

139990



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ENİYİLEME YAKLAŞIMLARI VE  
UYGULAMALARI

- 139990 -

DUYGU YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
TEZ YAKLAŞIM MERKEZİ

BURSA - 2003

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ENİYİLEME YAKLAŞIMLARI VE  
UYGULAMALARI

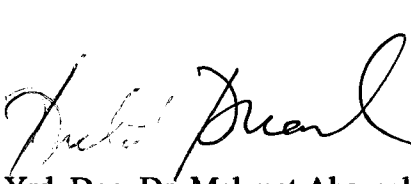
DUYGU YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Bu tez 25.07.2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akansel

(Danışman)



Prof. Dr. Erdal Emel

(Üye)



Yrd. Doç. Dr. Gül Emel

(Üye)

## ÖZET

1980’li yıllarla beraber artan küresel rekabet, firmaları, düşük maliyet, yüksek kalite ve daha yüksek tasarım esnekliğine sahip daha güvenilir ürünler sunmaya zorlamıştır. Tedarik zinciri yönetimindeki evrim, 1990’lı yıllarda da devam etmiş, birçok firma, müşteri odaklılık temelindeki tedarik zinciri yönetimi bakış açısını benimsemiştir.

Tedarik zinciri dahilindeki başarılı bütünleşik lojistik yönetimi, toplam dağıtım maliyetini en düşük düzeye indirmek için ve istenen müşteri servis düzeylerini sağlamak için eşzamanlı çalışan, sistem içerisindeki tüm lojistik etkinliklerini birbirine bağlar. Bundan dolayı, tedarik zinciri yönetiminde ulaşımın , ulaşım ağı için tasarımın, ulaştırmada rotalara ve çizelgelemenin önemi görülebilir. Bu çalışmada, yer ve hava nakliye ağları, posta dağıtım ağları ve bilgisayar ağlarının tasarımında sıklıkla ortaya çıkan problem tipinin çözümüne yönelik eniyileme amaçlı yaklaşımlar ve algoritmalar incelenmiştir. Belli problem tipleri üzerinde farklı algoritmalar denenerek, sonuçları karşılaştırılmıştır. Özellikle problemin çözüm süresi konusunda algoritmalar arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Çalışmada ayrıca, ulaştırmada rotalama ve çizelgeleme probleminin çözümü için kullanılan genel atama yöntemi detaylı olarak incelenmiştir. Genel atama yöntemine farklı bir bakış açısı (yöntem) sunulmuştur. Değişik problemler, iki yöntem ile çözümlenerek sonuçları karşılaştırılmıştır. Farklı durumlarda uygun yöntemin belirlenmesi için bir sezgisel yaklaşım sunulmuştur. Farklı durumlar, müşterilerin talep miktarları ve açısız pozisyonları ile ilgilidir. Sezgisel yaklaşım kullanılarak seçilen yöntem, problemlere uygulandığında önemli oranda tasarruf sağlandığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:Tedarik zinciri yönetimi, bütünleşik lojistik, ulaştırma

## **OPTIMIZATION APPROACHES AND APPLICATIONS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT**

### **ABSTRACT**

The increasing global competition in the 1980s, forced organizations to offer low cost, high quality and reliable products with greater design flexibility. The evolution of supply chain management continued in the 1990s, and many firms embraced the concept of supply chain management which is based on customer focus vision.

Successful integrated logistics management in supply chain management, ties all logistic activities together in a system, which simultaneously works to minimize total distribution costs and maintain desired customer service levels. So, importance of transportation, design of transportation network, routing and scheduling in transportation, can be seen on supply chain management. In this study, optimization based and heuristic approaches and algorithms are examined for solving the problem type that exist mostly upon ground and air transportation networks, postal delivery networks, computer networks' design. Different algorithms are applied on different problems and the results are compared. Especially in solving times, prominent differences are determined between algorithms. In the study, also generalized assignment method is examined detailed for solving routing and scheduling problem in transportation. A different point of view (method) is presented for generalized assignment method. Different problems are solved by two different methods and the results are compared. A heuristic approach is presented for determining suitable method type in different situations. Situation is related to customers' demand quantity and their angular positions. When applying the method, which is chosen by using heuristic approach, on the problems, an important amount of savings is provided.

**Keywords:** Supply chain management, integrated logistics, transportation

## İÇİNDEKİLER

<b>SİMGELER DİZİNİ.....</b>	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>3</b>
2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi.....	3
2.2. Bütünleşik Lojistik.....	4
2.2.1. Bütünleşik Lojistiğe Olan Gereksinim .....	4
2.2.2. Bütünleşik Lojistiğin, Lojistik Performansı Üzerindeki Etkisi.....	6
2.3 Tedarik Zincirinde Ulaşımın Rolü.....	6
2.4. Ulaşım Ağı İçin Tasarım Seçenekleri.....	8
2.4.1. Doğrudan Taşıma Ağı.....	8
2.4.2. Birleştirilmiş Dağıtım ile Doğrudan Taşıma.....	9
2.4.3. Tüm Taşımaların Dağıtım Merkezi Yolu İle Yapılması.....	10
2.4.4. Birleştirilmiş Dağıtımı Kullanarak Dağıtım Merkezi Aracılığı ile Taşıma.....	11
2.5. Kapasitelendirilmemiş p-Aktarma Merkezi Probleminin Çoklu Tahsisi.....	12
2.5.1. UMApHMP Yer Belirleme-Tahsis Kararı Problemi.....	14
2.5.2. Problem Formülasyonu.....	14
2.5.3. En Kısa Yollara Dayanan Algoritma.....	16
2.5.3.1. EKYA'nın UMApHMP İçin Kullanımı.....	16
2.5.3.2. EKYTSY 'En Kısa Yol Temelli Sezgisel Yaklaşım (Shortest Path Based Heuristic (SPBH))' .....	17

2.5.4. Büyük Boyuttaki UMApHMP İçin Çözüm Formülasyonu : UMApHMP-N.....	18
2.6.Ulaştırmada Rotalama ve Çizelgeleme .....	19
2.6.1. Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi .....	21
2.6.1.1. Her Rota İçin Çekirdek Noktaların Atanması.....	22
2.6.1.2. Her Müşteri İçin Ekleme Maliyetinin Gözden Geçirilmesi.....	26
2.6.1.3. Müşterilerin Rotalara Atanması .....	27
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>31</b>
3.1. UMApHMP İçin Geliştirilen Örnek Problem Yapıları ve Çözüm Yöntemleri..	31
3.1.1. UMApHMP-LP Yöntemi .....	31
3.1.2. EKYTSY Yöntemi.....	31
3.1.3. EKYTSY-Kurulum Yöntemi.....	31
3.2 Ulaştırmada Rotalama ve Çizelgeleme İçin Geliştirilen Örnek Problem Yapıları ve Çözüm Yöntemleri.....	33
<b>4. UYGULAMALAR VE SONUÇLARI.....</b>	<b>35</b>
4.1. UMApHMP İçin Geliştirilen Örnek Problemlerin Çözüm Yöntemlerinin Aşamaları ve Değerlendirmeler.....	35
4.1.1. Örnek Tanımları.....	35
4.1.2. UMApHMP-LP Yöntemi ile Çözüm.....	39
4.1.3. EKYTSY Yöntemi İle Çözüm.....	40
4.1.4. EKYTSY-Kurulum Yöntemi İle Çözüm.....	41
4.1.5. Hesaplama Sonuçları.....	42
4.2 Ulaştırmada Rotalama ve Çizelgeleme İçin Geliştirilen Örnek Problemlerin Çözüm Yöntemlerinin Aşamaları ve Değerlendirmeler.....	43
4.2.1. Artan Açılı Genel Atama Yöntemi.....	43
4.2.1.1. Her Rota İçin Çekirdek Noktaların Atanması .....	43

4.2.1.2. Her Müşteri İçin Ekleme Maliyetinin Gözden Geçirilmesi.....	44
4.2.1.3. Müşterilerin Rotalara Atanması .....	45
4.2.2. Kullanılacak Yöntemin Tayini (Geliştirilen Sezgisel Yaklaşım).....	47
4.2.3. Hesaplama Sonuçları.....	48
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>52</b>
<b>Ek-1 2.6. Bölümü İçin Çizelgeler ve Doğrusal Programlama Kodlamaları.....</b>	<b>53</b>
<b>Ek-2 4.1 Bölümü İçin Çizelgeler, Bilgisayar Programları, Şekiller ve Doğrusal Programlama Kodlamaları .....</b>	<b>56</b>
<b>Ek-3 4.2. Bölümü İçin Çizelgeler.....</b>	<b>143</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>165</b>

## SİMGELER DİZİNİ

### Kısaltmalar

CMAHLP	Capacitated Multiple Allocation Hub Location Problem (Kapasitelendirilmiş Aktarma Merkezi Yerleştirme Probleminin Çoklu Tahsisi )
EKYA	En Kısa Yol Algoritması
EKYTSY	En Kısa Yol Temelli Sezgisel Yaklaşım
EKYTSY-Kurulum	En Kısa Yol Temelli Sezgisel Yaklaşım -Kurulum (yaklaşımı ile)
UMApHMP	Uncapacitated Multiple Allocation p-Hub Median Problem (Kapasitelendirilmemiş p -Aktarma Merkezi Yerleştirme Probleminin Çoklu Tahsisi )
UMApHMP-LP	(formulating) UMApHMP (as) Linear Programming (UMApHMP'nin Doğrusal Programlama Olarak Formüle Edilmesi)

### UMApHMP-LP İçin Kullanılan Simgeler

$C_{iklj}$	$i$ düğümünden $j$ düğümüne $k$ ve $l$ aracılığı ile yönlendirilen toplam $W_{ij}$ akışının maliyeti.
$d_{ij}$	$i$ ve $j$ düğümleri arasındaki uzaklık
$H_k$	$k$ aktarma merkezi ise 1 , aksi takdirde 0 ( $k \in N$ )
$N$	$n$ düğümlerinin kümesi
$p$	aktarma merkezi olarak seçilecek düğüm sayısı
$X_{iklj}$	$i$ düğümünden $j$ düğümüne $k$ ve $l$ aracılığı ile yönlendirilen toplam $W_{ij}$ akışının bir oranı olan değişken ( $i, j, k, l \in N$ )



$W_{ij}$	$i$ düğümünden $j$ düğümüne akış miktarı
$\alpha$	Transfer maliyeti
$\chi$	Toplama maliyeti
$\delta$	Dağıtım maliyeti

### **Büyük Boyuttaki UMAPHMP İçin Çözüm Formülasyonu UMAPHMP-N İçin Kullanılan Simgeler**

$d_{ik}$	$i$ ve $k$ düğümleri arasındaki uzaklık
$d_{kl}$	$k$ ve $l$ düğümleri arasındaki uzaklık
$d_{lj}$	$l$ ve $j$ düğümleri arasındaki uzaklık
$H_k$	$k$ aktarma merkezi ise 1 , aksi taktirde 0 ( $k \in N$ )
$N$	$n$ düğümlerinin kümesi
$O_i$	$i$ düğümü kaynaklı toplam akış miktarı
$p$	aktarma merkezi olarak seçilecek düğüm sayısı
$W_{ij}$	$i$ düğümünden $j$ düğümüne akış miktarı
$X_{lj}^i$	$l$ aktarma merkezinden $j$ düğümüne akan $i$ ürününün akış miktarı
$Y_{kl}^i$	$i$ ürününün toplam akış miktarı(akış, $k$ , $l$ aktarma merkezleri arasında rotalandırılmıştır)
$Z_{ik}$	$i$ düğümünden $k$ aktarma merkezine akış miktarı
$\alpha$	Transfer maliyeti
$\chi$	Toplama maliyeti
$\delta$	Dağıtım maliyeti

## Ulaştırmada Rotalama ve izelgeleme Probleminin özümünde Kullanılan Simgeler

- $a_i$  i müşterisinin talep miktarı
- $b_k$  k aracının kapasitesi
- $c_{ik}$  i müşterisi ile k çekirdek noktası arasındaki ekleme maliyeti
- $d_k$  k. konideki dağıtım merkezine en uzak müşteri olan müşterinin dağıtım merkezine uzaklığı
- $S_k$  k. çekirdek noktası
- $X_k$  k. çekirdek noktasının X koordinatı
- $Y_k$  k. çekirdek noktasının Y koordinatı
- $y_{ik}$  i müşterisi k aracına atanırsa 1, aksi takdirde 0
- $\alpha_k$  k. çekirdek noktasının yerleşim açısı
- $\theta_i$  i müşterinin açısız pozisyonu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Tedarik Zincirinde Etkinlikler ve Katılımcılar .....	4
Şekil 2.2 Doğrudan Taşıma Ağı.....	9
Şekil 2.3 Çoklu Tedarikçiden ya da Çoklu Perakendeciye Birleştirilmiş Dağıtım.....	10
Şekil 2.4 Tüm Taşımaların Dağıtım Merkezi Yolu İle Yapılması.....	11
Şekil 2.5 Dağıtım Merkezi'nden Birleştirilmiş Dağıtım.....	11
Şekil 2.6 $n=25$ $p=4$ p-Aktarma Merkezi Yerleştirme Probleminin Tekli ve Çoklu Tahsisinin Optimal Çözümleri.....	13
Şekil 2.7 $i$ Müşterisinin Açılmal Pozisyonu.....	22
Şekil 2.8 1. Çekirdek Noktası $S_1$ 'in Yerleştirilmesi İçin Tarama Metodu (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi).....	24
Şekil 2.9 Genel Atama Yöntemi Kullanılarak $A$ 'da Dağıtımın Rotalanması (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi).....	30
Şekil 3.1 Tek Bir Dağıtım Merkezinin, Dağıtım Müşterilerinin ve Toplama Tedarikçilerinin Olduğu Bir Problemden Önemli Açılar.....	33
Şekil 4.1 1. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar.....	35
Şekil 4.2 2. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar.....	36
Şekil 4.3 3. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar.....	36
Şekil 4.4 4. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar.....	36
Şekil 4.5 5. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar.....	37
Şekil 4.6 $A$ 'da Dağıtımın Rotalanması (Artan Açılı Genel Atama Yöntemi).....	46

