6 sefer

çizelgelenememiş, Cumhuriyet durağından kalkan seferler için 54 şoför gerekirken 26 sefer çizelgelenememiştir. Toplamda ise tüm 431 sefer için 69 şoför gerekirken 35 sefer çizelgelemede hata nedeniyle genel çizelgeden çıkarılmıştır. Üç durak için çizelgelemedeki ortalama başarı oranı %91,88 olarak bulunmuş ve hali hazırda kullanılan çizelgeye göre şoför sayısı 8 azaltılmıştır.

Çıkarılan/hatalı çizelgelenen seferler ise bazı şoförlere fazladan görev yazılarak ve mesai verilerek gerçekleştirilebilir.

Bir durak için seferlerin çizelgelenmesi önemli bir iştir fakat durakta yürütülen tüm iş sadece çizelgeleme değildir. Çizelgelemenin yanı sıra herhangi bir şoförün trafik kurallarına uymaması neticesinde trafik cezaları da duraklara tebliğ edilmektedir. Bu cezaların tarihine bakarak cezanın sahibi olan şoförün bilinmesi de gereklidir. Bu işin de yerine getirilmesi için verilerin düzenli şekilde tutulup sorgulanabilmesi gerekmektedir. Ayrıca yapılacak istatistiksel bir çalışmayla bir durakta nöbetçi olarak kaç şoförün beklemesi gerektiği de tahmini olarak bulunabilir. Önümüzdeki çalışmaların konusu olarak yukarıdaki sayılan işler alınabilir.

Arı sistemi algoritmalarının uygulanabileceği birçok optimizasyon problemi vardır. Bu optimizasyon problemlerinin bir bölümüne de diğer sezgisel optimizasyon teknikleri uygulanmıştır. Arı sistemi de bu optimizasyon problemlerine uygulanarak sonuçların kalite ve zaman açısından kıyaslanması ihtiyacı görülmektedir.

8. KAYNAKLAR

AKAY B. 2009, Nümerik Optimizasyon Problemlerinde Yapay Arı Kolonisi (Artificial Bee Colony) Algoritmasının Performansının Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

CHONG C.S., Low M.Y. H., Sivakumar A. I., Gay K. L. , A bee colony optimization algorithm to job shop scheduling, In Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference, Monterey, CA USA, 2006.

DORİGO, M. 1991, Positive Feedback As A Search Strategy, Technical Report 91-016, Politecnico di Milano, Italy, 1991.

ENGELBRECHT A.P. 2007, Fundamentals of Computational Swarm Intelligence, Chicester.

GRUTER C., Farina W.M. 2009, The honeybee waggle dance: can we follow the steps?,Trends in Ecology & Evolution, vol.5 issue 24, 242-247.

KARABOĞA D. 2004, Yapay Zekâ Optimizasyon Algoritmaları, 1. Basım, Ankara.

KARABOĞA D. 2005, An idea based on honey bee swarm for numerical optimization, Technical Report TR06, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department,

KARABOĞA D., Baştürk B., 2008, On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm, Applied Soft Computing 8 (2008), 687-697.

KARABOĞA D., Akay B. 2009, A Comparative Study of Artificial Bee Colony Algorithm, Applied Mathematics and Computation, Vol. 214, Issue 1, 108-132

LUCIC P., Teodorovic D., Bee system: modeling combinatorial optimization transportation engineering problems by swarm intelligence, In Preprints of the TRISTAN IV Triennial Symposium on Transportation Analysis. Sao Miguel, Azores Islands, 441–445, 2001.

LUCIC, P. ve Teodorovic, D., Computing with bees: attacking complex transportation engineering problems. International Journal on Artificial Intelligence Tools 12, 375–394, 2003a

LUCIC, P. Ve Teodorovic, D., Transportation modeling: an artificial life approach. In Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, Washington, DC, 216–223, 2002.

LUCIC, P. ve Teodorovic, D., Vehicle routing problem with uncertain demand at nodes: the bee system and fuzzy logic approach. In Fuzzy Sets based Heuristics for Optimization, J. L.Verdegay, Ed. Physica Verlag: Berlin Heidelberg, 67–82, 2003b.

NAKRANI S., Tovey C., On Honey Bees and Dynamic Server Allocation in Internet Hosting Centers, International Society for Adaptive Behavior, Vol 12(3–4): 223–240, 2004.

ÖZSAĞLAM M.S. 2009, Parçacık Sürü Optimizasyon Algoritmasının Gezgin Satıcı Problemine Uygulanması ve Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

PHAM D. T., Otri S., Afify A. A., Mahmuddin M., Al-Jabbouli H., Data clustering using the Bees Algorithm, Proc 40th CIRP Int. Manufacturing Systems Seminar, Liverpool, 2007.

SATO T., Hagiwara M. 1997, Bee system: finding solution by a concentrated search, Systems, Man and Cybernetics, IEEE International Conference on Computational Cybernetics and Simulation, vol.4,3954-3959, Orlando.

TEODOROVIC D. 2008, Swarm Intelligence Systems for transportation engineering: Principles and applications, Transportation Research Part C (2008), doi:10.1016/j.trc.2008.03.002

TEODOROVIC D., Davidovic T., Selmic M. 2011, Bee Colony Optimization: The Applications Survey, ACM Transactions on Computational Logic, vol.??, No. ??,1-2011.

WONG Li-P., Low M.Y.H., Chong C.S., A Bee Colony Optimization Algorithm for Travelling Salesman Problem, Proceedings of the 2008 Second Asia International Conference on Modelling & Simulation (AMS), 2008.

http://www.tdk.gov.tr/TR/Genel/SozBul.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF4376734BED947CDE&Kelime=optimizasyon

EK-A. YOLCULAR İÇİN HAZIRLANAN SEFER LİSTESİ

CUMHURİYET - AYDINLIK HAFTALIK OTOBÜS TARİFESİ

03.05.2010
KIŞ TARİFESİ

GAZİ-D.PINAR ALAADDİN

GAZİ CAD.-DUMLUPINAR-AYDINLIK-SANAYİ-ADESE-BELEDİYE-ALAADDİN

53

CUM'TEN		ALAADDİN	
06.00		06.40	
06.20		07.05	
06.35		07.20	
06.50		07.35	
07.00		07.45	
07.10		07.55	
07.20		08.05	
07.30		08.15	
07.40		08.25	B
07.50		08.35	
08.00		08.45	
08.10		08.55	B
08.20		09.05	B
08.30		09.15	B
08.40		09.25	
08.50		09.35	
09.00		09.45	
09.15		10.00	
09.30		10.15	
09.45		10.30	
10.00		10.45	
10.15		11.00	
10.30		11.15	
10.45		11.30	
11.00		11.45	
11.10		11.55	B
11.20		12.05	
11.30		12.15	
11.40		12.25	
11.50		12.35	
12.00		12.45	
12.10		12.55	
12.20		13.05	
12.30		13.15	
12.40		13.25	
12.50		13.35	
13.00		13.45	
13.10		13.55	
13.20		14.05	
13.30		14.15	
13.40		14.25	
13.50		14.35	
14.00		14.45	
14.15		15.00	
14.30		15.15	
14:40		15:25	
14.50		15.35	
15.00		15.45	
15.10		15.55	
15.20		16.05	
15.30		16.15	
15.40		16.25	
15.50		16.35	
16.00		16.45	
16.10		16.55	
16.20		17.05	
16.30		17.15	
16.40		17.25	
16.50		17.35	
17.00		17.45	
17.10		17.55	
17.20		18.05	
17.30		18.15	
17.40		18.25	
17.50		18.35	
18.00		18.45	
18.10		18.55	
18.20		19.05	
18.30		19.15	
18.40		19.25	
18.50		19.35	
19.00		19.45	
19.15		20.00	
19.30		20.15	
19.45		20.30	
20.00		20.45	
20.20		21.05	
20.40		21.25	
21.00		21.45	
21.20		22.05	
21.40		22.25	
22.00		22.45	
22.20		23.05	
22.40		23.25	
23.00		23.45	
23.30		00.10	
24.00		00.35	

B: BEYHEKİM DEVLET HASTANESİ.

GAZİ-D.PINAR ESKİ GARAJ

DUMLUPINAR-AYDINLIK-NALÇACI-BELEDİYE-VATAN CAD.--ANIT-ESKİ GARAJ

54

CUM'TEN		E.GAR'DAN	
06.10		06.50	
06.45		07.30	
07.35		08:20	B
08.15		09.00	B
11:45		12:30	
13.35		14.20	
14.25		15.10	
15:35		16:20	
16:45		17:35	
17.55		18.40	

B: BEYHEKİM DEV.HAST

S.EYYUBİ ELMALIK ESKİ GARAJ

S.EYYUBİ-ELMALIK-MOTİF-AYDINLIK-Ç.YOLU-ASFALT ŞANT.-R.DENKTAŞ CAD.-BELEDİYE-ANIT-ESKİ G.

49

CUM'TEN	E.GAR'DAN
06:00	06:50
06:30	07:25
07:35	08:35
09:00	10.00
11:15	12:10
12.00	13.00
16:40	17:35

S.EYYUBİ HADİMİ CAD. ALAADDİN

CUMHURİYET-S.EYYUBİ-İSMAİL KAYA C.-HADİMİ C.-ÇEVRE YOLU-ŞEFİK C.-ALAADDİN

48

CUM'TEN	ALAADDİN
07.45	-
-	17.40

RESMİ TATİL GÜNLERİ GİTMEZ

GAZİ CADDESİ ESKİ GARAJ

GAZİ CAD.-SAFAHAT CAD.-KÖY HİZ.KAVŞAĞI-İST.YOLU-SAN.-ADESE-H.BAYBAL CAD.-İHS.ALT GEÇİT-ANIT-E.GARAJ

85

CUM'TEN	E.GAR'DAN
07.35	08.30
16.55	17.40

RESMİ TATİL GÜNLERİ GİTMEZ

S.S.K. MERAM HASTANESİ

52

CUM'TEN	HAST'DEN
06:40	07:30
07.00	-
07:05	07:40
08:00	08:45
08:30	09:15
10:30	11:15
12.00	13.00
12.30 M	14.10 M
14.10	15.05
15:05	16:05
16.00	17.05
-	18:00
18:45	-

DERE-TIP-SAN CUMHURİYET

97

DERE'DEN	CUM'TEN
06:10	07:05
06:45 T.C.	07:30 T.C.
07:50	08:45
17:00 T.C.	17:40 T.C.
18:30	19:15

T.C.: TIP FAK. CUMH.

ŞEYH ŞAMİL ESKİ GARAJ

DİLARA CAD-KÖM-SEL. BEL SALI PAZ-AYD-Ç.YOLU-TEKKE MEZ .-İHSANİYE-ANIT-E. GARAJ

56

CUM'TEN		E.GAR'DAN	
06.00		06.30	
06.20		07.05	
06.50		07.35	
07.15		08.00	B
07:25		08:10	
07:50		08:35	
08.30		09.15	B
09.00		09.45	
09:30		10:15	
10:00		10:45	
10:30		11:15	
11:00		11:45	
11.30		12.15	
12.00		12.45	B
12.30		13.15	
13.00		13.45	
13.30		14.15	
14.00		14.45	
14.30		15.15	
15.00		15.45	
15.30		16.15	
16.00		16.45	
16.30		17.15	
17.00		17.45	
17.40		18.25	
18.00		18.45	
18.30		19.15	
19.15		20:00	
20.00		20.45	
20.30		21.15	
21.30		22.15	
22.30		23.15	

B:BEYHEKİM DEVLET HASTANESİ

SANCAK MAHALLESİ ÖZKON

59

CUM'TEN		TRAMVAY	
06.00		06.15	S
06.20	S	06.40	
06.40	G	07.00	S
07.00	S	07.20	
07.25		07.40	S
07.50	S	08.10	
08.20		08.40	S
08.50	S	09.10	
09.30		09.50	
10.00		10:20	S
10.30	S	10.50	
11.00		11.20	S
11.30	S	11.50	
12.00		12.20	S
12:20	S	12:40	
12:40	S	13:00	
13.00		13.20	S
13.40	S	14:00	
14.00		14.20	S
14:40	S	15:00	
15.00		15.20	S
15:35	S	15:55	
16.00		16.20	S
16.30	S	16.50	
17.00		17.20	S
17.35	S	17.55	
18.00		18.20	S
18.30	S	18.50	
19.00		19.20	S
19.30	S	19.50	
20.00		20.20	S
20.30	S	20.50	
21.00		21.20	S
21.30	S	21.50	
22.00		22.20	S
22.30	S	22.50	
23.00		23.20	S
23.30	S	23.50	
24.00		00.20	S

B:BOSNA
S:SULTANŞEHİR
SULTANŞEHİR SEFERLERİ KÖPRÜ DURAĞINA GİDER.

