

SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÇOKLU DEPOLU ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİ İÇİN BİR KARINCA KOLONİSİ OPTİMİZASYONU ALGORİTMASININ TASARIMI VE UYGULAMASI	x
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1 GİRİŞ	1
2 ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİ	2
2.1 Araç Rotalama Probleminin Formülasyonu	3
2.2 Araç Rotalama Problemi Türleri	5
2.2.1 Kapalı Ve Açık Uçlu Araç Rotalama Problemleri	6
2.2.2 Simetrik Ve Asimetrik Yollu Araç Rotalama Problemleri	6
2.2.3 Zaman Kısıtlı Belirli Talepli Araç Rotalama Problemleri	6
2.2.4 Zaman Kısıtlı Belirsiz Talepli Araç Rotalama Problemleri	7
2.2.5 Tek Depolu, Dağıtım Ve Toplama, Belirli Talepli Araç Rotalama Problemleri	7
2.2.6 Tek Depolu Belirli Talepli Zaman Pencereli Araç Rotalama Problemleri	7
2.2.7 Çok Depolu Araç Rotalama Problemleri	8
2.3 Araç Rotalama Problemleri İçin Çözüm Yaklaşımları	9
2.3.1 Araç Rotalama Problemleri İçin Optimal Çözüm Yaklaşımları	9
2.3.1.1 Dal – Sınır Yöntemi	9
2.3.1.2 Kesim Düzlemi Yöntemi:	10
2.3.2 Araç Rotalama Problemleri İçin Sezgisel Çözüm Yaklaşımları	10
2.3.2.1 Rota Oluşturma Yöntemleri	11
2.3.2.1.1 Kazançlar Yöntemi	11
2.3.2.1.2 Yerleştirme Yöntemi	12
2.3.2.1.3 En Yakın Komşu Yöntemi	12
2.3.2.2 İki Aşamalı Yöntemler	12
2.3.2.2.1 Önce Kümeleme - Sonra Rotalama Yöntemi	12
2.3.2.2.2 Önce Rotalama – Sonra Kümeleme Yöntemi	13
2.3.3 Araç Rotalama Problemleri İçin Metasezgisel Yaklaşımlar	13
2.3.3.1 Tabu Arama Yöntemi	13
2.3.3.2 Tavlama Benzetimi	14
2.3.3.3 Genetik Algoritmalar	16
2.3.3.4 Karınca Kolonileri	21

2.4	Araç Rotalama Problemlerinin Uygulama Alanları	21
3	KARINCA KOLONİSİ OPTİMİZASYONU	23
3.1	Gerçek Karıncalar	23
3.2	Yapay Karıncalar.....	25
3.3	Karınca Algoritmalarının Temel Özellikleri	25
3.4	Geliştirilmiş Karınca Algoritmaları	27
3.4.1	Karınca Sistemi (KS)	27
3.4.2	Maksimum - Minimum Karınca Sistemi (MMAS).....	32
3.4.3	Elit Karınca Sistemi (KSelit).....	32
3.4.4	Çoklu Karınca Koloni Algoritmaları	33
3.4.5	Sıralı Karınca Sistemi (KSSıralı)	34
3.4.6	Karınca Kolonisi Optimizasyonu (KKO) ve Karınca-Q	34
3.4.7	Melez ACO.....	36
3.4.8	Izgara yapısında KKO (IKKO).....	36
3.5	Karınca Algoritması İçin Literatür Tarama.....	38
4	ÇOKLU DEPOLU ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİNİN KARINCA KOLONİSİ ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMÜ	40
4.1	MDVRP için Karınca Kolonisi Sistemi Kullanılarak Geliştirilen Algoritma...	40
4.2	Transport Atma Yöntemi ile Gruplama	41
4.3	Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması İle Rotaların Oluşturulması.....	42
4.4	2.Opt İyileştirmesinin Uygulanması	45
4.5	Algoritmada Kullanılan Parametreler ve Açıklamaları.....	45
4.6	MDVRP için Seçilen Cordeau'nun Problemleri ve Açıklamalar.....	46
4.7	Geliştirilen Algoritmanın Literatür Problemlerine Uygulama Sonuçları.....	48
4.7.1	Kodlanan Programın Sonuç Çıktısının Açıklanması.....	49
4.7.2	PR01 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	49
4.7.3	PR02 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	51
4.7.4	PR03 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	52
4.7.5	PR04 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	54
4.7.6	PR05 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	56
4.7.7	PR06 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	58
4.7.8	PR07 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	59
4.7.9	PR08 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması	61
4.7.10	P04 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması.....	63
4.7.11	P05 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması.....	64
4.7.12	P11 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması.....	66
4.8	Uygulamadan Elde Edilen Sonuçlar ve Değerlendirmeler	68
5	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
	KAYNAKLAR.....	71
	EKLER	74

Ek-1 PR01 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	75
Ek-2 PR02 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	76
Ek-3 PR03 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	78
Ek-4 PR04 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	81
Ek-5 PR05 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	85
Ek-6 PR06 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	89
Ek-7 PR07 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	94
Ek-8 PR08 Probleminin Depo Ataması Sonucu.....	96
Ek-9 P-04 Probleminin Depo Ataması Sonucu	99
Ek-10 P05 Probleminin Depo Ataması Sonucu	101
Ek-11 P11 Probleminin Depo Ataması Sonucu	103
ÖZGEÇMİŞ.....	108

SİMGE LİSTESİ

M	Araç Sayısı
N	Müşteri Sayısı
d_{ij}	i. ve j. nokta arasındaki mesafe
q_i	i Müşterisinin talep miktarı
C	Araç Kapasitesi
t_{ij}	i müşterisinden j müşterisine yolculuk zamanı
s_i	i müşterisinde servis zamanı
e_i	Teslimatın en erken başlama zamanı
u_i	Teslimatın en geç başlama zamanı
P_{ij}	K'ncı karınca için (i-j) yolunun seçilebilirlik olasılığı
τ_{ij}	(i,-) yoluna bırakılan feromon miktarı
A	τ_{ij} nin feromon miktarının bir yolun seçilme olasılığı
D_{ij}	(i-j) yolunu uzunluğudur.
$\eta_{ij}=1/d_{ij}$	Bir yolun uzaklık bakımından ne kadar cazip olduğu
B	Mesafe bilgisinin olasılık hesaplanmasındaki ağırlığı
N_i^k	i şehrinde bulunan karıncanın tabu listesinde bulunmayan şehirlerin kümesi
L^k	Karınca k'nın yaptığı tur uzunluğudur.
$\Delta \tau_{ij}^k$	Karınca k'nın tek başına (i-j) yolunda bıraktığı feromon miktarı
L^{eniye}	Bulunan en iyi turun uzunluğu
ω	Küresel en iyi çözümü veren karıncanın feromon ağırlık katsayısı
$(\omega -r)$	Seçilmiş ω karınca içinden r'ninci sıradaki karıncanın feromon ağırlık katsayısı
J	Seçilecek bir sonraki şehri gösterir
M	Depo Sayısı
n	Müşteri sayısı
a_i	i deposunun arzı
b_j	j müşterisinin talebi
c_{ij}	i deposundan j müşterisi arasındaki mesafe
x_{ij}	i deposundan j müşterisine sağlanan miktar

KISALTMA LİSTESİ

ACO	Ant Colony Optimization
AGV	Automated Guided Vehicles
ARP	Araç Rotalama Problemi
GA	Genetik Algoritmalar
KKO	Karınca Kolonisi Optimizasyonu
KS	Karınca Sistemi
KSelit	Elit Karınca Sistemi
KSsıralı	Sıralı Karınca Sistemi
MACS	Multi Ant Colony System (Çoklu Karınca Kolonisi Sistemi)
MD-VRP	Multi Depot Vehicle Routing Problem (Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemi)
MMAS	Maksimum - Minimum Karınca Sistemi
SKKO	Sürekli KKO
TKKO	Turlayan KKO
TS	Tabu Search

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2-1 Tabu Arama Akış Diyagramı (Osman ve Kelly, 1996)	14
Şekil 2-2 Benzetim Tavlama Akış Diyagramı (Osman ve Kelly, 1996)	16
Şekil 2-3 Evrimsel Algoritma Çevrimi (Biethahn ve Nissen, 1995,).....	17
Şekil 2-4 Genetik Algoritma Akış Diyagramı (Osman ve Kelly, 1996)	19
Şekil 3-1 Karıncaların İzlediği Yol (Dalkılıç ve Türkmen, 2003)	23
Şekil 3-2 Karıncaların Bir Engelle Karşılaşması (Dalkılıç ve Türkmen, 2003).....	24
Şekil 3-3 Engelle Karşılaşan Karıncaların Seçimi (Dalkılıç ve Türkmen, 2003)	24
Şekil 3-4 Karıncaların Kısa Yolu Bulmaları (Dalkılıç ve Türkmen, 2003)	24
Şekil 3-5 Ele Alınan Problemin Başlangıç Konumu (Alaykiran, 2004)	30
Şekil 3-6 Karıncanın Seçtiği İlk Düğüm Noktası (Alaykiran, 2004)	31
Şekil 3-7 Problemin Son Hali (Alaykiran, 2004)	31
Şekil 3-8 Izgara Yapısında Araştırma Uzayı (Hirayasu, 2000).....	37
Şekil 4-1 Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemi	40
Şekil 4-2 Transport Atma Yöntemi Kullanılarak Gruplandırılması.....	42
Şekil 4-3 KKO İle Tüm Alt Problemlerin Rotlarına Ayrılması	43
Şekil 4-4 Geliştirilen Algoritmanın Akış Şeması	44
Şekil 4-5 KKO ile Oluşturulan Rotalara 2. Optimum İyileştirmesi Gösterimi	45
Şekil 4-6 Uygulama İçin Seçilen Cordeau'un Problemlerinden Örnek	46
Şekil 4-7 PR01 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	50
Şekil 4-8 PR02 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	52
Şekil 4-9 PR03 Problemini Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	54
Şekil 4-10 PR04 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	55
Şekil 4-11 PR05 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	57
Şekil 4-12 PR06 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	59
Şekil 4-13 PR07 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	61
Şekil 4-14 PR08 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi	62
Şekil 4-15 P04 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi.....	64
Şekil 4-16 P05 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi.....	65
Şekil 4-17 P11 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi.....	67

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3-1 Karınca Algoritması Literatür Araştırması	39
Çizelge 4-1 Problemleri Çözümünde Kullanılan Parametreler	46
Çizelge 4-2 Bilinen Optimum Sonuçlar İle Bulunan En İyi Sonuçların Karşılaştırılması.....	48
Çizelge 4-3 PR01 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	50
Çizelge 4-4 PR02 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	51
Çizelge 4-5 PR03 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	53
Çizelge 4-6 PR04 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	55
Çizelge 4-7 PR05 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	57
Çizelge 4-8 PR06 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	59
Çizelge 4-9 PR07 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	60
Çizelge 4-10 PR08 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları	62
Çizelge 4-11 P04 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları.....	63
Çizelge 4-12 P05 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları.....	65
Çizelge 4-13 P11 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları.....	67

ÖNSÖZ

Artan rekabet ortamına paralel olarak değişen talep ve istekler, gerçek hayatta karşılaşılan sorunlara çözüm olabilecek yöntemlerin ve çalışmaların, haklı olarak önem kazanmasına sebep olmuştur. Ticari veya ticari olmayan talep merkezleri yeni çalışmaların gerçek problemleri çözebilecek detayda olmasını istemektedirler. Bu sebeple Karınca Algoritması gibi arama metotlarının uygulanma ve geliştirilmesi çalışmalarına daha fazla yer verileceği kesindir.

Çalışmamızda Araç Rotalama Problemlerinden birisi olan Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemlerini ele alarak en az maliyetli rotaları oluşturmaya çalıştık. Bu amaçla Karınca Algoritmasını temel alan yeni bir çözüm algoritması tasarladık. Tasarladığımız yöntemi C# da kodlayarak literatürdeki birçok problemin çözümünde kullandık. Bu çalışmada; çözülmesi çok zor olan Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemlerini daha basit düzeylere indirgeyerek çözmeyi amaçladık.

Çalışmalarım boyunca, değerli görüş ve katkılarıyla bana her konuda yardımcı olan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Nihan Çetin DEMİREL'e ve hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Tufan DEMİREL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışma sürecim boyunca manevi desteğini ve hoşgörüsünü eksik etmeyen aileme ve sevgili Emine Hacısüleymanoğlu'na teşekkürü bir borç bilirim.

ÇOKLU DEPOLU ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİ İÇİN BİR KARINCA KOLONİSİ OPTİMİZASYONU ALGORİTMASININ TASARIMI VE UYGULAMASI

ÖZET

Araç Rotalama Problemleri bir depodan başlayarak tüm müşteri talep noktalarını minimum uzunlukla çözmeye çalışan problemlerdir. Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemleri birden çok aracın birden çok müşterinin taleplerini karşılayıp tekrar kendi depolarına dönerek tur oluşturdukları problemlerdir.

Karınca Kolonisi algoritması doğadaki karıncaların doğal davranışlarından simüle edilerek geliştirilen bir problem çözme tekniğidir. Karınca Kolonisi algoritmasından esinlenilerek geliştirilen birçok algoritma farklı tip problemlerin çözümünde kullanılmıştır.

Bu tezde Karınca Kolonileri Algoritması için C# programlama dilinde hazırlanan bilgisayar programı yardımı ile uygun parametreler kullanılarak literatürde bulunan Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemleri çözülmüş ve elde edilen sonuçlar optimum değerleri ile kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çoklu depolu araç rotalama problemleri, Araç rotalama problemleri, Karınca kolonisi optimizasyonu

AN ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM FOR MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEMS

ABSTRACT

Vehicle Routing Problem is a kind of problem that minimizes the distance covered by vehicles, starting from depot to customer demand points. The Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) is a kind of problem that multiple vehicles start from multiple depots and return to their original depots at the end of their assigned tours.

An Ant Colony Optimization algorithm (ACO) is a solving method which is developed simulating the natural behavior of ants. There are many algorithms derived from ant colony and they are used on solution of many problems.

In this thesis Some of the Multi Depot Vehicle Routing Problems existing in the literature are solved using a computer program coded using C# for Ant Colony Optimization and the results are compared with optimum tour lengths of these problems.

Keywords: Multi depot vehicle routing problems, Vehicle routing problems, Ant colony optimization

1 GİRİŞ

Ticari veya ticari olmayan talep merkezlerinin sürekli gelişen ve değişen istekleri yeni ve daha zor problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Yine birçok müşterinin taleplerinin belirli sayıda araç, belirli sayıda depo ve sınırlı zaman kullanılarak karşılanmak istenmesi sonucu Araç Rotalama Problemleri ortaya çıkmıştır. Araç Rotalama Problemleri gerçek hayatta karşılaşılan birçok problem gibi tanımlanması basit ancak çözülmesi çok zordur.

Araç Rotalama Problemlerinin kısıtlarına ve amaçlarına göre çok çeşitli türleri bulunmaktadır. Np-Zor sınıfında olan Araç Rotalama Problemlerinin optimal olarak çözülmesi uygulanan yöntemlere göre değişmekle birlikte çok fazla zaman almakta veya çözüme ulaşılamamaktadır. Problemdeki müşteri sayısı, depo sayısı, araç sayısı gibi kısıtlar problemin çözüm uzayının katlanarak genişlemesine sebep olmaktadır. Bu sebeple geliştirilen birçok algoritma bu çözüm uzayının belirli bölgelerinde çözüm aramakta veya çözüm zamanı olarak çok uzun sürelere ihtiyaç duymaktadır.

Araç Rotalama Problemleri için en iyi çözümü veren algoritmalar metasezgisel algoritmalarlardır. Metasezgisel algoritmaların popülasyon tabanlı türlerinden biri olan Karınca Kolonisi Algoritması ARP'lerin çözümünde bir çok çalışmada kullanılmış ve tatmin edici sonuçlar alınmıştır.

Karınca Kolonisi Algoritması gerçek karıncaların yiyecek kaynağı ile yuvaları arasındaki en kısa yolu bulabilme özelliklerinin fark edilip incelenmesiyle ortaya çıkmıştır. Karıncaların kimyasal izlerden bilgi akışı sağlamalarının sonucu en kısa yolu bulabildikleri ortaya çıkmıştır. Karınca Kolonisi Algoritması birçok problemin çözülmesi çalışmalarında kullanılmıştır.

Bu çalışmada Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemlerini Çözmek amacıyla Karınca Algoritması kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde genel bir giriş yapılmıştır. İkinci bölümünde Araç Rotalama Problemleri türleri ve çözüm yöntemleri incelenmiştir. Üçüncü Bölümünde Karınca Kolonisi algoritması ve türleri incelenmiştir. Dördüncü bölümünde Çoklu Depolu ARP'nin KKO ile çözümü için tasarlanmış algoritma anlatılmakta ve literatür problemlerine uygulamasıyla elde edilen sonuçlar ve optimum sonuçlarla karşılaştırmaları bulunmaktadır. Sonuç Bölümünde Elde edilen sonuç değerlendirilmiştir.

2 ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİ

Araç rotalama problemi, en basit şekli ile bir merkezi depoda üstlenmiş bulunan ve her biri aynı kapasiteye sahip olan homojen araçlar filosunun, her biri farklı bir yerleşime ve bilinen bölünemeyen talebi olan müşteriler setine, toplam seyahat süresini ve mesafesini minimize edecek şekilde hizmet sunarak depoya geri dönmesi için gerekli rotanın ve her bir rotadaki yolların belirlenmesi problemidir. (Ayan, 1999).

Araç rotalama problemi(ARP) taşıma maliyetlerini azaltmak ve müşteri hizmetlerini arttırmak için bir aracın takip etmesi gereken en iyi rotayı bulmaktır (Alkan, 2003).

Araç rotalama problemlerinin yol taşımacılığı içindeki önemi her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır. Birçok büyük üreticinin, perakendecinin ve dağıtım firmasının genelde çeşitli bölgelerde kurulmuş depoları ve araç filoları mevcuttur. Her bir depo belirli bir bölgedeki belirli sınırlar altındaki müşterilere hizmet vermekle sorumludur. Bir depodan ürünleri tedariki, boyut ve kapasite olarak değişen araç filoları ile sağlanmaktadır. Ana problem değişken miktarlardaki malzeme ve ürünleri olabildiğince etkin olarak talep noktalarına ulaştırmaktır. Burada etkinlik kavramı birçok anlama gelebilir. Fakat genellikle müşterilere uygun bir servis sunmak ile kabul edilebilir maliyet arasındaki dengeyi sağlamak olarak kabul edilmektedir. Kısaca araç rotalama problemleri servis ve maliyet arasındaki dengeyi bulmakla ilgilidir. Bunun dışında problemin içeriğine göre birçok kısıt da göz önüne alınmaktadır. (Rusthon, 1991).

Araç rotalama problemlerinin uygulamalarında karşılaşılan temel kısıtlar şunlardır: (Ghiani, 2003).

Araçlara ilişkin kısıtlar:

- Kapasite
- Çalışma süreleri
- Maliyet
- Tur sayısı
- Kullanılacak araç tipi

- Talebin niteliği
- Mamulün birden fazla araca bölüştürülmesi durumu
- Depo sayılarının birden fazla olması durumu

Ayrıca rotalama problemleri, çeşitli kısıtlar altında müşteri taleplerini karşılayacak minimum maliyetli rotalar bulmak olarak tanımlanır. Ancak araç rotalama problemlerinde önemli bir konuda amacın belirlenmesidir. Bir araç rotalama probleminde hedef olarak seçilebilecek amaçlardan bazıları şunlardır. (Rushton, 1991):

- Araç veya araçların kullanım zamanını maksimize etmek
- Araç veya araçların kapasite kullanım oranını maksimize etmek
- Yolculuk mesafesini minimize etmek
- Kullanılan araç sayısını minimize etmek.

2.1 Araç Rotalama Probleminin Formülasyonu

Araç rotalama problemleri çeşitli kısıtlar göz önüne alınarak sınıflara ayrılmaktadır. Bu bölümde, literatürde klasik araç rotalama problemi olarak da bilinen basit veya temel araç rotalama probleminin formülasyonu verilmektedir. Formülasyondan da görüleceği üzere klasik araç rotalama problemi gezgin satıcı probleminin genişletilmiş halidir. Klasik araç rotalama probleminin temel özellikleri şöyle özetlenebilir: (Cirić, 1998).

- Dağıtım söz konusudur.
- Talep bilinmektedir.
- Talebin bölünmesi yoktur.
- Araçlar özdeştir yani aynı kapasiteye sahiptir.
- Tek merkezi bir depo vardır.
- Araçlar için kapasite kısıtlamaları vardır.
- Amaç toplam maliyeti minimize etmektir (rota sayısı, uzunluğu veya yolculuk

zamanı)

- Tüm araçlar merkez depodan yola çıkıp, merkez depoya geri döner.
- Her talep noktası bir kere ziyaret edilir.

Klasik araç rotalama probleminin formülasyonu şöyle verilebilir: (Erol, 2006).

M: Araç Sayısı

N: Müşteri Sayısı

d_{ij} : i. ve j. nokta arasındaki mesafe

q_i : i. Müşterinin talep miktarı

C: Araç Kapasitesi

Değişken;

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ijk}: 1, k \text{ nolu araç } i \text{ noktasından } j \text{ noktasına hareket ederse} \\ 0, \text{ aksi takdirde} \end{array} \right\}$$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min} Z = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0, j \neq i}^N \sum_{k=1}^M d_{ij} X_{ijk} \quad (2.1)$$

Şu kısıtlara göre:

i=0 için

$$\sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^N X_{ijk} = M \quad (2.2)$$

$$i \in \{1, \dots, N\} \text{ için } \sum_{k=1}^M \sum_{j=0, j \neq i}^N X_{ijk} = 1 \quad (2.3)$$

$$j \in \{1, \dots, N\} \text{ için } \sum_{k=1}^M \sum_{i=0, i \neq j}^N X_{ijk} = 1 \quad (2.4)$$

$$k \in \{1, \dots, M\} \text{ için } \sum_{i=1}^N X_{i0k} \leq 1 \quad (2.5)$$

$$k \in \{1, \dots, M\} \text{ için } \sum_{i=1}^N q_i \sum_{j=0, j \neq i}^N X_{ijk} \leq C \quad (2.6)$$

Amaç fonksiyonu (2.1) toplam kat edilecek mesafenin yani maliyetin minimize edilmesi gerektiğini ifade etmektedir. (2.2) nolu kısıt denklemi işletme biriminden çıkacak araç sayısının M adet olduğunu, (2.3) ve (2.4) kısıt denklemleri bir müşterinin mutlaka bir araç tarafından ziyaret edilmesi ile müşteriye gelen ve müşteriden çıkan yollardan sadece bir tanesinin kullanılmasının zorunlu olduğunu (2.5) nolu kısıt denklemi bir aracın ancak bir defa işletme biriminden çıkacağı dolayısıyla rotalamada bir defa kullanılacağını (2.6) nolu kısıt denklemi ise araçlara yüklemelerin araç kapasite değeri C'yi geçmemesini belirtmektedir. Bazı problemlerde araç sayısı kısıdı olarak en fazla M tane aracın kullanılması gerektiği yer almaktadır. Bu durumda (2.2) nolu denklemde eşitlik ifadesi yerine küçük eşit ifadesi yer alacaktır. Modelde yer alan temel kısıtlar olan (2.3) ve (2.4) nolu denklemler rotaların sürekliliğini sağlaması açısından önemlidir.

2.2 Araç Rotalama Problemi Türleri

Araç rotalama problemleri çeşitli kısıtlara göre birçok sınıfa ayrılmaktadır. Her bir ek kısıt için her araç rotalama problemi farklılaşmaktadır. Bundan dolayı araç rotalama problem sınıflarını oluşturmak için yalnızca belirli bazı kriterler göz önüne alınmıştır.

2.2.1 Kapalı Ve Açık Uçlu Araç Rotalama Problemleri

- **Kapalı Uçlu Araç Rotalama Problemleri**

Bu problemlerde rotalar tek bir merkezden başlar yine aynı merkezde son bulurlar. Depodan çıkan araçların yine aynı depo ya dönmeleri belirli kısıtlar kullanılarak sağlanmaktadır. Literatürde bulunan Araç Rotalama Problemlerinin büyük bir kısmı Kapalı Uçlu Araç Rotalama Problemleridir.

- **Açık Uçlu Araç Rotalama Problemleri**

Bu tip problemlerde rotaların başladıkları noktalarda bitmesi zorunluluğu yoktur. Bu durumu sağlamak içinde ayrıca bir kısıtta ihtiyaç duyulmamaktadır.

2.2.2 Simetrik Ve Asimetrik Yollu Araç Rotalama Problemleri

Yolların durumuna göre ARP yi iki şekilde değerlendirebiliriz.

- **Simetrik Yollu ARP**

Genellikle bir noktadan diğerine olan gidiş dönüş mesafesi birbirine eşittir ($d_{ij}=d_{ji}$). Literatürde böyle problemler Simetrik Araç Rotalama Problemleri olarak belirtilmektedir.

- **Asimetrik Yollu ARP**

Bazı durumlarda bir noktadan diğerine olan gidiş dönüş mesafesi birbirine eşit olmayabilir. Burada aracın ilk olarak hangi müşteriye gideceği önem kazanmaktadır, bu da rotanın dönüş yönünü saptayarak rota mesafesinin hesaplanmasını belirlemektedir (Erol, 2006).

2.2.3 Zaman Kısıtlı Belirli Talepli Araç Rotalama Problemleri

Belirli talepli zaman kısıtlı araç rotalama problemleri, normal araç rotalama problemlerine maksimum rota zamanı ve belirli talep kısıtlarının eklenmiş halidir. Problem, araçlardan oluşan bir filosu merkezi bir depodan çeşitli talep noktalarına minimum maliyetle ulaşmasını ve geri dönmesini sağlayan rotaların bulunmasıdır. Araçların belirli bir yük kapasiteleri mevcuttur ve bir turun maksimum tamamlanma süresi kısıtla belirlenmiştir.

2.2.4 Zaman Kısıtlı Belirsiz Talepli Araç Rotalama Problemleri

Bu sınıfın klasik araç rotalama probleminden farkı taleplerin kesin olarak bilinmemesidir. Fakat talepler belirli bir olasılık dağılımı yardımıyla tahmin edilmektedir. Talep belirsiz araç rotalama probleminin temel özellikleri olarak şunlar söylenebilir: (Chan, 2001)

- Müşteri talepleri, bilinen bir olasılık dağılımıyla birlikte rastsal bir değişken olarak kabul edilir.
- Gerçek talep bilgisine ulaşılmadan önce araç rotaları belirlenmektedir.
- Amaç toplam maliyetin minimizasyonudur, fakat başka maliyetler de buna eklenebilmektedir.

2.2.5 Tek Depolu, Dağıtım Ve Toplama, Belirli Talepli Araç Rotalama Problemleri

Bu tip bir problemde hem belirli noktalara dağıtım söz konusudur, hem de belirli noktalardan mamul toplanması ve merkezi depoya taşınması söz konusudur. İleri tip müşteriler ve geri tip müşteriler olmak üzere iki tip müşteri mevcuttur. Depodan ayrılan özdeş araçlar önce talep noktalarına yani ileri tip müşterilere uğrayarak talepleri karşılarlar ve daha sonra da geri tip müşterilerden mamuller toplanarak merkezi depoya taşınırlar. Her araç yalnızca bir rota gerçekleştirir. Her rota için geri tip ve ileri tip müşterilerin toplam yükü, araç kapasitesini geçemez. Amaç toplam yolculuk mesafesini minimize etmektir. Bu tür problemlere örnek olarak sebze meyve endüstrisi verilebilir. Bu durumda, süper marketler ve dükkânlar ileri tip müşteriler ve market tedarikçileri de geri tip müşteriler olarak adlandırılabilir (Toth, 1996).

2.2.6 Tek Depolu Belirli Talepli Zaman Pencereci Araç Rotalama Problemleri

Araç rotalama probleminin özel bir durumu olan zaman pencereci araç rotalama problemi, en erken ve en geç servis zamanları içeren bir karmaşıklığa sahiptir. Bu problemde istenilen, her müşterinin bir araca atanması ve her aracın ziyaret edeceği müşteri kümesinin sınırlandırılmasıdır. Bunu yaparken, araç kapasite kısıtlarına ve zaman pencereleri kısıtlarına bağlı kalınmalıdır ve amaç maliyetin minimizasyonu olmalıdır. (Tung, 2000).

Burada zaman penceresinin anlamı şöyle ifade edilebilir. Eğer bir araç bir müşteriye erken ulaşırsa zaman penceresi "açılana" dek bekleyecektir. Tersine bir durum olduğunda yani zaman penceresinin kapanış zamanından sonra geldiyse ise teslimatı yapamamış olacaktır. Bu

problemde klasik araç rotalama parametrelerine ek olarak; $t_{ij} = i$ müşterisinden j müşterisine yolculuk zamanı, s_i : i müşterisinde servis zamanı, e_i : teslimatın en erken başlama zamanı ve u_i :- teslimatın en geç başlama zamanı parametreleri mevcuttur. (Fisher, 1997).

2.2.7 Çok Depolu Araç Rotalama Problemleri

Çok sayıda müşteriye hizmet götürecek birden fazla kaynak noktası bulunduğu, her kaynağa atanacak müşteriler ile bu müşteriler arasındaki en uygun rotanın bulunması problemi ile karşılaşılmaktadır. Bu problem genelde birden fazla tedarikçi, fabrika ya da deponun aynı ürünü birden fazla müşteriye ulaştırma çabası şeklinde günümüzde uygulama alanı bulmaktadır. Şu haliyle bile çözülmesi zor olan bu problem, her kaynaktan çıkacak olan ürün sayısının toplam müşteri talebi ile sınırlandırılması halinde oldukça kompleks bir hal almaktadır. Bu tip problemler genellikle doğrusal programlama algoritmaları içindeki “Transportasyon Metodu” ile çözülmektedir (Ballou, 1999).

Bu problemde birden çok sayıda depoya dağıtılmış m adet taşıt burada depolanmış olan ürünleri istem noktalarına dağıtmaktadır. Buna göre her taşıt öyle bir güzergâh izlemelidir ki toplam kat edilen mesafe azalırken tüm istemler karşılanmış ve taşıtlar depolarına dönmüş olmalıdır.

Depolarda bulunan m adet araç, her rotadaki toplam talebi karşılamak zorundadır. Rotalama kararı her aracın, hangi rotayı izlemesi gerektiğini belirleme işlemini içinde barındırır. Bu belirleme, toplam uzaklığın minimizasyonu, taleplerin karşılanması, her hedefin yalnızca bir defa ziyaret edilmesi, araçların depolara geri dönmesi gibi kriterler dikkate alınarak yapılır.

Çok depolu araç rotalama probleminde araçlar birden fazla depoda konuşlanabilir ve toplam maliyeti minimize edecek ve toplam talepler karşılanacak şekilde araç sayısı minimize edilmeye çalışılır. Akış tipi homojendir yani tüm araçlar aynıdır. Talepler deterministliktir. Problem dağıtım ve toplama operasyonlarına uyarlanabilir.

2.3 Araç Rotalama Problemleri İçin Çözüm Yaklaşımları

Araç rotalama problemleri için yöneylem araştırmacıları çeşitli çözüm yöntemleri ortaya koymuşlardır. Ancak araç rotalama problemi NP-zor problem sınıfına dahil olduğundan çözüme kesin yöntemlerle polinomial zaman içerisinde ulaşmak büyük(çok değişkene sahip) problemlerde oldukça zor ve hatta bazen imkansız olmaktadır. Problemin kısıtları arttıkça problem daha da karmaşık hale gelmekte ve optimum sonuca ulaşmak daha da zorlaşmaktadır. Bu nedenle araç rotalama problemlerinin çözümünde genellikle optimuma yakın değerler veren ve kısa sürede çözümü sağlayan bulgusal yöntemler kullanılmaktadır. Araç rotalama problemlerinin gelişimine bakıldığında bu problemin çözümlerinin gezgin satıcı probleminden yola çıkarak oluşturulduğu görülmektedir.(Taşkın, 2003).

2.3.1 Araç Rotalama Problemleri İçin Optimal Çözüm Yaklaşımları

Araç rotalama problemleri karma tamsayılı modellerle ifade edilmektedir. Ancak günümüzde tamsayılı modelleri, doğrusal programlamada kullanılan simpleks yöntemi gibi verimli çözebilecek yöntemler mevcut değildir. Çözüm için genellikle şu yöntemler kullanılır.

- Dal-Sınır
- Kesim Düzlemi

Bu teknikler genel olarak karma tamsayılı veya tamsayılı modeller için kullanılabilecekleri gibi, özel düzlemlerle araç rotalama problemleri için daha etkin hale getirilebilirler. Bu yöntemler kısaca şöyle açıklanabilir.(Toth, 2002).

2.3.1.1 Dal – Sınır Yöntemi

Bu yöntem, tamsayı düğümlerinde alt ve üst sınırlar kullanılarak çözüm kümesini tarayan bir yöntemdir. Herhangi bir iterasyonda, bulunan düğümün alt ve üst sınırına bakılarak ve o düğümden dallanma yapılıp yapılamayacağına karar verilir. Problemler, dallanma yapmak üzere alt problemlere ayrılırlar. Herhangi bir alt problemde, alt sınır bulmak için lineer programlama gevşetmesi çözülür. Lineer programlama gevşetmesi, değişkenler üzerindeki tamsayılı kısıtların kaldırılması ile elde edilmektedir. Üst sınır, problemde o ana kadar elde edilmiş en iyi çözümdür.

Eğer düğümde elde edilen değer üst sınırdan daha iyi ise üst sınır değeri güncellenir. Üst sınır güncellendiğinde, alt sınırın üst sınıra eşit veya daha büyük olan alt problemler dallanma kümesinden iptal edilir ve dallanma yapılmaz. Diğer alt problemler için dallanma yapılarak elde edilen yeni düğümler dallanma kümesine eklenir. (Toth, 2002).

2.3.1.2 Kesim Düzlemi Yöntemi:

Dal sınır Algoritmasındaki gibi, Kesme Düzlemi algoritması da sürekli bir doğrusal programlama probleminin optimum çözümüyle başlar. Ancak bu yöntemde dallanma ve sınırlamadan çok, kesme adı verilen özel kısıtlar ardı ardına oluşturularak çözüm uzayının düzenlenmesine gidilir (Taha, 2005).

2.3.2 Araç Rotalama Problemleri İçin Sezgisel Çözüm Yaklaşımları

Araç rotalama problemlerinin NP-zor tipi problemler olması değişken sayısı çok büyük olan problemlerde optimal sonuca ulaşma zamanının çok fazla olmasına sebep olmaktadır. Özellikle problemlerin kabul edilebilir zamanda çözülmek istenmesi, etkin işleyen bulgusal yöntemleri bir gereklilik haline getirmiştir. (Fisher, 1994).

Algoritma mekanik davranan kişiye ve makineye bir takım verilerden yola çıkarak ve sonlu sayıda aşamalardan geçerek belli bir problemi çözme imkânı veren, çok kesin komutlar bütününde oluşmaktadır. Bir algoritmanın çalışmasındaki mutlak zorunluluk, her türlü belirsizlikten arınmış olmasıdır. Bir algoritmanın yürütülmesi, her biri komutla belirlenen bir etkiler dizisi oluşturur ve bir dizi önceki komutun yürütülmesinin sona ermesiyle birlikte yürütülmeye başlar. (Erol, 2006).

Sezgisel yaklaşımların temel adımları aşağıdaki gibidir: (Erol, 2006).

- Mümkün olabilecek durumların içinde herhangi birinin ele alınması
- Ele alınmış duruma mümkün gidişler uygulayarak durumun değiştirilmesi
- Durumun değerlendirilmesi
- Gereksiz durumların atılması

- Eğer sonuca ulaşılmışsa çözümün tamamlanması, aksi halde yeni değerler ele alınarak işlemlerin tekrarlanması.