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 A İçin Müşteri Yerleşimleri ve Talepler .....	21
Çizelge 2.2 A (Dağıtım Merkezinin) Müşterileri İçin Açılmal Pozisyonlar .....	23
Çizelge 2.3 A Dağıtımları İçin Çekirdek Noktası Koordinatları (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi ).....	25
Çizelge 2.4 (Dağıtım Merkezi(DM) , Müşteriler(i)) ; (Müşteriler(i) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) ve(Dağıtım Merkezi(DM) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) Arasındaki Uzaklıklar (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi )).....	26
Çizelge 2.5 A Dağıtımını İçin, Her Müşteri ve Çekirdek Noktası İçin Ekleme Maliyetleri ( $c_{ik}$ ) (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi ).....	27
Çizelge 2.6 Doğrusal Programlama Programının Çalıştırılması ile Elde Edilen Sonuçlar.(Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi ) .....	29
Çizelge 2.7 Genel Atama Yöntemi ile A'nın Dağıtım Çizelgelemesi( Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi ).....	29
Çizelge 4.1 1.Örnek İçin Rota Bilgileri.....	37
Çizelge 4.2 1.Örnek için Maliyet Bilgileri .....	38
Çizelge 4.3 1. Örnek İçin UMAPHMP-LP Çalıştırılması İle Bulunan Sonuçlar.....	40
Çizelge 4.4 (Dağıtım Merkezi(DM) , Müşteriler(i)) ; (Müşteriler(i) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) ve (Dağıtım Merkezi(DM) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) Arasındaki Uzaklıklar (Artan Açılı Genel Atama Yöntemi).....	44
Çizelge 4.5 A Dağıtımını İçin, Her Müşteri ve Çekirdek Noktası İçin Ekleme Maliyetleri ( $c_{ik}$ ) (Artan Açılı Genel Atama Yöntemi) .....	45
Çizelge 4.6 A 'nın Dağıtım Çizelgelemesi (Artan Açılı Genel Atama Yöntemi) .....	45
Çizelge 4.7 1.Örnek İçin 1. ve 2. Bölgelerin ((toplam talep)/(1 birim açılı)) Oranının Bulunması.....	48
Çizelge 4.8 Geliştirilen Sezgisel Yaklaşımına Göre Kullanılacak Yöntemin Tayini İle, Herhangi Bir Problemde İyileştirme Olasılığının Hesaplanması.....	49

## 1. GİRİŞ

1950 ve 1960'lı yıllarda birçok üretici, birincil operasyonel strateji olarak, birim üretim maliyetini azaltabilmek için yığın üretim üzerine odaklanmışlardır. Yeni ürün gelişimi yavaş ilerlemekteydi. 'Darboğaz' operasyonlar, dengelenmiş tezgah akışlarını sürdürürebilmek için stok ile besleniyordu ve bunun sonucu da süreçteki stokların artmasıydı. Tedarikçi ya da müşterilerle teknolojinin paylaşılmasının çok riskli olduğu düşünülmekteydi. 1970'lerde Malzeme İhtiyaç Planlamasının tanıtılmasının ardından, yöneticiler, yüksek stokların, üretim maliyetleri, kalite, yeni ürün gelişimi ve teslim süreleri üzerindeki büyük etkisinin farkına varmışlardır (Tan 2001).

1980'lerdeki hassas küresel rekabet, firmaları, düşük maliyetler, yüksek kalite ve daha yüksek tasarım esnekliği içerisinde daha güvenilir ürünler üretmeye zorlamıştır. Üreticiler, üretim etkinliğini ve çevrim sürelerini iyileştirebilmek için, Tam Zamanında Üretim (Just In Time (JIT)) ve diğer yönetsel gelişmelerden faydalanmışlardır. Örneğin, JIT ile, üreticiler, potansiyel kar ve işbirliğine dayanan alıcı-tedarikçi ilişkilerinin önemini farkına varmaya başlamışlardır. Tedarik zinciri yönetimi bakış açısı, üreticiler tarafından, doğrudan tedarikçiler ile stratejik işbirliği olarak algılanmış ve daha sonra, bütünleşik lojistik kavramına bir adım daha yaklaşmış ve fiziksel dağıtım ve ulaştırma da dikkate alınmıştır (Tan 2001).

Tedarik zinciri yönetimi evrimi, 1990'larda da devam etmiştir. Maliyetin düşürülmesi ve kalitenin artırılması için tedarikçi etkinliğine daha fazla önem vermeye başlanmıştır. Yakın geçmişte, birçok üretici ve perakendeci, tedarik zinciri boyunca etkinliğin artırılması için, tedarik zinciri yönetimi kavramını benimsemişlerdir. Teknolojinin ve bilgi sistemlerinin tedarik zinciri yönetimine katkısı sağlanmıştır. Tedarik zinciri yönetimi evriminin temelinde, müşteri odaklılık varolmuştur. Bu durum firmaların içsel ve dışsal bağlantılarında değişiklikler yapmalarını sağlamıştır (Tan 2001).

Bu tez çalışmasında tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri yönetiminde bütünleşik lojistiğe olan ihtiyaç ele alınmış, ulaşımın tedarik zinciri performansına etkisine değinilmiş ve buradan yola çıkılarak temel ulaşım ağı tasarımlarına değinilmiş, ardından, özel amaçlı bir ağ tasarımı problemi detaylı olarak incelenmiş, çözüme

yönelik algoritmalar sunulmuştur. Ayrıca, ulaşırmada rotalama ve çizelgeleme de ele alınmış ve bir çözüm yöntemi ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Çalışmanın uygulama kısmında, çeşitli ağlar için, sunulan özel amaçlı ağ tasarım algoritmaları denenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Uygulama kısmında ayrıca ulaşırmada rotalama ve çizelgeleme için farklı bir bakış açısı sunulmuş ve örnekler üzerinde yöntemler denenerak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, tedarik zinciri yönetimi için bazı tanımlamalar yapılmış, tedarik zinciri yönetiminde bütünleşik lojistiğin ve fiziksel dağıtımın önemine dikkat çekilmiştir. Bütünleşik lojistiğin, lojistik performansına olan olumlu etkisi, daha önceden yapılmış bir anket çalışması ile desteklenmiştir. Tedarik zincirinde ulaşım ağı tasarım seçeneklerinden en fazla kullanılanlara kısaca değinilmiş, son dönemlerde üzerinde sıkça durulan , çoğunlukla posta dağıtım ağları, bilgisayar ağları, hava ve yer taşıma ağlarının tasarımı problemi incelenmiş, çözüme yönelik bazı algoritmalar sunulmuştur. Tedarik zinciri ve ulaşırma ile ilgili en önemli operasyonel kararlardan biri olan dağıtılacak ürünlerin rotalanması ve çizelgelemesi problemine dair bir çözüm yöntemi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, ulaşım ağı tasarımı problemine ve ulaşırmada rotalama ve çizelgeleme problemine yönelik olarak geliştirilen örnek problemlerin yapılarına, dördüncü bölümündeki uygulama ve karşılaştırmaların hangi yöntemler arasında yapılacağına değinilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, optimizasyon tabanlı doğrusal programlama çözüm yöntemi ile iki farklı sezgisel yaklaşım, geliştirilen örnek problemlerin çözümü için kullanılmış, bulunan sonuçların karşılaştırmaları yapılmıştır. Ayrıca, ulaşırmada rotalama ve çizelgeleme probleminin çözümüne dair, ikinci bölümde değinilen azalan açılı genel atama yöntemi ve geliştirilen *artan açılı genel atama yöntemi*, geliştirilen örnek problemlerin çözümü için kullanılmış, bulunan sonuçların karşılaştırmaları yapılmıştır. Ayrıca, hangi yöntemin hangi durumda seçileceğine dair bir sezgisel yaklaşım geliştirilmiş ve sezgisel yaklaşımın performansı değerlendirilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde tez çalışmasında elde edilen sonuçların önceki çalışma sonuçları ile kıyaslanarak tartışılmasına değinilmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Literatürde, konu ile ilgili, bütünleşik satın alma stratejisi, bütünleşik lojistik, tedarikçi bütünleşmesi, alıcı-tedarikçi ortaklıkları, tedarik tabanlı yönetim, stratejik tedarikçi ittifakı, tedarik zincirinde eşzamanlılık ve tedarik zinciri yönetimi gibi, bu yeni yönetim felsefesinin esaslarına işaret eden birçok terim mevcuttur. Her bir terim, olgunun belli bir kısmına işaret ederken, felsefeyi açıklamak için en fazla kullanılan terim, tedarik zinciri yönetimidir. Literatürde maalesef, tedarik zinciri yönetiminin kesin bir tanımı henüz yapılmamıştır (Tan 2001).

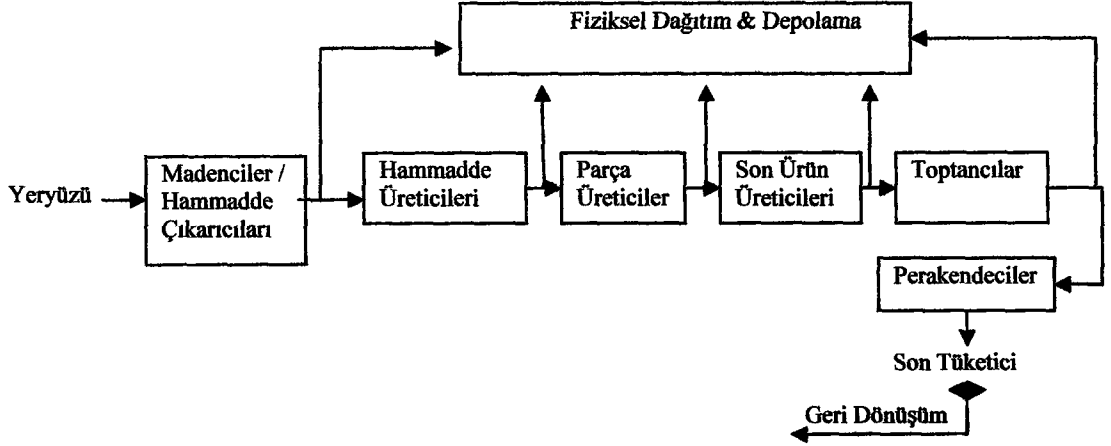
Tan (2001) tarafından bildirildiğine göre, Scott ve Westbrook tedarik zincirini, hammaddeden son kullanıcıya kadar üretim ve tedarik süreçlerinin her elemanının, çeşitli organizasyonel sınırlar dahilindeki zincirsel bağlantısı olarak tanımlamışlardır.

Tedarik zinciri, bilgiyi, malzeme akışını, fabrika operasyonlarını ve lojistiği eşgüdümlü yönetmek olarak da açıklanabilir (Chandra 1997).Tedarik zinciri yönetimi ile ilgili bir başka tanım da, ürünlerin kaynak noktasından tedarikçilere, üreticilere, kanal üyelerine ve tüketicilere olan fiziksel akışına kontrollü yaklaşım biçimindedir (Hall 1994).

Şekil 2.1, bahsi geçen tedarik zincirindeki, etkinlikleri ve katılımcıları göstermektedir. Süreç, hammadde ve minerallerin elde edilmesi (yeryüzünden çıkarılması) ile başlar ve üreticilere, toptancılara, perakendecilere ve son kullanıcıya doğru ilerler. Şekilde de gösterildiği gibi tedarik zinciri yönetimi, aynı zamanda ürün ya da malzemenin geri dönüşümünü ya da tekrar kullanım aşamalarını da içerir. Tedarik zinciri yönetimi, planlama, ürün tasarımı ve geliştirme, kaynak planlama, üretim, montaj, ulaşım, stoklama, dağıtım ve son olarak dağıtımı yapılan müşteri desteği gibi etkinlikleri içermektedir. Bütünleşik tedarik zincirinde, üreticilerin ürünü son kullanıcılara doğru itmesi yerine, son müşteriler, stoğu çekmektedirler (Tan 2001).