S.EYYUBİ ELMALIK ALAADDİN

YELDA-ELMALIK-MOTİF-DİYANET YURDU-AYDINLIK-SANAYİ-ADESE-BELEDİYE-ALAADDİN

47

CUM'TEN	ALAADDİN
06.00	06.40
06.20	07:15
06.45	07:40
07.00	07:55
07.15	08.10
07.30	08.25
08.00	08.55
08.20	09:15
08.40	09:35
09.20	10:15
09.40	10:35
10.00	10:55
10.30	11:25
11.00	11:55
11.20	12:15
11.40	12:35
12.20	13:15
12.40	13:35
13:00	13:55
13:20	14:15
13:40	14:35
14.00	15.00
14.20	15:15
14.40	15.35
15.00	15.55
15.20	16.15
15.40	16.35
16.00	16.55
16.20	17.15
16:45	17:40
17.00	17:55
17.25	18.20
17.40	18:35
18.00	18:55
18.20	19:15
18.40	19:35
19.00	19:55
19.30	20.30
20.00	20.55
20.30	21.25
21.00	21.55
21.30	22.25
22.00	22.55
22.30	23.25
23.00	23.50
23.30	00.20

S.EYYÜBİ TRAMVAY

57

CUM'TEN	S.EYY.DEN
	06.00
06.05	06.20
	06.40
	07.00
00.05	00.20

ÖZNARE-TOKİ TRAMVAY

60

CUM'TEN	TOKİ'DEN
06.00	06:30
06.20	06.50
06:50	07:20
07:20	07:50
08.00	08.30
09.00	09.30
10.00	10.30
11.00	11.30
11:30	12:00
12.00	12.30
12.40	13.10
13.00	13.30
13:30	14:00
14.05	14.35
15:00	15:30
16:00	16:30
16:40	17:10
17:00	17:30
17:40	18.10
18:00	18:30
18:30	19:00
19:00	19:30
19:30	20:00
20:00	20:30
21:00	21:30
22:00	22:30
23:00	23:30
23:30	24:00

BOSNA HERSEK RAVZA TRAMVAY

58

TRAMVAY'DAN		
05.50		B
06.15		R
06.30		B
06.40		R
06.50		B
07.00		R
07.10		B
07.20		R
07.30		B
07.40		R
A 07.50		B
A 08.00		R
08.10		B
H 08.20		R
08.30		B
08.45		R
09.00		R
09.15		B
09.30		R
H 09.45		B
10.00		R
H 10.15		B
10.30		R
10.45		B
H 11.00		R
11.15		B
H 11.30		R
11.45		B
12.00		R
12.15		B
12.30		R
12.45		B
13.00		R
13.15		B
13.30		R
13.45		B
14.00		R
14.15		B
14.30		R
14.45		B
15.00		R
15.15		B
15.30		R
15.45		B
A 16.00		R
16.15		B
A 16.30		R
16.45		B
17.00		R
H 17.15		B
17.30		R
17.45		B
18.00		R
18.10		B
18.20		R
18.30		B
18.40		R
18.50		B
19.00		R
19.10		B
19.20		R
19.30		B
19.45		R
20.00		B
20.15		R
20.30		B
20.45		R
21.00		B
21.15		R
21.30		B
21.45		R
22.00		B
22.15		R
22.30		B
23.00		R
23.30		B
24.00		R

B : Bosna
R : Ravza
A:Anadolu lis.

TOKİ SU DEPOSU TRAMVAY

51

HAST.	SU DEP.
05:50	06:00
06:00	06:10
06:10	06:20
06:20	06:30
06:30	06:40
06:40	06:50
06:50	07:00
07:00	07:10
07:10	07:20
07:20	07:30
07:30	07:40
07:40	07:50
07:50	08:00
08:00	08:10
08:10	08:20
08:20	08:30
08:30	08:40
08:45	09:00
09:00	09:15
09:15	09:30
09:30	09:45
09:45	10:00
10:00	10:15
10:15	10:30
10:30	10:45
10:45	11:00
11:00	11:15
11:15	11:30
11:30	11:45
11:45	12:00
12:00	12:10
12:10	12:20
12:20	12:30
12:30	12:40
12:40	12:50
12:50	13:00
13:00	13:10
13:10	13:20
13:20	13:30
13:30	13:40
13:40	13:50
13:50	14:00
14:00	14:10
14:10	14:20
14:20	14:30
14:30	14:40
14:40	14:50
14:50	15:00
15:00	15:10
15:10	15:20
15:20	15:30
15:30	15:40
15:40	15:50
15:50	16:00
16:00	16:10
16:10	16:20
16:20	16:30
16:30	16:40
16:40	16:50
16:50	17:00
17:00	17:10
17:10	17:20
17:20	17:30
17:30	17:40
17:40	17:50
17:50	18:00
18:00	18:10
18:10	18:20
18:20	18:30
18:30	18:40
18:40	18:50
18:50	19:00
19:00	19:10
19:10	19:20
19:20	19:30
19:30	19:40
19:40	19:50
19:50	20:00
20:00	20:15
20:15	20:30
20:30	20:45
20:45	21:00
21:00	21:15
21:15	21:30
21:30	21:45
21:45	22:00
22:00	22:15
22:15	22:30
22:30	22:45
22:45	23:00
23:00	23:15
23:15	23:30
23:30	23:45
23:45	00:00
00:00	00:30

MİMAR SİNAN ESENLER

67

AYD'TAN	ALAADDİN
06:05	06:30
06:30	06:55
07:15	07:40
08:00	08:25
08:40	09:05
09:20	09:45
10:00	10:25
11:00	11:25
11:30	11:55
12:15	12:40
12:45	13:10
13:30	13:55
14:00	14:25
14:45	15:10
15:15	15:40
16.00	16:25
16:40	17:05
17:15	17:40
17:45	18:10
18:30	18:55
19:10	19:35
20:30	20:55
21:00	21:25
22:00	22:25
23:10	23:35

BÜTÜN SEFERLER GAZİVEREN CD.DEN

BUHARA ALAADDİN

55

CUM'TEN	ALAADDİN
07:00	07:55
07:30	08:15
09:15	10:00
11:45	12:30
13:30	14:15
15:20	16:05
16:30	17:15
17:00	17:45
18:45	19:30
20:30	21:15

YENİ KUNDURACILAR CUMHURİYET

102

S.PAZ'DAN	CUMHURİYET
07:00	07:45
08:50	09:35
17:30	18:30
19:30	20:30

FATİH IŞIKLAR ÖZALKENT

45

AYD'TAN		ALAADDİN	
06:00		06:30	
06:20		06:50	
06:40		07:10	
06:50		07:20	
07:00		07:30	
07:10		07:40	
07:20		07:50	
07:30		08:00	
07:40		08:10	
07:50		08:20	
08:00		08:30	
08:15		08:45	
08:30		09:00	
08:45		09:15	
09:00		09:30	
09:15		09:45	
09:30		10.00	
09:45		10:15	
10:00		10:30	
10:15		10:45	
10:30		11:00	
10:45		11:15	
11:00		11:30	
11:10		11:40	
11:20		11:50	
11:30		12:00	
11:40		12:10	
11:55		12:25	
12:10		12:40	
12:20		12:50	
12:30		13:00	
12:40		13:10	
12:50		13:20	
13:00		13:30	
13:15		13:45	
13:30		14:00	
13:45		14:15	
14:00		14:30	
14:15		14:45	
14:30		15:00	
14:45		15:15	
15:00		15:30	
15:15		15:45	
15:30		16:00	
15.45		16:15	
16.00		16:30	
16:10		16:40	
16:20		16:50	
16:30		17:00	
16:40		17:10	
16:50		17:20	
17:00		17:30	
17:10		17:40	
17:20		17:50	
17:30		18:00	
17:40		18:10	
17:50		18:20	
18:00		18:30	
18:15		18:45	
18:30		19:00	
18:45		19:15	
19:00		19:30	
19:15		19:45	
19:30		20:00	
19:45		20:15	
20:00		20:30	
20:20		20:50	
20:40		21:10	
21:00		21:30	
21:20		21:50	
21.40		22:10	
22:00		22:30	
22:20		22:50	
22:40		23:10	
23:00		23:30	
23:30		00:00	
24:00		00:30	

EK-B. HALİHAZIRDA ŞOFÖRLER TARAFINDAN KULLANILAN ÇİZELGE

1	2	3	4	5
Cmh. Ald. 07:20 08:05 53 NO'lu HAT 09:00 09:45 " 10:45 11:30 " P 15:40 16:25 53 NO'lu HAT 17:30 18:15 "	Cmh. Ald. 06:00 06:40 53 NO'lu HAT 07:40 08:25 " 09:15 10:15 YEMEK 10:15 11:00 53 NO'lu HAT 12:00 12:45 " 13:40 14:25 "	06:00 06:15 SANCAK Cmh. E.Gar. 06:50 07:35 56 NO'lu HAT 08:30 09:15 " 10:00 11:00 YEMEK 11:00 11:45 56 NO'lu HAT 12:50 13:35 53 NO'lu HAT	Cmh. Ald. 06:35 07:20 53 NO'lu HAT 08:10 08:55 " 10:00 11:00 YEMEK 11:00 11:45 53 NO'lu HAT 12:40 13:25 "	Cmh. Ald. 06:40 07:30 **52** NO'lu HAT 08:20 09:05 53 NO'lu HAT 10:10 11:10 YEMEK 11:20 12:05 53 NO'lu HAT 13:00 13:45 "
1	2	3	4	5
Cmh. Ald. 07:30 08:15 53 NO'lu HAT 09:15 10:00 " 11:10 11:55 " P 16:10 16:55 53 NO'lu HAT 17:50 18:35 "	Cmh. Ald. 15:30 16:15 53 NO'lu HAT 17:20 18:05 " 19:00 20:00 YEMEK 20:00 20:45 53 NO'lu HAT 22:40 23:25 "	Cmh. E.Gar. 15:30 16:15 56 NO'lu HAT 17:40 18:25 " 19:00 20:00 YEMEK 20:00 20:45 56 NO'lu HAT 22:30 23:15 "	Cmh. Ald. 14:30 15:15 53 NO'lu HAT 16:20 17:05 " 18:00 18:45 " 19:45 20:30 "	Cmh. Ald. 14:40 15:25 53 NO'lu HAT 16:30 17:15 " 18:10 18:55 " 20:00 21:00 YEMEK 21:00 21:45 53 NO'lu HAT

6	7	8	9	10
06:20 06:50 ÖZNARE Cmh. Ald. 07:30 08:25 47 NO'lu HAT 10:00 10:55 " 12:00 13:00 YEMEK 13:00 13:55 47 NO'lu HAT	06:00 14:30 NÖBET	Cmh. Ald. 06:20 07:05 **56** NO'lu HAT 08:00 08:45 53 NO'lu HAT 09:45 10:30 " 11:30 12:30 YEMEK 12:30 13:15 53 NO'lu HAT	---- 06:40 S.EYYUBİ TRMV.HATTI Cmh. Ald. 07:15 08:10 47 NO'lu HAT 09:40 10:35 " 11:40 12:40 YEMEK 12:40 13:35 47 NO'lu HAT	06:50 07:20 ÖZNARE Cmh. Ald. 07:50 08:35 53 NO'lu HAT 09:30 10:15 " 11:10 12:10 YEMEK 12:10 12:55 53 NO'lu HAT 13:50 14:35 "
6	7	8	9	10
Cmh. Ald. 16:00 16:55 47 NO'lu HAT 18:20 19:15 " 22:20 23:20 YEMEK 23:30 00:20 47 NO'lu HAT	14:30 23:00 NÖBET	Cmh. Ald. 14:15 15:00 53 NO'lu HAT 16:00 16:45 " 17:45 18:45 YEMEK 19:15 20:00 53 NO'lu HAT 21:40 22:25 "	Cmh. Ald. 15:40 16:35 47 NO'lu HAT 18:00 18:55 " 20:00 21:00 YEMEK 21:00 21:55 47 NO'lu HAT 23:00 23:50 "	Cmh. Ald. 15:50 16:35 53 NO'lu HAT 17:40 18:25 " 19:30 20:15 " 21:15 22:15 YEMEK 23:30 00:10 53 NO'lu HAT