Sezgisel algoritmalar belli bir amacı gerçekleştirmek veya hedefe varmak için çeşitli alternatif hareketlerden etkili olana karar vermek amacıyla tanımlanan kriterler veya bilgisayar metodlarıdır. Bu tür algoritmalar yakınsama özelliğine sahiptir ama kesin çözümü garanti etmezler ve sadece kesin çözümün yakınındaki bir çözümü garanti edebilirler (Erol, 2006).

2.3.2.1 Rota Oluşturma Yöntemleri

Rota oluşturmak için geliştirilmiş yöntemlerden en çok kullanılanları alt başlık olarak açıklanmıştır.

2.3.2.1.1 Kazançlar Yöntemi

Kazançlar yöntemine göre oluşturulmuş yaklaşımlarda, çözüm oluşturulurken sondan bir önceki adımı da kapsayan her adımda, mevcut durum alternatif bir durumla karşılaştırılır. Karşılaştırmaya tabi tutulan alternatif durumda en fazla kazancı sağlama veya mevcut yapıda olmayan fakat daha düşük maliyetli bir talebi içerme özellikleri aranır.

Bu yöntemin çözüm adımları aşağıdaki gibidir: (Ballou, 1999)

Adım 1:Tüm talep yerlerine, merkezden birer araç tahsis edilebileceği varsayılır. Talebin bölünebilir olduğu durumlar için taşınması gereken yük miktarı maksimum Kapasiteyi aşarsa yalnızca aşan kısmı dikkate alınır ve yükün tam kısmı için talep yerine bir kamyon tahsis edilir.

Adım 2:Talep yerlerinin birbirinden uzaklıkları(d) belirlenerek bir mesafe matrisi oluşturulur.

Adım 3:Bu adımda ise mesafeler matrisinden yararlanılarak kazançlar matrisi hazırlanır. Kazançlar matrisindeki en sol sütun, talep yerlerine veya yerlerinden taşınacak yük miktarlarını, bu sütunun hemen yanındaki sütun (Po), merkez ile talep yerleri ($P_1, \dots, P_n$) arasındaki $T_{o,y}$, daha sonraki sütunlar ise talep yerlerinin kendi aralarındaki $S_{y,z}$ $T_{y,z}$, $d_{y,z}$ değerlerini içerir. Kazanç değerlerini bulmak için kullanılacak formül şöyledir:

$$S_{y,z} = d_{0,y} + d_{0,z} - d_{y,z} \quad (2.7)$$

Adım 4: Rotalama işlemlerini yapabilmek için T değerleri kullanılarak kazançlar matrisine yazılır. T değerleri bir talep merkezinin bir rotaya atanıp atanmadığını belirtir.

2.3.2.1.2 Yerleştirme Yöntemi

Yerleştirme yönteminde yerleştirme maliyetleri kullanılarak müşterilere araçlar atanmakta ve rotalar oluşturulmaktadır. Araç rotalama problemleri için kabul görmüş birkaç yerleştirme yöntemi olmasına rağmen çalışma sonuçları bu algoritmalar en iyi yöntemlerle kıyaslanabilecek düzeyde olmadığını göstermektedir. (Taşkın, 2003)

2.3.2.1.3 En Yakın Komşu Yöntemi

En yakın komşu yöntemi, noktaları birer birer ekleyen bir yöntemdir. Her seferinde son eklenen noktaya en yakın nokta seçilir. En yakın komşu yöntemi seri ve paralel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Seri en yakın komşu yönteminde, her seferinde bir tek rotaya durak eklenmektedir. Diğer seri yöntemlerde olduğu gibi kapasite kullanımı yüksektir, ancak rota dağılımı yeteri kadar iyi değildir. Paralel en yakın komşu yönteminde ise, her seferinde tek rota yerine birden çok rota oluşturulmaktadır. Eklenecek durak ilgili kriterlere göre mevcut rotalardan birine eklenir. (Bredam, 2002).

2.3.2.2 İki Aşamalı Yöntemler

Bu metotların birinci aşamasında, düğümler araçlara kapasiteyi aşmayacak şekilde atanır. İkinci aşamada ise her bir araç için sezgisel yöntemler kullanılarak rota oluşturulur.

2.3.2.2.1 Önce Kümeleme - Sonra Rotalama Yöntemi

Bu yöntemde öncelikle talep merkezleri gruplara ayrılır daha sonra her küme için minimum maliyetli rotalar oluşturulur. Bu yaklaşımlara örnek olarak süpürme algoritması ve genelleştirilmiş atama yöntemi gösterilebilir. Süpürme algoritması, 250 düğüme kadar etkin çözüm sağlamaktadır.

Süpürme yönteminin adımları aşağıdaki gibidir:

1. Bir harita üzerinde depo (orjin noktası) ile müşteri noktalarının (varış noktaları) yeri doğru şekilde tespit edilir.

2. Herhangi bir araç belirlenir.
3. Bu araç göz önüne alınarak araç kapasitesine uygun yükleme yapılır. Öncelikle depodan herhangi bir noktaya gidilir. Eğer gidilen noktadaki talep miktarı aracın kapasitesini aşmıyorsa saat yönünde ya da ters yönde ikinci bir noktaya gidilir. Bu ikinci noktanın talep miktarı toplam miktara eklenir. Bu toplam miktar eğer aracın kapasitesini aşmıyorsa üçüncü bir noktaya gidilir, aksi halde araç depoya geri döndürülür.
4. Birinci araç depoya geri döndükten sonra ikinci araç için rota hazırlanır. İkinci aracın rotası birinci aracın en son uğradığı noktadan başlar. Ve 3. adımdaki gibi devam edilir. Bu işlem şebeke içerisindeki tüm noktalar (müşteriler) rotaya katılincaya kadar sürer.
5. Tüm noktalar rotalandıktan sonra belirlenen rotalar uygun bir şekilde optimize edilir.

2.3.2.2.2 Önce Rotalama – Sonra Kümeleme Yöntemi

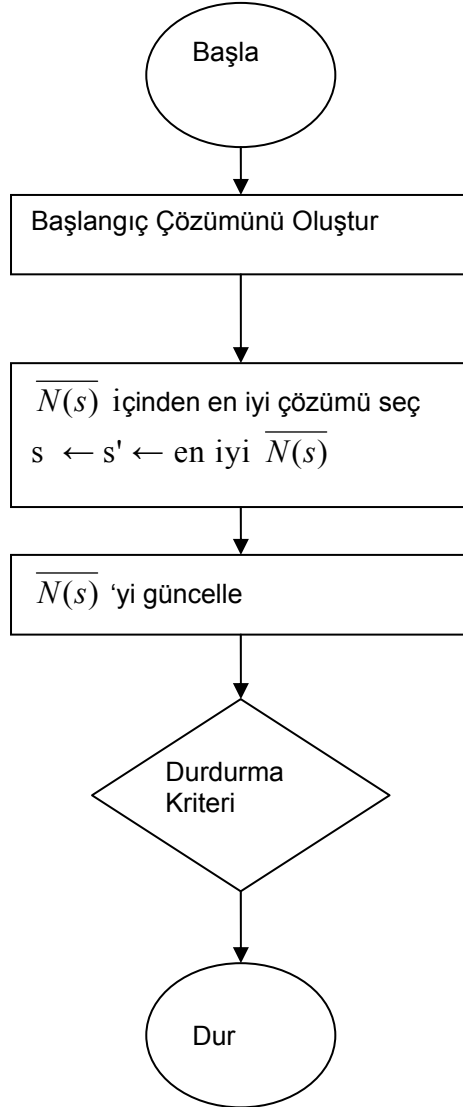
İlk olarak bütün talep merkezlerini içeren, genellikle uygun çözüm alanı dışında, büyük bir rota veya döngü oluşturulur. Bir sonraki adımda bu rota daha küçük ve uygun çözüm alanını sağlayan rotalara bölünür.

2.3.3 Araç Rotalama Problemleri İçin Metasezgisel Yaklaşımlar

2.3.3.1 Tabu Arama Yöntemi

Tabu araması (tabu search, TS) yöntemi yerel arama algoritmasının yerel optimum çözümlerde takılmasına karşı doğrudan bir iyileştirmedir. Bunun için tabu araması, yerel aramadaki mevcut çözümden (s) bir sonraki çözümün (s') içinden seçileceği komşular kümesini $N(s) - \overline{N(s)}$ ile değiştirir ve belli bir rastsallıkla daha kötü amaç fonksiyon değerlerine sahip çözümleri tercih edebilir. (Osman ve Kelly, 1996).

$\overline{N(s)}$ kümesi oluşturulurken bir dizi kısa dönemli bellek yapıları kullanılır. Son dönemde ulaşılmış çözümler belli bir süreliğine (tabu süresi) tabu aktif olarak işaretlenir ve $\overline{N(s)}$ 'ten çıkarılır. Ayrıca belli bir arzu edilebilirlik kriterine uyan ancak $N(s)$ 'te yer almayan çözümler $\overline{N(s)}$ 'e eklenir. Son olarak $\overline{N(s)}$ 'in çok büyük veya çözümlerin amaç fonksiyonlarının hesaplanmasının maliyetinin yüksek olduğu durumlarda $\overline{N(s)}$ 'ten örnek alma yoluna da gidilebilir. (Osman ve Kelly, 1996).



Şekil 2-1 Tabu Arama Akış Diyagramı (Osman ve Kelly, 1996)

Tabu aramasının genel algoritması Şekil 2.1'de verilmiştir. Çözümlerin bir bütün olarak tabu listesine alınmasına alternatif olarak çözümlerin belli özelliklerinin tabu listesine alınması yöntemi önerilmiştir. Ancak bu yöntemde henüz değerlendirilmemiş çözümler de tabu olarak işaretleneceğinden, arzulanırlık kriterinin uygulanarak bunların tekrar $\overline{N(s)}$ içine alınması zorunlu olmaktadır (Osman ve Kelly, 1996).

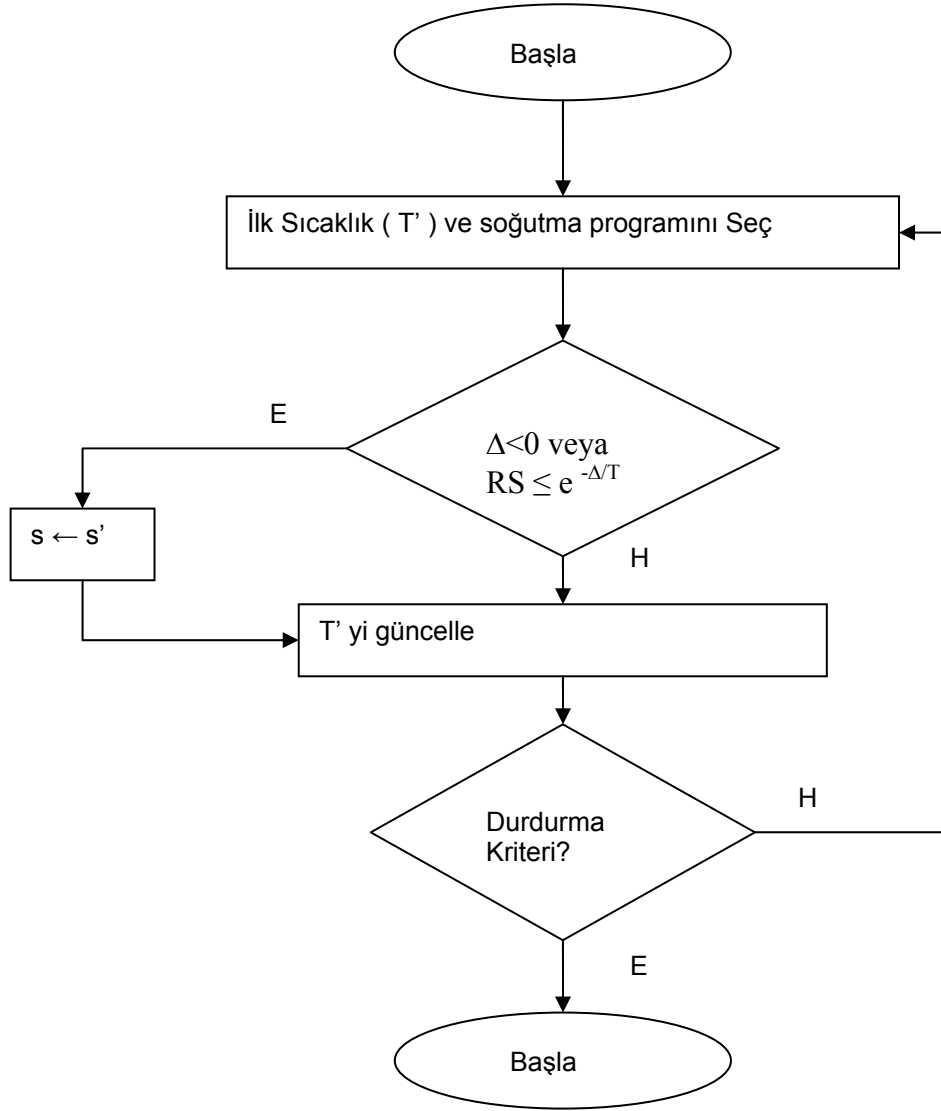
2.3.3.2 Tavlama Benzetimi

Benzetim tavlama (Simulated Annealing, SA) istatistiksel mekanikteki tavlama işleminden esinlenilerek geliştirilmiş bir metasezgisel yöntemdir. Tavlama işlemi

bilineceği gibi malzemenin ısıtıldıktan sonra yavaşça ve kademeli olarak soğutulmasını içeren bir ısıtıl işlemidir. Böylece yüksek enerji kazanan moleküller, sıcaklık yavaşça azalırken minimum enerji seviyelerine inerler ve ısıtıl işlem sonunda tüm moleküller en düşük enerjili durumlarında yer alır.

Bu modelde T sıcaklığındaki malzemenin durum değiştirmesi sonucu toplam enerjisindeki değişim Δ negatif ise yeni durum kabul edilir. Aksi halde yeni durum RS (0; 1) Aralığındaki düzgün dağılımdan gelen bir rastsal sayı olmak üzere sadece $RS \leq e^{-\frac{\Delta}{T}}$ eşitsizliği sağlanıyorsa kabul edilir. (Osman ve Kelly, 1996).

Bu modelin kombinatorial optimizasyona uygulanması için çalışmalar 1983'te başlamıştır. Bunu gerçekleştirmek için malzemedeki moleküllerin durumları karar değişkenleriyle ve malzemenin toplam enerjisi amaç fonksiyonuyla eşlenmiştir. Sonuçta Şekil 2.2'de verilen genel algoritma elde edilmiştir. Tabu aramasında olduğu gibi bu yöntemde de sonraki durumları içeren bir komşular kümesi $N(s)$ kullanılır. T 'nin güncellenmesinde yeni sıcaklık değeri; kullanılan soğutma programına, daha düşük enerjili bir duruma geçilip geçilmediğine ve tüm $N(s)$ 'in taranıp taranmadığına göre belirlenir. (Osman ve Kelly, 1996).



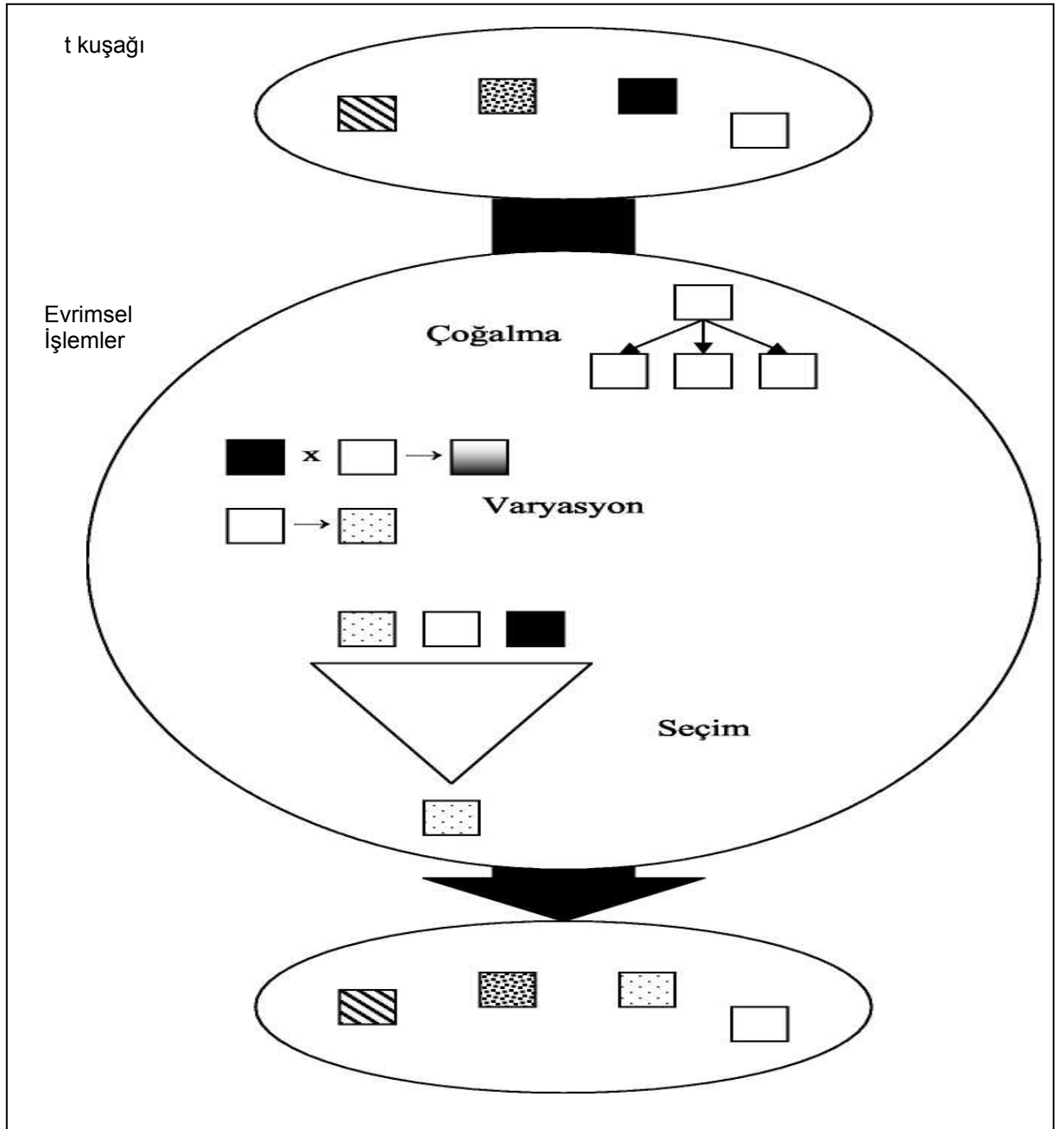
Şekil 2-2 Benzetim Tavlama Akış Diyagramı (Osman ve Kelly, 1996)

2.3.3.3 Genetik Algoritmalar

Genetik algoritma (GA), doğadaki evrim mekanizmasını örnek alan bir arama metodudur ve bir veri grubundan özel bir veriyi bulmak için kullanılır (Lawrence, 1990).

Genetik algoritma, araştırma ve optimizasyon algoritmaları olup, canlılardaki doğal gelişim prensibine dayanmaktadır. Genetik algoritma çözüm uzayındaki her noktayı, kromozom adı verilen bir dizi ile kodlar. Her kuşakta, Genetik algoritma, çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörleri kullanarak yeni bir popülasyon oluşturur. Birkaç kuşak sonunda, popülasyon daha iyi uygunluk değerine sahip üyeleri içerir (Jang, 1997).

Genetik algoritmalar; genetik programlama, evrim stratejileri ve evrimsel programlama ile birlikte evrimsel algoritmaları oluşturur. Evrimsel algoritmaların ortak özelliği bir popülasyon yaklaşımını benimsemeleri ve evrim teorisinin çoğalma, varyasyon ve seçim ilkelerini bu popülasyon üzerinde uygulayarak yeni kuşaklar oluşturmalarıdır. En uygunun hayatta kalması kuralıyla gittikçe daha istenen özelliklere sahip bireylere ulaşılır. Bir evrimsel algoritmanın genel akışı Şekil 2.3'te gösterilmiştir. (Biethahn ve Nissen, 1995).

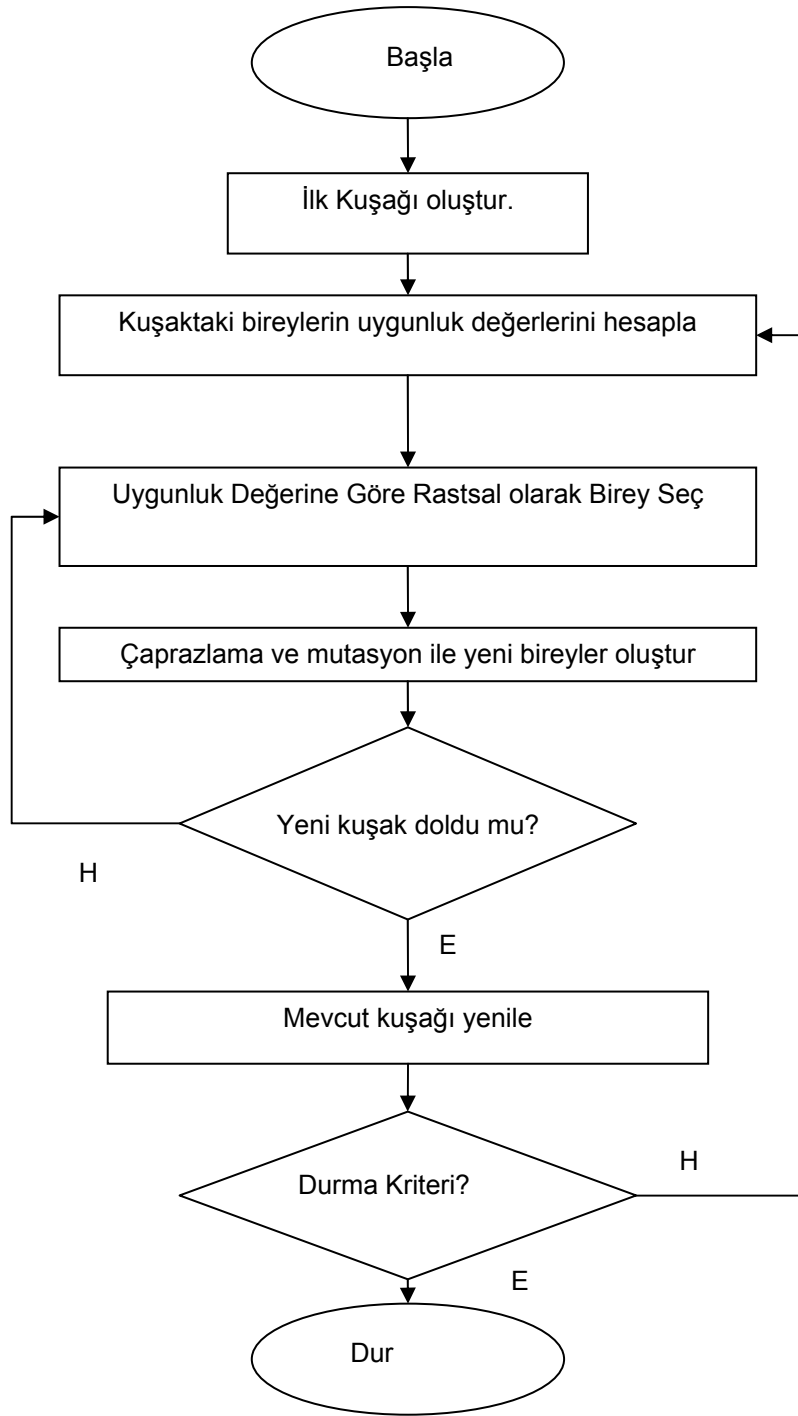


Şekil 2-3 Evrimsel Algoritma Çevrimi (Biethahn ve Nissen, 1995,)

Genetik algoritmalarda varyasyon oluşturmanın birinci aracı çaprazlamadır. Bu yöntemde amaç fonksiyon değerinin iyiliğine göre çözümler rastsal olarak seçilir ve bunların içerdiği unsurlar yine rastsal olarak karıştırılarak yeni bir çözüm elde edilir. Mutasyon ise, tüm popülasyonda yitirilmiş özelliklerin tekrar çözüme dahil edilebilmesi için bir çözümün bir veya birkaç unsurunda yapılan rastsal değişimdir. Seçim işleminde de yine amaç fonksiyon değerine göre ağırlıklandırılmış rastsal bir seçimle hangi çözümlerin popülasyonda kalacağı belirlenir. (Bicthahn ve Nissen, 1995).

Genetik algoritmalarda çaprazlama ve mutasyonun kolayca gerçeklenmesi için genellikle karar değişkenlerinin gösterimi yoluna gidilir. Bu yöntemde 0–1 tamsayı değişkenler doğrudan, tamsayı değişkenler ikili sayı sisteminde ve gerçel sayı değişkenler tamsayılara çevrilerek ikili sayı sisteminde gösterilir. Bu gösterim işlemleri kolaylaştırırsa da kısıtlan dikkate almadığından mümkün olmayan çözümler üretebilmektedir. Bu soruna yönelik çözümlere ceza maliyeti ekleme, işlemleri değiştirerek daima mümkün çözüm oluşturulmasını sağlama, evrimsel işlemin ardından gerekirse bir tamir işlemi yapma, kısıt dışına çıkmayacak bir gösterim geliştirme vb. yöntemlere gidilmiştir. (Bicthahn ve Nissen, 1995). Ek olarak standart ikili kodlama yerine her adımda sadece bir bitin değiştiği Gray kodu kullanılarak bir bitlik değişiminin daha küçük anlam ifade etmesi sağlanabilir. (Bicthahn ve Nissen, 1995).

Tabu araması ve benzetim tavlamaının aksine genetik algoritmaların kullanılmasında altta bir sezgisel algoritmaya ihtiyaç yoktur. Salt amaç fonksiyonu ve evrimsel işlemlerle çözüme ulaşılır. Yine de probleme özgü bilgilerin aramaya katılması için sezgisel aramaya da başvurulmaktadır.



Şekil 2-4 Genetik Algoritma Akış Diyagramı (Osman ve Kelly, 1996)

Genetik algoritmaların özellikleri şöyle sıralanabilir:

- Paralel işlem gören makinelerin hızını arttırmak için kullanılan paralel arama prosedürleridir.

- Hem sürekli hem de birleşik optimizasyon problemlerine uygulanabilmektedir.
- Yerel minimuma takılma ihtimali daha düşüktür.
- Sinir sistemleri gibi karmaşık modellerde genetik algoritmalar hem yapı hem de parametre tanımlamasını kolaylaştırmaktadır.

Genetik Algoritmanın Aşamaları (Potvin, Duhamel ve Guertin 1996)

Başlangıç: n adet kromozom içeren popülasyonun rasgele oluşturulması (problemin uygun bir çözümü).

Tekrar üretim: Oluşturulan popülasyondan iki ebeveyn seçilmesi. Bu seçim işlemi stokastik olup uyumluluk fonksiyonu yüksek bireylerin seçilme şansı daha fazladır.

Yeni popülasyon: Yeni popülasyon oluşuncaya kadar aşağıdaki adımların tekrar edilmesi.

Seçim: İki ebeveyn kromozomun uyumluluğuna göre seçimi (daha iyi uyum seçilme şansını artırır).

Çaprazlama: Yeni bir fert oluşturmak için ebeveynlerin bir çaprazlama olasılığına göre çaprazlanması. Eğer çaprazlama yapılmazsa yeni fert anne veya babanın kopyası olacaktır.

Mutasyon: Yeni ferdin mutasyon olasılığına göre kromozom içindeki konumu (lokus) değiştirilir. Mutasyon olasılığı oldukça küçük seçilmelidir.

Ekleme: Yeni bireyin yeni popülasyona eklenmesi. Ve 1,2,3 aşamalarının kromozom sayısının eski popülasyondaki kadar olmasına kadar devam edilmesi.

Değiştirme: Algoritmanın yeniden çalıştırılmasında oluşan yeni popülasyonun kullanılması.

Test: Eğer sonuç tatmin ediyorsa algoritmanın sona erdirilmesi ve son popülasyonun çözüm olarak sunulması.

Döngü: Eğer sonuç tatmin etmiyorsa 2. adıma geri dönülmesin.

Genetik algoritma kullanılarak bir problem çözülecekse algoritmanın ne zaman sonlanacağına kullanıcı karar vermektedir. Genetik algoritmanın belli bir sonlanma kriteri yoktur. Sonucun yeterince iyi olması veya yakınsamanın sağlanması algoritmanın durması için kriter olarak

kullanılabilir

2.3.3.4 Karınca Kolonileri

Karınca kolonisi algoritması optimizasyonu (Ant Colony Optimization , ACO) bir yapay karınca kolonisinin işbirliği yaparak en iyi çözüme ulaştığı bir metasezgisel yöntemdir.

Karıncalar salgıladıkları 'pheromone' maddesini kullanarak bir yiyecek kaynağına giden en kısa yolu kendi kendilerine bulabilme özelliğine sahiptirler. Bu özellikleri sayesinde karmaşık bir optimizasyon problemiyle benzerlik gösteren yol bulma problemlerini çözmektedirler.

Karınca Kolonisi Algoritmaları 3. bölümde detaylı olarak incelenmiştir.

2.4 Araç Rotalama Problemlerinin Uygulama Alanları

Günümüzde birçok endüstride araç rotalama problemleri yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani işletmeler mal ve hizmet dağıtım fonksiyonunu etkin bir şekilde yerine getirmek amacıyla araç rotalama modelinden yararlanmaktadırlar. Araç rotalama modeli kapsamına giren faaliyetlerin bir kısmı şöyle belirtilebilir: (Geloğulları 2001).

- Satış sonrası servis hizmetlerinden yararlanmak isteyen müşterilerin gereksinimlerinin karşılanması için servis araçlarının gönderilmesinde, telefonla çağrılan taksilerde, toplu taşıma sisteminde, eve teslim hizmetlerinde araç rotalama problemlerinden yararlanılmaktadır.
- Öğrencilerin evlerinden okula gidişleri ve okullarından evlerine dönüşleri için kullanılan servis araçlarının, öğrencileri toplarken ve dağıtırken nasıl bir rota izleyeceklerinin belirlenmesinde araç rotalama problemleri kullanılmaktadır. Servis aracı gidiş ve dönüş olmak üzere aynı rotayı iki defa kat edecektir. Bunu yaparken öğrencilerin serviste kalma süresi ve taşıma maliyetini minimum kılmak temel amaç olacaktır.
- Çöp toplama araçlarının rotalanmasında da rotalama problemi etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Çöp arabaları bir şehir içerisinde oluşturulan rotadaki her cadde üzerinde hareket edebilecek şekilde tahsis edilirler.
- Araç rotalama problemlerinin bir diğer uygulama alanı paket dağıtımında

görülmektedir. Bunun en güzel örneğini; şehir içi ve şehir dışı kargolar oluşturmaktadır. Dağıtımda gidilecek mesafeyi ve taşıma maliyetim minimum kılmak amaçlanacaktır

- Bir başka uygulama alanı toplu yiyecek ve içecek dağıtan araçların izleyeceği rotanın belirlenmesinde karşımıza çıkmaktadır. Birden fazla işyerine öğle yemeği dağıtacak olan bir aracın veya marketlere içecek dağıtan araçların takip edeceği rotaların belirlenmesinde araç rotalama problemleri kullanılabilmektedir.
- Araç rotalama problemleri birçok fabrikada kullanılan otomatik güdümlü araçların (Automated Guided Vehicles / AGV's), üretim istasyonları arasında etkin bir şekilde hareket etmelerini sağlamak amacıyla da kullanılabilmektedir.

3 KARINCA KOLONİSİ OPTİMİZASYONU

Karınca Kolonisi Optimizasyonu algoritması (Ant Colony Optimization , ACO) bir yapay karınca kolonisinin işbirliği yaparak en iyi çözüme ulaştığı bir metasezgisel yöntemdir. Karıncalar koloni halinde yaşayan sosyal canlılardır. Gerçek bir karınca kolonisi yuva ve yiyecek kaynağı arasındaki en kısa yolu bulma yeteneğine sahiptir. Araştırmalar bu kabiliyetin karıncalar arasındaki kokuya dayalı kimyasal haberleşmenin bir sonucu olduğunu göstermiştir. Dorigo ve arkadaşları gerçek karıncaların yön ve yiyecek bulma stratejilerine dayalı olarak karınca sistemi algoritmasını önermişlerdir.(Dorigo,1996).

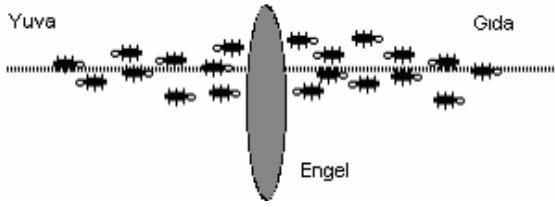
3.1 Gerçek Karıncalar

Karıncalar, yuvalarından bir gıda kaynağına giden en kısa yolu, herhangi görsel ipucu kullanmadan bulma yetisine sahiptirler. Ayrıca, çevrelerindeki değişikliklere çok iyi uyum sağlama özellikleri vardır. Örnek vermek gerekirse, bir gıdaya giden yolda herhangi bir problem meydana gelmesi (bir engelin ortaya çıkması gibi) ve yolun kullanılamaz olması durumunda, yeniden en kısa yolu bulurlar. Şekil 3.1, karıncaların yuvalarından doğrusal bir yol boyunca gıdaya gidişlerini göstermektedir.



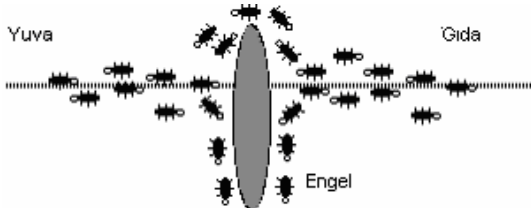
Şekil 3-1 Karıncaların İzlediği Yol (Dalkılıç ve Türkmen, 2003)

Yapay karınca sistemine esin kaynağı olan durum gerçek karıncaların yuva ve yiyecek kaynağı arasında en kısa yolu bulmak için ortaya koydukları davranış biçimidir. Karıncaların bu yolu bulmak için kullandıkları araç feromonlardır (pheromone). Feromon, bazı hayvanların kendi cinslerinden diğer hayvanları etkilemek için kullandıkları bir tür kimyasal salgıdır. Karıncalar ilerlerken, belirli bir miktar feromon depo ederler ve olasılığa dayanan bir yöntemle feromonun daha çok olduğu yolu az olduğu yola tercih ederler. Depo ettikleri feromonları, gıdaya giderken seçtikleri yola bırakarak, kendilerinden sonraki karıncalara yol seçiminde yardımcı olurlar. Bu içgüdüsel davranış, onların gıdaya giden en kısa yolu, önceden var olan bir yolun kullanılamaz olması durumunda dahi nasıl bulduklarını açıklar.



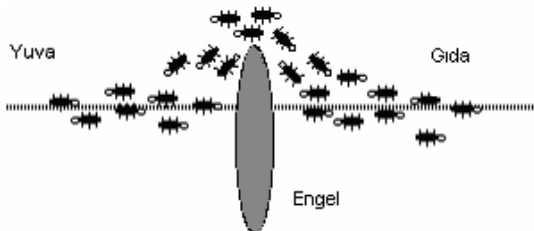
Şekil 3-2 Karıncaların Bir Engelle Karşılaşması (Dalkılıç ve Türkmen, 2003)

Gerçekte, gıdaya giden yolda herhangi bir engel meydana geldiğinde (Şekil 3.2), bu engelin hemen önündeki karınca devam edemez ve yeni gidiş yönü için bir tercih yapmak zorunda kalır. Bu konumda, karıncanın yeni yön seçeneklerinin seçilme olasılıkları eşittir. Açıklamak gerekirse, eğer karınca sağ ve sol yönlerinden bir tanesini seçebiliyorsa, bu yönlerin seçilme şansları eşittir. Karınca yaptığı seçime göre yoluna devam eder ve kendi yolunu çizer (Şekil 3.3).