Tedarik zinciri yönetimine dair üçüncü tanımlama da toptancılık ve perakendecilik endüstrisindeki ulaşım ve lojistik literatürü kaynaklıdır.Bu tanımlamada

fiziksel dağıtım ve bütünleşik lojistiğin önemine dikkat çekilir. Buradaki odak nokta, üreticilerden son kullanıcılara, bilgi dahilinde stok değişimi yapmaya yönelik, etkin fiziksel dağıtımdır (Tan 2001).



Şekil 2.1 Tedarik Zincirinde Etkinlikler ve Katılımcılar

Kaynak : Tan,K.C.2001.A Framework of Supply Chain Management Literature.European Journal of Purchasing & Supply Management.p.39-48

## 2.2. Bütünleşik Lojistik

Başarılı biçimde bütünleştirilmiş lojistik yönetimi, toplam dağıtım maliyetlerini en düşük düzeye indirmek için ve istenen müşteri hizmet düzeylerine erişmek için, eş zamanlı çalışan sistem içerisindeki tüm etkinlikleri birbirine bağlar. Zamanla kavram, lojistik fonksiyonlarının bütünleşmesini de kapsayacak şekilde genişlemiştir. Bugün, bütünleşik lojistik, planlamayı, tahsisi, üretime atanmış insan kaynaklarını ve finansı, satın alma operasyonlarını olduğu kadar, fiziksel dağıtım ve kontrolünü içerecek şekilde incelenmektedir. Tedarik zinciri, tedarikçi ile başlayan, müşteride sonlanan fiziksel ağı da kapsamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi, hem içsel fonksiyon bütünleşmesine, hem de dışsal bütünleşmeye ihtiyaç duyar (Daugherty ve ark. 1996).

### 2.2.1. Bütünleşik Lojistiğe Olan Gereksinim

Bütünleşme ile ilgili, önceki tartışmaların birçoğu firma içindeki bütünleşmeler ile sınırlandırılmıştır. İçsel odaklama ile miyopik bakış açısı zararlı



olabilir. Daha fazla müşteri yönlendirmesine ihtiyaç vardır. Günümüzün rekabetçi ortamı, tüm kanal sistemi boyunca, bütünleşik lojistik yöntemine ihtiyaç duyar. Bugün, dünya düzeyindeki firmaların ilk stratejileri, tedarik zinciri yönetimi, çevrim süresini kısaltmayı sağlayabilmek ve gelişen ittifak/ paydaşlık gibi başlıkları içermektedir. Bu tip stratejileri, tedarikçiden son kullanıcıya kadar tüm kanal üyelerinin dikkate alması gerekir. Firmalar kendi sınırlarını tekrar tanımlamaya, müşterileri ve tedarikçileri de içeren gerçek birleşmelere doğru ilerlemeye başlamışlardır. Bütünleşik bilgi sistemleri de bu tür bağlantıları kolaylaştırmak için gereklidir. Bilgi sistemleri, stoklama, lojistik, pazarlama, üretim ve diğer fonksiyonel alanlar arasındaki içsel bütünleşmeyi en üst düzeye çıkarmak için kullanımdan, kanal içerisindeki dışsal bütünleşmeyi sürdürmek için sistemlerin aynı derecede kritik olduğunun göz önüne alınması ilkesine doğru gelişmiştir. İş operasyonlarının eşgüdümünü sağlamak için içsel bütünleşme yaşamsal önem taşır. Bununla birlikte, etkin dağıtım sağlamak amacı ile, farklı kanal paydaşlarının birbiri ile bağlantılı olması zorunludur. Bütünleşik lojistik bakış açısının gerekli desteği sağlayabilmesi için, doğru biçimde anlaşılması ve etkin olarak uygulanması gerekmektedir (Daugherty ve ark. 1996).

La Londe ve Powers önceki yayınlarından birinde, geleceğin lojistik yöneticilerinin firmanın rekabet avantajını sürdürebilmesi için hem yatay (fonksiyonlar arası) , hem de dikey (tedarik zinciri) olarak bilgiyi kullanması gerektiğini öngörmüşlerdir. Tedarik zinciri yönetimi bakış açısı, lojistik yöneticileri için, önemli bir yönelim olmuştur. Lojistik yöneticileri, hem tedarikçiden gelen ürünlerin bütünleştirilmesi ve eşgüdümü ve hem de bitmiş ürünlerin çoklu vasıtalar ile gönderilmesi ile karşı karşıya kalmışlardır. Gerekli olan, bütün sistem ve kanal üye sistemleri ile bütünleşmedir (Daugherty ve ark. 1996).

Başarılı bütünleşmeler daha etkin lojistik operasyonları ile sonuçlanacaktır. Bütünleşik lojistik, maliyeti azaltarak ve etkinlik ile verimliliği de artırarak farklı yönlerden sisteme olumlu katkılar sağlamaktadır. Stoklarda azalmalar, teslim sürelerindeki kısaltmalar, müşteri servis düzeyindeki artış, tahminler ve çizelgelemelerdeki güvenilirlik, bütünleşik lojistiğin bazı olumlu yansımalarıdır (Daugherty ve ark. 1996).

### 2.2.2. Bütünleşik Lojistiğin, Lojistik Performansı Üzerindeki Etkisi

Bütünleşik lojistiğin lojistik performansı üzerindeki etkisini anlamak için yapılmış bir ankette, anketi cevaplandıran lojistik uzmanlarının yarısından fazlası, bütünleşik lojistik kavramının firmaları tarafından uygulanmakta olduğunu ya da kavramın benimsendiğini ve başarılı şekilde yerleştirildiğini belirtmişlerdir. Bütünleşme ve performans arasında beklenen ilişki desteklenmiştir. İncelenen altı alandaki performans gelişimleri konusunda bütünleşik lojistiği yerleştiren firmalar, belirgin şekilde daha başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Bütünleşik firmalar, geliştirilmiş müşteri servisi, kalite geliştirmeleri, verimlilik geliştirmeleri, azalan maliyetler, geliştirilmiş stratejik odak ve çevrim süresini düşürme alanlarında bütünleşmiş olmayan firmalara göre, daha iyi başarılar elde etmişlerdir (Daugherty ve ark. 1996).

Lojistik performansı geliştirmelerinin, firmanın iş tipi, lojistik fonksiyonunun organizasyonu ve büyüklük (yıllık \$ satışları) karakteristikleri bazında açıklanıp açıklanamayacağını belirlemek için yapılan analizin sonucunda, iş tipine (üretim, diğer) yada firmanın lojistik fonksiyonunun organizasyonuna (merkezleştirilmiş, merkezleştirilmemiş) bağlı önemli bir farklılık gözlemlenmemesine rağmen, daha büyük firmaların, verimliliğin geliştirilmesi konusunda, küçük firmalara kıyasla, daha başarılı olduklarını ortaya koyulmuştur. İncelenen diğer beş adet performans alanı için firma büyüklüğü bazında belirgin bir farklılık bulunamamıştır (Daugherty ve ark. 1996).

### 2.3 Tedarik Zincirinde Ulaşımın Rolü

Ulaşım, ürünün bir yerden diğer yere hareketine karşılık gelirken, tedarik zincirinin başlangıcından, müşteriye kadar olan süreçte önemli paya sahiptir. Çünkü ürünler nadir olarak aynı yerde üretilip tüketilir. Ulaşım maliyetleri, tedarik zinciri içerisinde önemli bir yer tutar. 1996 yılında A.B.D.'deki nakliye maliyetleri 455 milyar \$ olarak belirlenmiştir. Elektronik ticaret (E-ticaret) ve bağlantılı olarak ürünlerin eve dağıtımını yönündeki gelişim, ulaşım maliyetlerini daha da önemli hale getirmiştir. İnternet bağlantısı ile satış yapan firmalar, perakendeci deposuna tam kamyon yükü dağıtım yerine, müşterilerin evlerine küçük paketler halinde dağıtım yapmaktadırlar. Sonuç olarak internet bağlantısı ile satılan ürünlerin maliyetlerinin önemli bir oranı ulaşım maliyetidir. Örneğin, bir kamyon dolusu kitabın perakendeci deposuna taşınması

durumdaki ulaşım maliyeti, kitap başına sadece birkaç sent iken, ağ bağlantısı ile sipariş edilen bir kitabın müşterinin evine gönderilmesinin maliyeti, bir kitap başına bir dolar civarındadır. Herhangi bir tedarik zincirinin başarısı, ulaşımın uygun kullanımı ile çok yakından ilişkilidir. Örneğin Wal-Mart, maliyetlerini düşürmek için, ulaşım sistemini etkin şekilde kullanmıştır. Wal-Mart, uygun fiyattaki ürün ulaşılabilirliğini yüksek tutabilmek için, düşük düzeyde stok tutmuş ve ürün satıldığı anda yerine ulaştırmayı sıklıkla yapmıştır. Sık ürün temininin ulaşım maliyetini düşürmek için Wal-Mart, taşıma araçlarındaki ürünlerin çapraz değişimi ve sonrasında, her araçtaki, farklı tedarikçilerden gelen ürünlerin perakendeci stoğuna gitmesi sürecini kullanmıştır. Wal-Mart'ın kullandığı ulaşım sistemi aynı zamanda, depolardaki ürün miktarlarında artış ya da eksilme olduğu durumlarda, depolar arasındaki ürün değişimine de izin vermiştir. Depolar arası ürün değişimine izin verme ve çapraz değişim, Wal-Mart'ın stoklarını ve maliyetlerini düşürmüş, karını arttırmıştır. Sonuç olarak, Wal-Mart için talebin, tedarik ile uyumlu olarak karşılanma etkinliğinin artırılması ve maliyetlerin düşük tutulmasında ulaşım, anahtar role sahiptir (Chopra ve Meindl 2001).

Japonya'daki 7-Eleven firmasının başarısı ise, coğrafi konuma ve içinde bulunulan ana göre değişen müşteri ihtiyaçlarını karşılayarak stoklarından dağıtım yapmasına bağlıdır. Bu başarının sağlanması için 7-Eleven, stoklarını günde birkaç kez ikmal ederek, müşterinin ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlayan ulaşım sistemi kullanmıştır. Farklı tedarikçilerden gelen ürünlerin, uygun maliyetlerde sık dağıtımının gerçekleştirilebilmesi için, gerekli olan uygun koşullara sahip araçlarla toplanması sağlanmıştır. 7-Eleven'in kullandığı bu ulaşım sistemi, müşteri ihtiyaçlarının tam olarak karşılandığı ve ulaşım ve alım maliyetlerinin düşürüldüğü bir sistemdir (Chopra ve Meindl 2001).

İnternet bağlantısı ile satış yapan firmaların başarısının anahtarı, etkin ulaşımıdır. Çünkü bu firmaların ürünleri sıklıkla uzak yerlerdeki müşterileri etkiler ve ürünlerin, satıcıdan alıcıya ulaştırılması gerekir. E-ticaret ile birlikte büyüyen e-ticaret dağıtımlardaki tedarik zincirlerinin başarısında ulaşım daha da önemli rol oynamaktadır.

Ulaşım, küresel tedarik zincirinin farklı sahaları arasındaki önemli bir bağlantıdır. Dell bilgisayar firmasının dünyanın her tarafında tedarikçileri ve müşterileri

bulunmaktadır. Ulaşım, tedarikçilerden toplama(montaj) alanlarına ve oradan da müşterilere dağıtımına olanak vermektedir.

## **2.4. Ulaşım Ağı İçin Tasarım Seçenekleri**

Ulaşım ağının tasarımı, tedarik zincirinin performansını etkiler. İyi tasarlanmış bir ulaştırma ağı tedarik zincirine düşük maliyetlerde istenen derecede cevap verme düzeyi sağlayabilir. Sonraki alt bölümlerde, ulaştırma ağları için bazı temel tasarım seçeneklerine değinilecektir. Ardından, 2.5 bölümünde özel bir ağ tasarım tanıtımına ayrıntılı olarak yer verilecektir.