11	12	13	14	15
---- 06:00 S.EYYUBİ TRMV.HATTI Cmh. Ald. 06:45 07:40 47 NO'lu HAT 09:00 10:00 **49** NO'lu HAT 11:00 12:00 YEMEK 12:00 13:00 **49** NO'lu HAT	07:00 Sancak Alaaddin 08:00 MEVLANA'DAN 2. ORGANİZE 09:30 10:30 YEMEK Cmh. Ald. 10:30 11:15 53 NO'lu HAT 12:20 13:05 " 14:00 14:45 "	Cmh. Ald. 07:00 07:45 53 NO'lu HAT 08:40 09:25 " 10:30 11:30 YEMEK 11:30 12:15 53 NO'lu HAT 13:10 13:55 "	Cmh. 06:10 06:20 S.EYYUBİ TRMV.HATTI Cmh. Ald. 07:00 07:55 47 NO'lu HAT 09:20 10:15 " 11:20 12:20 YEMEK 12:20 13:15 47 NO'lu HAT 06:10 57 SEFERİ BUHARADAN GİDER	06:00 06:30 ÖZNARE Cmh. Ald. 07:10 07:55 53 NO'lu HAT 08:50 09:35 " 10:15 11:15 YEMEK 11:40 12:25 53 NO'lu HAT 13:20 14:05 "

11	12	13	14	15
Cmh. Ald. 15:00 15:55 47 NO'lu HAT 17:25 18:20 " 19:30 20:30 "	Cmh. Ald. 17:00 17:45 53 NO'lu HAT 18:40 19:25 " 20:20 21:05 " 22:00 23:00 YEMEK 23:00 23:30 ÖZNARE 24:00 00:35 53 NO'lu HAT	Cmh. Ald. 15:00 15:45 53 NO'lu HAT 16:40 17:25 " 18:20 19:05 " 20:00 21:00 YEMEK 21:00 21:20 SANCAK 22:00 22:45 53 NO'lu HAT	Cmh. Ald. 15:20 16:15 47 NO'lu HAT 17:40 18:35 " 19:30 20:30 YEMEK 20:30 21:25 47 NO'lu HAT 24:00 e Kadar NÖBET	Cmh. Ald. 15:10 15:55 53 NO'lu HAT 16:50 17:35 " 18:30 19:15 " 20:20 21:20 YEMEK 21:20 22:05 53 NO'lu HAT

16	17	18	19	20
Cmh. Ald. 06:50 07:35 53 NO'lu HAT 08:30 09:15 **52** NO'lu HAT 10:40 11:40 YEMEK 11:50 12:35 53 NO'lu HAT 13:30 14:15 "	07:05 .... **52** NO'lu HAT 08:15 MEVLANA'DAN 2. ORGANİZE 10:00 10:45 53 NO'lu HAT 11:30 12:30 YEMEK Cmh. Meram 12:30 14:10 **52** NO'lu HAT 12:30 seferi Meram'a çıkar	Cmh. E.Gar. 06:00 06:30 56 NO'lu HAT 07:15 08:00 56 NO'lu HAT 09:00 10:00 YEMEK 10:00 10:45 56 NO'lu HAT Cmh. Hast. 12:00 13:00 **52** NO'lu HAT	Cmh. Ald. 06:20 07:15 47 NO'lu HAT 08:30 09:15 53 NO'lu HAT 10:30 11:15 **52** NO'lu HAT 12:00 13:00 YEMEK 13:00 13:45 56 NO'lu HAT	06:20 06:40 S.ŞEHİR Cmh. E.Gar. 07:25 08:10 56 NO'lu HAT 09:00 09:45 " 10:30 11:30 YEMEK 11:30 12:15 56 NO'lu HAT 13:30 14:15 "

16	17	18	19	20
Cmh. Ald. 15:05 16:05 **52** NO'lu HAT 17:10 17:55 53 NO'lu HAT 18:50 19:35 " 20:40 21:40 YEMEK 22:20 23:05 53 NO'lu HAT	Cmh. Hast. 14:10 15:05 **52** NO'lu HAT 16:00 17:05 **52** NO'lu HAT 18:00 19:00 YEMEK Cmh. Ald. 19:00 19:45 53 NO'lu HAT 20:40 21:25 "	Cmh. E.Gar. 14:30 15:15 56 NO'lu HAT 16:30 17:15 " 18:30 19:15 " 20:30 21:30 YEMEK 21:30 22:15 56 NO'lu HAT	Cmh. Ald. 15:20 16:05 53 NO'lu HAT 17:00 17:55 47 NO'lu HAT 19:00 20:00 YEMEK 20:00 20:55 47 NO'lu HAT	Cmh. E.Gar. 16:00 16:45 56 NO'lu HAT 18:00 18:45 " 19:30 20:30 YEMEK 20:30 21:15 56 NO'lu HAT 22:30 23:25 **47** NO'lu HAT

21	22	23	24	25
Cmh. Ald. 06:00 06:50 **49** NO'lu HAT 08:00 08:55 47 NO'lu HAT 10:00 11:00 YEMEK 11:00 11:55 47 NO'lu HAT 13:30 14:00 ÖZNARE	BOSNA TRMV. HATTI 06:40 RAVZA 07:10 BOSNA 07:40 RAVZA 08:10 BOSNA 08:45 RAVZA 09:15 BOSNA 09:45 BOSNA H 10:15 11:15 YEMEK 11:30 H RAVZA 12:00 RAVZA 12:30 RAVZA 13:00 RAVZA 13:30 RAVZA 14:00 RAVZA 14:30 A RAVZA 15:00 RAVZA	Cmh. E.Gar. 06:10 06:50 54 NO'lu HAT 07:35 08:20 " P 11:45 12:30 54 NO'lu HAT 13:35 14:20 " 15:35 16:20 "	Cmh. 07:00 07:55 BUHARA Su Dep. Hast. 09:15 09:30 09:45 10:00 10:15 10:30 11:00 11:15 11:30 11:45 12:00 A.H 12:15 12:30 13:30 YEMEK 13:30 14:15 BUHARA	Cmh. E.Gar. 07:45 08:30 85 NO'lu HAT 09:15 10:00 BUHARA 10:45 11:45 YEMEK 11:45 12:30 BUHARA 14:00 15:00 47 NO'lu HAT

21	22	23	24	25
Cmh. Ald. 14:20 15:15 47 NO'lu HAT 16:40 17:35 **49** NO'lu HAT 19:00 19:55 47 NO'lu HAT 21:00 22:00 YEMEK 22:00 22:30 ÖZNARE	BOSNA TRMV. HATTI 15:30 RAVZA 16:00 A RAVZA 16:30 A RAVZA 17:00 RAVZA 17:30 RAVZA 18:00 RAVZA 18:30 BOSNA 19:00 RAVZA 19:30 20:30 YEMEK 20:30 BOSNA 21:00 BOSNA 21:30 BOSNA 22:00 BOSNA 22:30 BOSNA 23:00 RAVZA 23:30 BOSNA 24:00 RAVZA	Cmh. E.Gar. 06:45 07:30 54 NO'lu HAT 08:15 09:00 " P 14:25 15:10 54 NO'lu HAT 16:15 17:05 " 17:55 18:40 "	Ald. ----- 17:40 **48** NO'lu HAT 19:00 19:30 ÖZNARE 20:00 20:30 ÖZNARE 22:00 23:00 YEMEK Su Dep. Hast. 23:00 23:10 23:20 23:30 23:40 23:50 24:00 00:10 00:30	Cmh. Ald. 16:30 17:15 BUHARA Su Dep. Hast. 18:30 18:40 18:50 19:00 19:10 19:20 19:30 19:40 20:00 20:15 20:30 20:45 21:00 21:10 21:30 22:30 YEMEK 23:00 23:45 53 NO'lu HAT

26	27	28	29	30
---- 07:00 S.EYYUBİ TRMV.HATTI Cmh. Ald. 07:35 08:35 **49** NO'lu HAT 10:30 11:25 47 NO'lu HAT 12:20 13:20 YEMEK 13:20 14:15 47 NO'lu HAT	SU DEPOSU TOKİ Su Dep. Hast. 05:50 06:00 06:10 06:20 06:30 06:40 06:50 07:00 07:10 07:20 07:30 07:40 07:50 08:00 08:10 08:20 08:30 08:40 08:50 09:00 09:15 10:15 YEMEK 10:45 11:00 11:15 11:30 11:45 12:00 12:15 12:30 12:45 13:00 13:15 13:30 13:45 14:00 14:15 14:30	SANCAK TRMV HATTI Cmh. Su Dep. 07:00 07:20 S.ŞEHİR 07:50 08:10 " 08:50 09:10 " 10:00 11:00 YEMEK 11:00 11:20 SANCAK H.L. 12:00 12:20 SANCAK H.L. 13:00 13:20 SANCAK H.L. 14:00 14:20 SANCAK H.L. 15:00 15:20 SANCAK H.L.: GİDİŞTE HAVA LOJMANINA GİRER	06:00 14:30 NÖBET	---- 06:55 S.EYYUBİ TRMV.HATTI Cmh. Ald. 07:30 08:15 BUHARA 09:30 10:15 56 NO'lu HAT 11:00 12:00 YEMEK 12:00 12:45 56 NO'lu HAT 14:00 14:45 56 NO'lu HAT

26	27	28	29	30
Cmh. Ald. 16:20 17:15 47 NO'lu HAT 18:40 19:35 " 20:30 21:30 YEMEK 22:00 22:55 47 NO'lu HAT 00:05 ---- S.EYYUBİ TRMV.HATTI	SU DEPOSU TOKİ Su Dep. Hast. 14:45 15:00 15:15 A.H 15:30 15:45 A.H 16:00 16:10 A.H 16:20 16:30 16:40 16:50 17:00 17:10 17:20 17:30 17:40 17:50 18:00 18:10 18:20 18:30 19:30 YEMEK 19:50 20:00 20:15 20:30 20:45 21:00 21:20 21:30 21:40 21:50 22:20 22:30 22:40 22:50	SANCAK TRMV HATTI Cmh. Su Dep. 16:00 16:20 SANCAK H.L. 17:00 17:20 SANCAK H.L. 18:00 18:20 SANCAK H.L. 19:00 19:20 SANCAK H.L. 20:00 20:20 SANCAK 21:00 22:00 YEMEK 22:00 22:20 SANCAK 23:00 23:20 " 24:00 00:15 " H.L.: GİDİŞTE HAVA LOJMANINA GİRER	16:30 01:00 NÖBET	Cmh. Ald. 14:40 15:35 47 NO'lu HAT Cmh. Toki 16:40 17:10 ÖZNARE 17:40 18:10 " 18:30 19:00 " 20:30 20:50 S.ŞEHİR 23:15 e Kadar Nöbet

31	32	33	34	35
BOSNA TRMV.HATTI	SANCAK TRMV. HATTI	SU DEPOSU TOKİ	06:00 15:00 NÖBET	Cmh. E.Gar.
06:30 BOSNA 07:00 RAVZA 07:30 BOSNA 08:00 RAVZA A 08:30 BOSNA 09:00 RAVZA 09:30 RAVZA 10:00 RAVZA 10:30 RAVZA 11:00 RAVZA H P 17:15 H BOSNA 17:45 BOSNA 18:10 BOSNA 18:40 RAVZA 19:10 BOSNA 19:30 BOSNA 20:00 BOSNA	Cmh. Su Dep. 06:40 07:00 SANCAK 07:25 07:40 " 08:20 08:40 " 09:30 10:30 YEMEK 10:30 10:50 S.ŞEHİR 11:30 11:50 " 12:40 13:00 " 13:40 " 14:40 15:00 "	Su Dep Hast. 06:00 06:10 06:20 06:30 06:40 06:50 07:00 07:10 07:20 07:30 07:40 07:50 08:00 A.H 08:10 08:20 A.H 08:30 08:40 A.H 08:50 09:00 A.H 09:15 09:30 09:45 10:00 10:15 10:30 10:45 11:00 12:00 YEMEK 12:30 A.H 12:45 13:00 A.H 13:15 13:30 A.H 13:45 14:00 A.H 14:15	06:30 07:25 49 No'lu HAT 08:40 09:35 47 NO'lu HAT 10:20 11:20 YEMEK 11:20 12:15 47 NO'lu HAT	06:20 07:05 **53** NO'lu HAT 07:50 08:35 56 NO'lu HAT 09:30 10:30 YEMEK 10:30 11:15 56 NO'lu HAT 12:30 13:15 "