Şekil 3-3 Engelle Karşılaşan Karıncaların Seçimi (Dalkılıç ve Türkmen, 2003)

Buradaki ilginç noktalardan bir tanesi de, kolonide engel karşısında yol için seçim (eşit olasılıklı seçim) yapan karıncaların seçtikleri yolun gıdaya giden en kısa yol olmaması durumunda, güzergâhlarını (koloni güzergâhı) çok hızlı bir şekilde yeniden yapılandırırları gerçeğidir. Yapılan seçimler de, bu yol üzerindeki feromon miktarını artıracak ve sonradan gelen karıncalar için tercih sebebi olacaktır.



Şekil 3-4 Karıncaların Kısa Yolu Bulmaları (Dalkılıç ve Türkmen, 2003)

Sonradan gelen karıncaların, yeni en kısa yolu seçmelerindeki feromon pozitif

etkisinin (yol üzerindeki feromon) oluşabilmesi için, karınca ile yol üzerindeki engel arasındaki etkileşim çok hızlı bir şekilde gerçekleşmelidir. Her karıncanın, ortalama aynı hızda ve aynı miktarda feromon bıraktığı göz önüne alınırsa, karıncanın engeli fark edip en kısa yolu seçmesi, normal süreçten biraz daha uzun sürmelidir. Fakat, sonradan gelen karıncaların feromona dayalı yol seçimi toplamda gıdaya giden süreci kısaltır

3.2 Yapay Karıncalar

Her ne kadar algoritma önerilirken gerçek karıncalardan ilham alınsa da algoritmanın icrasında kullanılan yapay karıncalar gerçek karıncalardan bazı bakımlardan farklılıklar gösterir: (Sarıkoç, 2004).

1. Yapay karıncalar hafıza özelliğine sahiptir. Tabu listesi adı verilen hafıza sayesinde yapay karıncalar hangi şehirlere daha önce uğradıklarını bilir. GSP problemleri çözülürken uğranan bir şehir tabu listesine alınır ve o şehre bir daha uğranmaz.
2. Gerçek karıncalar neredeyse kör oldukları halde yapay karıncalar görme yeteneğine sahiptir. Çünkü yapay karıncalar seçebilecekleri bir sonraki şehrin koordinatları ve uzaklığı hakkında matematiksel bilgiye sahiptir.
3. Yapay karıncalar gerçek karıncalardan farklı olarak ayrık bir araştırma uzayında bulunur. Gerçek karınca yuvasına yiyecek ararken sürekli bir araştırma uzayı oları yeryüzü üzerinde sonsuz sayıda noktadan ve yoldan geçebilir. Oysa yapay karıncalar, hafıza ve zaman kısıtlaması gibi temel nedenlerle sınırlı sayıda ayrık veri kümesinden oluşan araştırma uzayında çözüm aramakta kullanılır.
4. Yapay karıncalar ayrık zamanlı bir ortamda yaşarlar. Sistemde her yapay karınca ayrı ayrı zaman aralıklarında adım adım sırayla yol alır.

3.3 Karınca Algoritmalarının Temel Özellikleri

Karınca Algoritmalarının temel özellikleri: (Sarıkoç, 2004)

Zeki davranış biçimi: Zekâ tam olarak tarifi yapılamayan bir kavramdır. Fakat temelde kabul gören tanım şudur; *zekâ üstün özellikli bir arama yöntemidir.* İnsanların karşılarına çıkan problemlere karşı çok geniş bir araştırma uzayında çok az bir deneme ile makul bir zaman içinde yeterince iyi çözümler üretiyor olması *zeki davranış biçimi* olarak kabul edilir.

Buradan hareketle insanların zeki olarak kabul ettiği davranış biçimini gösteren algoritmalara *zeki algoritmalar* denir.

Yukarıdaki tanıma göre tek basma bir karıncanın zeki davranış biçimi göstermediği açıktır. Fakat koloni bir bütün olarak karşısına çıkan engellere adaptif yapıda ve doğru yönde kararlarla tepki vererek çok kombinasyonla bir güzergâh problemini çözebilmektedir. İşte bu yüzden gerçek karınca kolonisini model alan karınca algoritmasının yapay zeka vasfı taşıdığı söylenebilir.

Kombinasyonel Optimizasyon: Bazı problemler için çok geniş bir araştırma uzayı söz konusudur ve bu problemlerin kesin çözümünü bulmak mümkün değildir. Bu nedenle makul bir zamanda yeterince iyi bir çözüm bulabilmek amaçlanır. Problem kısıtlamaları çerçevesinde bulunabilen en iyi çözüme optimum çözüm adı verilir. Fakat optimum çözümün kesin olarak en iyi çözüm olduğu garanti edilemez. Doğadaki karıncalar yuva ile yiyecek kaynağı arasında güzergah oluşturabilecek sayısız yol kombinasyonu arasından optimum çözüm olarak ifade edilebilecek bir çözüm bulabilirler. Bu yönüyle bakıldığında karıncalardan esinlenerek yapıları karınca algoritmasının kombinasyonel bir optimizasyon algoritması olduğu açıktır.

Sezgisel ve Olasılık Tabanlı: Bir engelle karşılaşan gerçek karıncalara bakıldığında hepsinin feromonun en yoğun olduğu yerden geçmediğı, az bir kısmının da istisnai olarak feromonun az olduğu yolu seçtikleri gözlenmiştir. Karıncaların tercihi tamamen feromon yoğunluğu olduğu tarafa geçişi mümkün kılan bir kesinlikte değildir. Bunun yerine karıncaların, feromonun daha yoğun olduğu yerlere daha büyük bir olasılıkla geçtiğini kabul etmek isabetli bir tercih olacaktır. Bu yönüyle karıncaların davranışı olasılık tabanlıdır. Fakat tek bir karıncanın olasılık tabanlı tercihi dağıtık yapıda grup davranışını, bir başka deyişle koloninin doğru yola yönelmesini sağlamaktadır. Burada yönlendirici oları unsur feromon bulgusudur. Bu nedenle karıncaların grup olarak davranışı doğru çözüme yakınsayan nitelikte sezgiseldir.

Adaptif Yapı: Güzergâhı engelle bozulan bir karınca, o engeli hangi taraftan aşacağına dair bölgesel veya bütün bir güzergâhı nasıl tamamlayacağına dair küresel bir bilgiye sahip değildir. Engelin hangi taraftan yolu uzattığını da başlangıçta bilemez. Fakat engeli kısa yoldan aşan tarafta birim uzunluk başına düşen feromon yoğunluğunun fazlalığı karıncalar için yol gösterici olacaktır. Dolayısıyla sonraki karıncalar için kısa taraf daha çok tercih edilecektir. Buradan açıkça anlaşılmaktadır ki; gerçek karıncalar için çevrede meydana gelen

değişimlere doğru yönde adaptasyon sağlamada feromon salgısıyla birlikte mesafe bilgisi dolaylı olarak etkili olmaktadır.

Pozitif Geri besleme: Karıncaların geçtikleri yollara bıraktıkları feromon maddesi pozitif geri besleme bilgisi sağlamaktadır. Bu bilgi sonraki karıncalar için o yolun seçilebilirliğini artırmaktadır.

Negatif Geri besleme: Doğada karıncaların geçtikleri yerlere bıraktıkları feromon maddesi zamanla dış etkenler nedeniyle azalmakta ve sürekli olarak buharlaşmak suretiyle uçmaktadır. Bu nedenle güzergâhı uzattığı için kullanılmayan bir yolun seçilebilirliği gittikçe azalmakta ve sonunda ortadan kalkmaktadır. Bu yönüyle feromonun buharlaşarak uçması sonraki karıncalar için kötü olar yolun seçilme ihtimalini azaltan ve ortadan kaldıran negatif bir geri besleme bilgisi olarak vazife görür. Bu durum insan beyninde kullanılmayan bilgilerin hafızadan atılması (unutmak) ve çok kullanılan bilgilere erişimin hızlanması (çabucak hatırlamak) olayına benzetilebilir.

Etkileşim: Yaşam çevresinde iz bırakmak suretiyle gerçekleştirilen iletişim türüne etkileşim denir. Koloni bireyleri arasındaki etkileşim rast gele olan birey davranışını doğru çözüme yakınsayan bir koloni davranışına dönüştürür. Karıncalar arasındaki etkileşim maddesi salgıladıkları feromondur, etkileşim aracı ise koku alama duyularıdır.

3.4 Geliştirilmiş Karınca Algoritmaları

3.4.1 Karınca Sistemi (KS)

KA ismini, yapısının gerçek karıncaların yemlerini arama davranışlarından esinlenerek oluşturulmasından almaktadır. Algoritmanın ana fikirlerinden bir tanesi koloninin bireyleri (karıncalar) arasında direkt bir iletişimin olmamasıdır. İletişim için gerçek karıncalar kimyasal bir madde olan feromon izlerini kullanmaktadır. (Toksarı, 2004).

Karıncalar gibi neredeyse kör hayvanların kolonisinin beslenme kaynaklarına ulaşmada en kısa yolu bulmayı nasıl yönettikleri, günümüzde biyoloji bilimi tarafından da çalışılan bir problemdir. Koloniler yönlere ilişkin bireyler arasında bilgi iletişimini sağlamada ve nereye gideceklerine karar vermede feromon izlerini bir araç olarak kullanır. Hareket halindeki bir karınca yerin üzerine değişik miktarlarda feromon yayar, ve gittiği yolu bu madde vasıtasıyla işaretler. Aslında bir tek karınca rasgele hareket ederken önceden başka karıncalar tarafından yayılan izle karşılaşabilir ve büyük olasılıkla onu takip eder, böylece kendi

feromonunu de yola yayarak yol üzerindeki izi güçlendirir. Ortak davranış, izi takip eden ne kadar çok karınca varsa izlenilen yolun istenebilirlik oranının o kadar artmasına neden olur. Böyle bir davranış kendisini güçlendiren bir proses olan otokatalitik davranışın bir çeşidini ortaya koyar. Süreç, bir karıncanın önceden başka karıncalar tarafından seçilen yolu seçmesi olasılığının yüksek olduğu yerde pozitif bir geri besleme mekanizması ile tanımlanmıştır. (Toksarı, 2004).

Karınca sisteminde yapay karıncalar harekete başlamadan önce araştırma uzayında tanımlı bütün yollara c değişkeniyle belirlenen miktarda feromon ilk değer olarak atanır. Bir yapay karınca k 'nın, i şehrinde j şehrine geçiş olasılığının hesaplanması Denklem (3.1)'de gösterilmiştir.

P_{ij} , k 'nıncı karınca için $(i-j)$ yolunun seçilebilirlik olasılığını gösterir bir reel sayı değeridir. τ_{ij} (i,j) yoluna bırakılan feromon miktarını temsil eder.

A parametresi, τ_{ij} nin feromon miktarının bir yolun seçilme olasılığının bulunmasında ne kadar etkili olduğunu belirler.

D_{ij} , $(i-j)$ yolunu uzunluğudur.

$(\eta_{ij}=1/d_{ij})$ bir yolun uzaklık bakımından ne kadar cazip olduğunu gösteren uzaklıkla ters orantılı bir büyüklüktür.

B parametresi mesafe bilgisinin olasılık hesaplanmasında ne kadar ağırlıklı olacağını belirler.

N_i^k , i şehrinde bulunan karınca k 'nın tabu listesinde bulunmayan şehirlerin kümesidir.

$$P_{ij}^k = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum [\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta} & \text{eger } j \in N_i^k \\ 0 & \text{diger} \end{cases} \quad (3.1)$$

$\alpha=0$ iken β ne kadar büyük seçilirse algoritma o kadar belirleyici (determinist) yaklaşımla çözüm arar.

$\beta=0$ olursa algoritma, α parametresine bağlı bir genişlikte araştırma uzayını tarar ve sadece

yapay feromon bilgisine bakarak yakınsar. Bu durumda sistem hızlıca tıkanma (stagnation) durumuna düşer. Algoritma araştırma uzayını yeterince geniş olarak tarayamaz ve bütün karıncalar sonraki çevrimlerde de hep aynı turu gerçekleştirir. Parametrelerden birinin sıfır olduğu her iki durumda da algoritma genellikle bölgesel minimuma takılır. Bu nedenle α ve β parametreleri doğru değerlerde seçilmelidir. (Dorigo, 1996).

Yapay karıncalar başlangıç şehirlerine tekrar dönünceye kadar Denklem (3.1)'e göre yaptıkları seçimlere göre şehirleri ziyaret ederek birer kapalı tur tamamlar. Tüm karıncalar bir tur tamamladığında bir çevrim bitmiş olur. Daha sonra her yapay karınca geriye dönerek yaptığı turun kalitesine göre geçtiği yollar üzerine yapay feromon bırakır. Yapay feromon, tur kalitesine bağlı sayısal bir değerdir ve Denklem (3.2) kullanılarak hesaplanır: (Dorigo, 1996).

$$\Delta \tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L^k} & k, i' \text{ den } j' \text{ ye geçtiyse} \\ 0 & \text{geçmediyse} \end{cases} \quad (3.2)$$

Burada Q değeri keyfi olarak seçilebilen bir başlangıç parametresidir.

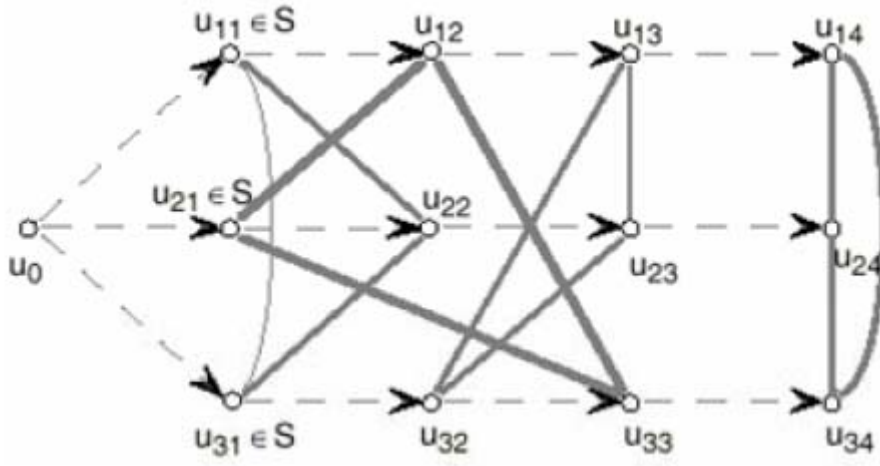
L^k , karınca k 'nın yaptığı tur uzunluğudur.

$\Delta \tau_{ij}^k$ karınca k 'nın tek başına $(i-j)$ yolunda bıraktığı feromon miktarını temsil eder. Bir tek çevrimde tüm karıncaların $(i-j)$ yolunda bıraktığı toplam feromon miktarı ise Denklem (3.3) te; bütün çevrimlerde $(i-j)$ yoluna bırakılan feromonun genel toplamı Denklem (3.4)'de verilen formülle hesaplanır. Burada ρ buharlaşma katsayısıdır. Ve her çevrimde τ_{ij}^k feromon miktarının $(1-q)$ τ_{ij}^k kadarının buharlaşarak uçtuğu kabul edilir. Eğer q , 0'a yakın seçilirse sistemin öğrenme yeteneği azalır, pozitif geri besleme bilgisi kullanılmadan yok olur. Buna karşın q değeri 1'e çok yakın seçilirse, o takdirde erken yakınsama olayı meydana gelir. (Dorigo, 1996).

$$\Delta \tau_{ij} = \sum_{k=1}^n \Delta \tau_{ij}^k \quad (3.3)$$

$$\tau_{ij} = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij\text{eski}} + \Delta \tau_{ij} \quad (3.4)$$

Karınca sisteminin işleyişi, tüm mümkün komşu düğüm noktalarının gösterildiği bir grafik üzerinde gösterilecektir. Bu grafikte, $t=0$ anında tüm karıncalar başlangıç noktasındadırlar. Sistemin başlangıç konumu Şekil 3-5’de gösterilmiştir. Şekil 3-5’de gösterilen sistem, 3 iş ve 4 adet makineden oluşan bir atölye sistemi olarak düşünülebilir. (Alaykiran, 2004).



Şekil 3-5 Ele Alınan Problemin Başlangıç Konumu (Alaykiran, 2004)

Şekil 3-5’de, Düğüm noktaları arasında çizilen oklar ise mümkün seçimleri göstermektedir. Karıncalar bir sonraki zaman biriminde hangi düğüm noktasına gideceklerine rastsal olarak karar verirler. Şekil 3-6’da karınca ilk seçimini yapmış ve u11 düğümüne gitmiştir. (Alaykiran, 2004).

- Her karınca bir birim zamanda bir birim yol kat etmektedir

3.4.2 Maksimum - Minimum Karınca Sistemi (MMAS)

MMAS' yi klasik ACO' dan ayıran iki temel özellikten ilki, her iterasyonda sadece bir karıncanın feromon yenilemesine izin verilerek çözümün sağlanmasıdır. Bu karınca, bir önceki iterasyondaki en iyi çözümü veren karıncadır. İkinci özellik ise, aramadaki dalgalanmayı önlemek için, feromon izlerinin sınırlı bir aralıkta olmasıdır. (Stützle ,2000) .

Alt ve üst sınırlar $[\tau_{\min}, \tau_{\max}]$, $\tau_{\min} \leq \tau \leq \tau_{\max}$ şeklinde ifade edilir. Feromon izleri üst limitten başlatılır ve bu da başlangıçta yüksek oranda iyileşme sağlar. MMAS' de alt ve üst limitler uygun seçilmediği takdirde tüm karıncalar aynı yoldan gitmekte ve bu da iyi bir çözümün bulunmasını engellemektedir. Alt ve üst sınırlar aşağıdaki formüllerle hesaplanır:

$$\tau_{\max} = \frac{1}{\rho} \times \frac{1}{L^{\text{eniyi}}}, \quad \tau_{\min} = \frac{\tau_{\max}}{2n} \quad (3.5)$$

L^{eniyi} = bulunan en iyi turun uzunluğu

3.4.3 Elit Karınca Sistemi (KSelit)

Bütün karıncalar turlarını tamamladığında o ana kadar yapıları en iyi turu σ adet karıncanın yapmış olduğu kabul edilir. Yollarda feromon güncellemesi yaparken en iyi tur güzergâhında bulunan yollara σ katsayısı ile orantılı miktarda fazladan $\Delta\tau_{ij}^*$ kadar feromon bırakılır. Burada amaç araştırmayı bulunan en iyi tur etrafında sürdürmektir. KSelit algoritmasında; feromon güncelleme, toplam feromon değişimi, bir karıncanın bıraktığı feromon miktarı, seçilmiş karıncanın bıraktığı feromon miktarı sırasıyla denklem (3.6)-(3.9) ile hesaplanmaktadır. (Chiristopher, 2001).

$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij} + \Delta\tau_{ij}^* \quad (3.6)$$

$$\Delta \tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k \quad (3.7)$$

$$\Delta \tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L^k} & k, i' \text{ den } j' \text{ ye geçtiyse} \\ 0 & \text{geçmediyse} \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\Delta \tau_{ij}^* = \begin{cases} \sigma \frac{Q}{L^*} & k, i' \text{ den } j' \text{ ye geçtiyse} \\ 0 & \text{geçmediyse} \end{cases} \quad (3.9)$$

3.4.4 Çoklu Karınca Koloni Algoritmaları

Çoklu koloni yaklaşımı, iki veya daha fazla koloninin çözümünün birleştirilmesi esasına dayanır. (Middenfort, 2002) Bu konudaki iki temel yaklaşımdan ilki olan heterojen yaklaşım tüm kolonilerin birbirinden farklı davranış sergilemesi esasına dayanmaktadır ve çok kriterli optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılmıştır. İkinci yaklaşımda tüm koloniler birbirine paralel olarak çalışırlar ve her i jenerasyon sonunda koloniler arasında feromonlar vasıtası ile karşılıklı bilgi alışverişi olur. (Randal, 2002). Sözü edilen ikinci yaklaşım, bilgi alışverişinin sınırlı olduğu ve çok kısa olmayan aralıklarla yapıldığı takdirde başarılı sonuçlar vermektedir. (Middenfort, 2002).

Bilgi alışverişi için önerilen 4 yöntem vardır:

- a) Her bilgi alışverişinde global en iyi çözümler hesaplanır ve tüm kolonilere gönderilir. Böylece her koloni yeni bir lokal en iyi çözüme sahip olur.
- b) Koloniler arasında bir köprü kurulur ve her bilgi alışverişi adımı, her koloni lokal en iyi çözümleri en yakınındaki bir ya da daha fazla koloniye gönderir. (Tsai, 2004).

c) (b) seçeneğindeki bilgiler kullanılarak her bilgi alışverişi adımında, bir kolonideki en iyi m_b karınca, en yakınındaki en iyi m_b karıncayla karşılaştırılır ve $2m_b$ karıncanın en iyi m_b tanesi alınarak feromon güncellemesinde kullanılır.

d) Bu seçenek (b) ve (c) seçeneklerinin birleştirilmesinden oluşur.

3.4.5 Sıralı Karınca Sistemi (KSsıralı)

Algoritmada en iyi turu yapan ilk w adet karıncanın feromon bırakmasına izin verilir. Bu amaçla karıncalar tur uzunluklarına göre sıralanır ($L_1(t) \leq L_2(t) \leq \dots \leq L_n(t)$). Seçilen karıncalar sıraları ile orantılı olarak yollara feromon bırakır. Hangi karıncanın ne kadar feromon bırakacağı onun bu sıralamadaki yerine göre belirlenir. Küresel en iyi çözümü veren karıncanın feromon ağırlık katsayısı ω , seçilmiş ω karınca içinden r' inci sıradaki karıncanın feromon ağırlık katsayısı $(\omega - r')$ dir. KS_{sıralı} algoritmasında feromon güncelleme Denklem (3.10)'da, sıralanmış karıncaların meydana getirdikleri feromon değişimleri Denklem (3.11)'da, küresel en iyi karıncanın meydana getirdiği feromon değişimi ise Denklem (3.12)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır. (Bullnheimer, 1998).

$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \sum_{r=1}^{\omega-1} (\omega - r) \cdot \Delta \tau_{ij}^r(t) + \omega \cdot \Delta \tau_{ij}^{gb}(t) \quad (3.10)$$

$$\Delta \tau_{ij}^r(t) = \begin{cases} \frac{1}{L^r(t)} & k, i' \text{ den } j' \text{ ye geçtiyse} \\ 0 & \text{geçmediyse} \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\Delta \tau_{ij}^{gb}(t) = \begin{cases} \frac{1}{L^{gb}(t)} & k, i' \text{ den } j' \text{ ye geçtiyse} \\ 0 & \text{geçmediyse} \end{cases} \quad (3.12)$$

3.4.6 Karınca Kolonisi Optimizasyonu (KKO) ve Karınca-Q

KKO algoritması geçiş kuralı, bölgesel güncelleme ve küresel güncelleme bakımından KS' den farklılaşır . KKO ve Karınca-Q hemen hemen aynıdır. Karınca-Q' da, KKO' dan farklı olarak

feromonun güncelleştirilmesinde küresel en iyi (global best) ve iterasyon en iyi (iteration best) yöntemleri kullanılır. (Dorigo, 1995).

Pseudo-rasgele-orantılı kural (Pseudo random proportional rule) veya geçiş kuralı (transition rule) adıyla bilinen ve Denklem (3.13)'de gösterilen farklı bir geçiş kuralı uygulanır. Bu kural pozitif geri besleme bilgisinin tüketimine (exploiting) karşı yeni yollar araştırmanın (exploring) ağırlığını belirler. (Dorigo, 1995).

$$j = \begin{cases} \arg \max_{j \in N_i^k} \{ [\tau_{ij}] [\eta_{ij}]^\beta \} & q \leq q_0 \text{ (tüketim)} \\ S & \text{degilse(araştırma)} \end{cases} \quad (4.13)$$

Burada j , seçilecek bir sonraki şehri gösterir. q , $[0,1]$ aralığında üretilen rasgele bir sayıdır ve q_0 , $0 < q_0 < 1$ aralığında seçilmiş bir parametredir. Ne kadar küçük bir q_0 değeri seçilirse yol seçimi o kadar büyük bir olasılıkla rasgele yapılır. q_0 ne kadar büyük olursa o kadar büyük bir olasılıkla en fazla koku miktarına göre yol seçimi yapılır. Kısaca bu parametre araştırma uzayında pozitif geri besleme bilgisini kullanmak veya yeni yollar araştırmak arasındaki ağırlığı belirleyen bir katsayıdır. Formülasyondan S , KS'de olduğu gibi rasgele üretilen bir sayı kullanılarak bulunan olasılık dağılım değerlerine ve rulet tekerleği metoduna göre seçilen şehri gösterir.

KS'den farklı olarak bir tur tamamlayan her yapay karıncanın geçtiği yollara feromon bırakmasına izin verilmez. Bunun yerine daha karınca turunu bitirmemişken geçtiği her yolun birikmiş feromon miktarını kısmen azaltır. Böylelikle sonraki karıncaların başka yollar seçmesi teşvik edilir. Denklem (3.14)'da gösterilen bu kural bölgesel güncelleme kuralı adıyla bilinir

$$\tau_{ij} = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij_{eski}} + \rho \cdot \tau_0 \quad (3.14)$$

KKO ve Karınca-Q arasındaki en önemli fark r_0 'ın belirlenmesidir. Karınca-Q, r_0 değeri için Q-learning algoritmasından esinlenerek geliştirilmiş bir formül kullanır. r_0 yerine bir formül kullanmanın önemli bir fark yaratmadığı tespit edilmiştir. Basitliği nedeniyle

Karınca-Q yerine daha çok KKO kullanılmaktadır.

KKO'da sadece tüm çevrimlerin en iyi turunu yapan karıncanın geçtiği yollara feromon bırakmasına izin verilir. Bütün çevrimlerin en iyi turu dikkate alındığından bu yöntem küresel güncelleme kuralı (global updating rule) olarak isimlendirilir ve Denklem (3.15)'deki gibi kullanılmaktadır.

$$\tau_{ij} = (1 - \alpha) \cdot \tau_{ij_{eski}} + \alpha \cdot (L_{eniyi})^{-1} \quad (4.15)$$

KKO algoritmasında α parametresinin kullanımı KS' deki kullanımından farklıdır. KKO algoritmasında α , olasılık dağılımında feromon miktarının etkinliğini belirleyen bir ağırlık katsayısı değil küresel güncellemeyi etkileyen bir katsayı olarak kullanılmaktadır. KKO' da ayrıca β , pozitif geri besleme bilgisinin ne kadar şiddetli tüketileceğini belirleyen bir katsayı olarak kullanılmaktadır. Bunların dışında kalan başlangıç parametrelerinin kullanımı KS' de ve KKO' da hemen hemen aynıdır.

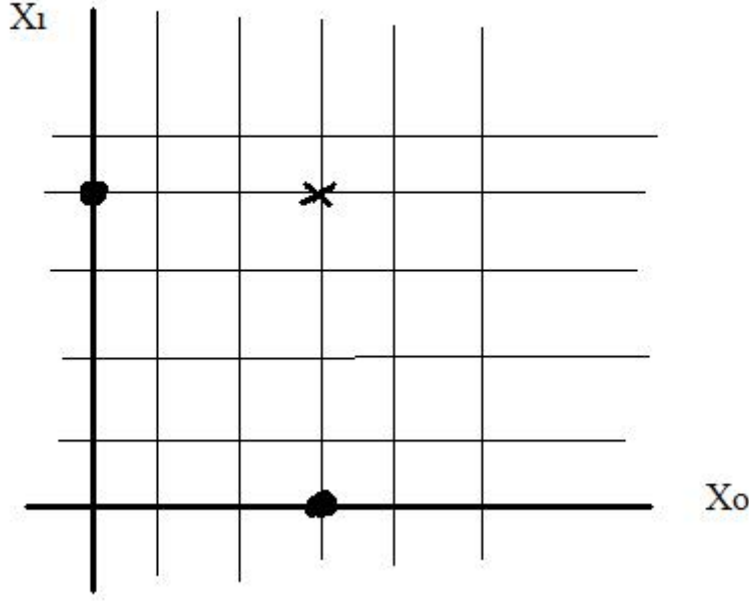
3.4.7 Melez ACO

ACO yaklaşımı ile diğer yaklaşımların birleştirilmesinden elde edilen yeni algoritmaların genel adıdır. Gambardella ve Dorigo çalışmalarında, KKA ile MPQ/AI algoritmasını birleştirerek ardışık sipariş problemlerine uygulamışlar ve işlem zamanından %2 ile %30 arasında kazanç sağlamışlardır. (Gambardella, 2000)

3.4.8 Izgara yapısında KKO (IKKO)

IKKO araştırma uzayını Şekil 3,8'te gösterildiği gibi belirli sınır aralıklarında ızgara yapısında böler. Karıncalar bu sanal ızgaranın bir düğüm noktasından diğerine hareket eder ve sadece düğüm noktasında feromon bırakır. (Hirayasu, 2000).

Izgara üzerindeki düğüm noktalarına m adet karınca rasgele dağıtılır. Her karınca kendi kendi etrafındaki düğümleri gezer ve üzerinden geçtiği her düğüme feromon bırakır. Bir düğümden diğerine geçiş olasılık tabanlıdır ve bu yöntemde olasılığın hesaplanması için Denklem (3.16) kullanılır. (Hirayasu, 2000).



Şekil 3-8 Izgara Yapısında Araştırma Uzayı (Hirayasu, 2000)

Burada τ_i j düğümünde biriken feromon miktarıdır, dj üzerinde duruları düğümünden j düğümüne olan uzaklık, $(\eta_j=1/dj)$ görülebilirlik katsayısı, α ve β ise ağırlık parametreleridir. Her harekette karınca üzerinden geçtiği düğüme feromon bırakır. Bırakıları feromon miktarı Denklem (3.17)'da verilmiştir. (Hirayasu, 2000).

$$P_j = \frac{[\tau_i]^\alpha \cdot [\mu_j]^\beta}{\sum_{i=1}^A [\tau_i]^\alpha \cdot [\mu_j]^\beta} \quad (3.16)$$

$$\Delta \tau_i = \frac{Q}{F_j} \quad (3.17)$$

Eğer j noktasında m adet karınca varsa t anında toplam feromon miktarı Denklem (3.18) ve Denklem (3.19) kullanılarak hesaplanır. Feromonun buharlaşması ise n iterasyon sonra p buharlaşma katsayısına bağlı olarak Denklem (4.17) gösterildiği gibi gerçekleştirilir.

(Hirayasu, 2000).

$$\Delta \tau_j(t) = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_j(t) \quad (3.18)$$

$$\tau_j(t) = \tau_j(t-1) + \Delta \tau_j(t) \quad (3.19)$$

$$\tau_j(t+n) = \rho \cdot \tau_j(t) \quad (3.20)$$

Tüm bu işlemlerden sonra algoritma başa dönerek sonlandırma kriteri tamamlanıncaya kadar bu döngüye devam eder.

3.5 Karınca Algoritması İçin Literatür Tarama

Karınca Algoritması literatürde sıklıkla optimizasyon problemlerinde uygulanmıştır. Bu problemlerden bazıları şöyledir.

- Gezgin Satıcı Problemleri
- Araç Rotalama Problemleri
- Tesis Yeri Atama Problemleri
- İş Çizelgeleme Problemleri
- Harita Renklendirme Problemleri
- Kareli Atma Problemleri

Çizelge 3-1 Karınca Algoritması Literatür Araştırması

Problem	Yazarlar	Yıl	Algoritma	
Gezgin Problemleri	Satıcı	Dorigo, Maniezzo ve Colorini	1992	AS
			1995	Ant-Q
		Gambardella & Dorigo	1996	ACS & 3 Opt
		Dorigo ve Gambardella	1997	MMAS
		Stützle ve Hoos	1997	ASrank
		Bullnheimer, Hartl ve Strauss Corder	2000	BWAS
		Doerner	2001	SbAS-GSP
Araç Problemleri	Rotalama	Bullnheimer, Hartl ve Strauss	1996	AS-VRP
		Bullnheimer,	1998	AS- CVRP
		Gambardella, Taillard ve Agazzi	1999	HAS-VRPTW
		Jong de, J. Ve Wierring, M.	2001	MACS
		Bell ve McMullen	2003	ACS-CVRP
		Mazzeo ve Loiseau	2004	ACS-CVRP
		Doerner, K ve Hartl R.	2005	D-Ants – VRP
Karesel Atama		Dorigo, Maniezzo & Colorni	1994	AS-QAP
		Gambardella, Taillard &Dorigo	1997	HAS-QAP
		Stützle & Hoos	1998	MMAS-QAP
		Maniezzo & Colorni	1998	AS-QAP
Network Rotalama		Di Caro & Dorigo	1997	Ant Net
		Subramanian, Druschel & Chen	1997	ACS
		Bonabeau, Henaux, Guerin Snyers, Kuntz & Theraulaz	1998	ABC-smart ants
		Di Caro & Dorigo	1998	AntNet-FS
		Heusse, Guerin, Snyers & Kauntz	1998	CAF
		Van der Put & Rothkrantz	1998	ABC-backward
Kareli Problemleri	Atama	Demirel, N. Çetin & Toksarı, M. Duran	2006	QAP - ACO
Kesikli Optimizasyon		Dorigo & Maniezzo	1994	Tüm
		Dorigo & Gambardella	1996	Ant-Q
		Middendorf, Reichle & Schmeck	2000	Multi-Colony
		Dorigo & Stützle	2001	Simple AC

4 ÇOKLU DEPOLU ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİNİN KARINCA KOLONİSİ ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMÜ

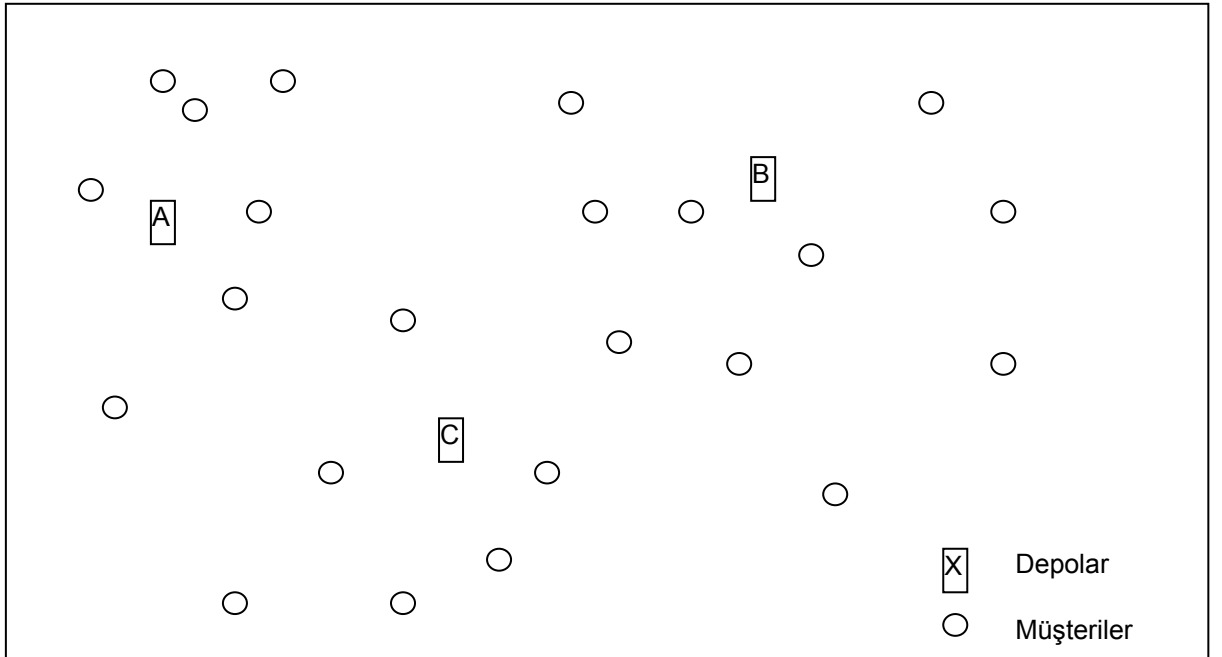
Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemleri (MD-VRP Multi Depot Vehicle Routing Problems) birden fazla depo ile çok sayıda müşterinin taleplerini en az maliyetle karşılamaya çalışılan problemlerdir. Depo sayısı birden fazla olduğu için çözümü oldukça zor problemlerdir. Bu sebeple literatürde diğer araç rotalama problemlerine nazaran daha çok daha az sayıda çalışma mevcuttur.