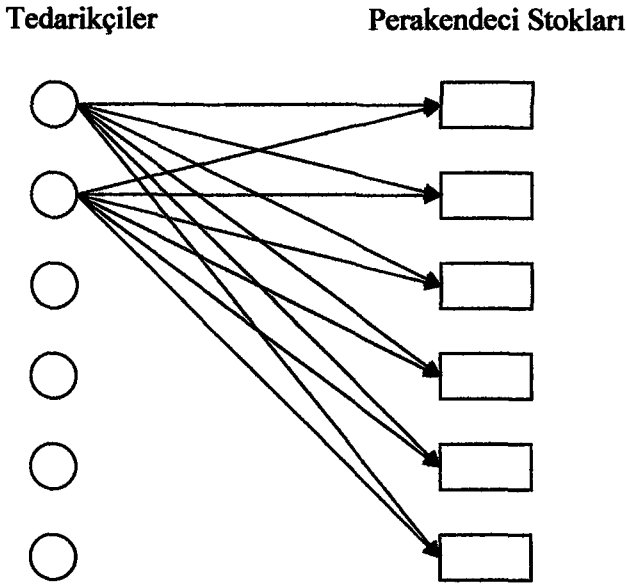
### **2.4.1. Doğrudan Taşıma Ağı**

Doğrudan taşıma ağ seçeneği, Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, ürünlerin tedarikçiden perakendeci stoğuna doğrudan taşınmasını içermektedir. Doğrudan taşıma ağı ile, her taşımanın rotası belirlenir ve tedarik zinciri yöneticisi, taşınacak miktar ve kullanılacak ulaşım yöntemi konusunda karar verir. Bu karar ulaşım ve stok maliyetleri arasındaki dengelemeyi kapsar (Chopra ve Meindl 2001).

Doğrudan taşıma ulaşım ağının en büyük avantajı, ara depoları elemesi ve işletim ve eş güdümün basit olmasıdır. Bir taşıma için verilen karar diğerlerini etkilemez. Her taşıma doğrudan olduğu için, tedarikçiden perakendeci stoğuna, ulaşım süresi kısa olmaktadır (Chopra ve Meindl 2001).

Her bir tedarikçiden her bir perakendeciye olan en iyi (optimal) taşıma büyüklükleri tam araç yüküne yakın ve perakendeci stokları yeterince büyük ise, doğrudan taşıma ağı uygun bir seçimdir. Küçük perakendeci stokları ile, doğrudan taşıma ağı, yüksek maliyetlere yol açar. Eğer ulaşım maliyeti, tam kamyon (araç) yükü için (truck load (TL)) hesaplanıyorsa, yüksek sabit maliyetli her aracın tedarikçiden perakendeciye yüksek parti büyüklüklerinde ürün taşınması gerekecek, ve bu durum, tedarik zinciri stoğunun artmasına neden olacaktır. Eğer,ulaştırma maliyeti, taşıyıcı aracın belli bir kısmı için (less than truck load (LTL)) hesaplanırsa, stoklar düşecek, ulaşım maliyeti ve teslim süresi artacaktır. Eğer kargo ile taşıma kullanılırsa, taşıma maliyeti çok yüksek olacaktır. Her tedarikçiden doğrudan taşıma ile alım yapılırsa, alım maliyetleri yüksek

olacaktır. Çünkü her tedarikçi bağımsız dağıtım yapmak durumundadır (Chopra ve Meindl 2001).



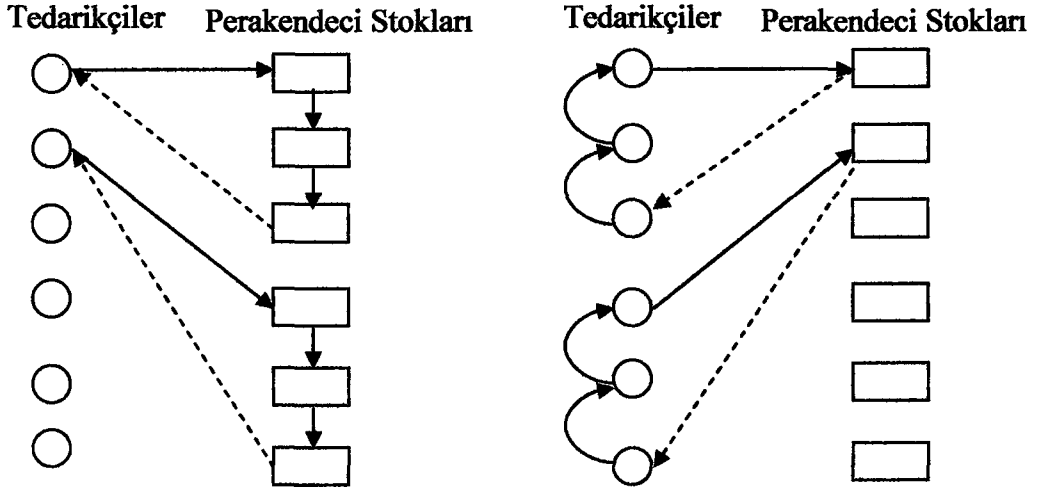
Şekil 2.2 Doğrudan Taşıma Ağı

#### 2.4.2. Birleştirilmiş Dağıtım ile Doğrudan Taşıma

Birleştirilmiş dağıtım, Şekil 2.3'de görüldüğü gibi, aracın tek tedarikçiden, birden fazla perakendeciye dağıtım yaptığı ya da birden fazla tedarikçiden tek perakendeciye gittiği rotadır. Birleştirilmiş dağıtım ile doğrudan taşımada tedarikçi, bir araç ile birden fazla perakendeci stoğuna dağıtım yapar ya da bir araç, birden fazla tedarikçiden dağıtılacak ürünleri toplar ve bir perakendeci stoğuna götürür. Bu tip bir seçenek kullanıldığında, tedarik zinciri yöneticisi, her birleştirilmiş dağıtım için rotalama kararı almak durumundadır (Chopra ve Meindl 2001).

Doğrudan taşıma, ara depoları ortadan kaldırarak kar sağlarken, birleştirilmiş dağıtım, tek bir araç ile çoklu stoklara taşıma ile, taşıma maliyetlerini düşürür. Örneğin, her perakendeci stoğu için, tedarik parti büyüklüğü küçük olabilir ve eğer doğrudan gönderim yapılırsa, kamyon yükünden az taşıma gerektirebilir. Birleştirilmiş dağıtım ile tek bir araçta toplanan ürünlerin çoklu stoklara dağıtımı sağlanabilir. Sonuç ise, aracın daha iyi kullanımı ve daha düşük maliyetlerdir. Frito-Lay gibi, doğrudan stoğa dağıtım yapan firmalar, ulaşım maliyetlerini düşürmek için, birleştirilmiş dağıtım kullanırlar. Eğer dağıtımlar sıklıkla ve düzenli olarak yapılıyorsa, veya tedarikçiler kümesi, ya da

perakendeciler kümesi, coğrafi yakınlığa sahip ise, birleştirilmiş dağıtım kullanımı ulaşım maliyetlerini belirgin biçimde düşürür (Chopra ve Meindl 2001).



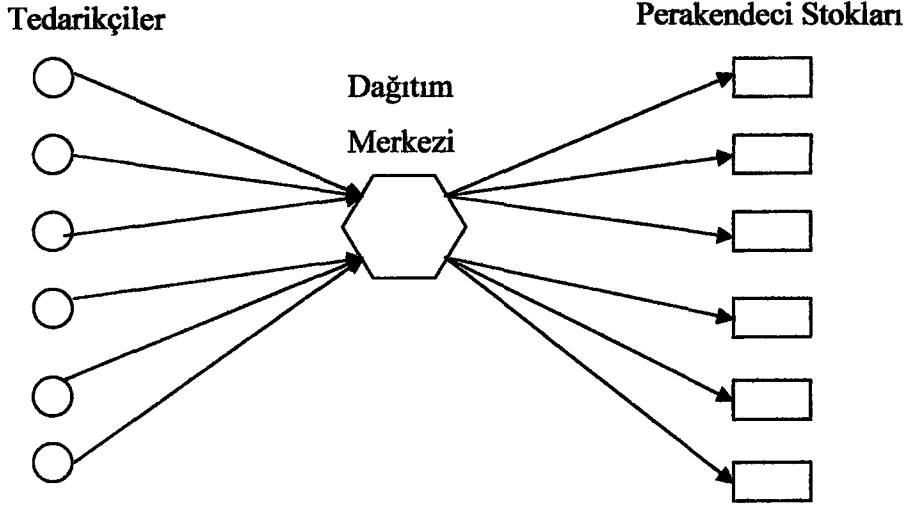
Şekil 2.3 Çoklu Tedarikçiden ya da Çoklu Perakendeciye Birleştirilmiş Dağıtım

Örneğin, Japonya'daki Toyota, birbirine çok yakın birçok montaj tesisine, sahiptir ve tek tedarikçiden birden fazla tesise birleştirilmiş dağıtım kullanırken, A.B.D.'deki Toyota, birleştirilmiş dağıtım yöntemini birden fazla tedarikçiden, Kentucky'deki montaj tesisine götürürken kullanır (Chopra ve Meindl 2001).

#### 2.4.3. Tüm Taşımaların Dağıtım Merkezi Yolu İle Yapılması

Bu tip bir seçenek ile tedarikçiler, perakendeci stoklarına, doğrudan taşıma yapmazlar. Perakendeci zinciri, stokları coğrafi bölgelerle bölmüştür ve her bölge için Dağıtım Merkezi kurulmuştur. Şekil 2.4'te de gösterildiği gibi, tedarikçilerden gönderim, Dağıtım Merkezi'ne olur ve Dağıtım Merkezi her perakendeci stoğuna uygun gönderimler yapar (Chopra ve Meindl 2001).

Dağıtım merkezi tedarikçi ve perakendeci arasındaki fazladan bir alan olup, iki farklı rol oynamaktadır. Birincisi, depo stoğu olup, ikincisi, ürün transferi sağlamasıdır. Her iki durum için de dağıtım merkezi'nin varlığı tedarikçilerin, perakendeci stoklarına uzak konumları sonucunda, ortaya çıkan yüksek taşıma maliyetlerini azaltarak, tedarik zinciri maliyetini düşürmeye yardımcı olur(Chopra ve Meindl 2001).

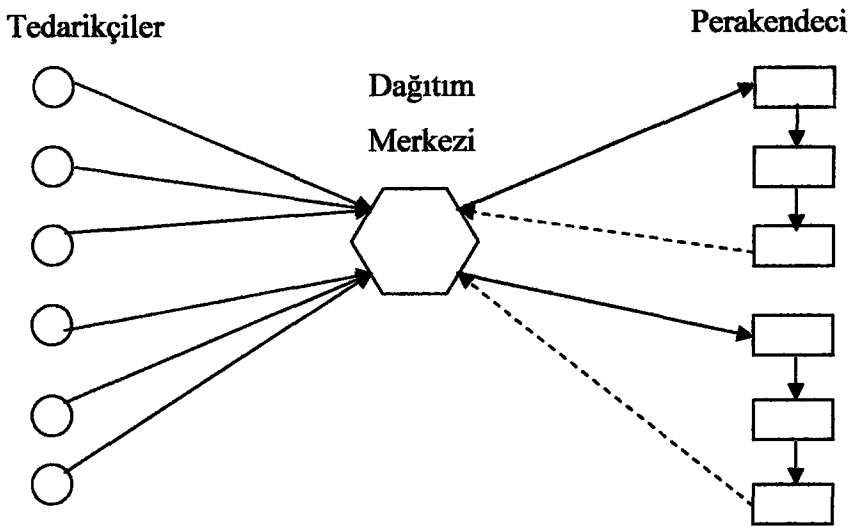


Şekil 2.4 Tüm Taşımaların Dağıtım Merkezi Yolu İle Yapılması

Eğer ulaşım ekonomisi, tedarikçiden yüksek miktarlarda taşımayı gerektiriyorsa, dağıtım merkezi, stok tutar ve perakendecilere küçük partiler halinde gönderim yapar.

#### 2.4.4. Birleştirilmiş Dağıtımı Kullanarak Dağıtım Merkezi Aracılığı ile Taşıma

Şekil 2.5'te de gösterildiği gibi, her perakendeci stoğuna dağıtılacak parti büyüklüğü küçük ise, dağıtım merkezi'nden birleştirilmiş dağıtım kullanılabilir. Birleştirilmiş dağıtım, perakendeci stoklarına küçük gönderimler yapıldığındaki taşıma maliyetini düşürür (Chopra ve Meindl 2001).



Şekil 2.5 Dağıtım Merkezi'nden Birleştirilmiş Dağıtım

İnternet bağlantısı üzerinden satış yapan firmalar, evlere dağıtılacak küçük taşımalar için dağıtım merkezi'nden birleştirilmiş dağıtım yolu ile taşımayı kullanarak, ulaşım maliyetlerini düşürebilirler(Chopra ve Meindl 2001).

## 2.5. Kapasitelendirilmemiş p-Aktarma Merkezi Probleminin Çoklu Tahsisi

Yer ve hava nakliye ağları posta dağıtım ağları ve bilgisayar ağları sıklıkla merkez-uydu sistemleri gibi tasarlanır. Herhangi iki yer arasındaki trafikte, bu iki yer arasında doğrudan taşıma olmayabilir. Aktarma merkezi olarak anılan özel düğümler ya da birleştirme noktaları aracılığı ile yönlendirilirler. Aktarma merkezi yerleştirme sistemi başlangıç- varış çifti için özel taşıma ağlarının kurulmasının pahalı ve elverişsiz olduğu durumlarda ortaya çıkar (Mayer ve Wagner 2002).