31	32	33	34	35
Cmh. Ald.	SANCAK TRMV. HATTI	SU DEPOSU TOKİ	06:00 BOSNA SANCAK CUMHURİYET	Cmh. E.Gar.
15:20 16:05 BUHARA 17:00 17:45 BUHARA 18:45 19:30 BUHARA 20:30 21:15 BUHARA	Cmh. Su Dep. 15:35 15:55 S.ŞEHİR 16:30 16:50 " 17:35 17:55 " 18:30 18:50 " 19:30 19:50 " 20:30 21:30 YEMEK 21:30 21:50 S.ŞEHİR 22:30 22:50 " 23:30 23:50 "	Su Dep Hast. 14:30 14:45 15:00 15:15 15:30 A.H 15:45 16:00 A.H 16:10 16:20 16:30 16:40 16:50 17:00 17:10 17:20 17:30 17:40 17:50 18:00 18:10 18:20 18:30 18:40 18:50 19:00 19:10 19:20 19:30 19:40 19:50 20:00 21:00 YEMEK 21:30 21:45 22:00 22:15	07:00 07:40 **52** NO'lu HAT 08:20 09:15 47 NO'lu HAT 10:30 11:30 YEMEK 11:30 12:00 ÖZNARE 12:40 13:10 S.ŞEHİR 06: BOSNA SEFERİ BOSNA ORGANİZE GÜZARGAHINDAN GELİR	15:00 15:45 56 NO'lu HAT 17:00 17:45 " 19:15 20:00 " 20:30 21:30 YEMEK 21:30 22:25 **47** NO'lu HAT

36	37	38	39	40
ÖZNARE TOKİ Cmh. Toki 07:20 07:50 ÖZNARE 09:00 09:30 " 10:00 10:30 " 11:00 12:00 YEMEK 12:00 12:30 ÖZNARE 13:00 13:30 " 14:05 14:35 " 15:00 15:30 "	Cmh. E.Gar. 06:00 06:40 **47** NO'lu HAT 08:00 08:30 ÖZNARE 09:00 10:00 YEMEK 10:00 10:20 SANCAK 11:40 12:35 47 NO'lu HAT P 16:55 17:40 85 NO'lu HAT	BOSNA TRMV. HATTI 05:40 Bosna'ya 05:50 BOSNA 06:15 RAVZA 06:50 BOSNA 07:20 RAVZA 07:50 BOSNA A 08:20 RAVZA H 09:15 10:15 YEMEK 10:15 H BOSNA 10:45 BOSNA 11:15 BOSNA 11:45 BOSNA 12:15 BOSNA 12:45 BOSNA 13:15 BOSNA 13:45 BOSNA	Cmh. Ald. 07:45 ----- **48** NO'lu HAT 08:30 09:30 YEMEK 09:30 09:50 SANCAK 11:00 11:30 ÖZNARE 12:20 12:40 ÖZNARE 13:40 14:35 47 NO'lu HAT	

36	37	38	39	40
ÖZNARE TOKİ Cmh. Toki 16:00 16:30 ÖZNARE 17:00 17:30 " 18:00 18:30 " 19:30 20:00 " 21:00 21:30 " 22:00 23:00 YEMEK 23:30 24:00 ÖZNARE	11:15 12:10 49 NO'lu HAT Cmh. Ald. 14:50 15:35 53 NO'lu HAT 16:45 17:40 47 NO'lu HAT	BOSNA TRMV. HATTI 14:15 BOSNA 14:45 BOSNA 15:15 BOSNA 15:45 BOSNA 16:15 BOSNA 16:45 BOSNA 17:15 18:15 YEMEK 18:20 RAVZA 18:50 BOSNA 19:20 RAVZA 19:45 RAVZA 20:15 RAVZA 20:45 RAVZA 21:15 RAVZA 21:45 RAVZA 22:15 RAVZA		

KALKIŞ YERİ: CUMHURİYET DURAĞI

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
47	6	0	6	40	10	80	7	30
49	6	0	6	50	10	100	7	50
53	6	0	6	40	10	80	7	30
56	6	0	6	30	10	60	7	10
59	6	0	6	15	10	30	6	40
60	6	0	6	30	10	60	7	10
54	6	10	6	50	10	80	7	40
59	6	20	6	40	10	40	7	10
60	6	20	6	50	10	60	7	30
47	6	20	7	15	10	110	8	20
53	6	20	7	5	10	90	8	0
56	6	20	7	5	10	90	8	0
49	6	30	7	25	10	110	8	30
53	6	35	7	20	10	90	8	15
59	6	40	7	0	10	40	7	30
47	6	45	7	40	10	110	8	45
54	6	45	7	30	10	90	8	25
53	6	50	7	35	10	90	8	30
56	6	50	7	35	10	90	8	30
60	6	50	7	20	10	60	8	0
47	7	0	7	55	10	110	9	0
53	7	0	7	45	10	90	8	40
55	7	0	7	55	10	110	9	0
59	7	0	7	20	10	40	7	50
52	7	5	7	50	10	90	8	45
53	7	10	7	55	10	90	8	50
85	7	10	7	55	10	90	8	50
47	7	15	8	10	10	110	9	15
56	7	15	8	0	10	90	8	55
60	7	20	7	50	10	60	8	30
53	7	20	8	5	10	90	9	0
59	7	25	7	40	10	30	8	5
56	7	25	8	10	10	90	9	5
47	7	30	8	25	10	110	9	30
53	7	30	8	15	10	90	9	10
55	7	30	8	15	10	90	9	10
54	7	35	8	20	10	90	9	15
53	7	40	8	25	10	90	9	20
49	7	45	8	45	10	120	9	55
53	7	50	8	35	10	90	9	30
56	7	50	8	35	10	90	9	30
59	7	50	8	10	10	40	8	40
47	8	0	8	55	10	110	10	0
53	8	0	8	45	10	90	9	40
60	8	0	8	30	10	60	9	10
53	8	10	8	55	10	90	9	50
54	8	15	9	0	10	90	9	55
59	8	20	8	40	10	40	9	10
47	8	20	9	15	10	110	10	20
53	8	20	9	5	10	90	10	0
53	8	30	9	15	10	90	10	10
56	8	30	9	15	10	90	10	10

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
52	8	30	9	15	10	90	10	10
47	8	40	9	35	10	110	10	40
53	8	40	9	25	10	90	10	20
53	8	50	9	35	10	90	10	30
59	8	50	9	10	10	40	9	40
53	9	0	9	45	10	90	10	40
56	9	0	9	45	10	90	10	40
60	9	0	9	30	10	60	10	10
49	9	0	10	0	10	120	11	10
53	9	15	10	0	10	90	10	55
55	9	15	10	0	10	90	10	55
47	9	20	10	15	10	110	11	20
59	9	30	9	50	10	40	10	20
53	9	30	10	15	10	90	11	10
56	9	30	10	15	10	90	11	10
47	9	40	10	35	10	110	11	40
53	9	45	10	30	10	90	11	25
47	10	0	10	55	10	110	12	0
53	10	0	10	45	10	90	11	40
56	10	0	10	45	10	90	11	40
59	10	0	10	20	10	40	10	50
60	10	0	10	30	10	60	11	10
53	10	15	11	0	10	90	11	55
59	10	30	10	50	10	40	11	20
47	10	30	11	25	10	110	12	30
53	10	30	11	15	10	90	12	10
56	10	30	11	15	10	90	12	10
52	10	30	11	15	10	90	12	10
53	10	45	11	30	10	90	12	25
47	11	0	11	55	10	110	13	0
53	11	0	11	45	10	90	12	40
56	11	0	11	45	10	90	12	40
59	11	0	11	20	10	40	11	50
60	11	0	11	30	10	60	12	10
53	11	10	11	55	10	90	12	50
49	11	15	12	10	10	110	13	15
47	11	20	12	15	10	110	13	20
53	11	20	12	5	10	90	13	0
59	11	30	11	50	10	40	12	20
53	11	30	12	15	10	90	13	10
56	11	30	12	15	10	90	13	10
60	11	30	12	0	10	60	12	40
47	11	40	12	35	10	110	13	40
53	11	40	12	25	10	90	13	20
54	11	45	12	30	10	90	13	25
55	11	45	12	30	10	90	13	25
53	11	50	12	35	10	90	13	30
53	12	0	12	45	10	90	13	40
56	12	0	12	45	10	90	13	40
59	12	0	12	20	10	40	12	50
60	12	0	12	30	10	60	13	10
49	12	0	13	0	10	120	14	10
52	12	0	13	0	10	120	14	10

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
53	12	10	12	55	10	90	13	50
59	12	20	12	40	10	40	13	10
47	12	20	13	15	10	110	14	20
53	12	20	13	5	10	90	14	0
53	12	30	13	15	10	90	14	10
56	12	30	13	15	10	90	14	10
52	12	30	14	10	10	200	16	0
47	12	40	13	35	10	110	14	40
53	12	40	13	25	10	90	14	20
59	12	40	13	0	10	40	13	30
60	12	40	13	10	10	60	13	50
53	12	50	13	35	10	90	14	30
47	13	0	13	55	10	110	15	0
53	13	0	13	45	10	90	14	40
56	13	0	13	45	10	90	14	40
59	13	0	13	20	10	40	13	50
60	13	0	13	30	10	60	14	10
53	13	10	13	55	10	90	14	50
47	13	20	14	15	10	110	15	20
53	13	20	14	5	10	90	15	0
53	13	30	14	15	10	90	15	10
55	13	30	14	15	10	90	15	10
56	13	30	14	15	10	90	15	10
60	13	30	14	0	10	60	14	40
54	13	35	14	20	10	90	15	15
47	13	40	14	35	10	110	15	40
53	13	40	14	25	10	90	15	20
59	13	40	14	0	10	40	14	30
53	13	50	14	35	10	90	15	30
53	14	0	14	45	10	90	15	40
56	14	0	14	45	10	90	15	40
59	14	0	14	20	10	40	14	50
47	14	0	15	0	10	120	16	10
60	14	5	14	35	10	60	15	15
52	14	10	15	5	10	110	16	10
53	14	15	15	0	10	90	15	55
47	14	20	15	15	10	110	16	20
54	14	25	15	10	10	90	16	5
53	14	30	15	15	10	90	16	10
56	14	30	15	15	10	90	16	10
47	14	40	15	35	10	110	16	40
53	14	40	15	25	10	90	16	20
59	14	40	15	0	10	40	15	30
53	14	50	15	35	10	90	16	30
47	15	0	15	55	10	110	17	0
53	15	0	15	45	10	90	16	40
56	15	0	15	45	10	90	16	40
59	15	0	15	20	10	40	15	50
60	15	0	15	40	10	80	16	30
52	15	5	16	5	10	120	17	15
53	15	10	15	55	10	90	16	50
47	15	20	16	15	10	110	17	20
53	15	20	16	5	10	90	17	0

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
55	15	20	16	5	10	90	17	0
53	15	30	16	15	10	90	17	10
56	15	30	16	15	10	90	17	10
59	15	35	15	55	10	40	16	25
54	15	35	16	20	10	90	17	15
47	15	40	16	35	10	110	17	40
53	15	40	16	25	10	90	17	20
53	15	50	16	35	10	90	17	30
47	16	0	16	55	10	110	18	0
53	16	0	16	45	10	90	17	40
56	16	0	16	45	10	90	17	40
59	16	0	16	20	10	40	16	50
60	16	0	16	40	10	80	17	30
52	16	0	17	5	10	130	18	20
53	16	10	16	55	10	90	17	50
54	16	15	17	5	10	100	18	5
47	16	20	17	15	10	110	18	20
53	16	20	17	5	10	90	18	0
85	16	20	17	5	10	90	18	0
59	16	30	16	50	10	40	17	20
47	16	30	17	25	10	110	18	30
49	16	30	17	25	10	110	18	30
53	16	30	17	15	10	90	18	10
55	16	30	17	15	10	90	18	10
56	16	30	17	15	10	90	18	10
53	16	40	17	25	10	90	18	20
60	16	40	17	10	10	60	17	50
47	16	45	17	40	10	110	18	45
53	16	50	17	35	10	90	18	30
47	17	0	17	55	10	110	19	0
53	17	0	17	45	10	90	18	40
55	17	0	17	45	10	90	18	40
56	17	0	17	45	10	90	18	40
59	17	0	17	20	10	40	17	50
60	17	0	17	30	10	60	18	10
53	17	10	17	55	10	90	18	50
53	17	20	18	5	10	90	19	0
47	17	25	18	20	10	110	19	25
53	17	30	18	15	10	90	19	10
59	17	35	17	55	10	40	18	25
47	17	40	18	35	10	110	19	40
53	17	40	18	25	10	90	19	20
56	17	40	18	25	10	90	19	20
60	17	40	18	10	10	60	18	50
53	17	50	18	35	10	90	19	30
54	17	55	18	40	10	90	19	35
47	18	0	18	55	10	110	20	0
53	18	0	18	45	10	90	19	40
56	18	0	18	45	10	90	19	40
59	18	0	18	20	10	40	18	50
60	18	0	18	30	10	60	19	10
53	18	10	18	55	10	90	19	50
47	18	20	19	15	10	110	20	20