Bu çalışmada Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemleri Karınca Kolonisi Optimizasyonu kullanılarak geliştirilen bir algoritma ile çözülmüştür.

4.1 MDVRP için Karınca Kolonisi Sistemi Kullanılarak Geliştirilen Algoritma

Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemleri için geliştirilen üç aşamalı algoritma;

- Transport Atama Yöntemi ile depoları ve müşterileri grupla
- Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması ile rotaları oluştur
- Oluşturulan rotaları 2.opt kullanarak iyileştir.



Şekil 4-1 Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemi

Çözüm aşamasında Çoklu Depolu Araç Rotalama Probleminden, problemdeki depo sayısı kadar, Tekli Depolu Araç Rotalama Problemleri oluşturulur. Oluşan bu alt problemler araç sayısı ve araç kapasitesi dikkate alınarak Karınca Kolonisi algoritması ile rotalara ayrılırlar. Son olarak oluşturulan rotalar 2.Opt İyileştirme Yöntemi kullanılarak iyileştirilir.

4.2 Transport Atma Yöntemi ile Gruplama

Transport atama yöntemi ile depoların azları, müşterilerin talepleri ve depolar ile müşteriler arasındaki mesafe bilgilerini kullanarak en az taşıma maliyetini sağlayan atamalar oluşturulmuştur. Böylece çözüm arayışında algoritmanın çok uzak müşterilerde zaman kaybetmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Optimumum çözüme veya optimuma yakın çözümlere daha az tur sayısında ve daha az sürede ulaşılması amaçlanmaktadır.

Gruplama yapılmasının birçok artı yönünün yanında tüm çözüm uzayını taramanın önüne geçtiğini de göz ardı etmemek gerekir.

Transport atma formülasyonu şu şekildedir;

$$Min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \cdot c_{ij} \quad (4-1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq b_j \quad \forall j \quad (4-2)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq a_i \quad \forall i \quad (4-3)$$

m = Depo Sayısı

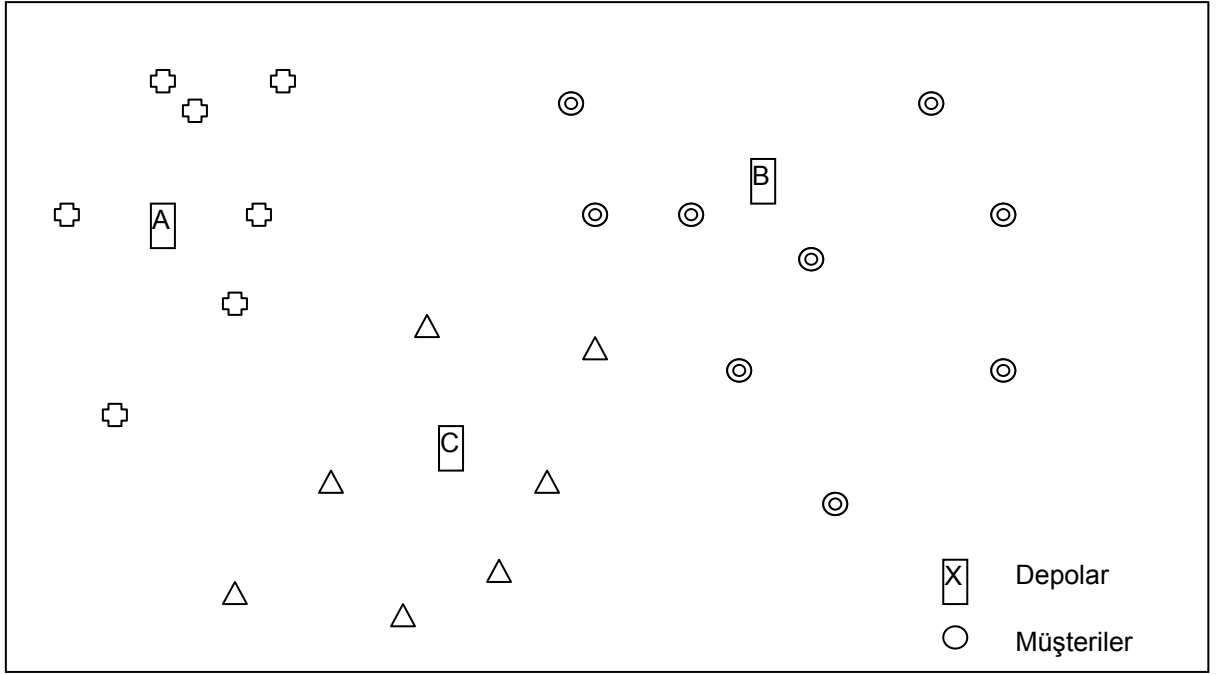
n = Müşteri sayısı

a_i = i deposunun arzı

b_j = j müşterisinin talebi

c_{ij} = i deposundan j müşterisi arasındaki mesafe

x_{ij} = i deposundan j müşterisine sağlanan miktar



Şekil 4-2 Transport Atma Yöntemi Kullanılarak Gruplandırılması

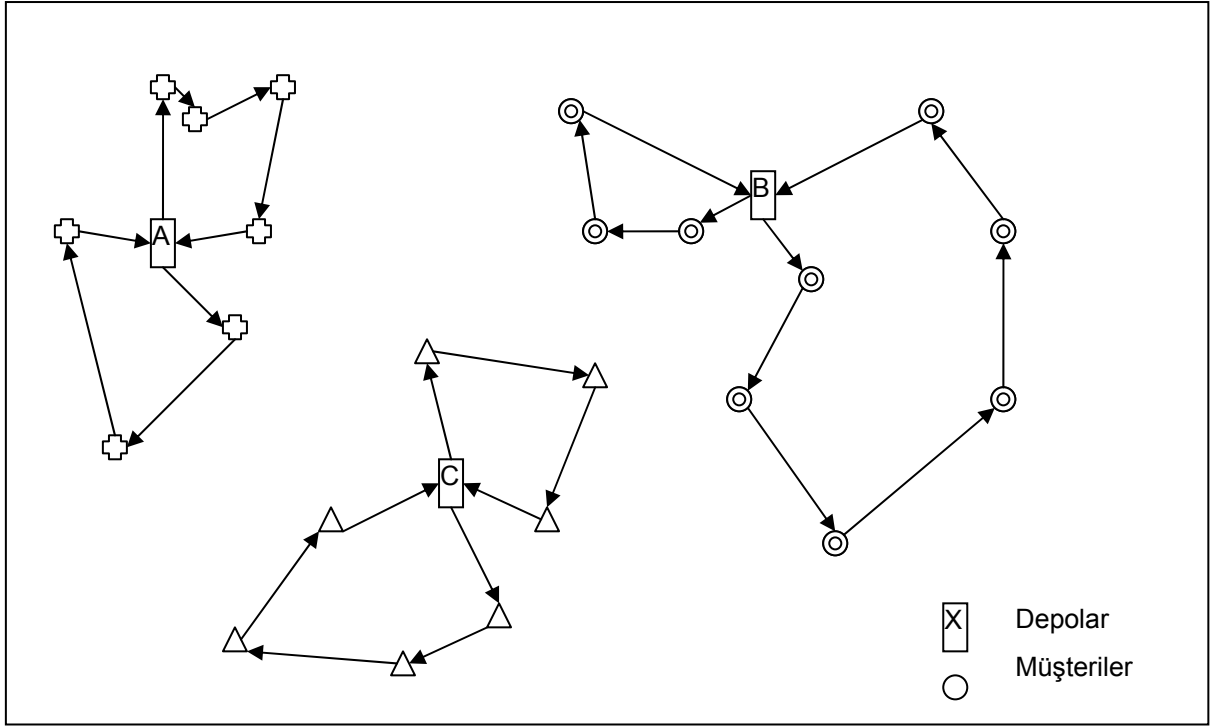
Transport atama yöntemi ile gruplara ayrılan bir Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemi şekil 4-2'deki gibi bir yapıya dönüşebilir. Bu yapıda A,B ve C depoları arz, talep ve müşterilerin uzaklığına göre gruplara ayrılmış ve Tek Depolu Araç Rotalama Problemleri oluşmuştur.

4.3 Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması İle Rotaların Oluşturulması

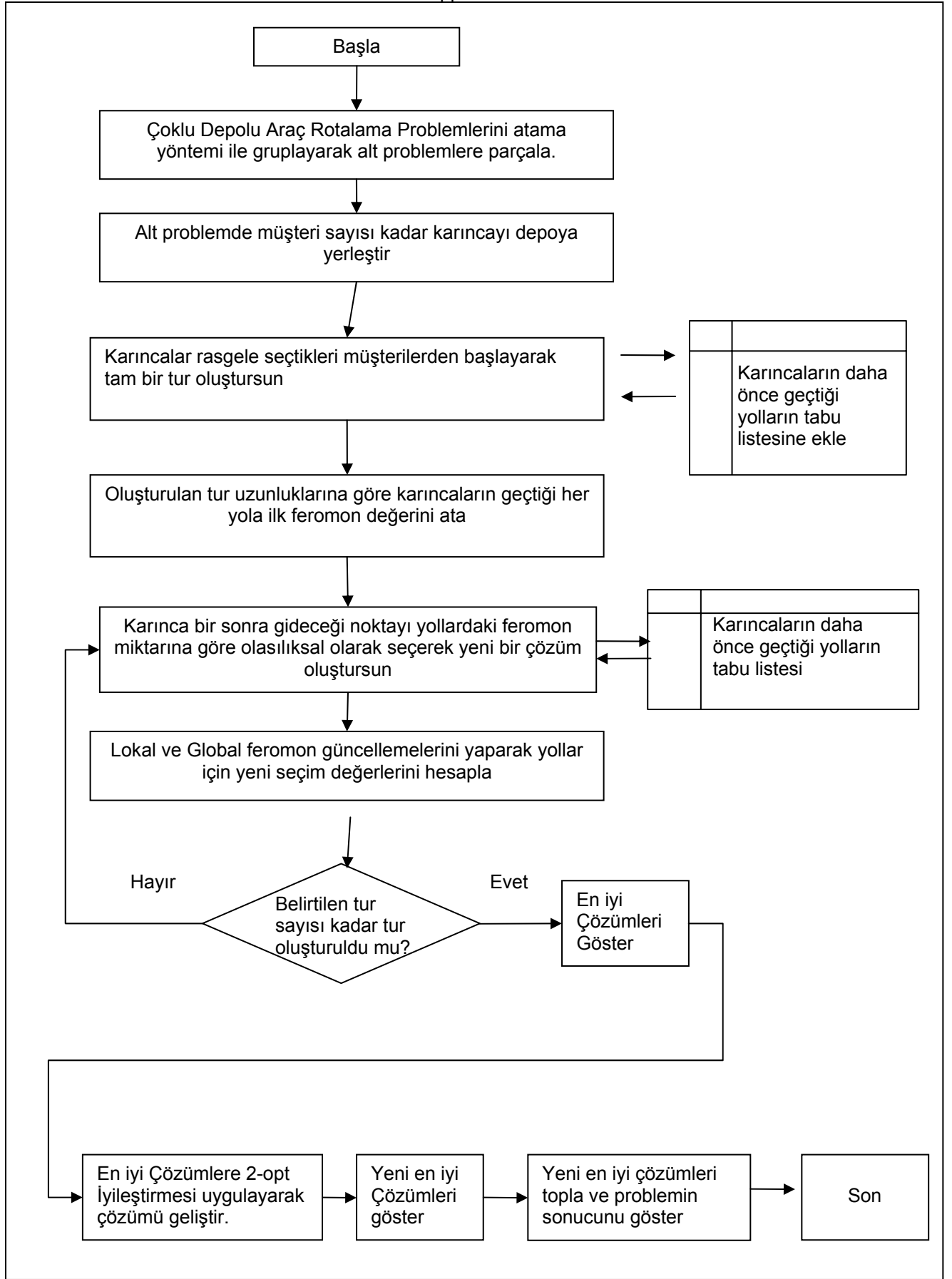
Çözümün birinci aşaması sonucu ortaya çıkan alt problemler Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması ile rotalara ayrılmıştır. Bu aşamada problemdeki araç sayısı kadar rota oluşmaktadır. Karınca Algoritması ile turların oluşturulması:

- Oluşan Tek Depolu Araç Rotalama Probleminin deposuna problemdeki müşteri sayısı kadar karınca yerleştirilir.
- Bu karıncalar ilk feromon değerini sağlamak için her biri bir müşteriye gönderilirler ve o müşteriden başlamak üzere birer tur oluştururlar. Bu tur oluşumunda karıncalar araç kapasitesi veya muhtemel tüm müşterilerin tabu listesine eklenmesi koşullarına göre turlarını tamamlarlar.
- İlk turlar tamamlandıktan sonra tüm muhtemel yollar için seçilme olasılıkları hesaplanır. Bu aşamada tüm yollar için cazibe katsayısı diyebileceğimiz seçilme olasılıkları bulunmuş olunur. Karıncalar tur oluşumu sırasında müşteri seçimlerini bu cazibe katsayılarını esas alacak şekilde yapacaklardır.

- Yolların seçilme olasılıkları hesaplandıktan sonra tüm karıncalar ikinci turlarını oluşturmak üzere depodan başlayarak karınca algoritması ile turlarını oluştururlar.
- İki nokta arasından geçen karınca sayısı, buharlaşma katsayısı ve ilk feromon değerleri hesaba katılır lokal ve global feromon güncellemeler yapılır.
- Durdurma kriteri yani belirtilen tur sayısı sağlanın caya kadar tur oluşturma devam eder.
- En iyi sonuç iyileştirme yapılmak üzere belirlenir.



Şekil 4-3 KKO İle Tüm Alt Problemlerin Rotlarına Ayrılması



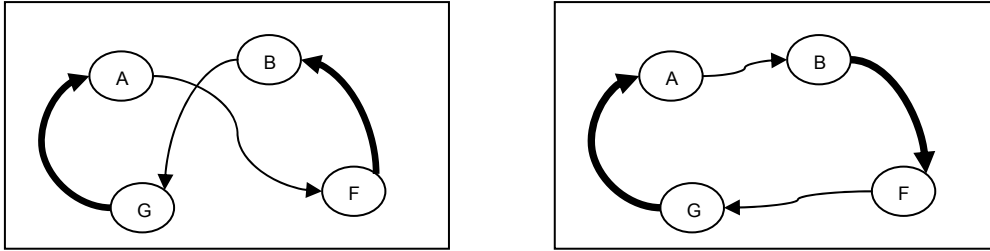
Şekil 4-4 Geliştirilen Algoritmanın Akış Şeması

4.4 2.Opt İyileştirmesinin Uygulanması

Karınca algoritması ile bulunan çözümlere 2.Opt iyileştirme algoritması uygulanarak bulunan rotaların iyileştirilmesi amaçlanmıştır. 2.Opt algoritmasının adımları aşağıda detaylı şekilde açıklanmıştır.

2.Opt. Algoritması çözümde art arda gelen iki müşteri den birer dal çiftleri oluşturmaktadır.

1. İlk olarak oluşan rotadan herhangi bir dal çifti çıkarılır.
2. Rota bozulmayacak şekilde, rota oluşturmuş olan başka bir dal çifti ile yer değiştirilir.
3. Yeni oluşan rota ile önceki rotaya göre gelişme sağlanmış ise dal çiftleri olduğu yerde kalır, aksi durumda rotayı oluşturan tüm dal çiftleri ile yukarıdaki işlemler tekrarlanır.



Şekil 4-5 KKO ile Oluşturulan Rotalara 2. Optimum İyileştirmesi Gösterimi

4.5 Algoritmada Kullanılan Parametreler ve Açıklamaları

Problemlerin çözümü için Karınca Algoritmasının parametreleri Çizelge 4-1'deki gibi belirlenmiştir. Bu parametrelerden q ile gösterilen feromon buharlaşma katsayısıdır ve 0 ile 0,99 arasında değer almıştır. a ile gösterilen alfa parametresidir ve 0,5 ile 15 arasında değerler almıştır. B ile gösterilen parametre Beta parametresi olup 0,5 ile 15 arasında değerler almıştır. Tur sayısı programdaki karıncaların kaç tur atacıklarını göstermektedir. Bu sayı aynı zamanda program için durdurma kriteri olup bu çalışmada çözülen tüm sorular için 100 olarak

belirlenmiştir. Parametrelerden oluşan bu setler deneme numaraları ile takip edilmektedir. Örneğin Pr01-4 nolu çözüm deneme numarası 4 olan parametre seti yani $q=0,7$, $a=5$, $B=10$ ve $TS=100$ ile çözülmüş demektir. Bu parametre setlerinden 11 ve 12 numaralı parametre setleri bulunan en iyi çözüme ait parametre setinin varyasyonlarını denemek amacıyla serbest bırakılmıştır. Böylece en iyi çözüme yakın daha iyi çözümler aranmış olunacaktır.

Çizelge 4-1 Problemleri Çözümünde Kullanılan Parametreler

Deneme No	q	a	B	Tur Sayısı
1	0,5	1	5	100
2	0,7	1	5	100
3	0,7	1	10	100
4	0,7	5	10	100
5	0,9	1	1	100
6	0,9	1	5	100
7	0,9	1	10	100
8	0,99	1	1	100
9	0,99	1	5	100
10	0,99	1	10	100
11	*	*	*	100
12	*	*	*	100

4.6 MDVRP için Seçilen Cordeau'nun Problemleri ve Açıklamalar

MDVRP konusunda literatürde çok az sayıda problem bulunmaktadır. Bu algorithmada Cordeau'nun Problemleri olarak bilinen ve çok detaylı şekilde düzenlenmiş olan problemler kullanılmıştır. Problemler çeşitli Araç Rotalama problemlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. [1]

```

2 1 48 4
500 200
1 -29.730 64.136 2 12 1 4 1 2 4 8
2 -30.664 5.463 7 8 1 4 1 2 4 8
.
.
48 42.883 -2.966 17 10 1 4 1 2 4 8
49 4.163 13.559 0 0 0 0
50 21.387 17.105 0 0 0 0
51 -36.118 49.097 0 0 0 0
52 -31.201 0.235 0 0 0 0

```

Şekil 4-6 Uygulama İçin Seçilen Cordeau'un Problemlerinden Örnek

İlk satırdaki veriler ve açıklamaları;

type m n t

2 1 48 4

type = Problemin Tipi - Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemlerinin numarasıdır.

m = Araç Sayısı – Problemde kullanılacak araç sayısını verir. Aynı zamanda her depodan kaç rota oluşturulacağını gösteren rakamdır.

n = Müşteri Sayısı – Problemde toplam kaç müşteri olduğunu gösterir.

t = Depo Sayısı – Problemdeki depoların sayısını verir. Mu çalışmada geliştirilen yöntem için aynı zamanda kaç alt problem oluştuğunu gösterir.

Daha sonraki t adet satırda aşağıdaki bilgileri göstermektedir.

D Q

500 200

Q = Araçların kapasitesi -200

Daha sonraki n adet satırda müşteriler için aşağıdaki bilgileri içermektedir.

i x y d q f a list e l

i = Müşteri Numarası

x = x koordinatı

y = y koordinatı

q = Müşteri talepleri

Son t adet satır ise depolar için detay bilgileri içermektedir. Eğer problemde 6 adet depo var ise son 6 satırdaki verilerde x ve y koordinatı bilgileri depolara aittir. Problemlerdeki depo numaralarının gösteriminde bu numaralar kullanılır. Örneğin 95 müşterili ve 3 depolu bir problemde depo numaraları 96,97,98 olarak gösterilmektedir ve listenin son t adet satırını

oluşturmaktadır.

4.7 Geliştirilen Algoritmanın Literatür Problemlerine Uygulama Sonuçları

Çözüm için algoritma C# da kodlanmış ve 1024 Mb Ram, Dual-Core 1,8 Ghz işlemcili bir bilgisayarda test edilmiştir. Belirlenen 11 adet problem çözülmüş ve Çizelge 4-2 'de gösterilen değerler bulunmuştur. Bulunan bu değerler mevcut optimum sonuçlarla karşılaştırılmış ve yüzde olarak sapmaları hesaplanmıştır.

Yapılan denemeler sonucu optimuma en yakın sonuç % 3,03 sapma ve 72,18 birimlik fark ile problem PR05'de elde edilmiştir. Çizelge 4-2'de gösterilen tüm problemler için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucu bulunan en iyi sonuçlar Çizelge 4-2'ye taşınmıştır.

Çizelge 4-2 de gösterilen tüm problemlerin müşterilerinin hangi depolara atandıkları çalışmaya ek olarak koyulmuştur.

Çizelge 4-2 Bilinen Optimum Sonuçlar İle Bulunan En İyi Sonuçların Karşılaştırılması

Problem	Bilinen Optimum	Bulunan Sonuç	Fark	Yüzde Sapma
PR01	861,32	968,01	106,69	12,39%
PR02	1307,61	1434,94	127,33	9,74%
PR03	1806,6	1949,55	142,95	7,91%
PR04	2072,52	2317,37	244,85	11,81%
PR05	2385,77	2457,95	72,18	3,03%
PR06	2723,27	2862,57	139,30	5,12%
PR07	1089,56	1229,99	140,43	12,89%
PR08	1666,6	1870,01	203,41	12,21%
P04	1001,59	1101,69	100,10	9,99%
P05	750,03	897,18	147,15	19,62%
P11	3554,18	4043,3	489,12	13,76%

Yüzde Sapma Hesabı;

$$Yüzde\ Sapma = \frac{A - B}{B} \times 100 \quad (4-4)$$

A- Bulunan Sonuç

B- Bilinen Optimum Sonuç

4.7.1 Kodlanan Programın Sonuç Çıktısının Açıklanması

```

PARAMETRELER
FEROMON_SABITI:0,7
ALFA:5
BETA:10
TURSAYISI:100
=====
=====
49 1 210,963793061448 37 7 41 31 32 44 9 35 42 46
TOPLAM: 210,963793061448
50 1 134,090596485865 10 11 34 45 48 6 3 27 22
TOPLAM: 134,090596485865
51 1 432,741708050197 16 26 18 17 5 8 29 20 33 13 1 14 28 4 19 36
TOPLAM: 432,741708050197
52 1 214,056892993378 2 30 39 43 24 47 12 38 21 40 15 25 23
TOPLAM: 214,056892993378
---> TOPLAM: 991,852990590888

```

Program sonuç çıktısında bulunan FEROMON_SABITI: Feromon buharlaşma yüzdesini göstermektedir. Daha sonraki satırlarda da sırasıyla alfa katsayısı, beta katsayı ve tur sayısı gösterilmektedir. Çözüm kısmında ilk depodan başlayarak her depo için araçların oluşturduğu turlar gösterilmektedir. Bu gösterimde her satır için ilk veri depo numarası, ikinci veri tur numarası, üçüncü veri tur uzunluğu ve daha sonra sıra gelen seride turu oluşturan müşterilerin numaralarıdır.

4.7.2 PR01 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

PR01 problemi 4 depolu, 48 müşterili ve kapasitesi 200 olan tek araçlı bir problemdir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 991,85 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,7$, $\alpha = 5$, $\beta = 10$ ve Tur Sayısı= 100 olarak belirlenmiştir. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir:

```

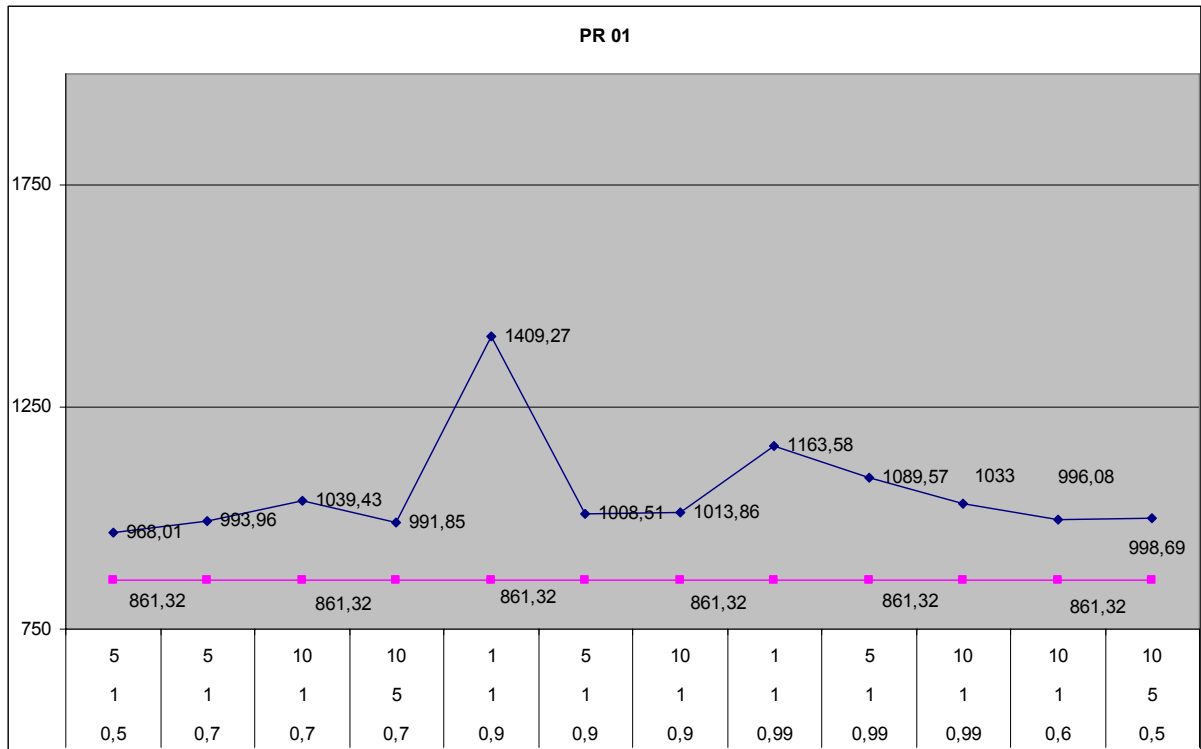
PARAMETRELER
FEROMON_SABITI:0,7
ALFA:5
BETA:10
TURSAYISI:100
=====
=====
49 1 210,963793061448 37 7 41 31 32 44 9 35 42 46
TOPLAM: 210,963793061448
50 1 134,090596485865 10 11 34 45 48 6 3 27 22
TOPLAM: 134,090596485865

```

51 1 432,741708050197 16 26 18 17 5 8 29 20 33 13 1 14 28 4 19 36
 TOPLAM: 432,741708050197
 52 1 214,056892993378 2 30 39 43 24 47 12 38 21 40 15 25 23
 TOPLAM: 214,056892993378
 ---> TOPLAM: 991,852990590888

Çizelge 4-3 PR01 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	968,01	861,32	12,39%
2	0,7	1	5	100	993,96	861,32	15,40%
3	0,7	1	10	100	1039,43	861,32	20,68%
4	0,7	5	10	100	991,85	861,32	15,15%
5	0,9	1	1	100	1409,27	861,32	63,62%
6	0,9	1	5	100	1008,51	861,32	17,09%
7	0,9	1	10	100	1013,86	861,32	17,71%
8	0,99	1	1	100	1163,58	861,32	35,09%
9	0,99	1	5	100	1089,57	861,32	26,50%
10	0,99	1	10	100	1033	861,32	19,93%
11	0,6	1	10	100	996,08	861,32	15,65%
12	0,5	5	10	100	998,69	861,32	15,95%



Şekil 4-7 PR01 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR01 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-1 olarak verilmiştir.

4.7.3 PR02 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

PR02 problemi 4 depolu, 96 müşteri ve kapasiteleri 195 olan 2 araçlı bir problemidir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 1434,94 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,7$, $\alpha = 5$, $\beta = 10$ ve Tur Sayısı= 100 olarak belirlenmiştir. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir:

PARAMETRELER

FEROMON_SABITI:0,7

ALFA:5

BETA:10

TURSAYISI:100

=====

=====

97 1 335,477721582456 81 84 59 70 41 43 13 8 27 68 38 93 92 20 55 74 19 62 73 37

97 2 175,189564105938 44 17 69 9 60 72 25 86 64 16

TOPLAM: 510,667285688394

98 1 234,601796398822 78 33 88 1 47 65 32 87 94 42 5 7

TOPLAM: 234,601796398822

99 1 220,611044873636 96 56 66 36 71 53 12 3 76 50 51 24 80 2 10 48 6

99 2 65,8992199132945 85 22 14 67 18

TOPLAM: 286,510264786931

100 1 104,966591290539 89 52 61 58 57 95 29 54 28 11 21 26 91

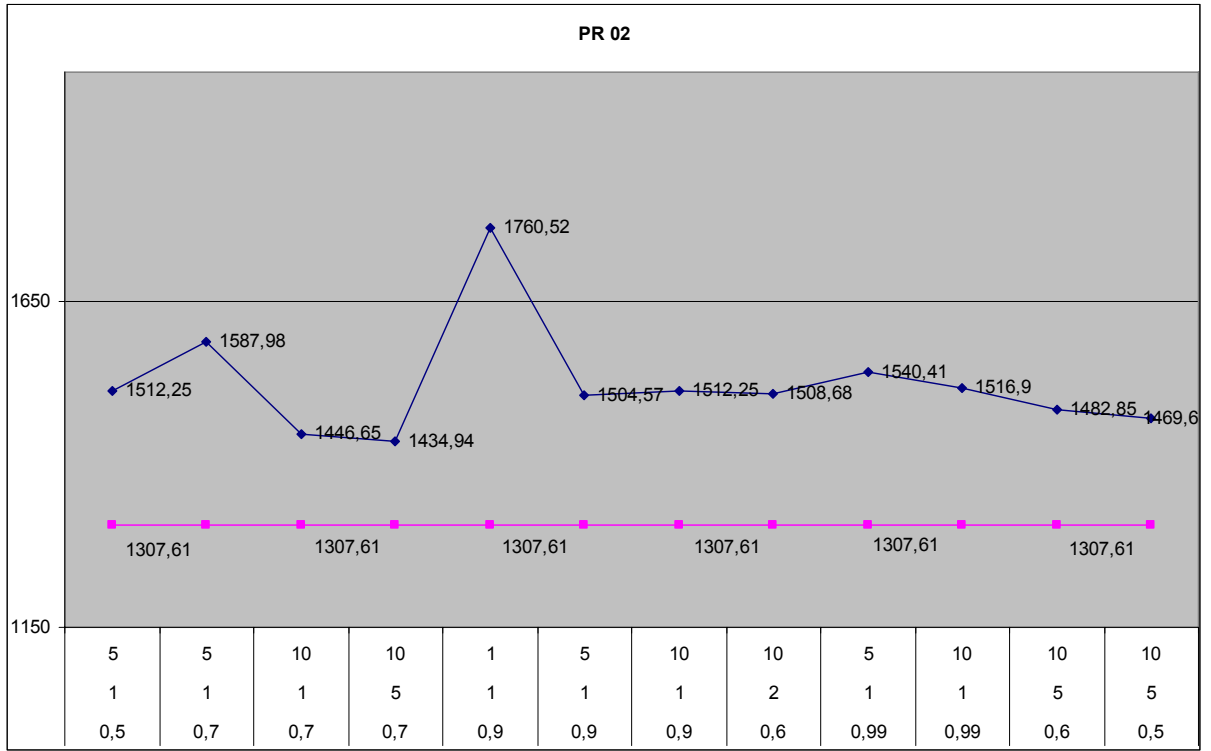
100 2 298,198643529243 45 79 82 35 31 4 77 90 63 34 49 40 75 83 23 30 15

TOPLAM: 403,165234819782

---> TOPLAM: 1434,94458169393

Çizelge 4-4 PR02 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	1512,25	1307,61	15,65%
2	0,7	1	5	100	1587,98	1307,61	21,44%
3	0,7	1	10	100	1446,65	1307,61	10,63%
4	0,7	5	10	100	1434,94	1307,61	9,74%
5	0,9	1	1	100	1760,52	1307,61	34,64%
6	0,9	1	5	100	1504,57	1307,61	15,06%
7	0,9	1	10	100	1512,25	1307,61	15,65%
8	0,6	2	10	100	1508,68	1307,61	15,38%
9	0,99	1	5	100	1540,41	1307,61	17,80%
10	0,99	1	10	100	1516,9	1307,61	16,01%
11	0,6	5	10	100	1482,85	1307,61	13,40%
12	0,5	5	10	100	1469,6	1307,61	12,39%



Şekil 4-8 PR02 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR02 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-2 olarak verilmiştir.