Aktarma merkezleri arası artan trafiklerde daha büyük araçlar kullanılmalı ya da varolan araçların kapasiteleri daha etkin olarak kullanılmalıdır. Böylece birim taşıma maliyeti de düşecektir. Aktarma merkezi ve dağıtım kanallarından oluşan ağlarının tasarımı, verilen potansiyel düğümlerin içerisinde aktarma merkezi seçimi ve trafiğin yönlendirilmesi ile ilgilidir.

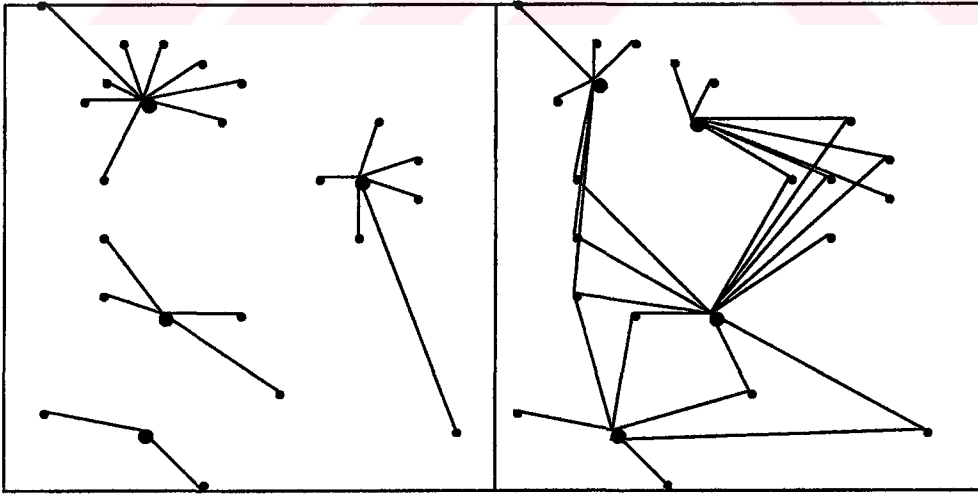
p-aktarma merkezi içerecek problem ağı tasarlanırken, sabit sayıda p düğümünün aktarma merkezi olarak seçilmesi ve kalan düğümlerin, seçilen düğümlerden bir ya da daha fazlasına atanması (ya da bağlanması) ve bu yolla sonuç ağının operasyonel maliyetinin minimize edilmesi istenir. Bu tip tasarım problemi , 'Kapasitelendirilmemiş p-Aktarma Merkezi Yerleştirme Probleminin Çoklu Tahsisi (Uncapacitated Multiple Allocation p-Hub Median Problem )' olarak bilinir ve bundan sonra UMAPHMP olarak anılacaktır (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

Bununla birlikte, CMAHLP yani 'Kapasitelendirilmiş Aktarma Merkezi Yerleştirme Problemlerinin Çoklu Tahsis Problemi (Capacitated Multiple Allocation Hub Location Problem)', üzerinde de çalışılmıştır. CMAHLP için geliştirdikleri yöntemin uygulamasında posta dağıtım uygulamasından yola çıkmışlardır ve posta dağıtımında aktarma merkezlerinin (tahsis merkezleri) tahsis edebilecekleri posta hacmi, zaman kısıtı ile sınırlandırılmıştır. Bu durum, posta tahsis merkezlerinde tahsis edilebilecek posta miktarlarını da sınırlandıracaktır. Bundan dolayı kapasite



kısıtlamaları aktarma merkezi düğümlerinin üzerinde tanımlanmıştır (Ebery ve ark. 2000).

Literatürde bilinen çeşitli p-aktarma merkezi yerleştirme problemi formülasyonu bulunmaktadır. Bu bölümde incelenecek olan problem tipi, UMAPHMP dir. Bu problemde aktarma merkezlerinin üzerinde ya da serimler arası akışta kapasite kısıtı mevcut değildir, aynı zamanda tüm akışını tek bir aktarma merkezine göndermek ya da tüm akışını tek bir aktarma merkezinden almak yerine her aktarma merkezi olmayan düğüm çoklu aktarma merkezlerine tahsis edilebilir. Tekli tahsiste (single allocation) aktarma merkezi olmayan düğümler tam olarak tek bir aktarma merkezine tahsis edilmişlerdir. Çoklu tahsis durumu akış talebini karşılayacak şekilde tüm maliyeti en düşük düzeyine indirebilmek için aktarma merkezi olmayan her düğümün birkaç ya da tüm aktarma merkezi düğümlerine tahsisine olanak verir. Tekli ve çoklu tahsis durumları arasındaki fark, Şekil 2.6'da görülebilir. 25 düğümlü ve 5 aktarma merkezli bir problem için iki diyagramdan da görülebileceği gibi çözümler belirgin biçimde farklıdır, sadece tahsiste değil aktarma merkezi yerlerinde de farklılık vardır. Şekil 2.6'da görülen örnekte ilk bağlantılar kümesi tekli, ikinci bağlantılar kümesi çoklu tahsis olup, minimum maliyetler sırasıyla 139 197,17 birim ve 135 638,58 birimdir. Maliyet, çoklu tahsisin kullanılmasıyla %3 kadar düşmüştür. (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).



Şekil 2.6  $n=25$   $p=4$  p-Aktarma Merkezi Yerleştirme Probleminin Tekli ve Çoklu Tahsisinin Optimal Çözümleri.

### 2.5.1. UMApHMP Yer Belirleme-Tahsis Kararı Problemi

$N=\{1,\dots,n\}$  düğümler kümesi ve  $A=N*N$  serimler kümesi olacak şekilde tüm grafik  $G=(N,A)$  verilmiştir. Her  $(i,j)$  düğüm çifti için iki düğüm çifti arasındaki akış hacmini karakterize eden negatif olmayan  $W_{ij}$  akış talebi verilmektedir. Ayrıca,  $(i,j)$  düğüm çiftleri arasındaki uzaklık  $d_{ij}$  de bildirilmektedir. Ağ üzerine yerleştirilecek aktarma merkezlerinin sayısı  $p$  ile tanımlanır ve UMApHMP, aktarma merkezlerinin (düğümlerin alt kümesi) optimal yerleşim noktalarının bulunması ve kalan aktarma merkezi olmayan düğümlerin aktarma merkezlerine tahsisi ile ilgili probleme karşılık gelir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

Problemin daha kolay anlaşılmasını sağlamak için posta dağıtım örneği ele alınırsa,  $i$ 'den  $j$ 'ye her  $W_{ij}$  akışının toplama, transfer, dağıtım olarak adlandırılan üç farklı durumu vardır. Toplama, postanın belli bir posta kodu bölgesinden tahsis edildiği, tasnif merkezine (aktarma merkezine) hareketidir. Burada aktarma merkezi posta akışı için bir birleştirme ve tasnif merkezi gibi davranır. Transfer postanın aktarma merkezleri arası akışıdır. Dağıtım, terminal aktarma merkezinden varış posta bölgesine hareketle ortaya çıkar (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

Bu aktivitelerin her biri, birim akış başına maliyete sahiptir. Maliyet, uzaklığın bir oranıdır. Maliyet katsayıları, sırasıyla  $\chi$ ,  $\alpha$  ve  $\delta$  olarak gösterilir. Literatürde,  $\chi$  ve  $\delta$  genellikle aynıdır ve 1 ile normalize edilmiştir.  $\alpha$  ise 1 yada 1'den küçük olabilir. 1'den küçük olduğunda  $\alpha$ , aktarma merkezleri arası iskonto (discount) faktörüdür (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

### 2.5.2. Problem Formülasyonu

UMApHMP, karışık tamsayı programlama ile formüle edilebilir. Bu durumda problem formülasyonuna aşağıdaki gibi bir giriş yapılabilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

$N$ ,  $n$  düğümlerinin kümesi olsun ve tam olarak,  $p$  kadar düğüm aktarma merkezi olarak seçilsin.  $H_k$  ikili değişken olsun. Burada  $k \in N$  olacak şekilde eğer  $k$  aktarma merkezi ise,  $H_k$ 'nin değeri 1 olsun, her  $i, j, k, l \in N$  için  $X_{iklj}$ 'yi  $i$  düğümünden  $j$  düğümüne  $k$  ve  $l$  aracılığı ile yönlendirilen toplam  $W_{ij}$  akışının bir oranı olan değişken olsun. Bu rota boyunca, birim akış başına maliyet (bu problemde uzaklıktır)  $C_{iklj}$  olsun.

$d_{ij}$  'nin  $i$  ve  $j$  düğümleri arasındaki uzaklık olarak tanımlanmasıyla maliyet, aşağıdaki gibi yazılır (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

$$C_{iklj} = \chi d_{ik} + \alpha d_{kl} + \delta d_{lj}$$

Burada,  $\chi$ ,  $\alpha$  ve  $\delta$  sırasıyla toplama, transfer ve dağıtım maliyetleridir. Bu açıklamalar dahilinde UMAPHMP-LP 'UMAPHMP, doğrusal problem ( linear program) olarak formüle edildiğinde' aşağıdaki gibi belirtilebilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

UMAPHMP-LP problemine ait formülasyon; (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

En küçük

$$\sum_{i \in N} \sum_{k \in N} \sum_{l \in N} \sum_{j \in N} W_{ij} C_{iklj} X_{iklj}$$

kısıtlar

$$\sum_{k \in N} H_k = p \quad (1.1)$$

$$\sum_{k \in N} \sum_{l \in N} X_{iklj} = 1 \quad \forall i, j \in N \quad (1.2)$$

$$\sum_{l \in N} X_{iklj} \leq H_k \quad \forall i, j, k \in N \quad (1.3)$$

$$\sum_{k \in N} X_{iklj} \leq H_l \quad \forall i, j, l \in N \quad (1.4)$$

$$H_k \in \{0,1\} \quad \forall k \in N \quad (1.5)$$

$$X_{iklj} \geq 0 \quad \forall i, k, l, j \in N \quad (1.6)$$

Bu formülasyon, Skorin-Kapov, Skorin-Kapov ve O'Kelly tarafından kullanılan karışık tamsayılı programlamadır. Amaç, toplam taşıma maliyetini minimize etmektir.(1.1) kısıtı, tam olarak  $p$  adet aktarma merkezi olacağını, (1.2) kısıtı,  $i, j$  (başlangıç,bitiş) çiftlerinin rotalandığını garantiler. (1.3) ve (1.4) kısıtları, rotalamanın sadece aktarma merkezleri aracılığı ile yapılabileceği teminatını verir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

**Lema1** :  $X_{ikj}$  'lerin tümünün 0 ya da 1 olduğu durumda UMApHMP-LP'nin optimal çözümü vardır.(Diğer bir deyimle, verilen tüm düğüm çiftleri arasındaki tüm akışlar, sadece bir yol aracılığı ile transfer ediliyorsa, çözüm ortaya çıkar.) Ayrıca, eğer optimal aktarma merkezleri kümesi verilmişse, bu çözüm, her düğüm çifti arasındaki en kısa yolun, EKYA 'En Kısa Yol Algoritması, (Shortest Path Algorithm (SPA))' ile çözümlenmesiyle bulunabilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

**İspat**:  $W_{ij} \geq 0$  iken, ve  $p \geq 1$  durumunda, UMApHMP-LP için her zaman olurlu çözüm mevcuttur (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

Eğer bazı  $i, j, k, l$  'ler için  $X_{ikj}$  kesirli ise (1.2) eşitliğinden dolayı en az bir diğer  $X_{imq}$ ,  $m, q \in N$  olmak üzere, kesirli olacaktır. Eğer,  $C_{imq} < C_{ikj}$  olursa, aşağıdaki ayarlamalar ile daha ucuz bir çözüm bulunabiliyorsa, eski çözüm optimal değildir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

$$X_{imq} \leftarrow X_{imq} + X_{ikj} \quad \text{ve} \quad X_{ikj} \leftarrow 0.$$

Benzer ispat,  $C_{imq} > C_{ikj}$  durumunda da kullanılabilir. Sonuç olarak, eğer,  $C_{imq} = C_{ikj}$  ise, akış,  $m, q$  ya da  $k, l$  aktarma merkezleri aracılığıyla rotalanabilir. Bu, şunu gösterir ki verilen  $H$  aktarma merkezleri kümesi için optimal çözüm her  $i, j \in N$  için bazı  $k, l \in H$ 'yi kullanarak elde edilebilir.  $C_{ikj} = \text{en küçük}_{m, q \in H} C_{imq}$  olarak tanımlanır ve  $X_{ikj}$  ye 1 atanır (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