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
53	18	20	19	5	10	90	20	0
59	18	30	18	50	10	40	19	20
53	18	30	19	15	10	90	20	10
56	18	30	19	15	10	90	20	10
60	18	30	19	0	10	60	19	40
47	18	40	19	35	10	110	20	40
53	18	40	19	25	10	90	20	20
55	18	45	19	30	10	90	20	25
53	18	50	19	35	10	90	20	30
47	19	0	19	55	10	110	21	0
53	19	0	19	45	10	90	20	40
59	19	0	19	20	10	40	19	50
60	19	0	19	30	10	60	20	10
53	19	15	20	0	10	90	20	55
56	19	15	20	0	10	90	20	55
59	19	30	19	50	10	40	20	20
47	19	30	20	30	10	120	21	40
53	19	30	20	15	10	90	21	10
53	19	45	20	30	10	90	21	25
47	20	0	20	55	10	110	22	0
53	20	0	20	45	10	90	21	40
56	20	0	20	45	10	90	21	40
59	20	0	20	20	10	40	20	50
60	20	0	20	40	10	80	21	30
53	20	20	21	5	10	90	22	0
59	20	30	20	50	10	40	21	20
47	20	30	21	25	10	110	22	30
55	20	30	21	15	10	90	22	10
56	20	30	21	15	10	90	22	10
53	20	40	21	25	10	90	22	20
47	21	0	21	55	10	110	23	0
53	21	0	21	45	10	90	22	40
59	21	0	21	20	10	40	21	50
60	21	0	21	30	10	60	22	10
53	21	20	22	5	10	90	23	0
59	21	30	21	50	10	40	22	20
47	21	30	22	25	10	110	23	30
56	21	30	22	15	10	90	23	10
53	21	40	22	25	10	90	23	20
47	22	0	22	55	10	110	24	0
53	22	0	22	45	10	90	23	40
59	22	0	22	20	10	40	22	50
60	22	0	22	30	10	60	23	10
53	22	20	23	5	10	90	24	0
59	22	30	22	50	10	40	23	20
47	22	30	23	25	10	110	24	30
56	22	30	23	15	10	90	24	10
53	22	40	23	25	10	90	24	20
47	23	0	23	50	10	100	24	50
53	23	0	23	45	10	90	24	40
59	23	0	23	20	10	40	23	50
60	23	0	23	30	10	60	24	10
59	23	30	23	50	10	40	24	20

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
47	23	30	24	20	10	100	25	20
53	23	30	24	10	10	80	25	0
60	23	30	24	0	10	60	24	40
53	24	0	24	35	10	70	25	20
59	24	0	24	20	10	40	24	50

KALKIŞ YERİ: TOKİ, VARIŞ YERİ: SU DEPOSU

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
51	5	50	6	0	10	20	6	20
51	6	0	6	10	10	20	6	30
51	6	10	6	20	10	20	6	40
51	6	20	6	30	10	20	6	50
51	6	30	6	40	10	20	7	0
51	6	40	6	50	10	20	7	10
51	6	50	7	0	10	20	7	20
51	7	0	7	10	10	20	7	30
51	7	10	7	20	10	20	7	40
51	7	20	7	30	10	20	7	50
51	7	30	7	40	10	20	8	0
51	7	40	7	50	10	20	8	10
51	7	50	8	0	10	20	8	20
51	8	0	8	10	10	20	8	30
51	8	10	8	20	10	20	8	40
51	8	20	8	30	10	20	8	50
51	8	30	8	45	10	30	9	10
51	8	45	9	0	10	30	9	25
51	9	0	9	15	10	30	9	40
51	9	15	9	30	10	30	9	55
51	9	30	9	45	10	30	10	10
51	9	45	10	0	10	30	10	25
51	10	0	10	15	10	30	10	40
51	10	15	10	30	10	30	10	55
51	10	30	10	45	10	30	11	10
51	10	45	11	0	10	30	11	25
51	11	0	11	15	10	30	11	40
51	11	15	11	30	10	30	11	55
51	11	30	11	45	10	30	12	10
51	11	45	12	0	10	30	12	25
51	12	0	12	15	10	30	12	40
51	12	15	12	30	10	30	12	55
51	12	30	12	45	10	30	13	10
51	12	45	13	0	10	30	13	25
51	13	0	13	15	10	30	13	40
51	13	15	13	30	10	30	13	55
51	13	30	13	45	10	30	14	10
51	13	45	14	0	10	30	14	25
51	14	0	14	15	10	30	14	40
51	14	15	14	30	10	30	14	55
51	14	30	14	45	10	30	15	10
51	14	45	15	0	10	30	15	25
51	15	0	15	15	10	30	15	40
51	15	15	15	30	10	30	15	55
51	15	30	15	45	10	30	16	10
51	15	45	16	0	10	30	16	25
51	16	0	16	10	10	20	16	30
51	16	10	16	20	10	20	16	40
51	16	20	16	30	10	20	16	50
51	16	30	16	40	10	20	17	0
51	16	40	16	50	10	20	17	10
51	16	50	17	0	10	20	17	20

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
51	17	0	17	10	10	20	17	30
51	17	10	17	20	10	20	17	40
51	17	20	17	30	10	20	17	50
51	17	30	17	40	10	20	18	0
51	17	40	17	50	10	20	18	10
51	17	50	18	0	10	20	18	20
51	18	0	18	10	10	20	18	30
51	18	10	18	20	10	20	18	40
51	18	20	18	30	10	20	18	50
51	18	30	18	40	10	20	19	0
51	18	40	18	50	10	20	19	10
51	18	50	19	0	10	20	19	20
51	19	0	19	10	10	20	19	30
51	19	10	19	20	10	20	19	40
51	19	20	19	30	10	20	19	50
51	19	30	19	40	10	20	20	0
51	19	40	19	50	10	20	20	10
51	19	50	20	0	10	20	20	20
51	20	0	20	15	10	30	20	40
51	20	15	20	30	10	30	20	55
51	20	30	20	45	10	30	21	10
51	20	45	21	0	10	30	21	25
51	21	0	21	10	10	20	21	30
51	21	20	21	30	10	20	21	50
51	21	40	21	50	10	20	22	10
51	22	0	22	10	10	20	22	30
51	22	20	22	30	10	20	22	50
51	22	40	22	50	10	20	23	10
51	23	0	23	10	10	20	23	30
51	23	20	23	30	10	20	23	50
51	23	40	24	0	10	40	24	30
51	24	0	24	10	10	20	24	30
51	24	30	24	40	10	20	25	0

KALKIŞ YERİ: KAMPÜS, VARIŞ YERİ: BOSNA-RAVZA

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
58	5	50	6	0	10	20	6	20
58	6	15	6	25	10	20	6	45
58	6	30	6	40	10	20	7	0
58	6	40	6	50	10	20	7	10
58	6	50	7	0	10	20	7	20
58	7	0	7	10	10	20	7	30
58	7	10	7	20	10	20	7	40
58	7	20	7	30	10	20	7	50
58	7	30	7	40	10	20	8	0
58	7	40	7	50	10	20	8	10
58	7	50	8	0	10	20	8	20
58	8	0	8	10	10	20	8	30
58	8	10	8	20	10	20	8	40
58	8	20	8	30	10	20	8	50
58	8	30	8	40	10	20	9	0
58	8	45	8	55	10	20	9	15
58	9	0	9	10	10	20	9	30
58	9	15	9	25	10	20	9	45
58	9	30	9	40	10	20	10	0
58	9	45	9	55	10	20	10	15
58	10	0	10	10	10	20	10	30
58	10	15	10	25	10	20	10	45
58	10	30	10	40	10	20	11	0
58	10	45	10	55	10	20	11	15
58	11	0	11	10	10	20	11	30
58	11	15	11	25	10	20	11	45
58	11	30	11	40	10	20	12	0
58	11	45	11	55	10	20	12	15
58	12	0	12	10	10	20	12	30
58	12	15	12	25	10	20	12	45
58	12	30	12	40	10	20	13	0
58	12	45	12	55	10	20	13	15
58	13	0	13	10	10	20	13	30
58	13	15	13	25	10	20	13	45
58	13	30	13	40	10	20	14	0
58	13	45	13	55	10	20	14	15
58	14	0	14	10	10	20	14	30
58	14	15	14	25	10	20	14	45
58	14	30	14	40	10	20	15	0
58	14	45	14	55	10	20	15	15
58	15	0	15	10	10	20	15	30
58	15	15	15	25	10	20	15	45
58	15	30	15	40	10	20	16	0
58	15	45	15	55	10	20	16	15
58	16	0	16	10	10	20	16	30
58	16	15	16	25	10	20	16	45
58	16	30	16	40	10	20	17	0
58	16	45	16	55	10	20	17	15
58	17	0	17	10	10	20	17	30
58	17	15	17	25	10	20	17	45
58	17	30	17	40	10	20	18	0
58	17	45	17	55	10	20	18	15

Hat No	Kalkış		Varış Yerinden Kalkış		Dinlenme Süresi	Sefer Süresi	Bir Sonraki Sefer İçin Hazır Olma	
	Saat	Dakika	Saat	Dakika			Saat	Dakika
58	18	0	18	10	10	20	18	30
58	18	10	18	20	10	20	18	40
58	18	20	18	30	10	20	18	50
58	18	30	18	40	10	20	19	0
58	18	40	18	50	10	20	19	10
58	18	50	19	0	10	20	19	20
58	19	0	19	10	10	20	19	30
58	19	10	19	20	10	20	19	40
58	19	20	19	30	10	20	19	50
58	19	30	19	40	10	20	20	0
58	19	45	19	55	10	20	20	15
58	20	0	20	10	10	20	20	30
58	20	15	20	25	10	20	20	45
58	20	30	20	40	10	20	21	0
58	20	45	20	55	10	20	21	15
58	21	0	21	10	10	20	21	30
58	21	15	21	25	10	20	21	45
58	21	30	21	40	10	20	22	0
58	21	45	21	55	10	20	22	15
58	22	0	22	10	10	20	22	30
58	22	15	22	25	10	20	22	45
58	22	30	22	40	10	20	23	0
58	23	0	23	10	10	20	23	30
58	23	30	23	40	10	20	24	0
58	24	0	24	10	10	20	24	30

KALKIŞ YERİ: CUMHURİYET

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
47	360	400	450	80
49	360	410	470	100
53	360	400	450	80
56	360	390	430	60
59	360	375	400	30
60	360	390	430	60
54	370	410	460	80
59	380	400	430	40
60	380	410	450	60
47	380	435	500	110
53	380	425	480	90
56	380	425	480	90
49	390	445	510	110
53	395	440	495	90
59	400	420	450	40
47	405	460	525	110
54	405	450	505	90
53	410	455	510	90
56	410	455	510	90
60	410	440	480	60
47	420	475	540	110
53	420	465	520	90
55	420	475	540	110
59	420	440	470	40
52	425	470	525	90
53	430	475	530	90
85	430	475	530	90
47	435	490	555	110
56	435	480	535	90
60	440	470	510	60
53	440	485	540	90
59	445	460	485	30
56	445	490	545	90
47	450	505	570	110
53	450	495	550	90
55	450	495	550	90
54	455	500	555	90
53	460	505	560	90
49	465	525	595	120
53	470	515	570	90
56	470	515	570	90
59	470	490	520	40
47	480	535	600	110
53	480	525	580	90
60	480	510	550	60
53	490	535	590	90
54	495	540	595	90
59	500	520	550	40
47	500	555	620	110
53	500	545	600	90
53	510	555	610	90
56	510	555	610	90
52	510	555	610	90

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
47	520	575	640	110
53	520	565	620	90
53	530	575	630	90
59	530	550	580	40
53	540	585	640	90
56	540	585	640	90
60	540	570	610	60
49	540	600	670	120
53	555	600	655	90
55	555	600	655	90
47	560	615	680	110
59	570	590	620	40
53	570	615	670	90
56	570	615	670	90
47	580	635	700	110
53	585	630	685	90
47	600	655	720	110
53	600	645	700	90
56	600	645	700	90
59	600	620	650	40
60	600	630	670	60
53	615	660	715	90
59	630	650	680	40
47	630	685	750	110
53	630	675	730	90
56	630	675	730	90
52	630	675	730	90
53	645	690	745	90
47	660	715	780	110
53	660	705	760	90
56	660	705	760	90
59	660	680	710	40
60	660	690	730	60
53	670	715	770	90
49	675	730	795	110
47	680	735	800	110
53	680	725	780	90
59	690	710	740	40
53	690	735	790	90
56	690	735	790	90
60	690	720	760	60
47	700	755	820	110
53	700	745	800	90
54	705	750	805	90
55	705	750	805	90
53	710	755	810	90
53	720	765	820	90
56	720	765	820	90
59	720	740	770	40
60	720	750	790	60
49	720	780	850	120
52	720	780	850	120