4.7.4 PR03 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

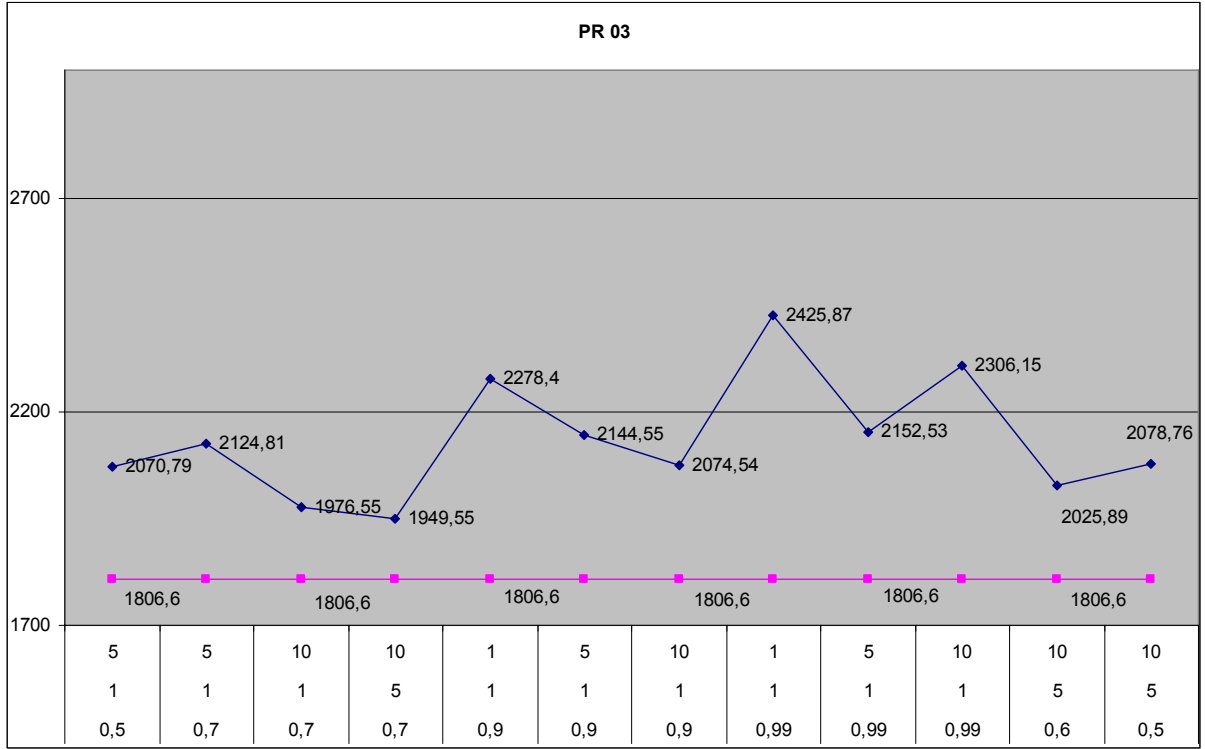
PR03 problemi 4 depolu, 144 müşterili ve kapasiteleri 190 olan 3 araçlı bir problemdir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 1949,55 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,7$, $\alpha = 5$, $\beta = 10$ ve Tur Sayısı = 100 olarak belirlenmiş. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir:

PARAMETRELER
 FEROMON_SABITI:0,7
 ALFA:5
 BETA:10
 TURSAYISI:100
 =====
 =====

145 1 72,8753549649846 39 62 17 91 45 87 129 133 73 14 80 3 139 132 1 95 26
 145 2 199,092860591606 109 107 35 11 71 13 114 27 110 119 69 40 52 88
 145 3 165,843661869488 127 121 10 12 112 50 78
 TOPLAM: 417,811877426079
 146 1 179,508062517152 4 6 51 46 108 37 24 70 79 19 141 74 72 100 101 105 115 83 56
 146 2 350,908802451027 75 117 8 125 34 111 61 36 57 85 67 55 98 49 54 126 68 135
 TOPLAM: 530,416864968179
 147 1 194,348622724881 2 94 102 48 97 64 137 142 113 60 136 89 140 47 131 9
 147 2 116,845656099269 124 44 42 118 144 99 130 23 122 81 32 7
 147 3 244,034575329506 77 30 134 38 20 31 103
 TOPLAM: 555,228854153656
 148 1 99,856000214238 43 104 16 18 123 128 25 58 22 86 21 66 96
 148 2 175,95432642687 5 28 41 15 143 63 92 106 84 138 90 53 59 82 29 65 33
 148 3 150,288621941235 93 120 76 116
 TOPLAM: 416,098948582343
 ---> TOPLAM: 1949,55654513026

Çizelge 4-5 PR03 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	2070,79	1806,6	14,62%
2	0,7	1	5	100	2124,81	1806,6	17,61%
3	0,7	1	10	100	1976,55	1806,6	9,41%
4	0,7	5	10	100	1949,55	1806,6	7,91%
5	0,9	1	1	100	2278,4	1806,6	26,12%
6	0,9	1	5	100	2144,55	1806,6	18,71%
7	0,9	1	10	100	2074,54	1806,6	14,83%
8	0,99	1	1	100	2425,87	1806,6	34,28%
9	0,99	1	5	100	2152,53	1806,6	19,15%
10	0,99	1	10	100	2306,15	1806,6	27,65%
11	0,6	5	10	100	2025,89	1806,6	12,14%
12	0,5	5	10	100	2078,76	1806,6	15,06%



Şekil 4-9 PR03 Problemini Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR03 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-3 olarak verilmiştir.

4.7.5 PR04 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

PR04 problemi 4 depolu, 192 müşterili ve kapasiteleri 185 olan 4 araçlı bir problemdir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 2317,37 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,7$, $\alpha = 1$, $\beta = 10$ ve Tur Sayısı = 100 olarak belirlenmiştir. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir:

PARAMETRELER
FEROMON_SABITI:0,7
ALFA:1
BETA:10
TURSAYISI:100

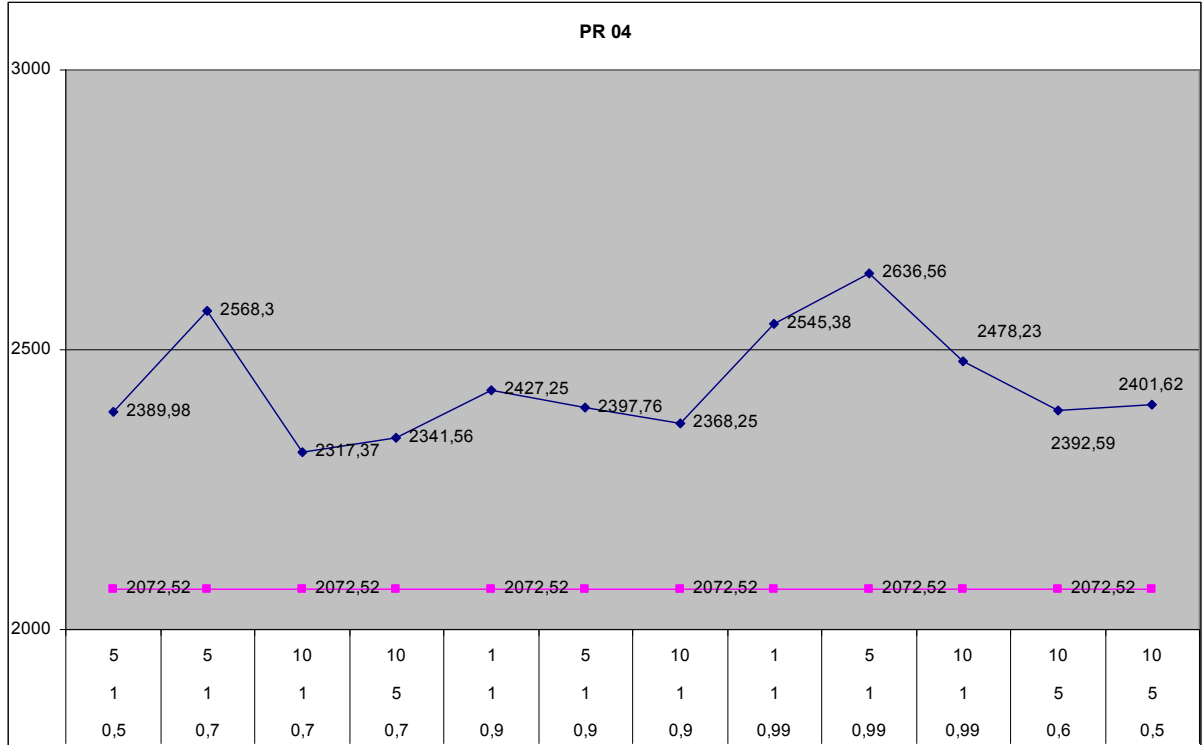
=====

193 1 96,7368814198927 148 154 18 161 180 68 82 104 9 177 71 50 121
193 2 128,233379456709 12 152 165 89 117 65 32 141 42 56
193 3 297,044484220571 115 138 70 13 174 131 176 80 95 5 192 76 181 21 35 67
193 4 50,5286378580934 15 189
TOPLAM: 572,543382955266
194 1 70,2410184773546 137 3 157 145 128 58 178 125 79 173 123 188 38

194 2 201,344651461786 133 107 111 11 73 149 108 142 25 110 150 81 7 72 74
 194 3 337,211738973571 59 129 97 155 60 2 30 46 183 116 57 122 172
 TOPLAM: 608,797408912712
 195 1 76,9967223528981 62 77 10 98 93 22 69 113 27 91 186 135 66
 195 2 140,016488598909 190 14 106 34 16 139 130 167 109 19 39 47 64 24 53
 195 3 237,315856197159 36 168 187 52 160 162 132 85 127 159 55 134
 TOPLAM: 454,329067148966
 196 1 70,1015789331451 144 124 49 63 28 84 136 83 41 94 175 8 37 44 185
 196 2 177,798079748516 112 163 143 164 88 151 182 101 33 171 99 90 153 29 6 54 156 61 191
 196 3 178,529506489727 17 92 87 119 23 45 170 158 4 120 86 1 31 140 51
 196 4 255,276205286201 169 96 26 114 43 102 100 78 184 146 103 179 166 75 126 118
 TOPLAM: 681,705370457589
 ---> TOPLAM: 2317,37522947453

Çizelge 4-6 PR04 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	2389,98	2072,52	15,32%
2	0,7	1	5	100	2568,3	2072,52	23,92%
3	0,7	1	10	100	2317,37	2072,52	11,81%
4	0,7	5	10	100	2341,56	2072,52	12,98%
5	0,9	1	1	100	2427,25	2072,52	17,12%
6	0,9	1	5	100	2397,76	2072,52	15,69%
7	0,9	1	10	100	2368,25	2072,52	14,27%
8	0,99	1	1	100	2545,38	2072,52	22,82%
9	0,99	1	5	100	2636,56	2072,52	27,22%
10	0,99	1	10	100	2478,23	2072,52	19,58%
11	0,6	5	10	100	2392,59	2072,52	15,44%
12	0,5	5	10	100	2401,62	2072,52	15,88%



Şekil 4-10 PR04 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR04 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-4 olarak verilmiştir.

4.7.6 PR05 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

PR05 problemi 4 depolu, 240 müşteri ve kapasiteleri 180 olan 5 araçlı bir problemidir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 2457,95 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,7$, $\alpha = 1$, $\beta = 5$ ve Tur Sayısı = 100 olarak belirlenmiştir. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir:

PARAMETRELER

FEROMON_SABITI:0,7

ALFA:1

BETA:5

TURSAYISI:100

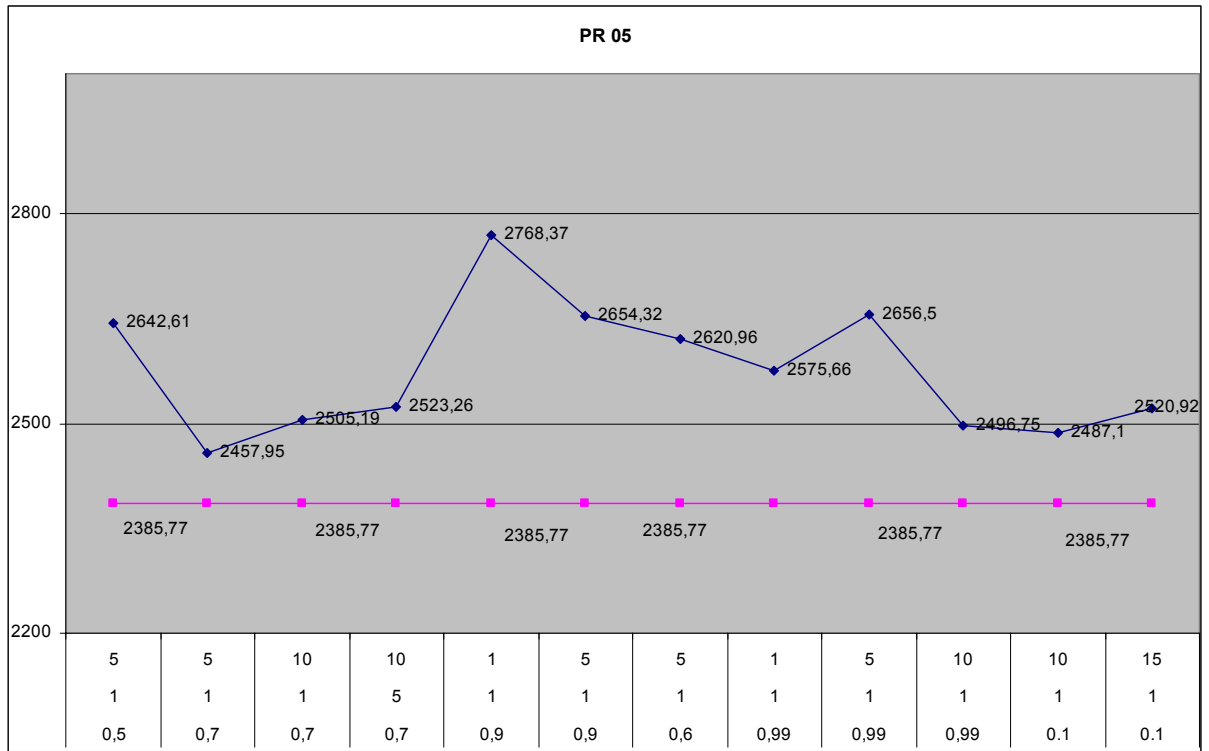
=====

=====

241 1 46,7303287755146 142 203 55 20 80 235 187 29 151 217 102
 241 2 165,758318894414 193 161 11 124 84 60 189 150 149 226 44 96 224 160
 241 3 81,7414353180647 157 158 211 15 4 129 51 39 94 90 154 75
 241 4 160,689069106865 91 33 131 194 57 21 168 48 184 114 200 1 16
 241 5 177,367238441576 81 133 125 214 231 183 197 177 135 61 22
 TOPLAM: 632,286390536435
 242 1 63,672891346323 225 212 121 100 213 101 35 188 105 227 79 132 141 85
 242 2 63,9556586894598 30 162 207 106 64 202 198 77 136 113 87 49 174 137 182
 242 3 163,463597910437 148 59 128 208 97 69
 TOPLAM: 291,09214794622
 243 1 149,752487287369 145 108 118 146 62 139 140 138 171 236 42 120 53 103
 243 2 70,9686867879181 32 12 206 9 190 66 73 24 192 185 112
 243 3 124,481723795136 5 166 170 3 10 205 107 13 111 156 175 37 230
 243 4 247,357448476649 181 83 28 116 172 195 82 8 45 199 41 38 89 219 186
 243 5 265,625107481107 74 6 222 31 167 191 126 152 169 234 25
 TOPLAM: 858,185453828179
 244 1 62,8648200054323 238 143 72 221 240 201 123 204 34 239 43 237 179
 244 2 94,7304257650608 18 54 36 153 56 165 115 210 173 65 67 119 163
 244 3 140,989598129491 144 23 196 26 99 218 229 127 233 40 216 47 68 76 130 95
 244 4 209,952757302443 88 50 71 164 178 176 109 70 46 52 110 98
 244 5 167,851856536468 17 63 122 27 215 2 147 232 134 7 14 155 58
 TOPLAM: 676,389457738895
 ---> TOPLAM: 2457,95345004973

Çizelge 4-7 PR05 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	2642,61	2385,77	10,77%
2	0,7	1	5	100	2457,95	2385,77	3,03%
3	0,7	1	10	100	2505,19	2385,77	5,01%
4	0,7	5	10	100	2523,26	2385,77	5,76%
5	0,9	1	1	100	2768,37	2385,77	16,04%
6	0,9	1	5	100	2654,32	2385,77	11,26%
7	0,6	1	5	100	2620,96	2385,77	9,86%
8	0,99	1	1	100	2575,66	2385,77	7,96%
9	0,99	1	5	100	2656,5	2385,77	11,35%
10	0,99	1	10	100	2496,75	2385,77	4,65%
11	0.1	1	10	100	2487,1	2385,77	4,25%
12	0.1	1	15	100	2520,92	2385,77	5,66%



Şekil 4-11 PR05 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR05 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-5 olarak verilmiştir.

4.7.7 PR06 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

PR06 problemi 4 depolu, 288 müşterili ve kapasiteleri 175 olan 6 araçlı bir problemidir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 2862,79 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,9$, $\alpha = 1$, $\beta = 5$ ve Tur Sayısı= 100 olarak belirlenmiş. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir:

PARAMETRELER

FEROMON_SABITI:0,9

ALFA:1

BETA:5

TURSAYISI:100

=====

=====

289 1 61,39676260546 86 281 180 39 264 172 77 72 265 160 218 285 11

289 2 117,568357358636 253 277 60 28 273 150 20 243 105 8 90 131 112 41

289 3 211,78978029249 190 118 176 125 117 120 186 263 258 142 59 136 104 140 213 147

289 4 206,432110871808 220 194 256 276 25 251 185 44 224 266 69 200 169 248 110

289 5 167,308149277248 119 275

TOPLAM: 764,355160405641

290 1 48,2246873475606 38 245 221 17 146 204 54 217 173 3 242 231 255 184

290 2 59,275772268297 156 179 111 109 153 247 67 49 254 269 262

290 3 172,168646727826 177 66 114 101 198 148 288 280 144 51 10 56 24 257 193 35 5 171 15

290 4 124,292510144929 100 282 272 135 75 202 165 187 27 235 92 4 79 31

290 5 311,029790926452 284 53 233 260 115 283 32 157 240 89 71 85 222 152 48 43 70 158

290 6 195,02031386369 61 226

TOPLAM: 910,54172127876

291 1 68,024026785768 106 228 139 81 167 33 215 84 76 122 143 278 230

291 2 70,18712192218193 98 252 102 195 267 166 129 196 162 241 52 46 26 123 36 219

291 3 143,092149537461 19 246 163 47 108 12 30 121 128 182 201 132 271 214 6

291 4 94,52203384441 175 270 87 74 137 78 216 261 138 229 210 55 279

291 5 122,986596613927 14 116 91 286 159 80 205 103 34 287 197

291 6 165,689871114016 130 238 29 88 259 225 199 9 189 141 37 192 154

TOPLAM: 664,457642550241

292 1 73,9733667508431 181 211 145 83 168 232 107 191 223 236 133 188 249 127 99 95

292 2 83,52528929006 40 209 58 268 18 82 203 239 227 155

292 3 66,8858284603594 237 65 274 2 96 126 62 57 23 64 151 250 13 113

292 4 190,495362713193 73 174 63 134 244 178 207 208 97 234 16 50 170 183 206

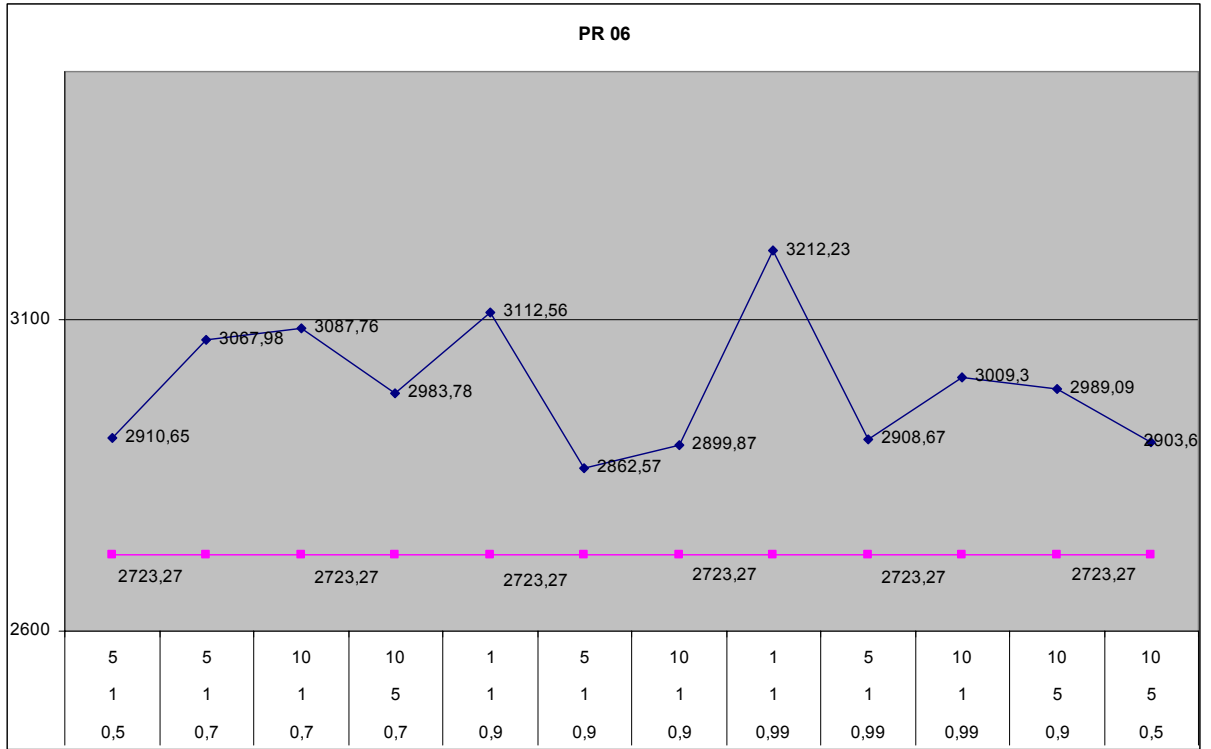
292 5 108,519598068887 7 94

TOPLAM: 523,39645283342

---> TOPLAM: 2862,79216951798

Çizelge 4-8 PR06 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	2910,65	2723,27	6,88%
2	0,7	1	5	100	3067,98	2723,27	12,66%
3	0,7	1	10	100	3087,76	2723,27	13,38%
4	0,7	5	10	100	2983,78	2723,27	9,57%
5	0,9	1	1	100	3112,56	2723,27	14,29%
6	0,9	1	5	100	2862,57	2723,27	5,12%
7	0,9	1	10	100	2899,87	2723,27	6,48%
8	0,99	1	1	100	3212,23	2723,27	17,95%
9	0,99	1	5	100	2908,67	2723,27	6,81%
10	0,99	1	10	100	3009,3	2723,27	10,50%
11	0,9	5	10	100	2989,09	2723,27	9,76%
12	0,5	5	10	100	2903,6	2723,27	6,62%



Şekil 4-12 PR06 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR06 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-6 olarak verilmiştir.

4.7.8 PR07 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

PR07 problemi 6 depolu, 72 müşterili ve kapasitesi 200 olan tek araçlı bir problemidir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için

daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 1229,99 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,7$, $\alpha = 1$, $\beta = 10$ ve Tur Sayısı= 100 olarak belirlenmiş. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir

PARAMETRELER

FEROMON_SABITI:0,7

ALFA:1

BETA:10

TURSAYISI:100

=====

=====

73 1 206,311965531681 36 18 20 31 27 60 10 65 33 71

TOPLAM: 206,311965531681

74 1 282,418779480309 68 12 17 51 59 61 49 7 43 37 26 23 64 47 41 50

TOPLAM: 282,418779480309

75 1 125,659409357793 69 62 44 34 22 54 56 3 16 15 45 8

TOPLAM: 125,659409357793

76 1 278,946860052555 52 29 4 55 13 28 46 53 72 5 63 24 57

TOPLAM: 278,946860052555

77 1 225,9842698164 66 48 21 40 67 14 70 30 9 19 42 11 58 6

TOPLAM: 225,9842698164

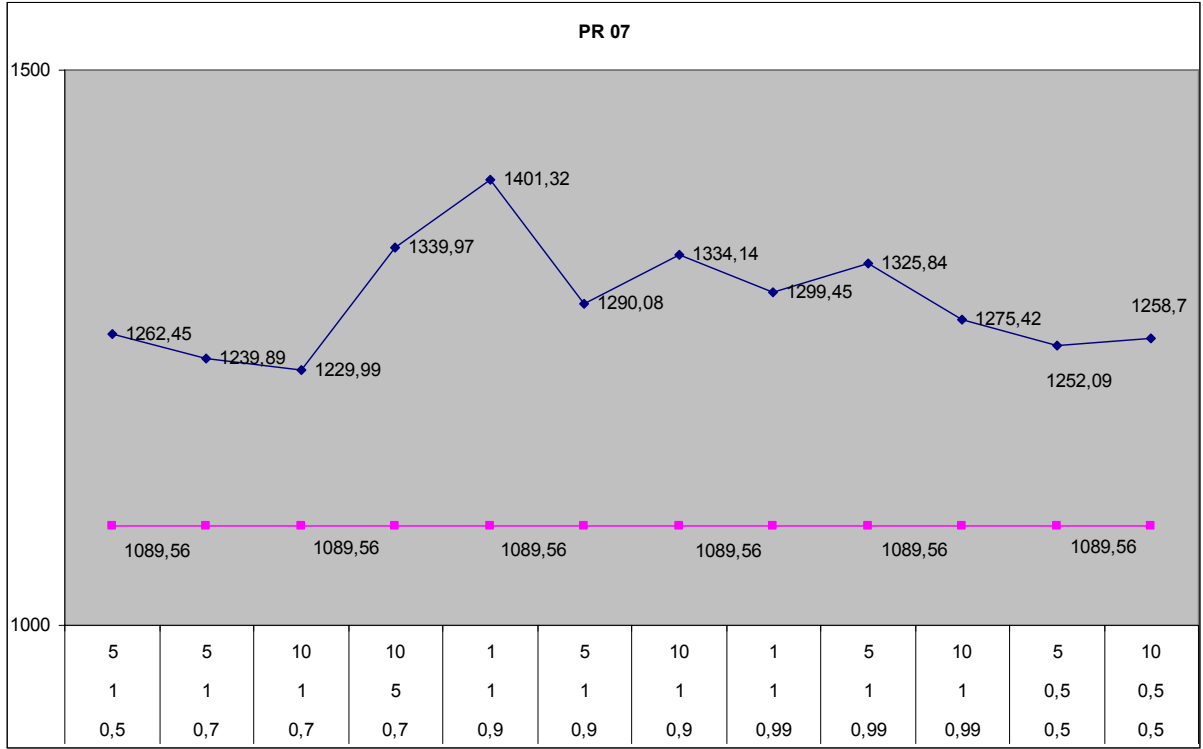
78 1 110,675967107357 25 32 39 38 2 35

TOPLAM: 110,675967107357

---> TOPLAM: 1229,99725134609

Çizelge 4-9 PR07 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	1262,45	1089,56	15,87%
2	0,7	1	5	100	1239,89	1089,56	13,80%
3	0,7	1	10	100	1229,99	1089,56	12,89%
4	0,7	5	10	100	1339,97	1089,56	22,98%
5	0,9	1	1	100	1401,32	1089,56	28,61%
6	0,9	1	5	100	1290,08	1089,56	18,40%
7	0,9	1	10	100	1334,14	1089,56	22,45%
8	0,99	1	1	100	1299,45	1089,56	19,26%
9	0,99	1	5	100	1325,84	1089,56	21,69%
10	0,99	1	10	100	1275,42	1089,56	17,06%
11	0,5	0,5	5	100	1252,09	1089,56	14,92%
12	0,5	0,5	10	100	1258,7	1089,56	15,52%



Şekil 4-13 PR07 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR07 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-7 olarak verilmiştir.

4.7.9 PR08 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karlaştırılması

PR08 problemi 6 depolu, 144 müşterili ve kapasiteleri 190 olan 2 araçlı bir problemdir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 1870,01 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,9$, $\alpha = 1$, $\beta = 10$ ve Tur Sayısı= 100 olarak belirlenmiştir. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir

PARAMETRELER

FEROMON_SABITI:0,7

ALFA:1

BETA:10

TURSAYISI:100

=====

=====

145 1 186,895645414786 40 53 129 28 102 101 25 63 34 109 122 7 29 57 80 27

145 2 306,490981462827 39 47 66 11 114 93 141 84 73 96 82 116

TOPLAM: 493,386626877613

146 1 134,153922355544 23 50 42 35 10 104 133 106 74 97 127 140 90 8 38 16

146 2 177,884245731272 22 61 113 128 103 4 18 118 51

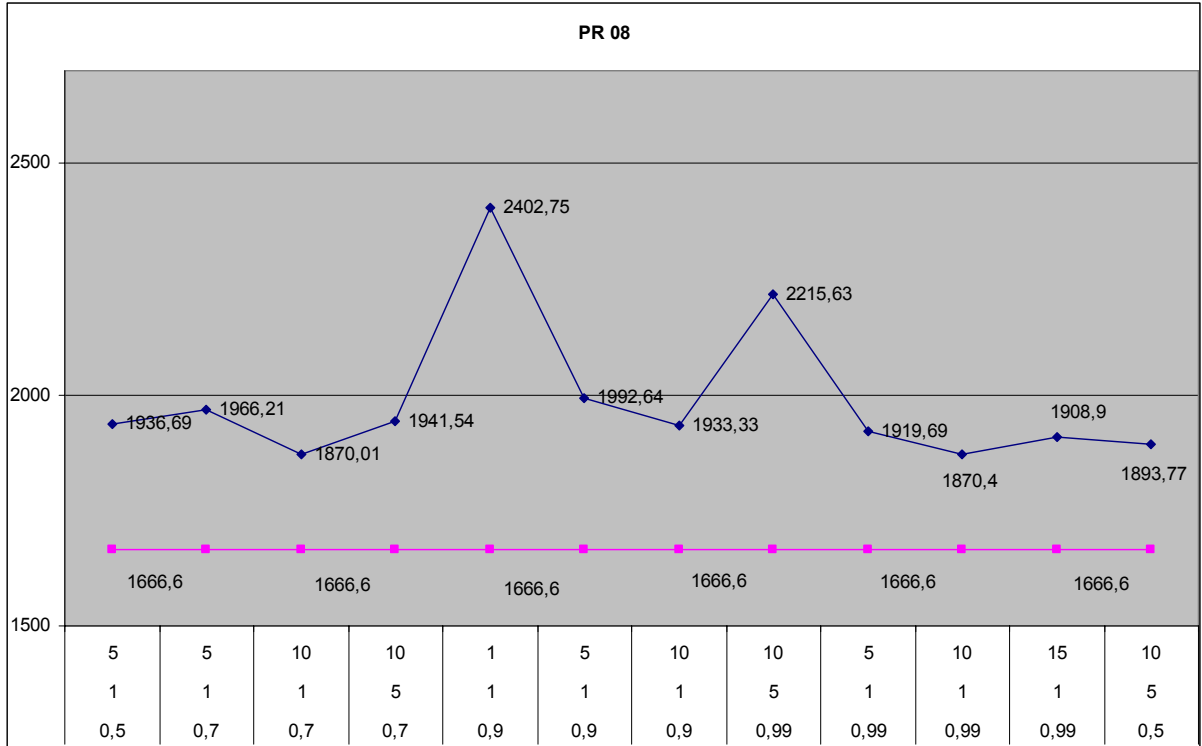
TOPLAM: 312,038168086816

147 1 130,935262033218 91 33 32 62 136 41 92 56 46 135 24 15 125

147 2 180,775772940716 45 68 108 121 119 37 88 126
 TOPLAM: 311,711034973934
 148 1 294,997368170446 19 132 65 77 5 3 139 134 142 12 120 26 110 9 69 143 49
 TOPLAM: 294,997368170446
 149 1 114,367030374391 21 107 83 64 85 1 76 138 112 14 105 79 70
 149 2 123,062513627055 36 124 52 95 86 89 94 60 58 100 30 2 48
 TOPLAM: 237,429544001445
 150 1 146,810355714362 54 59 72 144 43 81 55 98 130 111 20 78 17
 150 2 73,6403914886949 44 123 75 71 99 115 13
 TOPLAM: 220,450747203057
 ---> TOPLAM: 1870,01348931331

Çizelge 4-10 PR08 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	1936,69	1666,6	16,21%
2	0,7	1	5	100	1966,21	1666,6	17,98%
3	0,7	1	10	100	1870,01	1666,6	12,21%
4	0,7	5	10	100	1941,54	1666,6	16,50%
5	0,9	1	1	100	2402,75	1666,6	44,17%
6	0,9	1	5	100	1992,64	1666,6	19,56%
7	0,9	1	10	100	1933,33	1666,6	16,00%
8	0,99	5	10	100	2215,63	1666,6	32,94%
9	0,99	1	5	100	1919,69	1666,6	15,19%
10	0,99	1	10	100	1870,4	1666,6	12,23%
11	0,99	1	15	100	1908,9	1666,6	14,54%
12	0,5	5	10	100	1893,77	1666,6	13,63%



Şekil 4-14 PR08 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

PR08 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-8 olarak verilmiştir.

4.7.10 P04 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

P04 problemi 2 depolu, 100 müşteri ve kapasiteleri 100 olan 8 araçlı bir problemidir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 1101,69 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,9$, $\alpha = 1$, $\beta = 5$ ve Tur Sayısı= 100 olarak belirlenmiş. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir

PARAMETRELER

FEROMON_SABITI:0,9

ALFA:1

BETA:5

TURSAYISI:100

=====

=====

101 1 61,4643319607508 2 57 15 43 42 87 97 95 94

101 2 48,9335103558076 58 40 21 73 72 74 22 41

101 3 51,6028717651801 13 6 96 99 59 92 37 98 85

101 4 83,3068331835284 53 26 12 54 55 25 39

101 5 92,3069298002361 89 60 5 84 17 61 16 86

101 6 115,459905650172 14 44 38 91 100 93 75

101 7 111,133933559759 4 56 23 67 24

TOPLAM: 564,208316275434

102 1 61,0745655866277 31 88 7 82 48 47

102 2 89,7099599729604 70 30 20 66 65 71 35

102 3 54,1121159095299 69 1 50 76 77 3 79 33

102 4 88,1063268382186 27 28 80 68 29 78 34

102 5 116,126275173066 52 18 83 45 8 46 36 49 64

102 6 76,6599332152203 62 10 32 90 63 11 19

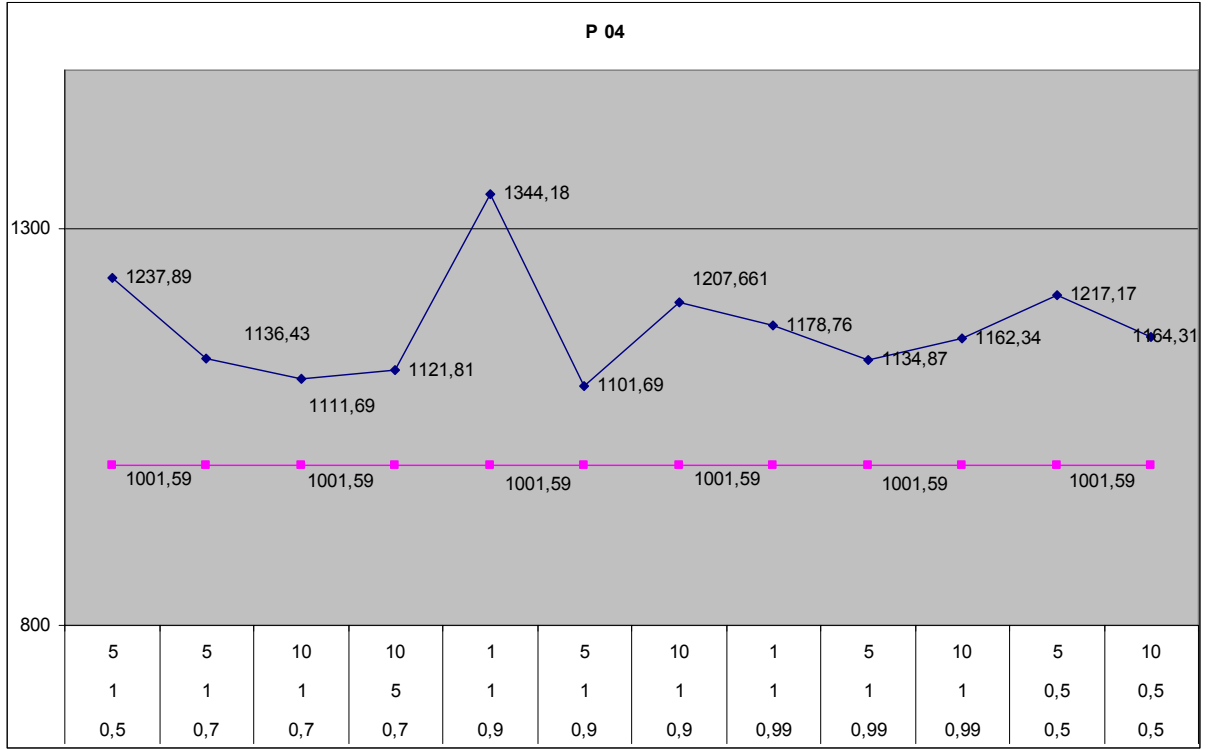
102 7 51,696297822523 9 81 51

TOPLAM: 537,485474518146

---> TOPLAM: 1101,69379079358

Çizelge 4-11 P04 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	1237,89	1001,59	23,59%
2	0,7	1	5	100	1136,43	1001,59	13,46%
3	0,7	1	10	100	1111,69	1001,59	10,99%
4	0,7	5	10	100	1121,81	1001,59	12,00%
5	0,9	1	1	100	1344,18	1001,59	34,20%
6	0,9	1	5	100	1101,69	1001,59	9,99%
7	0,9	1	10	100	1207,661	1001,59	20,57%
8	0,99	1	1	100	1178,76	1001,59	17,69%
9	0,99	1	5	100	1134,87	1001,59	13,31%
10	0,99	1	10	100	1162,34	1001,59	16,05%
11	0,5	0,5	5	100	1217,17	1001,59	21,52%
12	0,5	0,5	10	100	1164,31	1001,59	16,25%



Şekil 4-15 P04 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

P04 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-9 olarak verilmiştir.