### 2.5.3. En Kısa Yollara Dayanan Algoritma

#### 2.5.3.1. EKYA'nın UMApHMP İçin Kullanımı

UMApHMP için sezgisel yaklaşım geliştirirken Lema-1 kullanılmıştır. Verilen  $p$  aktarma merkezi yerleri kümesi  $H$  nin ardından, tüm çiftlerin en kısa yol problemlerinin çözülmesi ile UMApHMP probleminin tahsis bölümü, Floyd-Warshall algoritmasının biraz değiştirilerek kullanılmasıyla etkin bir şekilde çözümlenebilir. (Floyd-Warshall algoritması, iki düğüm arasındaki yola iteratif olarak ilave noktalar ekleyerek çalışır. Böylece son çözümde, iki düğüm arasındaki en kısa yol herhangi bir sayıda ara düğüm içerebilir yada hiç içermez.) Verilen  $H$  aktarma merkezleri kümesi için, EKYA, her  $i, j \in N$  için aşağıdakini hesaplayabilir. (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

$$C[i, j] = \sum_{k \in N} \sum_{l \in N} C_{iklj} X_{iklj}$$

EKYA,  $O(pn^2)$  düzeyinde hesap güçlüğüne sahiptir ve pratikte etkin olarak uygulanabilir. Verilen aktarma merkezleri kümesi için optimal maliyet,  $\sum_{i,j \in N} W_{ij} C[i, j]$  olarak değerlendirilebilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

Böylece, verilen  $H$ 'nin ardından bir anlamda EKYA'yı kullanılarak problemin tahsis parçası en iyi biçimde çözülebilir. Bir sonraki bölümde açıklanacağı gibi, EKYA, UMAPHMP için olurlu çözümler yaratmak amacıyla kullanılabilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

### 2.5.3.2. EKYTSY 'En Kısa Yol Temelli Sezgisel Yaklaşım (Shortest Path Based Heuristic (SPBH))'

Verilen,  $H$  aktarma merkezleri kümesinin ardından, UMAPHMP'nin olurlu çözümü, EKYA kullanılarak elde edilebilir. Bu düşünce, problem için sezgisel algoritma geliştirirken kullanılır. Bu sezgisel yaklaşım EKYTSY olarak adlandırılır. Rasgele başlangıç konfigürasyonu  $H$  ile başlanır.  $H$ 'nin 1 üyesinin  $N \setminus H$ 'den 1 düğüm ile değiştirilmesi yolu ile  $H$ 'nin değiştirilerek ilk çözümden daha iyi bir çözüm bulunana kadar tüm olası yollar denenir. Bu yeni çözüm, bir sonraki iterasyonun başlangıç noktasıdır. Eğer bu yolla daha iyi bir çözüm elde edilemiyorsa, farklı bir rasgele başlangıç konfigürasyonu ile başlanmalıdır.  $\gamma$ , izin verilen en yüksek iterasyon sayısı iken, bu proses,  $\gamma$  iterasyonları için tekrarlanır ve en iyi çözümü elde edilir. Genelde  $\gamma$ 'nın artan değerleri, genel en iyiyi bulma olasılığını arttırır. Diğer bir taraftan, büyük problemler için  $\gamma$ 'nın büyük değerleri seçilirse, hesaplama süresi çok yüksek olabilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

İkinci bir yöntem olarak, rasgele oluşturulan  $H$ , başlangıç kümesi, kurulum sezgisel yaklaşımı kullanılarak elde edilebilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998). Buna rağmen, Ernst ve Krishnamoorthy (1998) test ettikleri tüm problemler için, EKYTSY iyi çözümler verdiği için, EKYTSY-Kurulum 'Kurulum Yaklaşımı ile En Kısa Yol Temelli Sezgisel Yaklaşım (Shortest Path Based Heuristic with Constructive Approach)' yaklaşımına başvurmuşlardır.

### 2.5.4. Büyük Boyuttaki UMAPHMP İçin Çözüm Formülasyonu : UMAPHMP-N

Bu formülasyon, daha büyük problemleri (düğüm sayısı  $\geq 20$ ) daha az çaba ile çözmeye güdüsünden ortaya çıkmıştır. UMAPHMP -N formülasyonunda,  $Y_{kl}^i$ ,  $i$  ürününün toplam akış miktarı (örneğin  $i$  düğümünden kaynaklanan akış) olarak tanımlanır ve bu akış,  $k$  ve  $l$  aktarma merkezleri arasında rotalandırılmıştır. Aynı zamanda,  $Z_{ik}$   $i$  düğümünden  $k$  aktarma merkezine akış ve  $X_{lj}^i$   $l$  aktarma merkezinden  $j$  düğümüne akan  $i$  ürününün akışı olarak tanımlanabilir. Notasyonu basitleştirmek için aşağıdaki tanımlama yapılabilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

$$O_i = \sum_{j \in N} W_{ij}$$

UMAPHMP - N problemine ait formülasyon; (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

En küçük

$$\sum_{i \in N} \left[ \sum_{k \in N} \alpha d_{ik} Z_{ik} + \sum_{k \in N} \sum_{l \in N} \alpha d_{kl} Y_{kl}^i + \sum_{l \in N} \sum_{j \in N} \delta d_{lj} X_{lj}^i \right]$$

kısıtlar

$$\sum_{k \in N} H_k = p \quad (2.1)$$

$$\sum_{k \in N} Z_{ik} = O_i \quad \forall i \in N \quad (2.2)$$

$$\sum_{l \in N} X_{lj}^i = W_{ij} \quad \forall i, j \in N \quad (2.3)$$

$$\sum_{l \in N} Y_{kl}^i + \sum_{j \in N} X_{lj}^i - \sum_{l \in N} Y_{lk}^i - Z_{ik} = 0 \quad \forall i, k \in N \quad (2.4)$$

$$Z_{ik} \leq O_i H_k \quad \forall i, k \in N \quad (2.5)$$

$$X_{lj}^i \leq W_{ij} H_l \quad \forall i, j, l \in N \quad (2.6)$$

$$X_{lj}^i, Y_{kl}^i, Z_{ik} \geq 0 \quad \forall i, k, l, j \in N \quad (2.7)$$

$$H_k \in \{0,1\} \quad \forall k \in N \quad (2.8)$$

(2.2) ve (2.4) arasındaki eşitlikler her  $i$  ürünü için ağ akış problemine dair fark eşitliklerini temsil etmektedir. Amaç, toplama, transfer, dağıtım maliyetleri toplamını en küçükmektir. (2.1) kısıtı, tam olarak  $p$  adet aktarma merkezi olacağını, (2.2) kısıtı, her başlangıç noktasından akışın, başlangıç noktasından kaynaklanacağını, (2.3) kısıtı, her başlangıç noktası-bitiş noktası çiftinin gidilecek uygun yere varacağını garantiler. (2.4) kısıtı, aktarma merkezlerindeki akışın korumasına yöneliktir. (2.5) ve (2.6) kısıtları, sırasıyla, aktarma merkezlerinin toplama ve dağıtım hareketi için kurulmuş olduğunu temin eder.

Hesaplamalar sonucunda UMAPHMP–LP ile karşılaştırıldığında, yukarıdaki formülasyonun problemin boyutunu küçülttüğü görülmüştür. Çünkü, artık her çift düğüm arasındaki akış ayrı ayrı izlenmektedir. UMAPHMP –N ,  $n$  adedi ikili olan  $2n^3+n^2+n$  kadar değişken ve  $1+n+3n^2+n^3$  kadar doğrusal kısıt gerektirmektedir. Problem boyutu , UMAPHMP –N kullanılarak değişkenlerin sayısı cinsinden  $n$  kat kadar, kısıtların sayısı cinsinden yaklaşık 2 kat kadar düşürülebilir (Ernst ve Krishnamoorthy 1998).

## 2.6.Ulaştırmada Rotalama ve Çizelgeleme

Tedarik zincirinde, ulaştırma ile ilgili en önemli operasyonel karar, dağıtılacak ürünlerin rotalanması ve çizelgelenmesidir. Yöneticiler, farklı araçlarla ve sıralarla ziyaret edilecek müşterileri belirlemelidirler. Örneğin, internet üzerinden alışverişe imkan sağlayan firmalar, müşterilerinin talep ettikleri ürünleri evlerine kadar dağıtırlar. Buradaki operasyonların başarısı, müşterilere söz verilen düzeyde cevap verilebilirliği sağlarken, ulaştırma maliyetlerini azaltmaktır. Araçları rotalarken ve çizelgelerken tipik amaçlar, gerekli olan araç sayısını, araçlarla alınan toplam mesafeyi ve toplam ulaşım süresini azaltarak maliyetleri en düşük düzeye indirmenin birleştirilmesi olduğu kadar, ulaştırmada gecikme gibi servis hatalarını da ortadan kaldırmaktır. (Chopra ve Meindl 2001).

Tedarik zincirinde rotalama ve çizelgeleme problemi, son yirmi yılda dikkat çeken ve daha da fazla ilgilenilen bir konu olup, bu durum, bazı küçük problemler için optimal çözüm yöntemlerinin geliştirilmesi ve daha büyük problemler için etkin

sezgisel çözüm yöntemlerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. (Renaud ve ark. 2000)

Klasik araç rotalama problemi, her biri depodan başlayarak düğümleri dolaşan ve tekrar depoya gelen çoklu araç rotalamasının toplam maliyetini minimize etme yönünde çalışır. Her uygulamaya bağlı olarak problemler, farklı karakteristikler içerebilir. Örneğin araçların kapasitesi aynı ya da farklı olabilir. Tekli ya da çoklu depo olabilir. Operasyonların tiplerinde farklılık olabilir (sadece toplama, sadece dağıtım ya da ikisinin karışımı olabilir). Ayrıca zaman pencereleri, toplam süre kısıtlaması, serviste öncelik kısıtlaması gibi kısıtlar da varolabilir. Bahsedilen problemler, ağ optimizasyon problemleri genel sınıfına dahil olduğu için, ağ problemi gibi formüle edilebilir. Tek depolu (dağıtım merkezli) araç rotalama probleminin çözümünde, tasarruf matrisi yöntemi, genel atama yöntemi, özelleştirilmiş dal sınır tekniği yöntemi, dinamik programlamalar gibi yöntemler kullanılabilir. Yöntemlerin başarılı oldukları durumlar ise birbirinden farklı olabilir. Örneğin, tasarruf matrisi yöntemi, dağıtım süresi pencereleri ya da diğer bazı kısıtlar da ortaya çıktığında da kullanılabilirken, genel atama yöntemi, problemlerin çözümünde iyi sonuçlar vermesine rağmen, zaman pencereleri gibi kısıtlar olduğunda, metodun dağıtım çizelgelemesi yapması zorlaşır. Genel atama yönteminin problem ile ilgili kısıt sayısı az iken kullanılması önerilir (Tung ve Pinnoi 2000).

Rotalama ve çizelgeleme problemi, A olarak adlandırılabilen dağıtım merkezi (depo) örneği üzerinde incelenirse, dağıtım merkezindeki süreçler kısaca aşağıdaki gibi işler. (Chopra ve Meindl 2001).

Müşteri, internet üzerinden sipariş verdikten sonra dağıtım merkezindeki çalışan, gerekli olan ürünleri toplar ve dağıtım için araçlara yükler. Dağıtım yapılırken, hangi aracın hangi müşteriye dağıtım yapacağı ve her aracın rotası hakkında karar verilmelidir. Ayrıca, araçların kapasitesinden fazla yüklenmemesine ve söz verilen dağıtım sürelerine uyulmasına da dikkat edilmelidir. Dağıtım merkezine, 13 müşteriden, internet aracılığı ile gelen siparişlerin dağıtımına yönelik 1.örneğe ait veriler , her müşterinin konumunu bildiren X ve Y koordinatları ve her müşterinin talebi ( $a_i$ ) Çizelge 2.1'deki gibidir. (Chopra ve Meindl 2001).



A dağıtım merkezi, her birinin taşıma kapasitesi 200 birim olan 4 adet araca sahiptir. Toplam katedilen mesafenin en düşük düzeye indirilebilmesi için araçlara atanacak müşteriler hakkında ve her aracın rotasının tanımlanması hakkında karar vermeye gerek vardır(Chopra ve Meindl 2001).

Örnek problem için öncelikle, ürünün gönderileceği müşteriler araçlara atanacak, ve sonra her aracın rotası hakkında karar verilecektir. Bu kararları vermek için ise temel olarak Genel Atama Yönteminin hesaplama prosedürlerinden yararlanılacaktır.

### 2.6.1. Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi

Azalan açılı genel atama yöntemi kullanılarak araçların rotalanması ve sıralanması aşağıdaki adımları kapsar (Chopra ve Meindl 2001).

- \* Her rota için çekirdek noktaların atanması.
- \* Her müşteri için ekleme maliyetinin gözden geçirilmesi.
- \* Müşterilerin rotalara atanması.
- \* Müşterilerin rota içerisinde sıralanması.

İlk üç madde müşterilerin araçlara atanmasıdır. Dördüncü adım, her araç için toplam katedilen mesafenin en küçüklenmesine yönelik rotaları tanımlar. A dağıtım

Çizelge 2.1 A İçin Müşteri Yerleşimleri ve Talepler

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP( $a_i$ )
DEPO	0	0	
MÜSTERİ 1	0	12	48
MÜSTERİ 2	6	5	36
MÜSTERİ 3	7	15	43
MÜSTERİ 4	9	12	92
MÜSTERİ 5	15	3	57
MÜSTERİ 6	20	0	16
MÜSTERİ 7	17	-2	56
MÜSTERİ 8	7	-4	30
MÜSTERİ 9	1	-6	57
MÜSTERİ 10	15	-6	47
MÜSTERİ 11	20	-7	91
MÜSTERİ 12	7	-9	55
MÜSTERİ 13	2	-15	38

merkezinin dağıtım kararları, aşağıdaki adımlar ile daha ayrıntılı olarak anlatılmıştır(Chopra ve Meindl 2001).