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
53	730	775	830	90
59	740	760	790	40
47	740	795	860	110
53	740	785	840	90
53	750	795	850	90
56	750	795	850	90
52	750	850	960	200
47	760	815	880	110
53	760	805	860	90
59	760	780	810	40
60	760	790	830	60
53	770	815	870	90
47	780	835	900	110
53	780	825	880	90
56	780	825	880	90
59	780	800	830	40
60	780	810	850	60
53	790	835	890	90
47	800	855	920	110
53	800	845	900	90
53	810	855	910	90
55	810	855	910	90
56	810	855	910	90
60	810	840	880	60
54	815	860	915	90
47	820	875	940	110
53	820	865	920	90
59	820	840	870	40
53	830	875	930	90
53	840	885	940	90
56	840	885	940	90
59	840	860	890	40
47	840	900	970	120
60	845	875	915	60
52	850	905	970	110
53	855	900	955	90
47	860	915	980	110
54	865	910	965	90
53	870	915	970	90
56	870	915	970	90
47	880	935	1000	110
53	880	925	980	90
59	880	900	930	40
53	890	935	990	90
47	900	955	1020	110
53	900	945	1000	90
56	900	945	1000	90
59	900	920	950	40
60	900	940	990	80
52	905	965	1035	120
53	910	955	1010	90
47	920	975	1040	110
53	920	965	1020	90

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
55	920	965	1020	90
53	930	975	1030	90
56	930	975	1030	90
59	935	955	985	40
54	935	980	1035	90
47	940	995	1060	110
53	940	985	1040	90
53	950	995	1050	90
47	960	1015	1080	110
53	960	1005	1060	90
56	960	1005	1060	90
59	960	980	1010	40
60	960	1000	1050	80
52	960	1025	1100	130
53	970	1015	1070	90
54	975	1025	1085	100
47	980	1035	1100	110
53	980	1025	1080	90
85	980	1025	1080	90
59	990	1010	1040	40
47	990	1045	1110	110
49	990	1045	1110	110
53	990	1035	1090	90
55	990	1035	1090	90
56	990	1035	1090	90
53	1000	1045	1100	90
60	1000	1030	1070	60
47	1005	1060	1125	110
53	1010	1055	1110	90
47	1020	1075	1140	110
53	1020	1065	1120	90
55	1020	1065	1120	90
56	1020	1065	1120	90
59	1020	1040	1070	40
60	1020	1050	1090	60
53	1030	1075	1130	90
53	1040	1085	1140	90
47	1045	1100	1165	110
53	1050	1095	1150	90
59	1055	1075	1105	40
47	1060	1115	1180	110
53	1060	1105	1160	90
56	1060	1105	1160	90
60	1060	1090	1130	60
53	1070	1115	1170	90
54	1075	1120	1175	90
47	1080	1135	1200	110
53	1080	1125	1180	90
56	1080	1125	1180	90
59	1080	1100	1130	40
60	1080	1110	1150	60
53	1090	1135	1190	90
47	1100	1155	1220	110

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
53	1100	1145	1200	90
59	1110	1130	1160	40
53	1110	1155	1210	90
56	1110	1155	1210	90
60	1110	1140	1180	60
47	1120	1175	1240	110
53	1120	1165	1220	90
55	1125	1170	1225	90
53	1130	1175	1230	90
47	1140	1195	1260	110
53	1140	1185	1240	90
59	1140	1160	1190	40
60	1140	1170	1210	60
53	1155	1200	1255	90
56	1155	1200	1255	90
59	1170	1190	1220	40
47	1170	1230	1300	120
53	1170	1215	1270	90
53	1185	1230	1285	90
47	1200	1255	1320	110
53	1200	1245	1300	90
56	1200	1245	1300	90
59	1200	1220	1250	40
60	1200	1240	1290	80
53	1220	1265	1320	90
59	1230	1250	1280	40
47	1230	1285	1350	110
55	1230	1275	1330	90
56	1230	1275	1330	90
53	1240	1285	1340	90
47	1260	1315	1380	110
53	1260	1305	1360	90
59	1260	1280	1310	40
60	1260	1290	1330	60
53	1280	1325	1380	90
59	1290	1310	1340	40
47	1290	1345	1410	110
56	1290	1335	1390	90
53	1300	1345	1400	90
47	1320	1375	1440	110
53	1320	1365	1420	90
59	1320	1340	1370	40
60	1320	1350	1390	60
53	1340	1385	1440	90
59	1350	1370	1400	40
47	1350	1405	1470	110
56	1350	1395	1450	90
53	1360	1405	1460	90
47	1380	1430	1490	100
53	1380	1425	1480	90
59	1380	1400	1430	40
60	1380	1410	1450	60
59	1410	1430	1460	40

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden	Hazır Olma	Sefer Süresi
47	1410	1460	1520	100
53	1410	1450	1500	80
60	1410	1440	1480	60
53	1440	1475	1520	70
59	1440	1460	1490	40

KALKIŞ YERİ: TOKİ

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
51	350	360	380	20
51	360	370	390	20
51	370	380	400	20
51	380	390	410	20
51	390	400	420	20
51	400	410	430	20
51	410	420	440	20
51	420	430	450	20
51	430	440	460	20
51	440	450	470	20
51	450	460	480	20
51	460	470	490	20
51	470	480	500	20
51	480	490	510	20
51	490	500	520	20
51	500	510	530	20
51	510	525	550	30
51	525	540	565	30
51	540	555	580	30
51	555	570	595	30
51	570	585	610	30
51	585	600	625	30
51	600	615	640	30
51	615	630	655	30
51	630	645	670	30
51	645	660	685	30
51	660	675	700	30
51	675	690	715	30
51	690	705	730	30
51	705	720	745	30
51	720	735	760	30
51	735	750	775	30
51	750	765	790	30
51	765	780	805	30
51	780	795	820	30
51	795	810	835	30
51	810	825	850	30
51	825	840	865	30
51	840	855	880	30
51	855	870	895	30
51	870	885	910	30
51	885	900	925	30
51	900	915	940	30
51	915	930	955	30
51	930	945	970	30
51	945	960	985	30
51	960	970	990	20
51	970	980	1000	20
51	980	990	1010	20
51	990	1000	1020	20
51	1000	1010	1030	20
51	1010	1020	1040	20

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
51	1020	1030	1050	20
51	1030	1040	1060	20
51	1040	1050	1070	20
51	1050	1060	1080	20
51	1060	1070	1090	20
51	1070	1080	1100	20
51	1080	1090	1110	20
51	1090	1100	1120	20
51	1100	1110	1130	20
51	1110	1120	1140	20
51	1120	1130	1150	20
51	1130	1140	1160	20
51	1140	1150	1170	20
51	1150	1160	1180	20
51	1160	1170	1190	20
51	1170	1180	1200	20
51	1180	1190	1210	20
51	1190	1200	1220	20
51	1200	1215	1240	30
51	1215	1230	1255	30
51	1230	1245	1270	30
51	1245	1260	1285	30
51	1260	1270	1290	20
51	1280	1290	1310	20
51	1300	1310	1330	20
51	1320	1330	1350	20
51	1340	1350	1370	20
51	1360	1370	1390	20
51	1380	1390	1410	20
51	1400	1410	1430	20
51	1420	1440	1470	40
51	1440	1450	1470	20
51	1470	1480	1500	20

KALKIŞ YERİ: KAMPÜS-BOSNA

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
58	350	360	380	20
58	375	385	405	20
58	390	400	420	20
58	400	410	430	20
58	410	420	440	20
58	420	430	450	20
58	430	440	460	20
58	440	450	470	20
58	450	460	480	20
58	460	470	490	20
58	470	480	500	20
58	480	490	510	20
58	490	500	520	20
58	500	510	530	20
58	510	520	540	20
58	525	535	555	20
58	540	550	570	20
58	555	565	585	20
58	570	580	600	20
58	585	595	615	20
58	600	610	630	20
58	615	625	645	20
58	630	640	660	20
58	645	655	675	20
58	660	670	690	20
58	675	685	705	20
58	690	700	720	20
58	705	715	735	20
58	720	730	750	20
58	735	745	765	20
58	750	760	780	20
58	765	775	795	20
58	780	790	810	20
58	795	805	825	20
58	810	820	840	20
58	825	835	855	20
58	840	850	870	20
58	855	865	885	20
58	870	880	900	20
58	885	895	915	20
58	900	910	930	20
58	915	925	945	20
58	930	940	960	20
58	945	955	975	20
58	960	970	990	20
58	975	985	1005	20
58	990	1000	1020	20
58	1005	1015	1035	20
58	1020	1030	1050	20
58	1035	1045	1065	20
58	1050	1060	1080	20
58	1065	1075	1095	20

Hat No	Kalkış	Varış Yerinden Kalkış	Hazır Olma	Sefer Süresi
58	1080	1090	1110	20
58	1090	1100	1120	20
58	1100	1110	1130	20
58	1110	1120	1140	20
58	1120	1130	1150	20
58	1130	1140	1160	20
58	1140	1150	1170	20
58	1150	1160	1180	20
58	1160	1170	1190	20
58	1170	1180	1200	20
58	1185	1195	1215	20
58	1200	1210	1230	20
58	1215	1225	1245	20
58	1230	1240	1260	20
58	1245	1255	1275	20
58	1260	1270	1290	20
58	1275	1285	1305	20
58	1290	1300	1320	20
58	1305	1315	1335	20
58	1320	1330	1350	20
58	1335	1345	1365	20
58	1350	1360	1380	20
58	1380	1390	1410	20
58	1410	1420	1440	20
58	1440	1450	1470	20

EK-E. MATLAB KODLARI

Algoritmanın ana kod bloğu bco.m'dir ve kodun çalıştırılması bu dosyanın yürütülmesiyle başlar. Fonsiyonlar, ofv.m amaç fonksiyonun değerinin hesaplanması, loyalty.m sadakat değerinin hesaplanması, izin_verilen_sehirler.m her arının gidebileceği seferlerin tespiti, wheel.m rulet tekerleği prensibine göre seçim işlemi, sefer_ekle.m 999 hat numaralı özel seferin gerektiğinde eklenmesi ve gorsellestir.m fonksiyonu sonuçların raporlanması, işlerini yerine getirmek için yazılmıştır.