4.7.11 P05 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karşılaştırılması

P05 problemi 2 depolu, 100 müşterili ve kapasiteleri 200 olan 5 araçlı bir problemdir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 897,18 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,5$, $\alpha = 1$, $\beta = 5$ ve Tur Sayısı = 100 olarak belirlenmiştir. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir

PARAMETRELER
 FEROMON_SABITI:0,5
 ALFA:1
 BETA:5
 TURSAYISI:100

=====

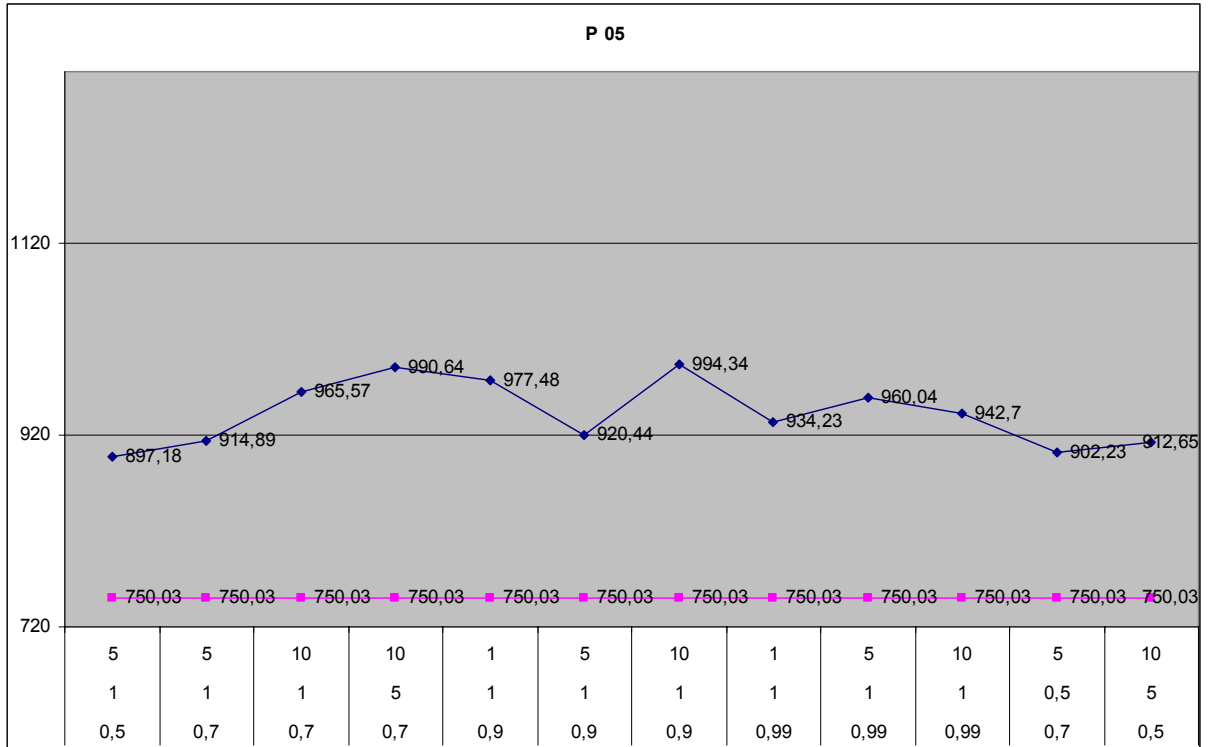
=====

101 1 107,010477082986 83 60 5 84 17 45 8 82 48 47 36 49 19
 101 2 78,6873631657827 18 52 27 89 6 94 95 97 92 59 99 96 93 85
 101 3 133,362199745685 61 16 91 100 37 98 87 2 57 15 43 42 14 44 38 86
 101 4 176,284372815263 31 88 7 62 10 32 90 63 11 64 46 13
 TOPLAM: 495,344412809716
 102 1 89,8843344606722 80 68 77 3 79 33 81 9 51 20 30 70 69 1

102 2 103,251940355757 12 26 28 53 58 40 21 73 72 74 22 41 75 56 39
 102 3 190,262910003366 54 4 55 25 67 23 24 29 78 34 35 71 65 66 50
 102 4 18,4390889145858 76
 TOPLAM: 401,838273734381
 ---> TOPLAM: 897,182686544097

Çizelge 4-12 P05 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	897,18	750,03	19,62%
2	0,7	1	5	100	914,89	750,03	21,98%
3	0,7	1	10	100	965,57	750,03	28,74%
4	0,7	5	10	100	990,64	750,03	32,08%
5	0,9	1	1	100	977,48	750,03	30,33%
6	0,9	1	5	100	920,44	750,03	22,72%
7	0,9	1	10	100	994,34	750,03	32,57%
8	0,99	1	1	100	934,23	750,03	24,56%
9	0,99	1	5	100	960,04	750,03	28,00%
10	0,99	1	10	100	942,7	750,03	25,69%
11	0,7	0,5	5	100	902,23	750,03	20,29%
12	0,5	5	10	100	912,65	750,03	21,68%



Şekil 4-16 P05 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

P05 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-10 olarak verilmiştir.

4.7.12 P11 Problemi İçin Bulunan Çözümler ve Optimumla Karılaştırılması

P11 problemi 5 depolu, 249 müşteri ve kapasiteleri 500 olan 6 araçlı bir problemidir. Bu problemin çözümü için geliştirilen algoritma ilk olarak problemi depo sayısı kadar alt problemlere ayırmıştır. Daha sonra bu alt problemleri araç sayısı kadar rotalara ayırmıştır. Oluşan her rotanın sonucunu toplanarak problemin sonucu olarak göstermiştir. Çözüm için daha önceden belirlenen parametre setleri tek tek uygulanmıştır. Bulunan en iyi değer 4043,30 olarak ve bu değeri veren parametrelerde $q = 0,7$, $\alpha = 1$, $\beta = 10$ ve Tur Sayısı= 100 olarak belirlenmiş. Bulunan en iyi değer sonucu ortaya çıkan rotalar şöyledir:

PARAMETRELER

FEROMON_SABITI:0,7

ALFA:1

BETA:10

TURSAYISI:100

=====

=====

250 1 179,987583862157 111 236 23 120 22 44 199 200 179 161 45 212 107 14 143 174

250 2 111,487469622765 196 48 128 98 240 117 92

250 3 122,0641368107 222 85 105 132 97 29 227 20 109

250 4 183,971057458251 178 210 41 110 60 158 171 181 169 243

250 5 177,477943020631 165 6 16 116 126 141 25 37

TOPLAM: 774,988190774504

251 1 136,502456871401 175 55 47 168 66 113 103 80 194 197 42 10

251 2 200,006369668176 17 24 40 127 147 134 159 51 67 32 78 201

251 3 121,340472594677 136 176 233 39 102 15 219 75 162 59

251 4 206,684298355575 226 52 84 146 122 43 223 225 241 11 214 131 238 56

251 5 86,7375530692194 38 242

TOPLAM: 751,271150559048

252 1 108,243273550048 239 35 119 218 184 192 144 156 28

252 2 248,070573584002 182 95 34 188 87 154 76 4 164 7 160 246 208 152 180

252 3 154,502486376402 245 94 151 86 149 247 88 50 77 91

252 4 103,479836020603 216 63 46 93 187

TOPLAM: 614,296169531055

253 1 152,103194368455 27 173 137 18 54 204 198 73 96 112 8 190

253 2 166,431514501093 195 2 170 230 26 148 114 101 193 57 203 235

253 3 119,833115782165 217 83 206 65 220 36 183 58

253 4 119,333526198401 125 64 163 224 82 157

253 5 228,548641080474 228 53 150 189 121 248 89 167 13 9 153

253 6 156,044796801173 69 177 237 62 249 135 3 118 123

TOPLAM: 942,294788731762

254 1 116,289494575434 191 5 133 12 49 124 30 207 166 185 19

254 2 175,900076060603 79 72 33 234 68 142 232 70 99 108 244

254 3 253,581796214062 90 61 211 129 221 130 205 31 71 229 1 139 202

254 4 148,629360403228 138 21 186 81 100 145 115 209

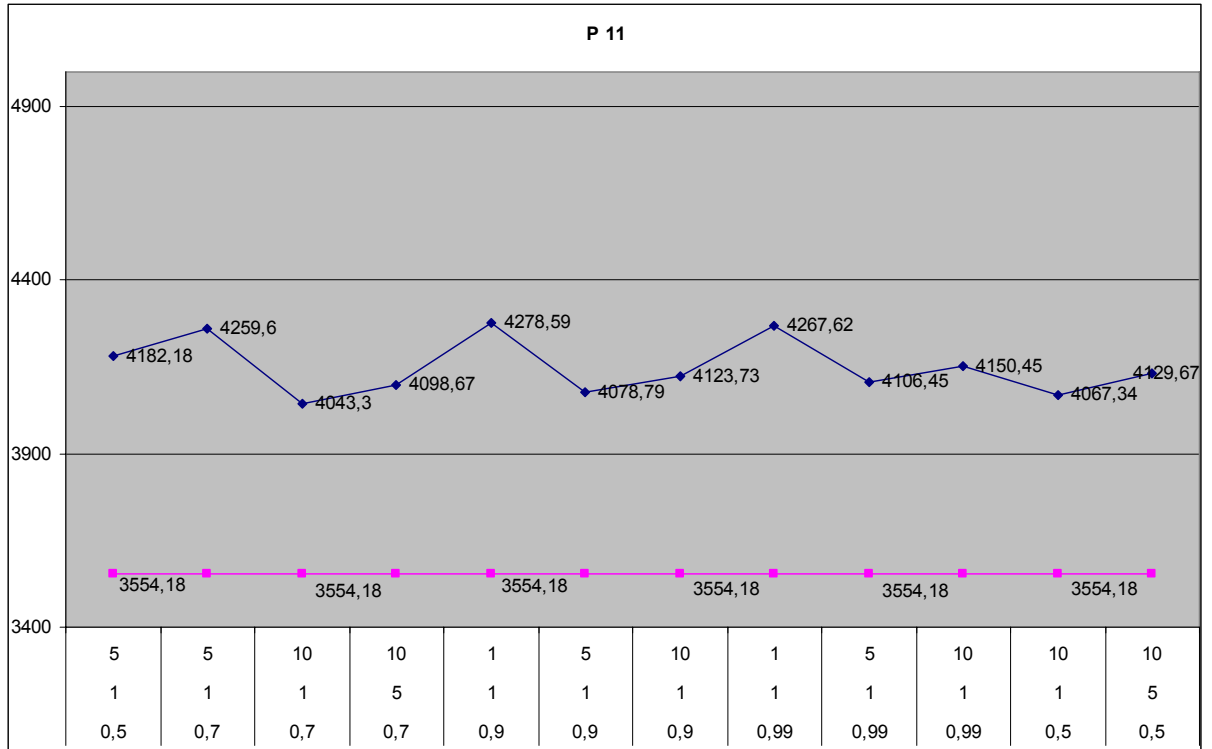
254 5 266,057827305048 213 215 104 74 140 172 155 231

TOPLAM: 960,458554558374

---> TOPLAM: 4043,30885415474

Çizelge 4-13 P11 Problemi İçin 12 Parametre Seti Sonuçları

D. No	q	α	β	Tur Sayısı	Bulunan Sonuç	Bilinen Optimum	Yüzde Sapma
1	0,5	1	5	100	4182,18	3554,18	17,67%
2	0,7	1	5	100	4259,6	3554,18	19,85%
3	0,7	1	10	100	4043,3	3554,18	13,76%
4	0,7	5	10	100	4098,67	3554,18	15,32%
5	0,9	1	1	100	4278,59	3554,18	20,38%
6	0,9	1	5	100	4078,79	3554,18	14,76%
7	0,9	1	10	100	4123,73	3554,18	16,02%
8	0,99	1	1	100	4267,62	3554,18	20,07%
9	0,99	1	5	100	4106,45	3554,18	15,54%
10	0,99	1	10	100	4150,45	3554,18	16,78%
11	0,5	1	10	100	4067,34	3554,18	14,44%
12	0,5	5	10	100	4129,67	3554,18	16,19%



Şekil 4-17 P11 Problemi Çözümlerinin Grafik Üzerinde Gösterimi

P11 problemin çözülmesiyle elde edilen depo atama sonuçları Ek-11 olarak verilmiştir.

4.8 Uygulamadan Elde Edilen Sonuçlar ve Değerlendirmeler

Geliştirilen algoritmanın literatürdeki problemleri uygulanması sonucu tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Buharlaşma katsayısı, alfa ve beta katsayıları için belirlenen parametre değerleri için Courdeu'nun problemlerinden seçilenler çözülmüştür. Bu çözümler sonucu optimuma en yakın sonuç % 3,03 sapma ve 72,18 birimlik fark ile $q=0.7$, $a=1$ ve $B=5$ parametre değerleri kullanılarak problem PR05'de elde edilmiştir. Yine aynı problemde $q=0.1$, $a=1$ ve $B=10$ parametreleri kullanılarak % 4,25 sapmalı sonuç elde edilmiştir.

Seçilen problemlerin çözümlerinde bulunan sonuçlar optimumları ile karşılaştırıldığında, 5 Problemde % 10'un altında sapmaya ulaşılmış, 6 problemin çözümünde de % 10–20 arasında sapmalara ulaşılmıştır. Çözüm aşamasında problemdeki müşteri ve depo sayısının bulunan en iyi sonuçlar ve çözüm zamanı üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Çözüm zamanını etkileyen en önemli faktörlerden tur sayısıdır.

Alfa parametresi artırıldıkça çözümün optimumdan uzaklaştığı saptanmıştır. Beta parametresinde ise değer artırıldıkça optimum çözüme daha yakın sonuçlar elde edilmiştir.

5 SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Araç Rotalama Problemleri tüm müşteri taleplerini, araçları ve depoları kullanarak minimum maliyet, zaman ve tur uzunlu amaçlarıyla karşılamaya çalışılan problemlerdir. Np-zor sınıfına dahil oldukça karmaşık ve çözümü çok zor olan problemlerdir. Çözümü için çok çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Karınca Kolonisi algoritması ARP'lerin çözümü için kullanılan popülasyon tabanlı bir yöntemdir.

Bu çalışmada ilk olarak Araç Rotalama türleri ve çözüm yöntemleri anlatılmıştır. Daha sonra bu çözüm yöntemlerinden Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması ve türleri anlatılmıştır. Son olarak Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemlerini çözmek amacıyla geliştirilen KKO algoritması literatürdeki problemlere uygulanmıştır.

Çalışmada Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemlerini çözmek amacıyla Karınca Kolonisi Algoritmasını içeren üç aşamalı bir yöntem geliştirilmiştir.

İlk aşamada Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemleri Transport atama yöntemi kullanılarak tekli depolu problemlere dönüştürülmüştür. Buradaki amaç çok zor olan problemin çözüm aşamasının depo ve müşteri sayısı azaltılarak kolaylaştırılmasıdır. Müşteriler bu yöntemde depolara olan uzaklıkları, talepleri ve depoların arzlarına göre gruplara ayrılıp depolara atanmışlardır. Oluşan bu tek depolu problemlerin çözümleri toplamı problemin genel çözümünü vermektedir.

İkinci aşamada tek depolu problemler Karınca Kolonisi Algoritması ile rotalara ayrılmışlardır. Bu aşamada müşteri sayısı kadar karınca kullanılmış, lokal ve global feromon güncellemeleri yapılmış ve her problem için 100 turluk çözümler oluşturulmuştur. Oluşan en iyi turlar seçilerek geliştirilmek üzere üçüncü aşamaya gönderilmiştir.

Üçüncü aşamada oluşan en iyi turlar 2.Opt iyileştirme yöntemi kullanılarak geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu sürecin sonucunda iyileştirme sağlanmışsa yeni değerler, sağlanmamışsa eski en iyi değer probleminin sonucunu oluşturmuştur.

Bu algoritmanın uygulanması sonucu literatür problemlerinde optimum sonuçlar geliştirilememiş ancak yakın sonuçlar elde edilmiştir. Problemin zorluğu göz önünde tutulursa bulunun sonuçlar tatmin edici olarak kabul edilebilir.

Literatürdeki optimum sonuçlar ile bulunan en iyi sonuçların karşılaştırılması sonucu bazı müşterilerin farklı depolara bağlandıkları görülmüştür. Bu durum birinci aşamada problemi küçültmek amacıyla kullanılan atama yönteminin problemi içinde optimum çözümün

olmadığı bir çözüm uzayı ile sınırlandırdığını ortaya koymaktadır. Optimum sonuçtaki rotalar geliştirilen yöntemde hiçbir zaman bulunamayacaktır. Ancak bu bilinen optimumdan daha iyi sonuçları hiçbir zaman bulamayacağı anlamına gelmemektedir. Çünkü çözüm uzayında en iyi değerlerin olduğu kısım seçilmekte ve incelenmektedir.

Sonuç olarak Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemlerini çeşitli yöntemlerle alt problemlere bölüp çözmek birçok açıdan fayda sağlamaktadır. Ancak çözüm uzayının kısıtlanıyor olması dezavantaja sebep olabilmektedir. Bu sebeple Çoklu Depolu Araç Rotalama Problemi hakkında yeni çalışma yapılacaksa problemi bir bütün olarak ele alan algoritmaların geliştirilmesini önerilir.

KAYNAKLAR

- Aydemir, E., (2006), “Esnek Zaman Pencereli Araç Rotalama Problem Ve Bir Uygulaması”, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Ballou, R., (1999), “Business Logistics Management, Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain”, Prentice Hall, USA.
- Bıyık, M., (1999). “Siparişten Teslimata Entegre Lojistik Modeli Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 20-21, 31-34
- Biethahn. J. ve Nissen, V., (1995). “An Introduction to Evolutionary Algorithms. Evolutionary Algorithms in Management Applications”, s. 3-43, Biethahn, J. & Nissen. V.. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Bilchev, G., Parmee, I., (1996) “Constrained Optimisation with Ant Colony Search Model, Proceedings of ACED96”, Plymouth Engineering Design Center, University of Plymouth PL4, UK.
- Bloomberg, D.J., LeMay, S., Hanna, J.B., (2002). “Logistics”, Prentice-Hall, New Jersey, 8-9
- Breedam, Alex Van, (2002) “A Parametric Analysis Of Heuristics For The Vehicle Routing Problem With Side- Constraints” European Journal Of Operational Research vol:137, Issue:2, , ss. 348-370
- Bullnheimer, B., Hartl, R.F. and Strauss, C. (1998) “A New Rank Based Version of the Ant System”, A Computational Study. Central European journal for Operations Research and Economics,
- Chan, Yupo-Carter, (2001) “A Multiple- Depot, Multiple Vehicle, Location-Routing Problem With Stochastically Processed Demands” Computers & Operations Research, vol. 28, ss 803 – 826. University of Arkansas. USA
- Criatic, Teodor G-Laporte, Gilbert, (1998) “Fleet Management and Logistics”, Kluwer Academic Publishers USA
- Çancı, M., Erdal, M., (2003), “Lojistik Yönetimi-Freight Forwarder El Kitabı”, UTİKAD, İstanbul.
- Dalkılıç, G., Türkmen, F., (2003), “Karıncalar Kolonisi Optimizasyonu”, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Demirel, N.Çetin ve Toksarı, M.Duran, (2006) “ Optimization Of The Quadratic Assignment Problem Using An Ant Colony Algorithm”, 183 427-435, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
- Dorigo, M. And Gambardella, L.M. (1995) “Ant-Q: A Reinforcement Learning approach to Combinatorial Optimization”., Université Libre de Bruxelles, Belgium,.
- Dorigo, M. And Gambardella, L.M. (1996) “Solving Symmetric and Asymmetric TSPs by Ant Colonies”, IEEE Conference on Evolutionary Computation, Nagoya, Japan,
- Erol, V., (2006), “Araç Rotalama Problemleri İçin Popülasyon ve Komşuluk Tabanlı Meta-sezgisel Bir Algoritmanın Tasarımı ve Uygulaması”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sistem Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Kütüphanesi, İstanbul.
- Fisher, Marshall L, Jörnsten, Kurt O, Madsen Ole (1997) “ Vehicle Routing With Time Windows: Two Optimization Algorithms” Operations Research, vol: 45, No:3, , ss 488-492

- Gambardella L., Taillard, E.D., Agazzi, G., (2000)“MACS-VRPT: A Multiple Ant Colony System with for Vehicle Routing Problems with Time Windows”, New Ideas in Optimization, Mc Graw-Hill, 63-76.
- Geloğulları, Cumhur Alper, (2001) “An Exact Algorithm For The Vehicle Routing Problems With Backhauls”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara,
- Ghiani,Gianpaolo-Guerriero, Francesca-Laporte, Gilbert-Musmanno, Roberto, (2003) “RealTime Vehicle Routing: Solutions Concepts, Algorithms And Parallel Computing Strategies”, European Journal Of Operational Research, Article In Pres,.
- Gottorna, J., Day, A., Hargreaves, J., (1991). “What is Logistic”, Logistics Information Management, 4 2: 19–20
- Hiroyasu, T., Miki, M., Ono, Y., Minami Y., (2000) “Ant Colony for Continuous Functions, The science and Engineering”, Doshisba University.
- Jang, J.S.R., (1997), “Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence”, Chapter 7: Derivative-Free Optimization, Prentice-Hall, s. 173-196, USA.
- Karahan, A., (2003), “Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Faaliyetlerinin Optimize Edilmesine Yönelik Bir Model Tasarımı”, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kocaoğlu, B., (2003), “Üçüncü Parti Lojistik Yönetim Sistemlerinde Dağıtım Planlanması Faaliyetleri ve Türkiye’deki Firmaların Uygulamada Karşılaştığı Sorunların Analizi”, YTÜ yüksek lisans tezi.
- Lambert, D.M, Stock, J.R. and Ellram, L.M., (1988), “Fundamentals of Logistics Management”, Boston, MA: McGraw-Hill
- Middendorf, M., Reischle, F., Schmeck, H., (2002) “Multi Colony Ant Algorithms”, Journal of Heuristics, 8- 3, ABI/INFORM Global, 305-320,.
- Morash, A.E., Droge, C. and Vickery, S., (1997). “Boundary-Spanning Interfaces Between Logistics, Production, Marketing and New Product Development”, International Journal Of Physical Distribution & Logistics Management, 27:
- Osman, I.H. ve Kelly, J.P. (1996). “Meta-Heuristic: An Overview, Metaheuristics: Theory & Applications”, s. 1-23. Kluwer Academic Publishers. Boston London Dordrect.
- Potvin J.Y., Duhamel C., Guertin F.,(1996), “A Genetic Algorithm for Vehicle Routing with Backhauling”, Applied Intelligence 6, 345-355, Kluwer Academic Publisher. Manufactured in The Netherlands.
- Potvin, Jean-Yves-Rousseau, Jean Marc, (1995) “An Exchange Heuristic For Routeing Problems With time Windows”, Journal Of the Operational Research Society, Vol: 46, No:12, ss. 1433-1446
- Randall M., (2002) “A Parallel Implementation of Ant Colony Optimization”, Journal of Parallel and Distributed Computing, 62, 1421–1432,.
- Taha, H., (2005), “Operations Research And Introduction”, Copyright by Prentice Hall. Simon&Schuster A Viacom Company.
- Taşkın, Ç., (2003), “Araç Rotalama Problemlerinde Genetik Algoritmanın Yaklaşımı ve Bir Uygulama”, Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Toth, Paolo-Bianco, Lucio, (1996) “Advanced Method In Transportation Analıysis” John Wiley & Sons Inc.
- Toth, Paolo-Vigo, Daniele, (2002)“Models, Relaxations And Exact Approaches For The

Capacitated Vehicle Routing Problem”, Discrete Applied Mathematics, Vol:123, Issue:1-3, ss. 487-512

Tsai C.F., Tsai C. W., Tseng, C.C., (2004)“A New Hybrid Heuristic Approach for Solving Large Traveling Salesman Problem”, Information Sciences, 166(1-4), 67-81,.

Tung, Dang Vu-pinnoi, Anulark, (2000) “Vehicle Routing-Scheduling For Waste Collection In Hanoi” European Journal of Operational Research.

Sarıkoç, F., (2004), “Paralel Karınca Kolonisi Optimizasyon Algoritması ve Test Problemlerindeki Performansının İncelenmesi ”, Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri

Spaulding, K.A. (1998), “Natural Metaphoric Optimization Algorithms”, Master of Science Engineering, The University of Texas at Austin,

Stützle, T. And Hoos, H.H.. (1997) “The MAX-MIN Ant System and Local Search for the Traveling Salesman Problem”. IEEE International Conference on Evolutionary computation, 309-314,

Stützle, T., Hoos, H.H.(1997), “Max Min Ant System”, Journal of Future Generation Computer Systems, 8 (16), 889–914, 1997.

Şeker, Ş., (2006), “Araç Rotalama Problemleri İçin Genetik Algoritmanın Uygulaması”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Kütüphanesi, İstanbul.

Varlı, A., (2006), “Çok Amaçlı Ve Çok Konumlu Aktarmalı Taşıma Modelinin Genetik Algoritma İle Çözümü”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Kütüphanesi, İstanbul.

Wordrich, M., (1996) “Ant Colony Optimization, Under Graduate Thesis”, Department of Electrical and Electronic Engineering, University of Cape Town, South Africa.

İNTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://neo.lcc.uma.es/radi-aeb/WebVRP/>

EKLER

Ek-1 PR01 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-2 PR02 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-3 PR03 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-4 PR04 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-5 PR05 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-6 PR06 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-7 PR07 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-8 PR08 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-9 PR09 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-10 PR10 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-11 P01 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Ek-1 PR01 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 51
2. Müşterinin Atandığı Depo: 52
3. Müşterinin Atandığı Depo: 50
4. Müşterinin Atandığı Depo: 51
5. Müşterinin Atandığı Depo: 51
6. Müşterinin Atandığı Depo: 50
7. Müşterinin Atandığı Depo: 49
8. Müşterinin Atandığı Depo: 51
9. Müşterinin Atandığı Depo: 49
10. Müşterinin Atandığı Depo: 50
11. Müşterinin Atandığı Depo: 50
12. Müşterinin Atandığı Depo: 52
13. Müşterinin Atandığı Depo: 51
14. Müşterinin Atandığı Depo: 51
15. Müşterinin Atandığı Depo: 52
16. Müşterinin Atandığı Depo: 51
17. Müşterinin Atandığı Depo: 51
18. Müşterinin Atandığı Depo: 51
19. Müşterinin Atandığı Depo: 51
20. Müşterinin Atandığı Depo: 51
21. Müşterinin Atandığı Depo: 52
22. Müşterinin Atandığı Depo: 50
23. Müşterinin Atandığı Depo: 52
24. Müşterinin Atandığı Depo: 52
25. Müşterinin Atandığı Depo: 52
26. Müşterinin Atandığı Depo: 51
27. Müşterinin Atandığı Depo: 50
28. Müşterinin Atandığı Depo: 51
29. Müşterinin Atandığı Depo: 51
30. Müşterinin Atandığı Depo: 52
31. Müşterinin Atandığı Depo: 49
32. Müşterinin Atandığı Depo: 49
33. Müşterinin Atandığı Depo: 51
34. Müşterinin Atandığı Depo: 50
35. Müşterinin Atandığı Depo: 49
36. Müşterinin Atandığı Depo: 51
37. Müşterinin Atandığı Depo: 49
38. Müşterinin Atandığı Depo: 52
39. Müşterinin Atandığı Depo: 52
40. Müşterinin Atandığı Depo: 52
41. Müşterinin Atandığı Depo: 49
42. Müşterinin Atandığı Depo: 49
43. Müşterinin Atandığı Depo: 52
44. Müşterinin Atandığı Depo: 49
45. Müşterinin Atandığı Depo: 50
46. Müşterinin Atandığı Depo: 49
47. Müşterinin Atandığı Depo: 52
48. Müşterinin Atandığı Depo: 50

Ek-2 PR02 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 98
2. Müşterinin Atandığı Depo: 99
3. Müşterinin Atandığı Depo: 99
4. Müşterinin Atandığı Depo: 100
5. Müşterinin Atandığı Depo: 98
6. Müşterinin Atandığı Depo: 99
7. Müşterinin Atandığı Depo: 98
8. Müşterinin Atandığı Depo: 97
9. Müşterinin Atandığı Depo: 97
10. Müşterinin Atandığı Depo: 99
11. Müşterinin Atandığı Depo: 100
12. Müşterinin Atandığı Depo: 99
13. Müşterinin Atandığı Depo: 97
14. Müşterinin Atandığı Depo: 99
15. Müşterinin Atandığı Depo: 100
16. Müşterinin Atandığı Depo: 97
17. Müşterinin Atandığı Depo: 97
18. Müşterinin Atandığı Depo: 99
19. Müşterinin Atandığı Depo: 97
20. Müşterinin Atandığı Depo: 97
21. Müşterinin Atandığı Depo: 100
22. Müşterinin Atandığı Depo: 99
23. Müşterinin Atandığı Depo: 100
24. Müşterinin Atandığı Depo: 99
25. Müşterinin Atandığı Depo: 97
26. Müşterinin Atandığı Depo: 100
27. Müşterinin Atandığı Depo: 97
28. Müşterinin Atandığı Depo: 100
29. Müşterinin Atandığı Depo: 100
30. Müşterinin Atandığı Depo: 100
31. Müşterinin Atandığı Depo: 100
32. Müşterinin Atandığı Depo: 98
33. Müşterinin Atandığı Depo: 98
34. Müşterinin Atandığı Depo: 100
35. Müşterinin Atandığı Depo: 100
36. Müşterinin Atandığı Depo: 99
37. Müşterinin Atandığı Depo: 97
38. Müşterinin Atandığı Depo: 97
39. Müşterinin Atandığı Depo: 97
40. Müşterinin Atandığı Depo: 100
41. Müşterinin Atandığı Depo: 97
42. Müşterinin Atandığı Depo: 98
43. Müşterinin Atandığı Depo: 97
44. Müşterinin Atandığı Depo: 97
45. Müşterinin Atandığı Depo: 100
46. Müşterinin Atandığı Depo: 100
47. Müşterinin Atandığı Depo: 98
48. Müşterinin Atandığı Depo: 99
49. Müşterinin Atandığı Depo: 100
50. Müşterinin Atandığı Depo: 99
51. Müşterinin Atandığı Depo: 99
52. Müşterinin Atandığı Depo: 100

53. Müşterinin Atandığı Depo: 99
54. Müşterinin Atandığı Depo: 100
55. Müşterinin Atandığı Depo: 97
56. Müşterinin Atandığı Depo: 99
57. Müşterinin Atandığı Depo: 100
58. Müşterinin Atandığı Depo: 100
59. Müşterinin Atandığı Depo: 97
60. Müşterinin Atandığı Depo: 97
61. Müşterinin Atandığı Depo: 100
62. Müşterinin Atandığı Depo: 97
63. Müşterinin Atandığı Depo: 100
64. Müşterinin Atandığı Depo: 97
65. Müşterinin Atandığı Depo: 98
66. Müşterinin Atandığı Depo: 99
67. Müşterinin Atandığı Depo: 99
68. Müşterinin Atandığı Depo: 97
69. Müşterinin Atandığı Depo: 97
70. Müşterinin Atandığı Depo: 97
71. Müşterinin Atandığı Depo: 99
72. Müşterinin Atandığı Depo: 97
73. Müşterinin Atandığı Depo: 97
74. Müşterinin Atandığı Depo: 97
75. Müşterinin Atandığı Depo: 100
76. Müşterinin Atandığı Depo: 99
77. Müşterinin Atandığı Depo: 100
78. Müşterinin Atandığı Depo: 98
79. Müşterinin Atandığı Depo: 100
80. Müşterinin Atandığı Depo: 99
81. Müşterinin Atandığı Depo: 97
82. Müşterinin Atandığı Depo: 100
83. Müşterinin Atandığı Depo: 100
84. Müşterinin Atandığı Depo: 97
85. Müşterinin Atandığı Depo: 99
86. Müşterinin Atandığı Depo: 97
87. Müşterinin Atandığı Depo: 98
88. Müşterinin Atandığı Depo: 98
89. Müşterinin Atandığı Depo: 100
90. Müşterinin Atandığı Depo: 100
91. Müşterinin Atandığı Depo: 100
92. Müşterinin Atandığı Depo: 97
93. Müşterinin Atandığı Depo: 97
94. Müşterinin Atandığı Depo: 98
95. Müşterinin Atandığı Depo: 100
96. Müşterinin Atandığı Depo: 99

Ek-3 PR03 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 145
2. Müşterinin Atandığı Depo: 147
3. Müşterinin Atandığı Depo: 145
4. Müşterinin Atandığı Depo: 146
5. Müşterinin Atandığı Depo: 148
6. Müşterinin Atandığı Depo: 146
7. Müşterinin Atandığı Depo: 147
8. Müşterinin Atandığı Depo: 146
9. Müşterinin Atandığı Depo: 147
10. Müşterinin Atandığı Depo: 145
11. Müşterinin Atandığı Depo: 145
12. Müşterinin Atandığı Depo: 145
13. Müşterinin Atandığı Depo: 145
14. Müşterinin Atandığı Depo: 145
15. Müşterinin Atandığı Depo: 148
16. Müşterinin Atandığı Depo: 148
17. Müşterinin Atandığı Depo: 145
18. Müşterinin Atandığı Depo: 148
19. Müşterinin Atandığı Depo: 146
20. Müşterinin Atandığı Depo: 147
21. Müşterinin Atandığı Depo: 148
22. Müşterinin Atandığı Depo: 148
23. Müşterinin Atandığı Depo: 147
24. Müşterinin Atandığı Depo: 146
25. Müşterinin Atandığı Depo: 148
26. Müşterinin Atandığı Depo: 145
27. Müşterinin Atandığı Depo: 145
28. Müşterinin Atandığı Depo: 148
29. Müşterinin Atandığı Depo: 148
30. Müşterinin Atandığı Depo: 147
31. Müşterinin Atandığı Depo: 147
32. Müşterinin Atandığı Depo: 147
33. Müşterinin Atandığı Depo: 148
34. Müşterinin Atandığı Depo: 146
35. Müşterinin Atandığı Depo: 145
36. Müşterinin Atandığı Depo: 146
37. Müşterinin Atandığı Depo: 146
38. Müşterinin Atandığı Depo: 147
39. Müşterinin Atandığı Depo: 145
40. Müşterinin Atandığı Depo: 145
41. Müşterinin Atandığı Depo: 148
42. Müşterinin Atandığı Depo: 147
43. Müşterinin Atandığı Depo: 148
44. Müşterinin Atandığı Depo: 147
45. Müşterinin Atandığı Depo: 145
46. Müşterinin Atandığı Depo: 146
47. Müşterinin Atandığı Depo: 147
48. Müşterinin Atandığı Depo: 147
49. Müşterinin Atandığı Depo: 146
50. Müşterinin Atandığı Depo: 145
51. Müşterinin Atandığı Depo: 146