### 2.6.1.1. Her Rota İçin Çekirdek Noktaların Atanması

Her rota için çekirdek noktaları atarken amaç, aşağıdaki prosedürü kullanarak her aracın katetmiş olduğu mesafenin merkezine karşılık gelecek olan çekirdek noktasını belirlemektir(Chopra ve Meindl 2001).

\* LSEED'i bulmak için tüm müşterilere gönderilecek olan toplam yük araç sayısına bölünür. LSEED, her çekirdek noktasına tahsis edilecek olan ortalama yüküdür.

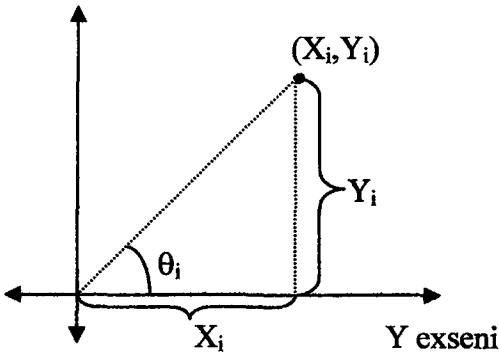
\* Dağıtım merkezinden başlayan ışın ile, saat yönünde tarayarak, her çekirdek noktasına atanan koni elde edilir. Her koni, LSEED yüküne tahsis edilmiştir.

\* Her koni içerisinde, çekirdek noktanın koordinatları, dağıtım merkezinden en uzak olan müşterinin uzaklığı ve koninin tam ortasına gelen açı yardımı ile bulunur.

Çizelge 2.1'de görülen tüm müşterilerin talepleri toplamı 666 birimdir. Ayrıca 4 adet araç mevcuttur. Bu durumda, araç başına ortalama yük,  $LSEED=666/4=166,5$  birimdir.

Sonraki adım, dört adet koni yaratabilmek için (her araç için 1 adet), tüm müşterileri kapsayan, dağıtım merkezinden kaynaklanan ışın ile saat yönünde taramaya başlamaktır. Konileri tanımlamaktaki ilk adım, her müşterinin açısal pozisyonunu belirlemektir.  $(X_i, Y_i)$  koordinatlı bir  $i$  müşterisinin açısal pozisyonu,  $(\theta_i)$  Şekil 2.7'de de görülebileceği gibi,  $i$  müşterisinin başlangıç noktası (dağıtım merkezi) ile birleştirilmesi ile ortaya doğrunun X eksenine yaptığı açıdır(Chopra ve Meindl 2001).

Xekseni



Şekil 2.7 i Müşterisinin Açısal Pozisyonu

Her müşterinin açıl pozisyonu  $\theta_i = \arctan(Y_i/X_i)$  ile bulunur.  $\theta_i$ 'nin birimi radyan'dır. (Chopra ve Meindl 2001).

Yukarıdaki eşitlik kullanılarak, her müşteri için açıl pozisyonlar, Çizelge 2.2'deki gibi hesaplanmıştır.

Sonraki adım, saat yönünde (açıl pozisyonun azalan değerine göre) tarama yaparak, müşterileri sıralamaktır. Ek-1 Çizelge1, müşterilerin açıl pozisyonlarının azalan değerine göre sıralanmasını içermektedir (Chopra ve Meindl 2001).

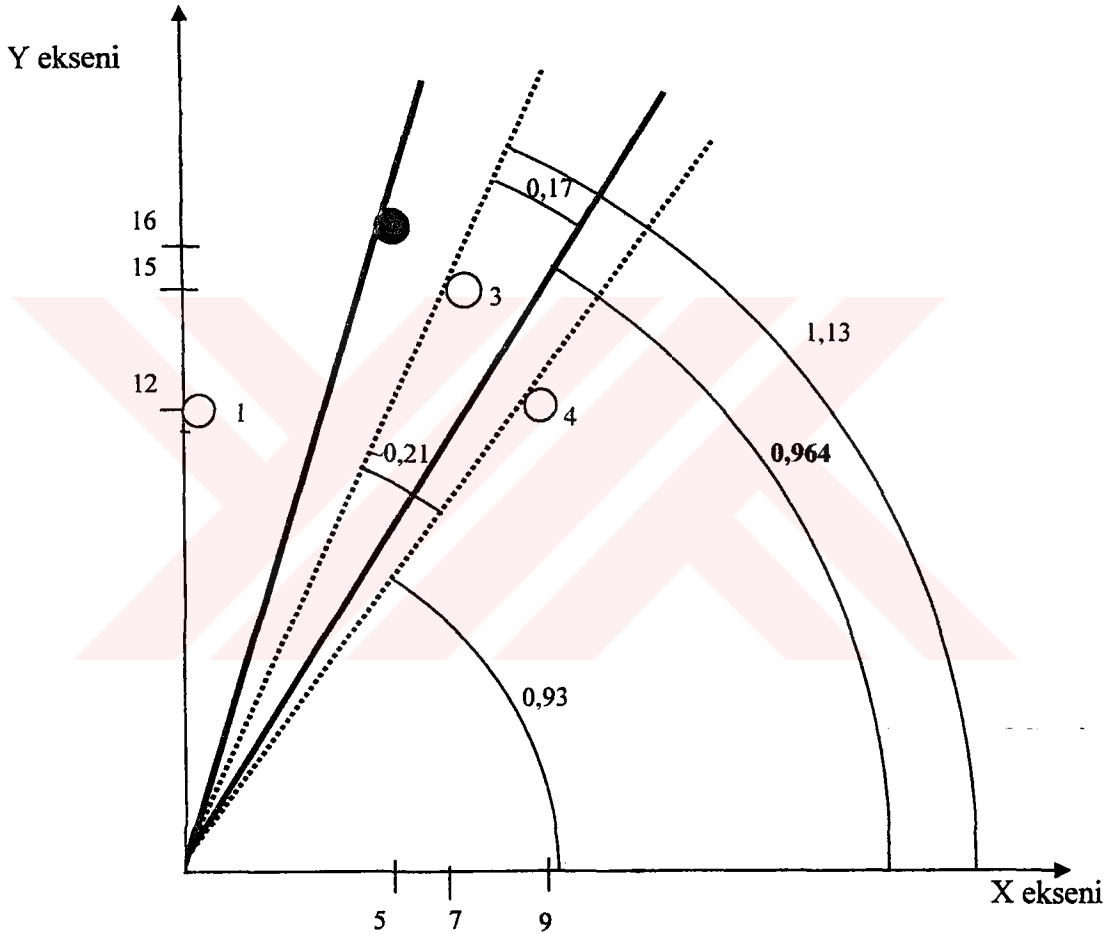
1 müşterisinden başlayarak, her biri LSEED=166,5 birim yükü temsil eden dört adet koni oluşturulur. Ek-1 Çizelge1'den de görülebileceği gibi, bir araca yüklenecek ortalama yük olan 166,5 birimlik kapasite ile başlanır. Müşteri 1'in talebi 48 olduğundan  $166,5-48=118,5$  birimlik yer, müşteri 1'in talebinin araca yerleştirilmesinin ardından hala boştur. Müşteri 3'ün talebi, 43 birim olduğundan  $118,5-43=75,5$  birimlik yer, müşteri 3'ün talebinin araca yerleştirilmesinin ardından hala boştur. Müşteri 1 ve Müşteri 3'ün talepleri tam olarak araca yerleştirilmiştir. Müşteri 4'ün talebi olan 92 birimin tamamı ilk araca sığmaz. Sadece 75,5 birim sığar. Bundan dolayı, ilk koni, 3. ve 4. müşteriler arasındaki açının %82'sini kapsayacaktır ( $75,5/92=0,82$ ). Ek-1 Çizelge1 ve Şekil 2.8'den de görülebileceği gibi, müşteri 3'ün açıl pozisyonu 1,13, müşteri 4'ün açıl pozisyonu 0,93'tür.

Çizelge 2.2 A (Dağıtım Merkezinin) Müşterileri İçin Açıl Pozisyonlar.

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP( $a_i$ )	AÇISAL POZİSYON (radyan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	0	12	48	1,57
MÜSTERİ 2	6	5	36	0,69
MÜSTERİ 3	7	15	43	1,13
MÜSTERİ 4	9	12	92	0,93
MÜSTERİ 5	15	3	57	0,20
MÜSTERİ 6	20	0	16	0,00
MÜSTERİ 7	17	-2	56	-0,12
MÜSTERİ 8	7	-4	30	-0,52
MÜSTERİ 9	1	-6	57	-1,41
MÜSTERİ 10	15	-6	47	-0,38
MÜSTERİ 11	20	-7	91	-0,34
MÜSTERİ 12	7	-9	55	-0,91
MÜSTERİ 13	2	-15	38	-1,44

İki müşteri arasındaki açı,  $1,13-0,93$  yaklaşık  $0,21$  dir.(Tam yüklemesi yapılmamış müşteri ile önceki müşteri arasındaki açı). Bundan dolayı koni, Müşteri 3'ün  $0,82*0,21=0,17$  ilerisine kadar uzanacaktır. Koni'nin açısı ise bu durumda,  $1,13-0,17 = 0,964$  olacaktır.

Böylece, koninin birinci kenar açısı  $1,57$  ile müşteri 1'de, ikinci kenar açısı  $0,964$ 'tedir. 1. çekirdek noktası,  $\alpha_1=(1,57+0,964)/2 = 1,27$  açısı ile yerleşecektir. Koordinatları bulurken ise, 1. koninin içerisinde yer alan noktalar arasından uzaklığı dağıtım merkezine en uzak olan alınacaktır.



Şekil 2.8 1. Çekirdek Noktası  $S_1$ 'in Yerleştirilmesi İçin Tarama Metodu (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi)

Ek-1 Çizelge 2'deki uzaklık matrisi, tüm mesafelerin birbirleriyle ve dağıtım merkeziyle arasındaki uzaklığı belirtir.  $(X_A, Y_A)$  koordinatlarına sahip A noktası ve  $(X_B, Y_B)$  koordinatlarına sahip B noktası arasındaki uzaklık,  $Uzaklık(A,B)=\sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2}$  ile bulunur. Buna göre, ilk konideki dağıtım merkezine

en uzak müşteri olan müşteri 3'ün dağıtım merkezine uzaklığı :  
 $d_1 = \sqrt{(7-0)^2 + (15-0)^2} = 16,55 \cong 17$  olup Ek-1 Çizelge 2'den de görülebilir(Chopra ve Meindl 2001).

1. Çekirdek Noktasının koordinatları olan  $(X_1, Y_1)$  aşağıdaki gibi bulunur(Chopra ve Meindl 2001).

$$X_1 = d_1 * \cos(\alpha_1) = 17 * \cos(1,27) = 5$$

$$Y_1 = d_1 * \sin(\alpha_1) = 17 * \sin(1,27) = 16 \text{ olarak bulunur.}$$

İkinci koni, 0,964 açılarından başlar ve 4. müşteriye ait  $92-75,5=16,5$  birimlik kalan yükü taşır. Saat yönünde tarayarak, 2.araca 2,5,6 müşterilerinin talepleri yüklenir. Aracın kapasitesi olan 166,5 birimi tamamlayabilmek için 7 müşterisinden de 41 birim yük alınır. 2. koninin ulaşabileceği nokta,  $41/56=0,73$  olup, tam yüklemesi yapılmamış müşteri (müşteri 7) ile önceki müşteri (müşteri 6) arasındaki açı =  $0,00 - (-0,12) = 0,12$  olup, koninin ulaşabileceği açı =  $0,73 * 0,12 = 0,086$ 'dır. Koninin açısı ise,  $0,00 - 0,086 = -0,086$ 'dır. İkinci koninin 0,964 açısında başlangıç kenarı ve  $-0,086$  açısında bitiş kenarı mevcuttur. İkinci çekirdek nokta,  $\alpha_2$  açısı ile koninin orta yerine konumlanacaktır.  $\alpha_2 = (0,964 + (-0,086))/2 = 0,44$ 'tür. İkinci konideki müşteriler içerisinde, dağıtım merkezine en uzak en uzak olan müşteri, 6. müşteridir. Ek-1 Çizelge 2'den de görülebileceği gibi bu uzaklık,  $d_2=20$  değerine karşılık gelir. 2. çekirdek noktası  $S_2$ 'nin X ve Y koordinatları da aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$X_2 = d_2 * \cos(\alpha_2) = 20 * \cos(0,44) = 18 \quad ; \quad Y_2 = d_2 * \sin(\alpha_2) = 20 * \sin(0,44) = 9 \text{ olarak bulunur.}$$

Açıklanan yöntem ile hesaplamalara devam edilirse, A dağıtım merkezine ait 4 adet çekirdek noktasının X ve Y koordinatları da Çizelge 2.3'deki gibi bulunur. Çekirdek noktaların bulunuşuna dair açıklamalar, daha önce de bahsedildiği gibi detaylı olarak Ek-1 Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3 A Dağıtımları İçin Çekirdek Noktası Koordinatları (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi)

ÇEKİRDEK NOKTASI ( $S_k$ )	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI
$S_1$	5	16
$S_2$	18	9
$S_3$	20	-5
$S_4$	9	-12

### 2.6.1.2. Her Müşteri İçin Ekleme Maliyetinin Gözden Geçirilmesi

Her çekirdek noktası  $S_k$  ve her müşteri  $i$  için ekleme maliyeti  $c_{ik}$ , eğer müşteri dağıtım merkezinden, çekirdek noktasına dağıtıma eklenirse katedilecek ek uzaklıktır(Chopra ve Meindl 2001).