BCO.M

```
clear all
close all
clc

ari_sayisi=50;
node_say=6;
dinlenme_suresi=10;
mesai_saat=450;
sayac=1;

load('cumhuriyet.mat');
for i=1:length(hats(:,1))
    seferler(i,1)=hats(i,1);
    seferler(i,2)=hats(i,2)*60+hats(i,3);
    seferler(i,3)=hats(i,4)*60+hats(i,5);
```

```
    seferler(i,4)=seferler(i,2)+2*(seferler(i,3)-seferler(i,2))+dinlenme_suresi;
    seferler(i,5)=2*(seferler(i,3)-seferler(i,2));
end

[sefer_say sefer_kolon]=size(seferler);
cizelge=zeros(1,sefer_kolon);

while(sefer_say>0)

    if(seferler(length(seferler(:,1)),1)==999)
        max_indis=length(seferler(:,1));
    else
        [max_indis seferler]=sefer_ekle(seferler);
    end

    ari_yol=zeros(ari_sayisi,node_say);
    ari_yol(:,1)=1;
    i=2;opt_yol=0;
    while(opt_yol<mesai_saat)     %DİNAMİK NODE SAYISI
        for j=1:ari_sayisi
            allowings=izin_verilen_sehirler(seferler(ari_yol(j,i-1),4),seferler);
            if(allowings==-1)
                ari_yol(j,i)=max_indis;
            else
                rulet=zeros(length(allowings),2);
                rul_top=0;
                for a=1:length(allowings)
                    deger=seferler(allowings(a),2)-seferler(ari_yol(j,i-1),4);
                    rulet(a,1)=allowings(a);
                    if(deger==0) deger=1; end
                    rulet(a,2)=1/deger;
                    rul_top=rul_top+rulet(a,2);
```

```
        end

        for a=1:length(rulet(:,1))
            rulet(a,2)=rulet(a,2)/rul_top;
        end

        rand_say=rand;
        indis=wheel(rulet(:,2)',rand_say);
        ari_yol(j,i)=rulet(indis,1);
        arc_val(j)=ofv(ari_yol(j,:),seferler);
    end
end

loyaltyOFbee=zeros(1,ari_sayisi);

for j=1:ari_sayisi
    loyaltyOFbee(j)=loyalty(arc_val(j),max(arc_val),min(arc_val));
end

isci_alacaklar_arilar=zeros(1,1);
ise_girecek_arilar=zeros(1,1);

m=1;
n=1;
for j=1:ari_sayisi
    rand_say=rand;
    if(rand_say>loyaltyOFbee(j))
        ise_girecek_arilar(m)=j;
        m=m+1;
    else
        isci_alacak_arilar(n)=j;
        n=n+1;
```

```
    end
end

toplam=0;
for j=1:n-1
    toplam=toplam+arc_val(isci_alacak_arilar(j));
end

isci_alacak_prob=zeros(n-1,2);

for j=1:n-1
    isci_alacak_prob(j,1)=isci_alacak_arilar(j);
    isci_alacak_prob(j,2)=toplam/arc_val(isci_alacak_arilar(j));
end

toplam=sum(isci_alacak_prob(:,2));

for j=1:n-1
    isci_alacak_prob(j,2)=isci_alacak_prob(j,2)/toplam;
end

for j=1:m-1
    rand_say=rand;
    indis=wheel(isci_alacak_prob(:,2)',rand_say);
    ari_yol(isci_alacak_prob(indis,1),:)=ari_yol(ise_girecek_arilar(j),:);
end

%%i değişkeninde nod sayısı vardır.
minimum=100000;
for j=1:ari_sayisi
    ari_yol_toplam(j)=0;
```

```
            ari_yol_toplam(j)=seferler(ari_yol(j,i),2)+seferler(ari_yol(j,i),5) -
seferler(ari_yol(j,1),2);
            if(ari_yol_toplam(j)<minimum)
               opt_yol=ari_yol_toplam(j);
               minimum=opt_yol;
            end
         end

         i=i+1;

      end %%%NODE SAYISI

      minimum=100000;

      for j=1:ari_sayisi
         ari_yol_toplam(j)=0;
         ari_yol_toplam(j)=seferler(ari_yol(j,i-1),2)+ seferler(ari_yol(j,i-1),5) -
seferler(ari_yol(j,1),2);
         if(ari_yol_toplam(j)<minimum)
            minimum=ari_yol_toplam(j);
            min_indis=j;
            min_ari_yol=ari_yol(j,:);
         end
      end

      k=1;
      ciz_son_ind=length(cizelge(:,1));
      border=ciz_son_ind+i-1;

      while(ciz_son_ind<border)
         cizelge(ciz_son_ind,:)=seferler(min_ari_yol(k),:);
         k=k+1;
```

```
        ciz_son_ind=ciz_son_ind+1;
    end

    cizelge(ciz_son_ind+1,:)=-1;
    sayac=sayac+1;

    sil_kontrol=-1;

    for j=i-1:-1:1
        if(sil_kontrol~=min_ari_yol(j))
            seferler(min_ari_yol(j),:)=[];
            sil_kontrol=min_ari_yol(j);
        else
            sil_kontrol=min_ari_yol(j);
        end
    end

    [sefer_say sefer_kolon]=size(seferler);

end

gorsel=gorsellestir(cizelge);
```

OFV.M

```
function benefit=ofv(tur,seferler)   %Object Function Value

tur_len=0;

for j=1:length(tur)-1
   if(tur(j+1)~=0)
      tur_len=tur_len+(seferler(tur(j+1),2)-seferler(tur(j),2));
   end
end

benefit=tur_len;
```

LOYALTY.M

```
function loyaltyOFbee=loyalty(arc_value,maximum_arc_value,minimum_arc_value)

if((maximum_arc_value-minimum_arc_value)==0)
   loyaltyOFbee=0;
else

loyaltyOFbee = ( arc_value - minimum_arc_value ) / (maximum_arc_value-
minimum_arc_value);
end
```

IZIN_VERILEN_SEHIRLER.M

```
function allow_cities=izin_verilen_sehirler(yol_deger,seferler)

x=length(seferler(:,1));
indisler(1)=-1;
m=1;
for i=1:length(seferler(:,1))
   if(seferler(i,2)>=yol_deger)
      indisler(m)=i;
      m=m+1;
   end
end

allow_cities=indisler;
```

WHEEL.M

```
function indis=wheel(rulet,rand_say)

ind=-1;
for i=1:length(rulet)
   if(i==1)
      rulet(i)=rulet(i);
   else
      rulet(i)=rulet(i)+rulet(i-1);
   end
end
i=1;
while(ind==-1)
```

```
    if(rand_say<=rulet(i))
        ind=i;
    end
    i=i+1;
end
indis=ind;
```

SEFER_EKLE.M

```
function [max_indis eklenmis_hal]=sefer_ekle(seferler)
max_indis=length(seferler(:,1))+1;
seferler(max_indis,1)=999;
seferler(max_indis,2)=14000;
seferler(max_indis,3)=15000;
seferler(max_indis,4)=16010;
seferler(max_indis,5)=2000;
eklenmis_hal=seferler;
```

GORSELLESTIR.M

```
function gorsel=gorsellestir(cizelge)

i=1;
x=1;
[sinirx siniry]=size(cizelge);
sonuc=1;
for i=1:sinirx-1
    if(cizelge(i,1)~=0)
        hat_no=cizelge(i,1);
        fprintf('%d    ',hat_no);
```

```
        for j=2:3
            kalkis_saat=floor(cizelge(i,j)/60);
            kalkis_dakika=mod(cizelge(i,j),60);

            if(kalkis_saat<10)
                saat=strcat('0',int2str(kalkis_saat));
            else
                saat=int2str(kalkis_saat);
            end
            if(kalkis_dakika<10)
                dakika=strcat('0',int2str(kalkis_dakika));
            else
                dakika=int2str(kalkis_dakika);
            end
            kalkis=strcat(saat,':',dakika);
            fprintf(' %s ',kalkis);
        end
    else
        x=x+1;
    end
    fprintf('\n');
end

fprintf('Toplam %d şoför gereklidir.',x-2);
fprintf('\n');
gorsel=sonuc;
```

EK-IV. ÜRETİLEN ÇÖZÜMLERDEN RASTGELE BİRİSİ

Hat Numarası, Kalkış Saati, Varış Yerinden Kalkış Saati kolonlar olmak üzere **Cumhuriyet Durağı'ndan** kalkan seferlerin atandığı şoför çizelgesi arı kolonisi optimizasyon algoritmasıyla aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

47	06:00	06:40
55	07:30	08:15
56	10:00	10:45
59	12:40	13:00
60	13:30	14:00
49	06:00	06:50
59	07:50	08:10
53	09:15	10:00
59	12:00	12:20
53	12:50	13:35
56	14:30	15:15
53	06:00	06:40
56	07:50	08:35
59	09:30	09:50
53	11:20	12:05
60	13:00	13:30
59	14:40	15:00
56	06:00	06:30
60	07:20	07:50
56	09:00	09:45
53	11:40	12:25
53	13:20	14:05
59	15:00	15:20

59	06:00	06:15
59	06:40	07:00
47	07:30	08:25
56	09:30	10:15
53	12:10	12:55
59	14:00	14:20
60	06:00	06:30
85	07:10	07:55
53	08:50	09:35
60	11:30	12:00
60	12:40	13:10
53	13:50	14:35
54	06:10	06:50
53	07:40	08:25
47	09:20	10:15
59	12:20	12:40
54	13:35	14:20
59	06:20	06:40
53	07:10	07:55
59	08:50	09:10
59	11:30	11:50
53	12:20	13:05
53	14:00	14:45

60	06:20	06:50	53	06:35	07:20
53	07:30	08:15	54	08:15	09:00
55	09:15	10:00	59	10:00	10:20
60	12:00	12:30	56	12:00	12:45
53	14:15	15:00	47	13:40	14:35
47	06:20	07:15	47	06:45	07:40
53	08:20	09:05	53	09:00	09:45
60	10:00	10:30	55	11:45	12:30
59	13:40	14:00	53	13:40	14:25
53	14:30	15:15	59	15:35	15:55
53	06:20	07:05	54	06:45	07:30
53	08:00	08:45	56	08:30	09:15
47	09:40	10:35	49	11:15	12:10
53	12:40	13:25	47	13:20	14:15
54	14:25	15:10	53	15:20	16:05
56	06:20	07:05	53	06:50	07:35
53	08:10	08:55	52	08:30	09:15
53	10:15	11:00	53	11:10	11:55
53	13:10	13:55	47	13:00	13:55
53	14:50	15:35	60	15:00	15:40
49	06:30	07:25	56	06:50	07:35
53	08:30	09:15	53	08:40	09:25
53	11:30	12:15	54	11:45	12:30
56	13:30	14:15	55	13:30	14:15
53	15:10	15:55	55	15:20	16:05

60	06:50	07:20
47	08:00	08:55
47	10:00	10:55
59	13:00	13:20
56	14:00	14:45
47	07:00	07:55
49	09:00	10:00
53	11:50	12:35
53	14:40	15:25
53	07:00	07:45
47	08:40	09:35
47	11:40	12:35
60	14:05	14:35
54	15:35	16:20
55	07:00	07:55
60	09:00	09:30
59	10:30	10:50
47	12:40	13:35
47	14:40	15:35
59	07:00	07:20
53	07:50	08:35
53	09:30	10:15
56	12:30	13:15
52	14:10	15:05
52	07:05	07:50
53	09:45	10:30
52	12:30	14:10

47	07:15	08:10
47	10:30	11:25
53	13:30	14:15
60	16:40	17:10
56	07:15	08:00
59	11:00	11:20
53	13:00	13:45
47	15:00	15:55
53	07:20	08:05
56	10:30	11:15
47	15:20	16:15
59	07:25	07:40
59	08:20	08:40
60	11:00	11:30
53	15:00	15:45
56	07:25	08:10
53	11:00	11:45
47	14:00	15:00
54	07:35	08:20
47	11:00	11:55
47	14:20	15:15
49	07:45	08:45
53	10:00	10:45
56	13:00	13:45
56	15:00	15:45

60 08:00 08:30
56 11:30 12:15
59 16:00 16:20

47 08:20 09:15
53 10:30 11:15
56 15:30 16:15

52 10:30 11:15
47 12:20 13:15
53 15:30 16:15
53 17:10 17:55
53 18:50 19:35

53 10:45 11:30
53 12:30 13:15
59 16:30 16:50
53 17:20 18:05
60 19:00 19:30

56 11:00 11:45
60 16:00 16:40
53 18:30 19:15

47 11:20 12:15
47 16:00 16:55
59 19:00 19:20
60 20:00 20:40

53 12:00 12:45
52 15:05 16:05
56 18:30 19:15
59 20:30 20:50

49 12:00 13:00
55 16:30 17:15
59 19:30 19:50
53 20:20 21:05

52 12:00 13:00
53 15:50 16:35
60 18:30 19:00
53 20:00 20:45

47 15:40 16:35
47 17:40 18:35
53 19:45 20:30
59 22:30 22:50
59 23:30 23:50

53 15:40 16:25
59 17:35 17:55
59 18:30 18:50
59 21:00 21:20
59 22:00 22:20
53 23:00 23:45

53	16:00	16:45
56	17:40	18:25
53	19:30	20:15
53	22:20	23:05
59	24:00	24:20

53	16:20	17:05
59	18:00	18:20
53	19:00	19:45
53	21:40	22:25
53	23:30	24:10

56	16:00	16:45
60	17:40	18:10
47	19:00	19:55
60	22:00	22:30
60	23:30	24:00

85	16:20	17:05
56	18:00	18:45
56	20:00	20:45
60	23:00	23:30

52	16:00	17:05
47	18:20	19:15
53	21:20	22:05
59	23:00	23:20
53	24:00	24:35

47	16:30	17:25
53	18:40	19:25
59	21:30	21:50
47	22:30	23:25

53	16:10	16:55
53	17:50	18:35
47	19:30	20:30
53	22:40	23:25

49	16:30	17:25
47	18:40	19:35
47	22:00	22:55

54	16:15	17:05
53	18:10	18:55
47	21:00	21:55
47	23:00	23:50

53	16:30	17:15
59	20:00	20:20
53	22:00	22:45

47	16:20	17:15
53	18:20	19:05
53	21:00	21:45
47	23:30	24:20

56	16:30	17:15
56	19:15	20:00
56	22:30	23:15

53	16:40	17:25
55	18:45	19:30
56	21:30	22:15

Hat Numarası, Kalkış Saati, Varış Yerinden Kalkış Saati kolonlar olmak üzere **Toki Durağı'ndan** kalkan seferlerin atandığı şoför çizelgesi arı kolonisi optimizasyon algoritmasıyla aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