52. Müşterinin Atandığı Depo: 145
53. Müşterinin Atandığı Depo: 148
54. Müşterinin Atandığı Depo: 146
55. Müşterinin Atandığı Depo: 146
56. Müşterinin Atandığı Depo: 146
57. Müşterinin Atandığı Depo: 146
58. Müşterinin Atandığı Depo: 148
59. Müşterinin Atandığı Depo: 148
60. Müşterinin Atandığı Depo: 147
61. Müşterinin Atandığı Depo: 146
62. Müşterinin Atandığı Depo: 145
63. Müşterinin Atandığı Depo: 148
64. Müşterinin Atandığı Depo: 147
65. Müşterinin Atandığı Depo: 148
66. Müşterinin Atandığı Depo: 148
67. Müşterinin Atandığı Depo: 146
68. Müşterinin Atandığı Depo: 146
69. Müşterinin Atandığı Depo: 145
70. Müşterinin Atandığı Depo: 146
71. Müşterinin Atandığı Depo: 145
72. Müşterinin Atandığı Depo: 146
73. Müşterinin Atandığı Depo: 145
74. Müşterinin Atandığı Depo: 146
75. Müşterinin Atandığı Depo: 146
76. Müşterinin Atandığı Depo: 148
77. Müşterinin Atandığı Depo: 147
78. Müşterinin Atandığı Depo: 145
79. Müşterinin Atandığı Depo: 146
80. Müşterinin Atandığı Depo: 145
81. Müşterinin Atandığı Depo: 147
82. Müşterinin Atandığı Depo: 148
83. Müşterinin Atandığı Depo: 146
84. Müşterinin Atandığı Depo: 148
85. Müşterinin Atandığı Depo: 146
86. Müşterinin Atandığı Depo: 148
87. Müşterinin Atandığı Depo: 145
88. Müşterinin Atandığı Depo: 145
89. Müşterinin Atandığı Depo: 147
90. Müşterinin Atandığı Depo: 148
91. Müşterinin Atandığı Depo: 145
92. Müşterinin Atandığı Depo: 148
93. Müşterinin Atandığı Depo: 148
94. Müşterinin Atandığı Depo: 147
95. Müşterinin Atandığı Depo: 145
96. Müşterinin Atandığı Depo: 148
97. Müşterinin Atandığı Depo: 147
98. Müşterinin Atandığı Depo: 146
99. Müşterinin Atandığı Depo: 147
100. Müşterinin Atandığı Depo: 146
101. Müşterinin Atandığı Depo: 146
102. Müşterinin Atandığı Depo: 147
103. Müşterinin Atandığı Depo: 147
104. Müşterinin Atandığı Depo: 148
105. Müşterinin Atandığı Depo: 146
106. Müşterinin Atandığı Depo: 148
107. Müşterinin Atandığı Depo: 145
108. Müşterinin Atandığı Depo: 146
109. Müşterinin Atandığı Depo: 145
110. Müşterinin Atandığı Depo: 145
111. Müşterinin Atandığı Depo: 146
112. Müşterinin Atandığı Depo: 145
113. Müşterinin Atandığı Depo: 147
114. Müşterinin Atandığı Depo: 145

115. Müşterinin Atandığı Depo: 146
116. Müşterinin Atandığı Depo: 148
117. Müşterinin Atandığı Depo: 146
118. Müşterinin Atandığı Depo: 147
119. Müşterinin Atandığı Depo: 145
120. Müşterinin Atandığı Depo: 148
121. Müşterinin Atandığı Depo: 145
122. Müşterinin Atandığı Depo: 147
123. Müşterinin Atandığı Depo: 148
124. Müşterinin Atandığı Depo: 147
125. Müşterinin Atandığı Depo: 146
126. Müşterinin Atandığı Depo: 146
127. Müşterinin Atandığı Depo: 145
128. Müşterinin Atandığı Depo: 148
129. Müşterinin Atandığı Depo: 145
130. Müşterinin Atandığı Depo: 147
131. Müşterinin Atandığı Depo: 147
132. Müşterinin Atandığı Depo: 145
133. Müşterinin Atandığı Depo: 145
134. Müşterinin Atandığı Depo: 147
135. Müşterinin Atandığı Depo: 146
136. Müşterinin Atandığı Depo: 147
137. Müşterinin Atandığı Depo: 147
138. Müşterinin Atandığı Depo: 148
139. Müşterinin Atandığı Depo: 145
140. Müşterinin Atandığı Depo: 147
141. Müşterinin Atandığı Depo: 146
142. Müşterinin Atandığı Depo: 147
143. Müşterinin Atandığı Depo: 148
144. Müşterinin Atandığı Depo: 147

Ek-4 PR04 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 196
2. Müşterinin Atandığı Depo: 194
3. Müşterinin Atandığı Depo: 194
4. Müşterinin Atandığı Depo: 196
5. Müşterinin Atandığı Depo: 193
6. Müşterinin Atandığı Depo: 196
7. Müşterinin Atandığı Depo: 194
8. Müşterinin Atandığı Depo: 196
9. Müşterinin Atandığı Depo: 193
10. Müşterinin Atandığı Depo: 195
11. Müşterinin Atandığı Depo: 194
12. Müşterinin Atandığı Depo: 193
13. Müşterinin Atandığı Depo: 193
14. Müşterinin Atandığı Depo: 195
15. Müşterinin Atandığı Depo: 193
16. Müşterinin Atandığı Depo: 195
17. Müşterinin Atandığı Depo: 196
18. Müşterinin Atandığı Depo: 193
19. Müşterinin Atandığı Depo: 195
20. Müşterinin Atandığı Depo: 196
21. Müşterinin Atandığı Depo: 193
22. Müşterinin Atandığı Depo: 195
23. Müşterinin Atandığı Depo: 196
24. Müşterinin Atandığı Depo: 195
25. Müşterinin Atandığı Depo: 194
26. Müşterinin Atandığı Depo: 196
27. Müşterinin Atandığı Depo: 195
28. Müşterinin Atandığı Depo: 196
29. Müşterinin Atandığı Depo: 196
30. Müşterinin Atandığı Depo: 194
31. Müşterinin Atandığı Depo: 196
32. Müşterinin Atandığı Depo: 193
33. Müşterinin Atandığı Depo: 196
34. Müşterinin Atandığı Depo: 195
35. Müşterinin Atandığı Depo: 193
36. Müşterinin Atandığı Depo: 195
37. Müşterinin Atandığı Depo: 196
38. Müşterinin Atandığı Depo: 194
39. Müşterinin Atandığı Depo: 195
40. Müşterinin Atandığı Depo: 196
41. Müşterinin Atandığı Depo: 196
42. Müşterinin Atandığı Depo: 193
43. Müşterinin Atandığı Depo: 196
44. Müşterinin Atandığı Depo: 196
45. Müşterinin Atandığı Depo: 196
46. Müşterinin Atandığı Depo: 194
47. Müşterinin Atandığı Depo: 195
48. Müşterinin Atandığı Depo: 196
49. Müşterinin Atandığı Depo: 196
50. Müşterinin Atandığı Depo: 193
51. Müşterinin Atandığı Depo: 196

52. Müşterinin Atandığı Depo: 195
53. Müşterinin Atandığı Depo: 195
54. Müşterinin Atandığı Depo: 196
55. Müşterinin Atandığı Depo: 195
56. Müşterinin Atandığı Depo: 193
57. Müşterinin Atandığı Depo: 194
58. Müşterinin Atandığı Depo: 194
59. Müşterinin Atandığı Depo: 194
60. Müşterinin Atandığı Depo: 194
61. Müşterinin Atandığı Depo: 196
62. Müşterinin Atandığı Depo: 195
63. Müşterinin Atandığı Depo: 196
64. Müşterinin Atandığı Depo: 195
65. Müşterinin Atandığı Depo: 193
66. Müşterinin Atandığı Depo: 195
67. Müşterinin Atandığı Depo: 193
68. Müşterinin Atandığı Depo: 193
69. Müşterinin Atandığı Depo: 195
70. Müşterinin Atandığı Depo: 193
71. Müşterinin Atandığı Depo: 193
72. Müşterinin Atandığı Depo: 194
73. Müşterinin Atandığı Depo: 194
74. Müşterinin Atandığı Depo: 194
75. Müşterinin Atandığı Depo: 196
76. Müşterinin Atandığı Depo: 193
77. Müşterinin Atandığı Depo: 195
78. Müşterinin Atandığı Depo: 196
79. Müşterinin Atandığı Depo: 194
80. Müşterinin Atandığı Depo: 193
81. Müşterinin Atandığı Depo: 194
82. Müşterinin Atandığı Depo: 193
83. Müşterinin Atandığı Depo: 196
84. Müşterinin Atandığı Depo: 196
85. Müşterinin Atandığı Depo: 195
86. Müşterinin Atandığı Depo: 196
87. Müşterinin Atandığı Depo: 196
88. Müşterinin Atandığı Depo: 196
89. Müşterinin Atandığı Depo: 193
90. Müşterinin Atandığı Depo: 196
91. Müşterinin Atandığı Depo: 195
92. Müşterinin Atandığı Depo: 196
93. Müşterinin Atandığı Depo: 195
94. Müşterinin Atandığı Depo: 196
95. Müşterinin Atandığı Depo: 193
96. Müşterinin Atandığı Depo: 196
97. Müşterinin Atandığı Depo: 194
98. Müşterinin Atandığı Depo: 195
99. Müşterinin Atandığı Depo: 196
100. Müşterinin Atandığı Depo: 196
101. Müşterinin Atandığı Depo: 196
102. Müşterinin Atandığı Depo: 196
103. Müşterinin Atandığı Depo: 196
104. Müşterinin Atandığı Depo: 193
105. Müşterinin Atandığı Depo: 196
106. Müşterinin Atandığı Depo: 195
107. Müşterinin Atandığı Depo: 194
108. Müşterinin Atandığı Depo: 194
109. Müşterinin Atandığı Depo: 195
110. Müşterinin Atandığı Depo: 194
111. Müşterinin Atandığı Depo: 194
112. Müşterinin Atandığı Depo: 196
113. Müşterinin Atandığı Depo: 195
114. Müşterinin Atandığı Depo: 196

115. Müşterinin Atandığı Depo: 193
116. Müşterinin Atandığı Depo: 194
117. Müşterinin Atandığı Depo: 193
118. Müşterinin Atandığı Depo: 196
119. Müşterinin Atandığı Depo: 196
120. Müşterinin Atandığı Depo: 196
121. Müşterinin Atandığı Depo: 193
122. Müşterinin Atandığı Depo: 194
123. Müşterinin Atandığı Depo: 194
124. Müşterinin Atandığı Depo: 196
125. Müşterinin Atandığı Depo: 194
126. Müşterinin Atandığı Depo: 196
127. Müşterinin Atandığı Depo: 195
128. Müşterinin Atandığı Depo: 194
129. Müşterinin Atandığı Depo: 194
130. Müşterinin Atandığı Depo: 195
131. Müşterinin Atandığı Depo: 193
132. Müşterinin Atandığı Depo: 195
133. Müşterinin Atandığı Depo: 194
134. Müşterinin Atandığı Depo: 195
135. Müşterinin Atandığı Depo: 195
136. Müşterinin Atandığı Depo: 196
137. Müşterinin Atandığı Depo: 194
138. Müşterinin Atandığı Depo: 193
139. Müşterinin Atandığı Depo: 195
140. Müşterinin Atandığı Depo: 196
141. Müşterinin Atandığı Depo: 193
142. Müşterinin Atandığı Depo: 194
143. Müşterinin Atandığı Depo: 196
144. Müşterinin Atandığı Depo: 196
145. Müşterinin Atandığı Depo: 194
146. Müşterinin Atandığı Depo: 196
147. Müşterinin Atandığı Depo: 196
148. Müşterinin Atandığı Depo: 193
149. Müşterinin Atandığı Depo: 194
150. Müşterinin Atandığı Depo: 194
151. Müşterinin Atandığı Depo: 196
152. Müşterinin Atandığı Depo: 193
153. Müşterinin Atandığı Depo: 196
154. Müşterinin Atandığı Depo: 193
155. Müşterinin Atandığı Depo: 194
156. Müşterinin Atandığı Depo: 196
157. Müşterinin Atandığı Depo: 194
158. Müşterinin Atandığı Depo: 196
159. Müşterinin Atandığı Depo: 195
160. Müşterinin Atandığı Depo: 195
161. Müşterinin Atandığı Depo: 193
162. Müşterinin Atandığı Depo: 195
163. Müşterinin Atandığı Depo: 196
164. Müşterinin Atandığı Depo: 196
165. Müşterinin Atandığı Depo: 193
166. Müşterinin Atandığı Depo: 196
167. Müşterinin Atandığı Depo: 195
168. Müşterinin Atandığı Depo: 195
169. Müşterinin Atandığı Depo: 196
170. Müşterinin Atandığı Depo: 196
171. Müşterinin Atandığı Depo: 196
172. Müşterinin Atandığı Depo: 194
173. Müşterinin Atandığı Depo: 194
174. Müşterinin Atandığı Depo: 193
175. Müşterinin Atandığı Depo: 196
176. Müşterinin Atandığı Depo: 193
177. Müşterinin Atandığı Depo: 193

178. Müşterinin Atandığı Depo: 194
179. Müşterinin Atandığı Depo: 196
180. Müşterinin Atandığı Depo: 193
181. Müşterinin Atandığı Depo: 193
182. Müşterinin Atandığı Depo: 196
183. Müşterinin Atandığı Depo: 194
184. Müşterinin Atandığı Depo: 196
185. Müşterinin Atandığı Depo: 196
186. Müşterinin Atandığı Depo: 195
187. Müşterinin Atandığı Depo: 195
188. Müşterinin Atandığı Depo: 194
189. Müşterinin Atandığı Depo: 193
190. Müşterinin Atandığı Depo: 195
191. Müşterinin Atandığı Depo: 196
192. Müşterinin Atandığı Depo: 193

Ek-5 PR05 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 241
2. Müşterinin Atandığı Depo: 244
3. Müşterinin Atandığı Depo: 243
4. Müşterinin Atandığı Depo: 241
5. Müşterinin Atandığı Depo: 243
6. Müşterinin Atandığı Depo: 243
7. Müşterinin Atandığı Depo: 244
8. Müşterinin Atandığı Depo: 243
9. Müşterinin Atandığı Depo: 243
10. Müşterinin Atandığı Depo: 243
11. Müşterinin Atandığı Depo: 241
12. Müşterinin Atandığı Depo: 243
13. Müşterinin Atandığı Depo: 243
14. Müşterinin Atandığı Depo: 244
15. Müşterinin Atandığı Depo: 241
16. Müşterinin Atandığı Depo: 241
17. Müşterinin Atandığı Depo: 244
18. Müşterinin Atandığı Depo: 244
19. Müşterinin Atandığı Depo: 241
20. Müşterinin Atandığı Depo: 241
21. Müşterinin Atandığı Depo: 241
22. Müşterinin Atandığı Depo: 241
23. Müşterinin Atandığı Depo: 244
24. Müşterinin Atandığı Depo: 243
25. Müşterinin Atandığı Depo: 243
26. Müşterinin Atandığı Depo: 244
27. Müşterinin Atandığı Depo: 244
28. Müşterinin Atandığı Depo: 243
29. Müşterinin Atandığı Depo: 241
30. Müşterinin Atandığı Depo: 242
31. Müşterinin Atandığı Depo: 243
32. Müşterinin Atandığı Depo: 243
33. Müşterinin Atandığı Depo: 241
34. Müşterinin Atandığı Depo: 244
35. Müşterinin Atandığı Depo: 242
36. Müşterinin Atandığı Depo: 244
37. Müşterinin Atandığı Depo: 243
38. Müşterinin Atandığı Depo: 243
39. Müşterinin Atandığı Depo: 241
40. Müşterinin Atandığı Depo: 244
41. Müşterinin Atandığı Depo: 243
42. Müşterinin Atandığı Depo: 243
43. Müşterinin Atandığı Depo: 244
44. Müşterinin Atandığı Depo: 241
45. Müşterinin Atandığı Depo: 243
46. Müşterinin Atandığı Depo: 244
47. Müşterinin Atandığı Depo: 244
48. Müşterinin Atandığı Depo: 241
49. Müşterinin Atandığı Depo: 242
50. Müşterinin Atandığı Depo: 244
51. Müşterinin Atandığı Depo: 241
52. Müşterinin Atandığı Depo: 244

53. Müşterinin Atandığı Depo: 243
54. Müşterinin Atandığı Depo: 244
55. Müşterinin Atandığı Depo: 241
56. Müşterinin Atandığı Depo: 244
57. Müşterinin Atandığı Depo: 241
58. Müşterinin Atandığı Depo: 244
59. Müşterinin Atandığı Depo: 242
60. Müşterinin Atandığı Depo: 241
61. Müşterinin Atandığı Depo: 241
62. Müşterinin Atandığı Depo: 243
63. Müşterinin Atandığı Depo: 244
64. Müşterinin Atandığı Depo: 242
65. Müşterinin Atandığı Depo: 244
66. Müşterinin Atandığı Depo: 243
67. Müşterinin Atandığı Depo: 244
68. Müşterinin Atandığı Depo: 244
69. Müşterinin Atandığı Depo: 242
70. Müşterinin Atandığı Depo: 244
71. Müşterinin Atandığı Depo: 244
72. Müşterinin Atandığı Depo: 244
73. Müşterinin Atandığı Depo: 243
74. Müşterinin Atandığı Depo: 243
75. Müşterinin Atandığı Depo: 241
76. Müşterinin Atandığı Depo: 244
77. Müşterinin Atandığı Depo: 242
78. Müşterinin Atandığı Depo: 241
79. Müşterinin Atandığı Depo: 242
80. Müşterinin Atandığı Depo: 241
81. Müşterinin Atandığı Depo: 241
82. Müşterinin Atandığı Depo: 243
83. Müşterinin Atandığı Depo: 243
84. Müşterinin Atandığı Depo: 241
85. Müşterinin Atandığı Depo: 242
86. Müşterinin Atandığı Depo: 244
87. Müşterinin Atandığı Depo: 242
88. Müşterinin Atandığı Depo: 244
89. Müşterinin Atandığı Depo: 243
90. Müşterinin Atandığı Depo: 241
91. Müşterinin Atandığı Depo: 241
92. Müşterinin Atandığı Depo: 244
93. Müşterinin Atandığı Depo: 243
94. Müşterinin Atandığı Depo: 241
95. Müşterinin Atandığı Depo: 244
96. Müşterinin Atandığı Depo: 241
97. Müşterinin Atandığı Depo: 242
98. Müşterinin Atandığı Depo: 244
99. Müşterinin Atandığı Depo: 244
100. Müşterinin Atandığı Depo: 242
101. Müşterinin Atandığı Depo: 242
102. Müşterinin Atandığı Depo: 241
103. Müşterinin Atandığı Depo: 243
104. Müşterinin Atandığı Depo: 241
105. Müşterinin Atandığı Depo: 242
106. Müşterinin Atandığı Depo: 242
107. Müşterinin Atandığı Depo: 243
108. Müşterinin Atandığı Depo: 243
109. Müşterinin Atandığı Depo: 244
110. Müşterinin Atandığı Depo: 244
111. Müşterinin Atandığı Depo: 243
112. Müşterinin Atandığı Depo: 243
113. Müşterinin Atandığı Depo: 242
114. Müşterinin Atandığı Depo: 241
115. Müşterinin Atandığı Depo: 244

116. Müşterinin Atandığı Depo: 243
117. Müşterinin Atandığı Depo: 241
118. Müşterinin Atandığı Depo: 243
119. Müşterinin Atandığı Depo: 244
120. Müşterinin Atandığı Depo: 243
121. Müşterinin Atandığı Depo: 242
122. Müşterinin Atandığı Depo: 244
123. Müşterinin Atandığı Depo: 244
124. Müşterinin Atandığı Depo: 241
125. Müşterinin Atandığı Depo: 241
126. Müşterinin Atandığı Depo: 243
127. Müşterinin Atandığı Depo: 244
128. Müşterinin Atandığı Depo: 242
129. Müşterinin Atandığı Depo: 241
130. Müşterinin Atandığı Depo: 244
131. Müşterinin Atandığı Depo: 241
132. Müşterinin Atandığı Depo: 242
133. Müşterinin Atandığı Depo: 241
134. Müşterinin Atandığı Depo: 244
135. Müşterinin Atandığı Depo: 241
136. Müşterinin Atandığı Depo: 242
137. Müşterinin Atandığı Depo: 242
138. Müşterinin Atandığı Depo: 243
139. Müşterinin Atandığı Depo: 243
140. Müşterinin Atandığı Depo: 243
141. Müşterinin Atandığı Depo: 242
142. Müşterinin Atandığı Depo: 241
143. Müşterinin Atandığı Depo: 244
144. Müşterinin Atandığı Depo: 244
145. Müşterinin Atandığı Depo: 243
146. Müşterinin Atandığı Depo: 243
147. Müşterinin Atandığı Depo: 244
148. Müşterinin Atandığı Depo: 242
149. Müşterinin Atandığı Depo: 241
150. Müşterinin Atandığı Depo: 241
151. Müşterinin Atandığı Depo: 241
152. Müşterinin Atandığı Depo: 243
153. Müşterinin Atandığı Depo: 244
154. Müşterinin Atandığı Depo: 241
155. Müşterinin Atandığı Depo: 244
156. Müşterinin Atandığı Depo: 243
157. Müşterinin Atandığı Depo: 241
158. Müşterinin Atandığı Depo: 241
159. Müşterinin Atandığı Depo: 244
160. Müşterinin Atandığı Depo: 241
161. Müşterinin Atandığı Depo: 241
162. Müşterinin Atandığı Depo: 242
163. Müşterinin Atandığı Depo: 244
164. Müşterinin Atandığı Depo: 244
165. Müşterinin Atandığı Depo: 244
166. Müşterinin Atandığı Depo: 243
167. Müşterinin Atandığı Depo: 243
168. Müşterinin Atandığı Depo: 241
169. Müşterinin Atandığı Depo: 243
170. Müşterinin Atandığı Depo: 243
171. Müşterinin Atandığı Depo: 243
172. Müşterinin Atandığı Depo: 243
173. Müşterinin Atandığı Depo: 244
174. Müşterinin Atandığı Depo: 242
175. Müşterinin Atandığı Depo: 243
176. Müşterinin Atandığı Depo: 244
177. Müşterinin Atandığı Depo: 241
178. Müşterinin Atandığı Depo: 244

179. Müşterinin Atandığı Depo: 244
180. Müşterinin Atandığı Depo: 241
181. Müşterinin Atandığı Depo: 243
182. Müşterinin Atandığı Depo: 242
183. Müşterinin Atandığı Depo: 241
184. Müşterinin Atandığı Depo: 241
185. Müşterinin Atandığı Depo: 243
186. Müşterinin Atandığı Depo: 243
187. Müşterinin Atandığı Depo: 241
188. Müşterinin Atandığı Depo: 242
189. Müşterinin Atandığı Depo: 241
190. Müşterinin Atandığı Depo: 243
191. Müşterinin Atandığı Depo: 243
192. Müşterinin Atandığı Depo: 243
193. Müşterinin Atandığı Depo: 241
194. Müşterinin Atandığı Depo: 241
195. Müşterinin Atandığı Depo: 243
196. Müşterinin Atandığı Depo: 244
197. Müşterinin Atandığı Depo: 241
198. Müşterinin Atandığı Depo: 242
199. Müşterinin Atandığı Depo: 243
200. Müşterinin Atandığı Depo: 241
201. Müşterinin Atandığı Depo: 244
202. Müşterinin Atandığı Depo: 242
203. Müşterinin Atandığı Depo: 241
204. Müşterinin Atandığı Depo: 244
205. Müşterinin Atandığı Depo: 243
206. Müşterinin Atandığı Depo: 243
207. Müşterinin Atandığı Depo: 242
208. Müşterinin Atandığı Depo: 242
209. Müşterinin Atandığı Depo: 241
210. Müşterinin Atandığı Depo: 244
211. Müşterinin Atandığı Depo: 241
212. Müşterinin Atandığı Depo: 242
213. Müşterinin Atandığı Depo: 242
214. Müşterinin Atandığı Depo: 241
215. Müşterinin Atandığı Depo: 244
216. Müşterinin Atandığı Depo: 244
217. Müşterinin Atandığı Depo: 241
218. Müşterinin Atandığı Depo: 244
219. Müşterinin Atandığı Depo: 243
220. Müşterinin Atandığı Depo: 244
221. Müşterinin Atandığı Depo: 244
222. Müşterinin Atandığı Depo: 243
223. Müşterinin Atandığı Depo: 241
224. Müşterinin Atandığı Depo: 241
225. Müşterinin Atandığı Depo: 242
226. Müşterinin Atandığı Depo: 241
227. Müşterinin Atandığı Depo: 242
228. Müşterinin Atandığı Depo: 244
229. Müşterinin Atandığı Depo: 244
230. Müşterinin Atandığı Depo: 243
231. Müşterinin Atandığı Depo: 241
232. Müşterinin Atandığı Depo: 244
233. Müşterinin Atandığı Depo: 244
234. Müşterinin Atandığı Depo: 243
235. Müşterinin Atandığı Depo: 241
236. Müşterinin Atandığı Depo: 243
237. Müşterinin Atandığı Depo: 244
238. Müşterinin Atandığı Depo: 244
239. Müşterinin Atandığı Depo: 244
240. Müşterinin Atandığı Depo: 244

Ek-6 PR06 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 291
2. Müşterinin Atandığı Depo: 292
3. Müşterinin Atandığı Depo: 290
4. Müşterinin Atandığı Depo: 290
5. Müşterinin Atandığı Depo: 290
6. Müşterinin Atandığı Depo: 291
7. Müşterinin Atandığı Depo: 292
8. Müşterinin Atandığı Depo: 289
9. Müşterinin Atandığı Depo: 291
10. Müşterinin Atandığı Depo: 290
11. Müşterinin Atandığı Depo: 289
12. Müşterinin Atandığı Depo: 291
13. Müşterinin Atandığı Depo: 292
14. Müşterinin Atandığı Depo: 291
15. Müşterinin Atandığı Depo: 290
16. Müşterinin Atandığı Depo: 292
17. Müşterinin Atandığı Depo: 290
18. Müşterinin Atandığı Depo: 292
19. Müşterinin Atandığı Depo: 291
20. Müşterinin Atandığı Depo: 289
21. Müşterinin Atandığı Depo: 291
22. Müşterinin Atandığı Depo: 291
23. Müşterinin Atandığı Depo: 292
24. Müşterinin Atandığı Depo: 290
25. Müşterinin Atandığı Depo: 289
26. Müşterinin Atandığı Depo: 291
27. Müşterinin Atandığı Depo: 290
28. Müşterinin Atandığı Depo: 289
29. Müşterinin Atandığı Depo: 291
30. Müşterinin Atandığı Depo: 291
31. Müşterinin Atandığı Depo: 290
32. Müşterinin Atandığı Depo: 290
33. Müşterinin Atandığı Depo: 291
34. Müşterinin Atandığı Depo: 291
35. Müşterinin Atandığı Depo: 290
36. Müşterinin Atandığı Depo: 291
37. Müşterinin Atandığı Depo: 291
38. Müşterinin Atandığı Depo: 290
39. Müşterinin Atandığı Depo: 289
40. Müşterinin Atandığı Depo: 292
41. Müşterinin Atandığı Depo: 289
42. Müşterinin Atandığı Depo: 291
43. Müşterinin Atandığı Depo: 290
44. Müşterinin Atandığı Depo: 289
45. Müşterinin Atandığı Depo: 291
46. Müşterinin Atandığı Depo: 291
47. Müşterinin Atandığı Depo: 291
48. Müşterinin Atandığı Depo: 290
49. Müşterinin Atandığı Depo: 290
50. Müşterinin Atandığı Depo: 292
51. Müşterinin Atandığı Depo: 290
52. Müşterinin Atandığı Depo: 291

53. Müşterinin Atandığı Depo: 290
54. Müşterinin Atandığı Depo: 290
55. Müşterinin Atandığı Depo: 291
56. Müşterinin Atandığı Depo: 290
57. Müşterinin Atandığı Depo: 292
58. Müşterinin Atandığı Depo: 292
59. Müşterinin Atandığı Depo: 289
60. Müşterinin Atandığı Depo: 289
61. Müşterinin Atandığı Depo: 290
62. Müşterinin Atandığı Depo: 292
63. Müşterinin Atandığı Depo: 292
64. Müşterinin Atandığı Depo: 292
65. Müşterinin Atandığı Depo: 292
66. Müşterinin Atandığı Depo: 290
67. Müşterinin Atandığı Depo: 290
68. Müşterinin Atandığı Depo: 291
69. Müşterinin Atandığı Depo: 289
70. Müşterinin Atandığı Depo: 290
71. Müşterinin Atandığı Depo: 290
72. Müşterinin Atandığı Depo: 289
73. Müşterinin Atandığı Depo: 292
74. Müşterinin Atandığı Depo: 291
75. Müşterinin Atandığı Depo: 290
76. Müşterinin Atandığı Depo: 291
77. Müşterinin Atandığı Depo: 289
78. Müşterinin Atandığı Depo: 291
79. Müşterinin Atandığı Depo: 290
80. Müşterinin Atandığı Depo: 291
81. Müşterinin Atandığı Depo: 291
82. Müşterinin Atandığı Depo: 292
83. Müşterinin Atandığı Depo: 292
84. Müşterinin Atandığı Depo: 291
85. Müşterinin Atandığı Depo: 290
86. Müşterinin Atandığı Depo: 289
87. Müşterinin Atandığı Depo: 291
88. Müşterinin Atandığı Depo: 291
89. Müşterinin Atandığı Depo: 290
90. Müşterinin Atandığı Depo: 289
91. Müşterinin Atandığı Depo: 291
92. Müşterinin Atandığı Depo: 290
93. Müşterinin Atandığı Depo: 291
94. Müşterinin Atandığı Depo: 292
95. Müşterinin Atandığı Depo: 292
96. Müşterinin Atandığı Depo: 292
97. Müşterinin Atandığı Depo: 292
98. Müşterinin Atandığı Depo: 291
99. Müşterinin Atandığı Depo: 292
100. Müşterinin Atandığı Depo: 290
101. Müşterinin Atandığı Depo: 290
102. Müşterinin Atandığı Depo: 291
103. Müşterinin Atandığı Depo: 291
104. Müşterinin Atandığı Depo: 289
105. Müşterinin Atandığı Depo: 289
106. Müşterinin Atandığı Depo: 291
107. Müşterinin Atandığı Depo: 292
108. Müşterinin Atandığı Depo: 291
109. Müşterinin Atandığı Depo: 290
110. Müşterinin Atandığı Depo: 289
111. Müşterinin Atandığı Depo: 290
112. Müşterinin Atandığı Depo: 289
113. Müşterinin Atandığı Depo: 292
114. Müşterinin Atandığı Depo: 290
115. Müşterinin Atandığı Depo: 290

116. Müşterinin Atandığı Depo: 291
117. Müşterinin Atandığı Depo: 289
118. Müşterinin Atandığı Depo: 289
119. Müşterinin Atandığı Depo: 289
120. Müşterinin Atandığı Depo: 289
121. Müşterinin Atandığı Depo: 291
122. Müşterinin Atandığı Depo: 291
123. Müşterinin Atandığı Depo: 291
124. Müşterinin Atandığı Depo: 291
125. Müşterinin Atandığı Depo: 289
126. Müşterinin Atandığı Depo: 292
127. Müşterinin Atandığı Depo: 292
128. Müşterinin Atandığı Depo: 291
129. Müşterinin Atandığı Depo: 291
130. Müşterinin Atandığı Depo: 291
131. Müşterinin Atandığı Depo: 289
132. Müşterinin Atandığı Depo: 291
133. Müşterinin Atandığı Depo: 292
134. Müşterinin Atandığı Depo: 292
135. Müşterinin Atandığı Depo: 290
136. Müşterinin Atandığı Depo: 289
137. Müşterinin Atandığı Depo: 291
138. Müşterinin Atandığı Depo: 291
139. Müşterinin Atandığı Depo: 291
140. Müşterinin Atandığı Depo: 289
141. Müşterinin Atandığı Depo: 291
142. Müşterinin Atandığı Depo: 289
143. Müşterinin Atandığı Depo: 291
144. Müşterinin Atandığı Depo: 290
145. Müşterinin Atandığı Depo: 292
146. Müşterinin Atandığı Depo: 290
147. Müşterinin Atandığı Depo: 289
148. Müşterinin Atandığı Depo: 290
149. Müşterinin Atandığı Depo: 291
150. Müşterinin Atandığı Depo: 289
151. Müşterinin Atandığı Depo: 292
152. Müşterinin Atandığı Depo: 290
153. Müşterinin Atandığı Depo: 290
154. Müşterinin Atandığı Depo: 291
155. Müşterinin Atandığı Depo: 292
156. Müşterinin Atandığı Depo: 290
157. Müşterinin Atandığı Depo: 290
158. Müşterinin Atandığı Depo: 290
159. Müşterinin Atandığı Depo: 291
160. Müşterinin Atandığı Depo: 289
161. Müşterinin Atandığı Depo: 291
162. Müşterinin Atandığı Depo: 291
163. Müşterinin Atandığı Depo: 291
164. Müşterinin Atandığı Depo: 291
165. Müşterinin Atandığı Depo: 290
166. Müşterinin Atandığı Depo: 291
167. Müşterinin Atandığı Depo: 291
168. Müşterinin Atandığı Depo: 292
169. Müşterinin Atandığı Depo: 289
170. Müşterinin Atandığı Depo: 292
171. Müşterinin Atandığı Depo: 290
172. Müşterinin Atandığı Depo: 289
173. Müşterinin Atandığı Depo: 290
174. Müşterinin Atandığı Depo: 292
175. Müşterinin Atandığı Depo: 291
176. Müşterinin Atandığı Depo: 289
177. Müşterinin Atandığı Depo: 290
178. Müşterinin Atandığı Depo: 292

179. Müşterinin Atandığı Depo: 290
180. Müşterinin Atandığı Depo: 289
181. Müşterinin Atandığı Depo: 292
182. Müşterinin Atandığı Depo: 291
183. Müşterinin Atandığı Depo: 292
184. Müşterinin Atandığı Depo: 290
185. Müşterinin Atandığı Depo: 289
186. Müşterinin Atandığı Depo: 289
187. Müşterinin Atandığı Depo: 290
188. Müşterinin Atandığı Depo: 292
189. Müşterinin Atandığı Depo: 291
190. Müşterinin Atandığı Depo: 289
191. Müşterinin Atandığı Depo: 292
192. Müşterinin Atandığı Depo: 291
193. Müşterinin Atandığı Depo: 290
194. Müşterinin Atandığı Depo: 289
195. Müşterinin Atandığı Depo: 291
196. Müşterinin Atandığı Depo: 291
197. Müşterinin Atandığı Depo: 291
198. Müşterinin Atandığı Depo: 290
199. Müşterinin Atandığı Depo: 291
200. Müşterinin Atandığı Depo: 289
201. Müşterinin Atandığı Depo: 291
202. Müşterinin Atandığı Depo: 290
203. Müşterinin Atandığı Depo: 292
204. Müşterinin Atandığı Depo: 290
205. Müşterinin Atandığı Depo: 291
206. Müşterinin Atandığı Depo: 292
207. Müşterinin Atandığı Depo: 292
208. Müşterinin Atandığı Depo: 292
209. Müşterinin Atandığı Depo: 292
210. Müşterinin Atandığı Depo: 291
211. Müşterinin Atandığı Depo: 292
212. Müşterinin Atandığı Depo: 291
213. Müşterinin Atandığı Depo: 289
214. Müşterinin Atandığı Depo: 291
215. Müşterinin Atandığı Depo: 291
216. Müşterinin Atandığı Depo: 291
217. Müşterinin Atandığı Depo: 290
218. Müşterinin Atandığı Depo: 289
219. Müşterinin Atandığı Depo: 291
220. Müşterinin Atandığı Depo: 289
221. Müşterinin Atandığı Depo: 290
222. Müşterinin Atandığı Depo: 290
223. Müşterinin Atandığı Depo: 292
224. Müşterinin Atandığı Depo: 289
225. Müşterinin Atandığı Depo: 291
226. Müşterinin Atandığı Depo: 290
227. Müşterinin Atandığı Depo: 292
228. Müşterinin Atandığı Depo: 291
229. Müşterinin Atandığı Depo: 291
230. Müşterinin Atandığı Depo: 291
231. Müşterinin Atandığı Depo: 290
232. Müşterinin Atandığı Depo: 292
233. Müşterinin Atandığı Depo: 290
234. Müşterinin Atandığı Depo: 292
235. Müşterinin Atandığı Depo: 290
236. Müşterinin Atandığı Depo: 292
237. Müşterinin Atandığı Depo: 292
238. Müşterinin Atandığı Depo: 291
239. Müşterinin Atandığı Depo: 292
240. Müşterinin Atandığı Depo: 290
241. Müşterinin Atandığı Depo: 291

242. Müşterinin Atandığı Depo: 290
243. Müşterinin Atandığı Depo: 289
244. Müşterinin Atandığı Depo: 292
245. Müşterinin Atandığı Depo: 290
246. Müşterinin Atandığı Depo: 291
247. Müşterinin Atandığı Depo: 290
248. Müşterinin Atandığı Depo: 289
249. Müşterinin Atandığı Depo: 292
250. Müşterinin Atandığı Depo: 292
251. Müşterinin Atandığı Depo: 289
252. Müşterinin Atandığı Depo: 291
253. Müşterinin Atandığı Depo: 289
254. Müşterinin Atandığı Depo: 290
255. Müşterinin Atandığı Depo: 290
256. Müşterinin Atandığı Depo: 289
257. Müşterinin Atandığı Depo: 290
258. Müşterinin Atandığı Depo: 289
259. Müşterinin Atandığı Depo: 291
260. Müşterinin Atandığı Depo: 290
261. Müşterinin Atandığı Depo: 291
262. Müşterinin Atandığı Depo: 290
263. Müşterinin Atandığı Depo: 289
264. Müşterinin Atandığı Depo: 289
265. Müşterinin Atandığı Depo: 289
266. Müşterinin Atandığı Depo: 289
267. Müşterinin Atandığı Depo: 291
268. Müşterinin Atandığı Depo: 292
269. Müşterinin Atandığı Depo: 290
270. Müşterinin Atandığı Depo: 291
271. Müşterinin Atandığı Depo: 291
272. Müşterinin Atandığı Depo: 290
273. Müşterinin Atandığı Depo: 289
274. Müşterinin Atandığı Depo: 292
275. Müşterinin Atandığı Depo: 289
276. Müşterinin Atandığı Depo: 289
277. Müşterinin Atandığı Depo: 289
278. Müşterinin Atandığı Depo: 291
279. Müşterinin Atandığı Depo: 291
280. Müşterinin Atandığı Depo: 290
281. Müşterinin Atandığı Depo: 289
282. Müşterinin Atandığı Depo: 290
283. Müşterinin Atandığı Depo: 290
284. Müşterinin Atandığı Depo: 290
285. Müşterinin Atandığı Depo: 289
286. Müşterinin Atandığı Depo: 291
287. Müşterinin Atandığı Depo: 291
288. Müşterinin Atandığı Depo: 290

Ek-7 PR07 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 74
2. Müşterinin Atandığı Depo: 78
3. Müşterinin Atandığı Depo: 75
4. Müşterinin Atandığı Depo: 76
5. Müşterinin Atandığı Depo: 76
6. Müşterinin Atandığı Depo: 77
7. Müşterinin Atandığı Depo: 74
8. Müşterinin Atandığı Depo: 75
9. Müşterinin Atandığı Depo: 77
10. Müşterinin Atandığı Depo: 73
11. Müşterinin Atandığı Depo: 77
12. Müşterinin Atandığı Depo: 74
13. Müşterinin Atandığı Depo: 76
14. Müşterinin Atandığı Depo: 77
15. Müşterinin Atandığı Depo: 75
16. Müşterinin Atandığı Depo: 75
17. Müşterinin Atandığı Depo: 74
18. Müşterinin Atandığı Depo: 73
19. Müşterinin Atandığı Depo: 77
20. Müşterinin Atandığı Depo: 73
21. Müşterinin Atandığı Depo: 77
22. Müşterinin Atandığı Depo: 75
23. Müşterinin Atandığı Depo: 74
24. Müşterinin Atandığı Depo: 76
25. Müşterinin Atandığı Depo: 78
26. Müşterinin Atandığı Depo: 74
27. Müşterinin Atandığı Depo: 73
28. Müşterinin Atandığı Depo: 76
29. Müşterinin Atandığı Depo: 76
30. Müşterinin Atandığı Depo: 77
31. Müşterinin Atandığı Depo: 73
32. Müşterinin Atandığı Depo: 78
33. Müşterinin Atandığı Depo: 73
34. Müşterinin Atandığı Depo: 75
35. Müşterinin Atandığı Depo: 78
36. Müşterinin Atandığı Depo: 73
37. Müşterinin Atandığı Depo: 74
38. Müşterinin Atandığı Depo: 78
39. Müşterinin Atandığı Depo: 78
40. Müşterinin Atandığı Depo: 77
41. Müşterinin Atandığı Depo: 74
42. Müşterinin Atandığı Depo: 77
43. Müşterinin Atandığı Depo: 74
44. Müşterinin Atandığı Depo: 75
45. Müşterinin Atandığı Depo: 75
46. Müşterinin Atandığı Depo: 76
47. Müşterinin Atandığı Depo: 74
48. Müşterinin Atandığı Depo: 77
49. Müşterinin Atandığı Depo: 74
50. Müşterinin Atandığı Depo: 74
51. Müşterinin Atandığı Depo: 74

52. Müşterinin Atandığı Depo: 76
53. Müşterinin Atandığı Depo: 76
54. Müşterinin Atandığı Depo: 75
55. Müşterinin Atandığı Depo: 76
56. Müşterinin Atandığı Depo: 75
57. Müşterinin Atandığı Depo: 76
58. Müşterinin Atandığı Depo: 77
59. Müşterinin Atandığı Depo: 74
60. Müşterinin Atandığı Depo: 73
61. Müşterinin Atandığı Depo: 74
62. Müşterinin Atandığı Depo: 75
63. Müşterinin Atandığı Depo: 76
64. Müşterinin Atandığı Depo: 74
65. Müşterinin Atandığı Depo: 73
66. Müşterinin Atandığı Depo: 77
67. Müşterinin Atandığı Depo: 77
68. Müşterinin Atandığı Depo: 74
69. Müşterinin Atandığı Depo: 75
70. Müşterinin Atandığı Depo: 77
71. Müşterinin Atandığı Depo: 73
72. Müşterinin Atandığı Depo: 76

Ek-8 PR08 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 149
2. Müşterinin Atandığı Depo: 149
3. Müşterinin Atandığı Depo: 148
4. Müşterinin Atandığı Depo: 146
5. Müşterinin Atandığı Depo: 148
6. Müşterinin Atandığı Depo: 149
7. Müşterinin Atandığı Depo: 145
8. Müşterinin Atandığı Depo: 146
9. Müşterinin Atandığı Depo: 148
10. Müşterinin Atandığı Depo: 146
11. Müşterinin Atandığı Depo: 145
12. Müşterinin Atandığı Depo: 148
13. Müşterinin Atandığı Depo: 150
14. Müşterinin Atandığı Depo: 149
15. Müşterinin Atandığı Depo: 147
16. Müşterinin Atandığı Depo: 146
17. Müşterinin Atandığı Depo: 150
18. Müşterinin Atandığı Depo: 146
19. Müşterinin Atandığı Depo: 148
20. Müşterinin Atandığı Depo: 150
21. Müşterinin Atandığı Depo: 149
22. Müşterinin Atandığı Depo: 146
23. Müşterinin Atandığı Depo: 146
24. Müşterinin Atandığı Depo: 147
25. Müşterinin Atandığı Depo: 145
26. Müşterinin Atandığı Depo: 148
27. Müşterinin Atandığı Depo: 145
28. Müşterinin Atandığı Depo: 145
29. Müşterinin Atandığı Depo: 145
30. Müşterinin Atandığı Depo: 149
31. Müşterinin Atandığı Depo: 149
32. Müşterinin Atandığı Depo: 147
33. Müşterinin Atandığı Depo: 147
34. Müşterinin Atandığı Depo: 145
35. Müşterinin Atandığı Depo: 146
36. Müşterinin Atandığı Depo: 149
37. Müşterinin Atandığı Depo: 147
38. Müşterinin Atandığı Depo: 146
39. Müşterinin Atandığı Depo: 145
40. Müşterinin Atandığı Depo: 145
41. Müşterinin Atandığı Depo: 147
42. Müşterinin Atandığı Depo: 146
43. Müşterinin Atandığı Depo: 150
44. Müşterinin Atandığı Depo: 150
45. Müşterinin Atandığı Depo: 147
46. Müşterinin Atandığı Depo: 147
47. Müşterinin Atandığı Depo: 145
48. Müşterinin Atandığı Depo: 149
49. Müşterinin Atandığı Depo: 148
50. Müşterinin Atandığı Depo: 146
51. Müşterinin Atandığı Depo: 146

52. Müşterinin Atandığı Depo: 149
53. Müşterinin Atandığı Depo: 145
54. Müşterinin Atandığı Depo: 150
55. Müşterinin Atandığı Depo: 150
56. Müşterinin Atandığı Depo: 147
57. Müşterinin Atandığı Depo: 145
58. Müşterinin Atandığı Depo: 149
59. Müşterinin Atandığı Depo: 150
60. Müşterinin Atandığı Depo: 149
61. Müşterinin Atandığı Depo: 146
62. Müşterinin Atandığı Depo: 147
63. Müşterinin Atandığı Depo: 145
64. Müşterinin Atandığı Depo: 149
65. Müşterinin Atandığı Depo: 148
66. Müşterinin Atandığı Depo: 145
67. Müşterinin Atandığı Depo: 149
68. Müşterinin Atandığı Depo: 147
69. Müşterinin Atandığı Depo: 148
70. Müşterinin Atandığı Depo: 149
71. Müşterinin Atandığı Depo: 150
72. Müşterinin Atandığı Depo: 150
73. Müşterinin Atandığı Depo: 145
74. Müşterinin Atandığı Depo: 146
75. Müşterinin Atandığı Depo: 150
76. Müşterinin Atandığı Depo: 149
77. Müşterinin Atandığı Depo: 148
78. Müşterinin Atandığı Depo: 150
79. Müşterinin Atandığı Depo: 149
80. Müşterinin Atandığı Depo: 145
81. Müşterinin Atandığı Depo: 150
82. Müşterinin Atandığı Depo: 145
83. Müşterinin Atandığı Depo: 149
84. Müşterinin Atandığı Depo: 145
85. Müşterinin Atandığı Depo: 149
86. Müşterinin Atandığı Depo: 149
87. Müşterinin Atandığı Depo: 149
88. Müşterinin Atandığı Depo: 147
89. Müşterinin Atandığı Depo: 149
90. Müşterinin Atandığı Depo: 146
91. Müşterinin Atandığı Depo: 147
92. Müşterinin Atandığı Depo: 147
93. Müşterinin Atandığı Depo: 145
94. Müşterinin Atandığı Depo: 149
95. Müşterinin Atandığı Depo: 149
96. Müşterinin Atandığı Depo: 145
97. Müşterinin Atandığı Depo: 146
98. Müşterinin Atandığı Depo: 150
99. Müşterinin Atandığı Depo: 150
100. Müşterinin Atandığı Depo: 149
101. Müşterinin Atandığı Depo: 145
102. Müşterinin Atandığı Depo: 145
103. Müşterinin Atandığı Depo: 146
104. Müşterinin Atandığı Depo: 146
105. Müşterinin Atandığı Depo: 149
106. Müşterinin Atandığı Depo: 146
107. Müşterinin Atandığı Depo: 149
108. Müşterinin Atandığı Depo: 147
109. Müşterinin Atandığı Depo: 145
110. Müşterinin Atandığı Depo: 148
111. Müşterinin Atandığı Depo: 150
112. Müşterinin Atandığı Depo: 149
113. Müşterinin Atandığı Depo: 146
114. Müşterinin Atandığı Depo: 145

115. Müşterinin Atandığı Depo: 150
116. Müşterinin Atandığı Depo: 145
117. Müşterinin Atandığı Depo: 149
118. Müşterinin Atandığı Depo: 146
119. Müşterinin Atandığı Depo: 147
120. Müşterinin Atandığı Depo: 148
121. Müşterinin Atandığı Depo: 147
122. Müşterinin Atandığı Depo: 145
123. Müşterinin Atandığı Depo: 150
124. Müşterinin Atandığı Depo: 149
125. Müşterinin Atandığı Depo: 147
126. Müşterinin Atandığı Depo: 147
127. Müşterinin Atandığı Depo: 146
128. Müşterinin Atandığı Depo: 146
129. Müşterinin Atandığı Depo: 145
130. Müşterinin Atandığı Depo: 150
131. Müşterinin Atandığı Depo: 149
132. Müşterinin Atandığı Depo: 148
133. Müşterinin Atandığı Depo: 146
134. Müşterinin Atandığı Depo: 148
135. Müşterinin Atandığı Depo: 147
136. Müşterinin Atandığı Depo: 147
137. Müşterinin Atandığı Depo: 149
138. Müşterinin Atandığı Depo: 149
139. Müşterinin Atandığı Depo: 148
140. Müşterinin Atandığı Depo: 146
141. Müşterinin Atandığı Depo: 145
142. Müşterinin Atandığı Depo: 148
143. Müşterinin Atandığı Depo: 148
144. Müşterinin Atandığı Depo: 150

Ek-9 P-04 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: :102
2. Müşterinin Atandığı Depo: :101
3. Müşterinin Atandığı Depo: :102
4. Müşterinin Atandığı Depo: :101
5. Müşterinin Atandığı Depo: :101
6. Müşterinin Atandığı Depo: :101
7. Müşterinin Atandığı Depo: :102
8. Müşterinin Atandığı Depo: :102
9. Müşterinin Atandığı Depo: :102
10. Müşterinin Atandığı Depo: :102
11. Müşterinin Atandığı Depo: :102
12. Müşterinin Atandığı Depo: :101
13. Müşterinin Atandığı Depo: :101
14. Müşterinin Atandığı Depo: :101
15. Müşterinin Atandığı Depo: :101
16. Müşterinin Atandığı Depo: :101
17. Müşterinin Atandığı Depo: :101
18. Müşterinin Atandığı Depo: :102
19. Müşterinin Atandığı Depo: :102
20. Müşterinin Atandığı Depo: :102
21. Müşterinin Atandığı Depo: :101
22. Müşterinin Atandığı Depo: :101
23. Müşterinin Atandığı Depo: :101
24. Müşterinin Atandığı Depo: :101
25. Müşterinin Atandığı Depo: :101
26. Müşterinin Atandığı Depo: :101
27. Müşterinin Atandığı Depo: :102
28. Müşterinin Atandığı Depo: :102
29. Müşterinin Atandığı Depo: :102
30. Müşterinin Atandığı Depo: :102
31. Müşterinin Atandığı Depo: :102
32. Müşterinin Atandığı Depo: :102
33. Müşterinin Atandığı Depo: :102
34. Müşterinin Atandığı Depo: :102
35. Müşterinin Atandığı Depo: :102
36. Müşterinin Atandığı Depo: :102
37. Müşterinin Atandığı Depo: :101
38. Müşterinin Atandığı Depo: :101
39. Müşterinin Atandığı Depo: :101
40. Müşterinin Atandığı Depo: :101
41. Müşterinin Atandığı Depo: :101
42. Müşterinin Atandığı Depo: :101
43. Müşterinin Atandığı Depo: :101
44. Müşterinin Atandığı Depo: :101
45. Müşterinin Atandığı Depo: :102
46. Müşterinin Atandığı Depo: :102
47. Müşterinin Atandığı Depo: :102
48. Müşterinin Atandığı Depo: :102
49. Müşterinin Atandığı Depo: :102
50. Müşterinin Atandığı Depo: :102
51. Müşterinin Atandığı Depo: :102

52. Müşterinin Atandığı Depo: :102
53. Müşterinin Atandığı Depo: :101
54. Müşterinin Atandığı Depo: :101
55. Müşterinin Atandığı Depo: :101
56. Müşterinin Atandığı Depo: :101
57. Müşterinin Atandığı Depo: :101
58. Müşterinin Atandığı Depo: :101
59. Müşterinin Atandığı Depo: :101
60. Müşterinin Atandığı Depo: :101
61. Müşterinin Atandığı Depo: :101
62. Müşterinin Atandığı Depo: :102
63. Müşterinin Atandığı Depo: :102
64. Müşterinin Atandığı Depo: :102
65. Müşterinin Atandığı Depo: :102
66. Müşterinin Atandığı Depo: :102
67. Müşterinin Atandığı Depo: :101
68. Müşterinin Atandığı Depo: :102
69. Müşterinin Atandığı Depo: :102
70. Müşterinin Atandığı Depo: :102
71. Müşterinin Atandığı Depo: :102
72. Müşterinin Atandığı Depo: :101
73. Müşterinin Atandığı Depo: :101
74. Müşterinin Atandığı Depo: :101
75. Müşterinin Atandığı Depo: :101
76. Müşterinin Atandığı Depo: :102
77. Müşterinin Atandığı Depo: :102
78. Müşterinin Atandığı Depo: :102
79. Müşterinin Atandığı Depo: :102
80. Müşterinin Atandığı Depo: :102
81. Müşterinin Atandığı Depo: :102
82. Müşterinin Atandığı Depo: :102
83. Müşterinin Atandığı Depo: :102
84. Müşterinin Atandığı Depo: :101
85. Müşterinin Atandığı Depo: :101
86. Müşterinin Atandığı Depo: :101
87. Müşterinin Atandığı Depo: :101
88. Müşterinin Atandığı Depo: :102
89. Müşterinin Atandığı Depo: :101
90. Müşterinin Atandığı Depo: :102
91. Müşterinin Atandığı Depo: :101
92. Müşterinin Atandığı Depo: :101
93. Müşterinin Atandığı Depo: :101
94. Müşterinin Atandığı Depo: :101
95. Müşterinin Atandığı Depo: :101
96. Müşterinin Atandığı Depo: :101
97. Müşterinin Atandığı Depo: :101
98. Müşterinin Atandığı Depo: :101
99. Müşterinin Atandığı Depo: :101
100. Müşterinin Atandığı Depo: :101

Ek-10 P05 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 102
2. Müşterinin Atandığı Depo: 101
3. Müşterinin Atandığı Depo: 102
4. Müşterinin Atandığı Depo: 102
5. Müşterinin Atandığı Depo: 101
6. Müşterinin Atandığı Depo: 101
7. Müşterinin Atandığı Depo: 101
8. Müşterinin Atandığı Depo: 101
9. Müşterinin Atandığı Depo: 102
10. Müşterinin Atandığı Depo: 101
11. Müşterinin Atandığı Depo: 101
12. Müşterinin Atandığı Depo: 102
13. Müşterinin Atandığı Depo: 101
14. Müşterinin Atandığı Depo: 101
15. Müşterinin Atandığı Depo: 101
16. Müşterinin Atandığı Depo: 101
17. Müşterinin Atandığı Depo: 101
18. Müşterinin Atandığı Depo: 101
19. Müşterinin Atandığı Depo: 101
20. Müşterinin Atandığı Depo: 102
21. Müşterinin Atandığı Depo: 102
22. Müşterinin Atandığı Depo: 102
23. Müşterinin Atandığı Depo: 102
24. Müşterinin Atandığı Depo: 102
25. Müşterinin Atandığı Depo: 102
26. Müşterinin Atandığı Depo: 102
27. Müşterinin Atandığı Depo: 101
28. Müşterinin Atandığı Depo: 102
29. Müşterinin Atandığı Depo: 102
30. Müşterinin Atandığı Depo: 102
31. Müşterinin Atandığı Depo: 101
32. Müşterinin Atandığı Depo: 101
33. Müşterinin Atandığı Depo: 102
34. Müşterinin Atandığı Depo: 102
35. Müşterinin Atandığı Depo: 102
36. Müşterinin Atandığı Depo: 101
37. Müşterinin Atandığı Depo: 101
38. Müşterinin Atandığı Depo: 101
39. Müşterinin Atandığı Depo: 102
40. Müşterinin Atandığı Depo: 102
41. Müşterinin Atandığı Depo: 102
42. Müşterinin Atandığı Depo: 101
43. Müşterinin Atandığı Depo: 101
44. Müşterinin Atandığı Depo: 101
45. Müşterinin Atandığı Depo: 101
46. Müşterinin Atandığı Depo: 101
47. Müşterinin Atandığı Depo: 101
48. Müşterinin Atandığı Depo: 101
49. Müşterinin Atandığı Depo: 101
50. Müşterinin Atandığı Depo: 102
51. Müşterinin Atandığı Depo: 102

52. Müşterinin Atandığı Depo: 101
53. Müşterinin Atandığı Depo: 102
54. Müşterinin Atandığı Depo: 102
55. Müşterinin Atandığı Depo: 102
56. Müşterinin Atandığı Depo: 102
57. Müşterinin Atandığı Depo: 101
58. Müşterinin Atandığı Depo: 102
59. Müşterinin Atandığı Depo: 101
60. Müşterinin Atandığı Depo: 101
61. Müşterinin Atandığı Depo: 101
62. Müşterinin Atandığı Depo: 101
63. Müşterinin Atandığı Depo: 101
64. Müşterinin Atandığı Depo: 101
65. Müşterinin Atandığı Depo: 102
66. Müşterinin Atandığı Depo: 102
67. Müşterinin Atandığı Depo: 102
68. Müşterinin Atandığı Depo: 102
69. Müşterinin Atandığı Depo: 102
70. Müşterinin Atandığı Depo: 102
71. Müşterinin Atandığı Depo: 102
72. Müşterinin Atandığı Depo: 102
73. Müşterinin Atandığı Depo: 102
74. Müşterinin Atandığı Depo: 102
75. Müşterinin Atandığı Depo: 102
76. Müşterinin Atandığı Depo: 102
77. Müşterinin Atandığı Depo: 102
78. Müşterinin Atandığı Depo: 102
79. Müşterinin Atandığı Depo: 102
80. Müşterinin Atandığı Depo: 102
81. Müşterinin Atandığı Depo: 102
82. Müşterinin Atandığı Depo: 101
83. Müşterinin Atandığı Depo: 101
84. Müşterinin Atandığı Depo: 101
85. Müşterinin Atandığı Depo: 101
86. Müşterinin Atandığı Depo: 101
87. Müşterinin Atandığı Depo: 101
88. Müşterinin Atandığı Depo: 101
89. Müşterinin Atandığı Depo: 101
90. Müşterinin Atandığı Depo: 101
91. Müşterinin Atandığı Depo: 101
92. Müşterinin Atandığı Depo: 101
93. Müşterinin Atandığı Depo: 101
94. Müşterinin Atandığı Depo: 101
95. Müşterinin Atandığı Depo: 101
96. Müşterinin Atandığı Depo: 101
97. Müşterinin Atandığı Depo: 101
98. Müşterinin Atandığı Depo: 101
99. Müşterinin Atandığı Depo: 101
100. Müşterinin Atandığı Depo: 101

Ek-11 P11 Probleminin Depo Ataması Sonucu

Bilgiler okunuyor

Bilgiler okundu

=====

Parametreler okunuyor

Parametreler okundu:

=====

DEPO ATAMASI

1. Müşterinin Atandığı Depo: 254
2. Müşterinin Atandığı Depo: 253
3. Müşterinin Atandığı Depo: 253
4. Müşterinin Atandığı Depo: 252
5. Müşterinin Atandığı Depo: 254
6. Müşterinin Atandığı Depo: 250
7. Müşterinin Atandığı Depo: 252
8. Müşterinin Atandığı Depo: 253
9. Müşterinin Atandığı Depo: 253
10. Müşterinin Atandığı Depo: 251
11. Müşterinin Atandığı Depo: 251
12. Müşterinin Atandığı Depo: 254
13. Müşterinin Atandığı Depo: 253
14. Müşterinin Atandığı Depo: 250
15. Müşterinin Atandığı Depo: 251
16. Müşterinin Atandığı Depo: 250
17. Müşterinin Atandığı Depo: 251
18. Müşterinin Atandığı Depo: 253
19. Müşterinin Atandığı Depo: 254
20. Müşterinin Atandığı Depo: 250
21. Müşterinin Atandığı Depo: 254
22. Müşterinin Atandığı Depo: 250
23. Müşterinin Atandığı Depo: 250
24. Müşterinin Atandığı Depo: 251
25. Müşterinin Atandığı Depo: 250
26. Müşterinin Atandığı Depo: 253
27. Müşterinin Atandığı Depo: 253
28. Müşterinin Atandığı Depo: 252
29. Müşterinin Atandığı Depo: 250
30. Müşterinin Atandığı Depo: 254
31. Müşterinin Atandığı Depo: 254
32. Müşterinin Atandığı Depo: 251
33. Müşterinin Atandığı Depo: 254
34. Müşterinin Atandığı Depo: 252
35. Müşterinin Atandığı Depo: 252
36. Müşterinin Atandığı Depo: 253
37. Müşterinin Atandığı Depo: 250
38. Müşterinin Atandığı Depo: 251
39. Müşterinin Atandığı Depo: 251
40. Müşterinin Atandığı Depo: 251
41. Müşterinin Atandığı Depo: 250
42. Müşterinin Atandığı Depo: 251
43. Müşterinin Atandığı Depo: 251
44. Müşterinin Atandığı Depo: 250
45. Müşterinin Atandığı Depo: 250
46. Müşterinin Atandığı Depo: 252
47. Müşterinin Atandığı Depo: 251
48. Müşterinin Atandığı Depo: 250
49. Müşterinin Atandığı Depo: 254
50. Müşterinin Atandığı Depo: 252
51. Müşterinin Atandığı Depo: 251
52. Müşterinin Atandığı Depo: 251

53. Müşterinin Atandığı Depo: 253
54. Müşterinin Atandığı Depo: 253
55. Müşterinin Atandığı Depo: 251
56. Müşterinin Atandığı Depo: 251
57. Müşterinin Atandığı Depo: 253
58. Müşterinin Atandığı Depo: 253
59. Müşterinin Atandığı Depo: 251
60. Müşterinin Atandığı Depo: 250
61. Müşterinin Atandığı Depo: 254
62. Müşterinin Atandığı Depo: 253
63. Müşterinin Atandığı Depo: 252
64. Müşterinin Atandığı Depo: 253
65. Müşterinin Atandığı Depo: 253
66. Müşterinin Atandığı Depo: 251
67. Müşterinin Atandığı Depo: 251
68. Müşterinin Atandığı Depo: 254
69. Müşterinin Atandığı Depo: 253
70. Müşterinin Atandığı Depo: 254
71. Müşterinin Atandığı Depo: 254
72. Müşterinin Atandığı Depo: 254
73. Müşterinin Atandığı Depo: 253
74. Müşterinin Atandığı Depo: 254
75. Müşterinin Atandığı Depo: 251
76. Müşterinin Atandığı Depo: 252
77. Müşterinin Atandığı Depo: 252
78. Müşterinin Atandığı Depo: 251
79. Müşterinin Atandığı Depo: 254
80. Müşterinin Atandığı Depo: 251
81. Müşterinin Atandığı Depo: 254
82. Müşterinin Atandığı Depo: 253
83. Müşterinin Atandığı Depo: 253
84. Müşterinin Atandığı Depo: 251
85. Müşterinin Atandığı Depo: 250
86. Müşterinin Atandığı Depo: 252
87. Müşterinin Atandığı Depo: 252
88. Müşterinin Atandığı Depo: 252
89. Müşterinin Atandığı Depo: 253
90. Müşterinin Atandığı Depo: 254
91. Müşterinin Atandığı Depo: 252
92. Müşterinin Atandığı Depo: 250
93. Müşterinin Atandığı Depo: 252
94. Müşterinin Atandığı Depo: 252
95. Müşterinin Atandığı Depo: 252
96. Müşterinin Atandığı Depo: 253
97. Müşterinin Atandığı Depo: 250
98. Müşterinin Atandığı Depo: 250
99. Müşterinin Atandığı Depo: 254
100. Müşterinin Atandığı Depo: 254
101. Müşterinin Atandığı Depo: 253
102. Müşterinin Atandığı Depo: 251
103. Müşterinin Atandığı Depo: 251
104. Müşterinin Atandığı Depo: 254
105. Müşterinin Atandığı Depo: 250
106. Müşterinin Atandığı Depo: 253
107. Müşterinin Atandığı Depo: 250
108. Müşterinin Atandığı Depo: 254
109. Müşterinin Atandığı Depo: 250
110. Müşterinin Atandığı Depo: 250
111. Müşterinin Atandığı Depo: 250
112. Müşterinin Atandığı Depo: 253
113. Müşterinin Atandığı Depo: 251
114. Müşterinin Atandığı Depo: 253
115. Müşterinin Atandığı Depo: 254

116. Müşterinin Atandığı Depo: 250
117. Müşterinin Atandığı Depo: 250
118. Müşterinin Atandığı Depo: 253
119. Müşterinin Atandığı Depo: 252
120. Müşterinin Atandığı Depo: 250
121. Müşterinin Atandığı Depo: 253
122. Müşterinin Atandığı Depo: 251
123. Müşterinin Atandığı Depo: 253
124. Müşterinin Atandığı Depo: 254
125. Müşterinin Atandığı Depo: 253
126. Müşterinin Atandığı Depo: 250
127. Müşterinin Atandığı Depo: 251
128. Müşterinin Atandığı Depo: 250
129. Müşterinin Atandığı Depo: 254
130. Müşterinin Atandığı Depo: 254
131. Müşterinin Atandığı Depo: 251
132. Müşterinin Atandığı Depo: 250
133. Müşterinin Atandığı Depo: 254
134. Müşterinin Atandığı Depo: 251
135. Müşterinin Atandığı Depo: 253
136. Müşterinin Atandığı Depo: 251
137. Müşterinin Atandığı Depo: 253
138. Müşterinin Atandığı Depo: 254
139. Müşterinin Atandığı Depo: 254
140. Müşterinin Atandığı Depo: 254
141. Müşterinin Atandığı Depo: 250
142. Müşterinin Atandığı Depo: 254
143. Müşterinin Atandığı Depo: 250
144. Müşterinin Atandığı Depo: 252
145. Müşterinin Atandığı Depo: 254
146. Müşterinin Atandığı Depo: 251
147. Müşterinin Atandığı Depo: 251
148. Müşterinin Atandığı Depo: 253
149. Müşterinin Atandığı Depo: 252
150. Müşterinin Atandığı Depo: 253
151. Müşterinin Atandığı Depo: 252
152. Müşterinin Atandığı Depo: 252
153. Müşterinin Atandığı Depo: 253
154. Müşterinin Atandığı Depo: 252
155. Müşterinin Atandığı Depo: 254
156. Müşterinin Atandığı Depo: 252
157. Müşterinin Atandığı Depo: 253
158. Müşterinin Atandığı Depo: 250
159. Müşterinin Atandığı Depo: 251
160. Müşterinin Atandığı Depo: 252
161. Müşterinin Atandığı Depo: 250
162. Müşterinin Atandığı Depo: 251
163. Müşterinin Atandığı Depo: 253
164. Müşterinin Atandığı Depo: 252
165. Müşterinin Atandığı Depo: 250
166. Müşterinin Atandığı Depo: 254
167. Müşterinin Atandığı Depo: 253
168. Müşterinin Atandığı Depo: 251
169. Müşterinin Atandığı Depo: 250
170. Müşterinin Atandığı Depo: 253
171. Müşterinin Atandığı Depo: 250
172. Müşterinin Atandığı Depo: 254
173. Müşterinin Atandığı Depo: 253
174. Müşterinin Atandığı Depo: 250
175. Müşterinin Atandığı Depo: 251
176. Müşterinin Atandığı Depo: 251
177. Müşterinin Atandığı Depo: 253
178. Müşterinin Atandığı Depo: 250

179. Müşterinin Atandığı Depo: 250
180. Müşterinin Atandığı Depo: 252
181. Müşterinin Atandığı Depo: 250
182. Müşterinin Atandığı Depo: 252
183. Müşterinin Atandığı Depo: 253
184. Müşterinin Atandığı Depo: 252
185. Müşterinin Atandığı Depo: 254
186. Müşterinin Atandığı Depo: 254
187. Müşterinin Atandığı Depo: 252
188. Müşterinin Atandığı Depo: 252
189. Müşterinin Atandığı Depo: 253
190. Müşterinin Atandığı Depo: 253
191. Müşterinin Atandığı Depo: 254
192. Müşterinin Atandığı Depo: 252
193. Müşterinin Atandığı Depo: 253
194. Müşterinin Atandığı Depo: 251
195. Müşterinin Atandığı Depo: 253
196. Müşterinin Atandığı Depo: 250
197. Müşterinin Atandığı Depo: 251
198. Müşterinin Atandığı Depo: 253
199. Müşterinin Atandığı Depo: 250
200. Müşterinin Atandığı Depo: 250
201. Müşterinin Atandığı Depo: 251
202. Müşterinin Atandığı Depo: 254
203. Müşterinin Atandığı Depo: 253
204. Müşterinin Atandığı Depo: 253
205. Müşterinin Atandığı Depo: 254
206. Müşterinin Atandığı Depo: 253
207. Müşterinin Atandığı Depo: 254
208. Müşterinin Atandığı Depo: 252
209. Müşterinin Atandığı Depo: 254
210. Müşterinin Atandığı Depo: 250
211. Müşterinin Atandığı Depo: 254
212. Müşterinin Atandığı Depo: 250
213. Müşterinin Atandığı Depo: 254
214. Müşterinin Atandığı Depo: 251
215. Müşterinin Atandığı Depo: 254
216. Müşterinin Atandığı Depo: 252
217. Müşterinin Atandığı Depo: 253
218. Müşterinin Atandığı Depo: 252
219. Müşterinin Atandığı Depo: 251
220. Müşterinin Atandığı Depo: 253
221. Müşterinin Atandığı Depo: 254
222. Müşterinin Atandığı Depo: 250
223. Müşterinin Atandığı Depo: 251
224. Müşterinin Atandığı Depo: 253
225. Müşterinin Atandığı Depo: 251
226. Müşterinin Atandığı Depo: 251
227. Müşterinin Atandığı Depo: 250
228. Müşterinin Atandığı Depo: 253
229. Müşterinin Atandığı Depo: 254
230. Müşterinin Atandığı Depo: 253
231. Müşterinin Atandığı Depo: 254
232. Müşterinin Atandığı Depo: 254
233. Müşterinin Atandığı Depo: 251
234. Müşterinin Atandığı Depo: 254
235. Müşterinin Atandığı Depo: 253
236. Müşterinin Atandığı Depo: 250
237. Müşterinin Atandığı Depo: 253
238. Müşterinin Atandığı Depo: 251
239. Müşterinin Atandığı Depo: 252
240. Müşterinin Atandığı Depo: 250
241. Müşterinin Atandığı Depo: 251

- 242. Müşterinin Atandığı Depo: 251
- 243. Müşterinin Atandığı Depo: 250
- 244. Müşterinin Atandığı Depo: 254
- 245. Müşterinin Atandığı Depo: 252
- 246. Müşterinin Atandığı Depo: 252
- 247. Müşterinin Atandığı Depo: 252
- 248. Müşterinin Atandığı Depo: 253
- 249. Müşterinin Atandığı Depo: 253

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 25.05.1982

Doğum Yeri: Kahramanmaraş

Lise: 1996–2000 Kahramanmaraş Sütçü İmam Süper Lisesi

Lisans: 2000–2005 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak.
Endüstri Mühendisliği

Yüksek Lisans: 2005- Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Endüstri
Mühendisli Programı

Çalıştığı Kurumlar:

2005- IBS Isıtma Soğutma Tic. A.Ş.