51	05:50	06:00
51	06:20	06:30
51	06:50	07:00
51	07:20	07:30
51	07:50	08:00
51	08:20	08:30
51	09:00	09:15
51	11:00	11:15
51	11:45	12:00
51	12:30	12:45
51	13:15	13:30
51	14:00	14:15

51	06:00	06:10
51	06:30	06:40
51	07:00	07:10
51	07:30	07:40
51	08:00	08:10
51	08:30	08:45
51	09:45	10:00
51	12:00	12:15
51	12:45	13:00
51	13:30	13:45
51	14:15	14:30

51	06:10	06:20
51	06:40	06:50
51	07:10	07:20
51	07:40	07:50
51	08:10	08:20
51	08:45	09:00
51	10:30	10:45
51	11:15	11:30
51	12:15	12:30
51	13:00	13:15
51	13:45	14:00
51	14:30	14:45

51	09:15	09:30
51	10:00	10:15
51	10:45	11:00
51	11:30	11:45
51	14:45	15:00
51	16:40	16:50
51	17:10	17:20
51	17:40	17:50

51	09:30	09:45
51	10:15	10:30
51	15:15	15:30
51	17:30	17:40
51	18:00	18:10

51 15:00 15:15
51 16:00 16:10
51 16:30 16:40
51 17:00 17:10
51 17:50 18:00
51 19:20 19:30
51 19:50 20:00
51 20:30 20:45
51 21:20 21:30
51 22:00 22:10
51 22:40 22:50
51 23:20 23:30

51 15:30 15:45
51 16:10 16:20
51 16:50 17:00
51 17:20 17:30
51 18:10 18:20
51 18:40 18:50
51 20:15 20:30
51 21:00 21:10
51 21:40 21:50
51 22:20 22:30
51 23:00 23:10
51 23:40 24:00

51 15:45 16:00
51 18:20 18:30
51 18:50 19:00
51 20:45 21:00
51 24:00 24:10
51 16:20 16:30
51 18:30 18:40
51 19:00 19:10
51 19:30 19:40
51 24:30 24:40

51 19:10 19:20
51 19:40 19:50
999 233:20 250:00

51 20:00 20:15
999 233:20 250:00

Hat Numarası, Kalkış Saati, Varış Yerinden Kalkış Saati kolonlar olmak üzere **Kampüs Durağı'ndan** kalkan seferlerin atandığı şoför çizelgesi arı kolonisi optimizasyon algoritmasıyla aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

58	05:50	06:00
58	06:30	06:40
58	07:00	07:10
58	07:30	07:40
58	08:00	08:10
58	08:30	08:40
58	09:00	09:10
58	10:30	10:40
58	11:00	11:10
58	11:30	11:40
58	12:00	12:10
58	12:30	12:40
58	13:00	13:10
58	13:30	13:40
58	14:00	14:10
58	06:40	06:50
58	07:10	07:20
58	07:40	07:50
58	08:10	08:20
58	08:45	08:55
58	09:15	09:25
58	10:00	10:10
58	14:30	14:40
58	15:00	15:10
58	06:15	06:25
58	06:50	07:00
58	07:20	07:30
58	07:50	08:00
58	08:20	08:30
58	09:45	09:55
58	11:15	11:25
58	11:45	11:55
58	12:15	12:25
58	12:45	12:55
58	13:15	13:25
58	13:45	13:55
58	14:15	14:25
58	14:45	14:55
58	09:30	09:40
58	10:15	10:25
58	10:45	10:55
58	15:15	15:25
58	16:45	16:55
58	17:15	17:25
58	17:45	17:55

58	15:30	15:40	58	23:00	23:10
58	16:00	16:10	58	23:30	23:40
58	16:30	16:40	58	24:00	24:10
58	17:00	17:10	58	15:45	15:55
58	17:30	17:40	58	16:15	16:25
58	18:00	18:10	58	18:10	18:20
58	18:30	18:40	58	18:40	18:50
58	20:00	20:10	58	20:15	20:25
58	20:30	20:40	58	20:45	20:55
58	21:00	21:10	58	21:15	21:25
58	21:30	21:40	58	21:45	21:55
58	22:00	22:10	58	22:15	22:25
58	22:30	22:40			

Cumhuriyet Durağı için 55 şoför gerekmektedir ve 23 sefer çizelgelenememiştir. Toki Durağı için, 9 şoför gereklidir ve 3 sefer çizelgelenememiştir, Kampüs için, Toplam 6 şoför gereklidir ve 7 sefer çizelgelenememiştir.

Bu çözümler dikkate alındığında mevcut müşteri listesini şoförlere göre çizelgelediğimizde 70 şoför gereklidir ve 33 sefer çizelgelenememiştir. Çizelgelenen sefer sayısının toplam sefer sayısına oranı % 92,34, çizelgelenemeyen sefer sayısının toplam sefer sayısına oranı ise %7,66 olarak bulunmuştur.

KALKIŞ YERİ: CUMHURİYET

ÇALIŞTIRMA NO	SEFER SAYISI	TÜM ÇİZELGE İÇİN GEREKEN ŞOFÖR SAYISI	HATADAN DOLAYI ÇIKAN ŞOFÖR SAYISI	HATALI ÇİZELGELENEN GÖREV	HATA YÜZDESİ (%)	GEREKLİ ŞOFÖR SAYISI
1	269	72	15	22	8,18	57
2	269	71	16	25	9,29	55
3	269	69	14	23	8,55	55
4	269	70	14	26	9,67	56
5	269	68	14	27	10,04	54
6	269	72	16	28	10,41	56
7	269	68	11	18	6,69	57
8	269	71	15	28	10,41	56
9	269	70	16	28	10,41	54
10	269	68	10	19	7,06	58
11	269	72	14	22	8,18	58
12	269	69	12	20	7,43	57
13	269	71	16	26	9,67	55
14	269	70	15	29	10,78	55
15	269	72	16	26	9,67	56
16	269	68	12	21	7,81	56
17	269	69	14	26	9,67	55
18	269	68	12	23	8,55	56
19	269	70	15	24	8,92	55
20	269	69	13	24	8,92	56
21	269	68	14	26	9,67	54
22	269	69	13	25	9,29	56
23	269	71	15	27	10,04	56
24	269	70	13	23	8,55	57
25	269	73	18	32	11,90	55
26	269	69	14	24	8,92	55
27	269	71	14	24	8,92	57
28	269	72	15	25	9,29	57
29	269	70	15	29	10,78	55
30	269	71	15	27	10,04	56
31	269	67	9	15	5,58	58
32	269	70	14	26	9,67	56
33	269	71	17	29	10,78	54
34	269	70	15	26	9,67	55
35	269	69	13	23	8,55	56
36	269	69	12	21	7,81	57
37	269	72	16	29	10,78	56
38	269	69	12	21	7,81	57
39	269	68	12	22	8,18	56
40	269	69	13	25	9,29	56
41	269	69	13	25	9,29	56
42	269	70	14	26	9,67	56
43	269	72	16	27	10,04	56
44	269	70	13	26	9,67	57
45	269	69	13	24	8,92	56
46	269	71	15	25	9,29	56
47	269	72	14	22	8,18	58
48	269	73	16	28	10,41	57
49	269	70	15	29	10,78	55
50	269	73	18	32	11,90	55

Ortalama Hata= 9,28

Ortalama Gerekli Şoför Sayısı= 55,96

KALKIŞ YERİ: TOKİ

ÇALIŞTIRMA NO	SEFER SAYISI	TÜM ÇİZELGE İÇİN GEREKEN ŞOFÖR SAYISI	HATADAN DOLAYI ÇIKAN ŞOFÖR SAYISI	HATALI ÇİZELGELENEN GÖREV SAYISI	HATA YÜZDESİ (%)	GEREKLİ ŞOFÖR SAYISI
1	85	12	3	7	8,24	9
2	85	10	1	3	3,53	9
3	85	11	1	1	1,18	10
4	85	11	2	6	7,06	9
5	85	11	2	3	3,53	9
6	85	13	3	6	7,06	10
7	85	10	1	3	3,53	9
8	85	11	2	4	4,71	9
9	85	11	2	4	4,71	9
10	85	12	3	6	7,06	9
11	85	12	3	6	7,06	9
12	85	11	2	4	4,71	9
13	85	11	3	8	9,41	8
14	85	12	4	9	10,59	8
15	85	12	2	5	5,88	10
16	85	14	5	10	11,76	9
17	85	11	1	2	2,35	10
18	85	11	3	9	10,59	8
19	85	11	2	4	4,71	9
20	85	12	2	4	4,71	10
21	85	10	0	0	0,00	10
22	85	12	2	4	4,71	10
23	85	13	4	7	8,24	9
24	85	11	1	2	2,35	10
25	85	11	2	4	4,71	9
26	85	11	2	6	7,06	9
27	85	13	4	6	7,06	9
28	85	13	4	7	8,24	9
29	85	11	1	2	2,35	10
30	85	12	3	7	8,24	9
31	85	13	3	6	7,06	10
32	85	11	2	6	7,06	9
33	85	11	2	5	5,88	9
34	85	12	3	7	8,24	9
35	85	13	3	4	4,71	10
36	85	12	3	6	7,06	9
37	85	12	4	11	12,94	8
38	85	10	2	6	7,06	8
39	85	14	4	7	8,24	10
40	85	12	2	4	4,71	10
41	85	12	3	6	7,06	9
42	85	11	3	8	9,41	8
43	85	12	4	8	9,41	8
44	85	12	4	10	11,76	8
45	85	14	4	7	8,24	10
46	85	12	4	10	11,76	8
47	85	11	3	6	7,06	8
48	85	12	3	6	7,06	9
49	85	11	1	1	1,18	10
50	85	12	3	7	8,24	9

Ortalama Hata= 6,59

Ortalama Gerekli Şoför Sayısı= 9,10

KALKIŞ YERİ: KAMPÜS

ÇALIŞTIRMA NO	SEFER SAYISI	TÜM ÇİZELGE İÇİN GEREKEN ŞOFÖR SAYISI	HATALI ÇİZELGELENEN GÖREV SAYISI	HATADAN DOLAYI ÇIKAN ŞOFÖR SAYISI	HATA YÜZDESİ (%)	GEREKLİ ŞOFÖR SAYISI
1	77	10	6	3	7,79	7
2	77	10	3	2	3,90	8
3	77	9	8	3	10,39	6
4	77	9	2	1	2,60	8
5	77	10	6	3	7,79	7
6	77	8	3	1	3,90	7
7	77	8	3	1	3,90	7
8	77	11	6	3	7,79	8
9	77	10	7	3	9,09	7
10	77	9	1	1	1,30	8
11	77	10	3	2	3,90	8
12	77	9	3	1	3,90	8
13	77	10	6	3	7,79	7
14	77	9	8	3	10,39	6
15	77	10	2	1	2,60	9
16	77	10	4	2	5,19	8
17	77	10	3	2	3,90	8
18	77	10	6	3	7,79	7
19	77	9	3	1	3,90	8
20	77	10	3	2	3,90	8
21	77	10	7	3	9,09	7
22	77	10	6	3	7,79	7
23	77	10	3	2	3,90	8
24	77	10	6	3	7,79	7
25	77	10	3	2	3,90	8
26	77	9	2	1	2,60	8
27	77	8	2	1	2,60	7
28	77	9	3	1	3,90	8
29	77	11	5	3	6,49	8
30	77	9	6	2	7,79	7
31	77	8	3	1	3,90	7
32	77	10	2	2	2,60	8
33	77	8	3	1	3,90	7
34	77	9	4	2	5,19	7
35	77	9	4	2	5,19	7
36	77	11	3	2	3,90	9
37	77	10	6	3	7,79	7
38	77	9	4	2	5,19	7
39	77	10	7	3	9,09	7
40	77	9	4	2	5,19	7
41	77	9	4	2	5,19	7
42	77	11	2	1	2,60	10
43	77	10	4	2	5,19	8
44	77	9	4	2	5,19	7
45	77	11	7	4	9,09	7
46	77	9	3	1	3,90	8
47	77	9	6	2	7,79	7
48	77	10	6	3	7,79	7
49	77	10	3	2	3,90	8
50	77	9	2	1	2,60	8

Ortalama Hata= 5,45

Ortalama Gerekli Şoför Sayısı= 7,50