$c_{ik} = \text{Uzaklık(Dağıtım Merkezi, } i) + \text{Uzaklık}(i, S_k) - \text{Uzaklık(Dağıtım Merkezi, } S_k)$   
(Chopra ve Meindl 2001).

$c_{ik}$ 'nin hesaplanmasını kolaylaştırmak için, dağıtım merkezinin tüm müşterilere( $i$ ), tüm müşterilerin( $i$ ) tüm çekirdek noktalarına( $S_k$ ) ve dağıtım merkezinin tüm çekirdek noktalarına ( $S_k$ ) uzaklıkları Çizelge 2.4'deki gibi hesaplanmıştır(Chopra ve Meindl 2001).

Müşteri 1 ve Çekirdek Noktası 1 ( $S_1$ ) için ekleme maliyeti aşağıdaki gibi bulunabilir(Chopra ve Meindl 2001).

$c_{11} = \text{Uzaklık(DM, 1)} + \text{Uzaklık}(1, S_1) - \text{Uzaklık(DM, } S_1) = 12 + 6,60 - 17 = 1,6 \cong 2$   
olacaktır. Tüm müşteriler ve çekirdek noktalar arasındaki ekleme maliyetleri hesaplanır. Sonuçlar, Çizelge 2.5'deki gibidir.

Çizelge 2.4 (Dağıtım Merkezi(DM) , Müşteriler( $i$ )) ; (Müşteriler( $i$ ) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) ve(Dağıtım Merkezi(DM) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) Arasındaki Uzaklıklar (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi)

			D.M.		S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		S <sub>3</sub>		S <sub>4</sub>	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
	X	Y		5,08	16,22	18,10	8,51	20,27	-5,49	8,84	-12,12	
D.M.	0	0		17,00		20,00		21,00		15,00		
MÜŞTERİ 1	0	12	12,00	6,60		18,43		26,77		25,69		
MÜŞTERİ 2	6	5	7,81	11,26		12,60		17,71		17,35		
MÜŞTERİ 3	7	15	16,55	2,28		12,86		24,41		27,18		
MÜŞTERİ 4	9	12	15,00	5,77		9,75		20,80		24,12		
MÜŞTERİ 5	15	3	15,30	16,53		6,32		9,99		16,33		
MÜŞTERİ 6	20	0	20,00	22,04		8,72		5,49		16,47		
MÜŞTERİ 7	17	-2	17,12	21,78		10,56		4,78		13,00		
MÜŞTERİ 8	7	-4	8,06	20,32		16,72		13,35		8,32		
MÜŞTERİ 9	1	-6	6,08	22,60		22,42		19,28		9,94		
MÜŞTERİ 10	15	-6	16,16	24,34		14,83		5,30		8,68		
MÜŞTERİ 11	20	-7	21,19	27,61		15,62		1,54		12,28		
MÜŞTERİ 12	7	-9	11,40	25,30		20,73		13,73		3,62		
MÜŞTERİ 13	2	-15	15,13	31,38		28,49		20,60		7,42		

Çizelge 2.5 A Dağıtımı İçin, Her Müşteri ve Çekirdek Noktası İçin Ekleme Maliyetleri ( $c_{ik}$ ) (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi)

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
MÜŞTERİ 1	2	10	18	23
MÜŞTERİ 2	2	0	5	10
MÜŞTERİ 3	2	9	20	29
MÜŞTERİ 4	4	5	15	24
MÜŞTERİ 5	15	2	4	17
MÜŞTERİ 6	25	9	4	21
MÜŞTERİ 7	22	8	1	15
MÜŞTERİ 8	11	5	0	1
MÜŞTERİ 9	12	9	4	1
MÜŞTERİ 10	23	11	0	10
MÜŞTERİ 11	32	17	2	18
MÜŞTERİ 12	20	12	4	0
MÜŞTERİ 13	30	24	15	8

### 2.6.1.3. Müşterilerin Rotalara Atanması

Araç kapasite kısıtlarına uygun olarak, toplam ekleme maliyetini minimize ederek, müşterilerin taleplerinin dört araca da yüklenmesi sağlanır. Atama problemi, tam sayılı program olarak formüle edilir ve aşağıdaki girdilere gereksinim duyar (Chopra ve Meindl 2001).

$c_{ik}$  : i müşterisi ile k çekirdek noktası arasındaki ekleme maliyetleri(1. Örnek için Çizelge 2.5'deki değerler).

$a_i$ : i müşterisinin talep miktarı (1. Örnek için Çizelge 2.1'den alınabilir).

$b_k$  : k aracının kapasitesi (Her aracın kapasitesi 200 olarak verilmiştir).

Karar değişkeni de aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Chopra ve Meindl 2001).

$$y_{ik} = \left. \begin{array}{l} 1, \text{ Eğer } i \text{ müşterisi } k \text{ aracına atanırsa} \\ 0, \text{ Aksi takdirde} \end{array} \right\}$$

Müşterilerin araçlara atanmasına dair tamsayılı program aşağıdaki gibidir (Chopra ve Meindl 2001).

$$\text{En Küçük } \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n c_{ik} * y_{ik}$$

### Kısıtlar

$$\sum_{k=1}^K y_{ik} = 1, \quad i=1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n a_i * y_{ik} \leq b_k, \quad k=1, \dots, K$$

$y_{ik}=0$  ya da 1, tüm  $i$  ve  $k$ 'lar için

Söz konusu örnek için müşterilerin rotalara en düşük maliyetle atanabilmesini sağlamak amacıyla oluşturulan tamsayılı programlama modelinin Örnek 1 için kodlaması Ek-1 Kodlama 1'deki gibidir. Bu model, Maximal Software Inc. adlı firmanın MPL adlı yazılımına uygun biçimde kodlanmıştır. ([www.maximal-usa.com](http://www.maximal-usa.com)).

Programın Ek-1 Kodlama 1 ile çalıştırılmasının ardından elde edilen sonuçlar ise Çizelge 2.6'da görüldüğü gibidir.

Çizelge 2.6'daki sonuçlar, 1. , 2. , 3. , 4. araçlarda hangi müşterilerin olacağı bilgisini vermektedir. Eğer her araç, müşterilerin açıl pozisyonlarının azalan sırasına göre dağıtım yaparsa, 1. araçtaki sıralama, Dağıtım Merkezi(DM)-1-3-4-Dağıtım Merkezi(DM) şeklinde olacaktır. Rota mesafesi Ek-1 Çizelge 2 yardımıyla bulunurken, araçtaki yük miktarı, Çizelge 2.1'den 1, 3, 4, müşterilerin talepleri toplanarak bulunur.

Her bir araca atanan müşteriler, müşterilerin rota içerisinde sıralanması, her rotanın mesafesi, her araçtaki yük miktarı, toplam rota mesafesi ve araçlardaki toplam yük miktarına ilişkin bilgiler, Çizelge 2.7'deki gibidir(Chopra ve Meindl 2001).



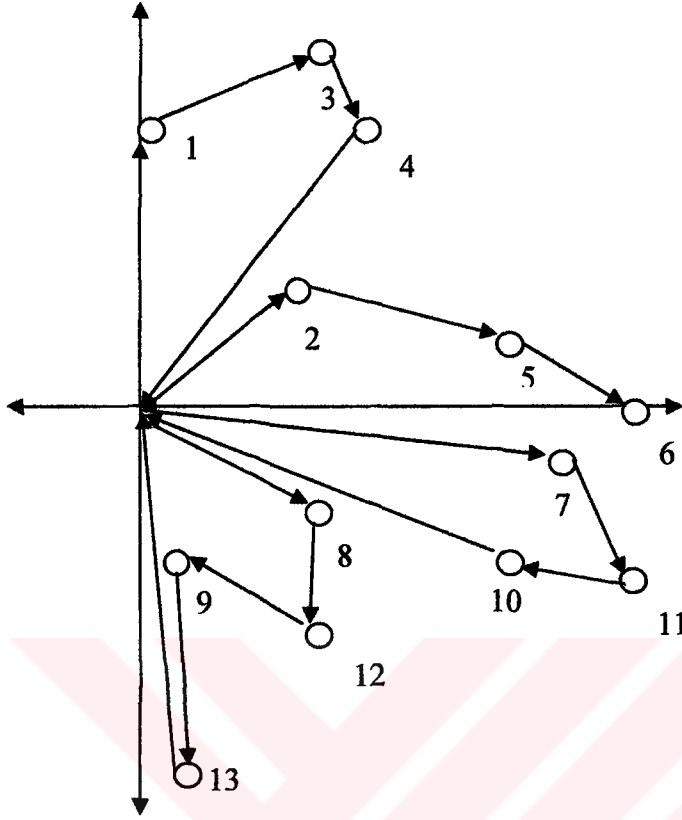
**Çizelge 2.6 Doğrusal Programlama Programının Çalıştırılması ile Elde Edilen Sonuçlar.(Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi)**

<u>Değişken Adı</u>	<u>Değer</u>	<u>Değişken Adı</u>	<u>Değer</u>
y11	1	y13	0
y21	0	y23	0
y31	1	y33	0
y41	1	y43	0
y51	0	y53	0
y61	0	y63	0
y71	0	y73	1
y81	0	y83	0
y91	0	y93	0
y101	0	y103	1
y111	0	y113	1
y121	0	y123	0
y131	0	y133	0
y12	0	y14	0
y22	1	y24	0
y32	0	y34	0
y42	0	y44	0
y52	1	y54	0
y62	1	y64	0
y72	0	y74	0
y82	0	y84	1
y92	0	y94	1
y102	0	y104	0
y112	0	y114	0
y122	0	y124	1
y132	0	y134	1

**Çizelge 2.7 Genel Atama Yöntemi ile A'nın Dağıtım Çizelgesi (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi )**

<b>ARAÇ</b>	<b>ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)</b>	<b>ROTA MESAFESİ</b>	<b>ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI</b>
1	DM-1-3-4-DM	38,22	183
2	DM-2-5-6-DM	42,86	109
3	DM-7-11-10 DM	44,20	194
4	DM-8-12-9-13-DM	43,96	180
	<b>TOPLAM</b>	<b>169,24</b>	<b>666</b>

Çizelge 2.7'de bulunan rotalar, Şekil 2.9'daki gibi gösterilebilir.



Şekil 2.9 : Genel Atama Yöntemi Kullanılarak A'da Dağıtımın Rotalanması (Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi)

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. UMApHMP İçin Geliştirilen Örnek Problem Yapıları ve Çözüm Yöntemleri

2.5.2 ve 2.5.3.2 bölümlerinde tanıtılan UMApHMP-LP, EKYTSY ve 3.1.3. bölümünde açıklanacak EKYTSY-Kurulum, yöntemleri arasındaki etkinlik karşılaştırılmalarının yapılması amacıyla, 5 farklı ağ üzerinde, 50 rassal örnek problem geliştirilmiştir. Bu rassal problemlerdeki aktarma merkezi sayısı, 4 olarak önceden belirlenmiştir.

##### 3.1.1. UMApHMP-LP Yöntemi

2.5.2 bölümündeki formülasyondan yararlanılarak, UMApHMP için tamsayılı programlama formülasyonu, geliştirilen 50 adet problem için yazılmıştır. Ayrıntılı açıklama, 4.1.2 bölümünde yapılmıştır.

##### 3.1.2. EKYTSY Yöntemi

2.5.3.2 bölümünde açıklanmış olan EKYTSY yöntemi, 3.1.3. bölümünde açıklanacak olan EKYTSY-Kurulum yönteminin temelidir.

Geliştirilen 50 adet problemin , EKYTSY yöntemine göre çözümlenebilmesi için, farklı tiplerde UMApHMP'nin çözümünü sağlayabilecek bilgisayar programı yazılıp, istenen sonuçlar, gerekli verilerle programın çalıştırılmasıyla elde edilmiştir. Ayrıntılı açıklama, 4.1.3 bölümünde yapılmıştır.

##### 3.1.3. EKYTSY-Kurulum Yöntemi

2.5.3.2 bölümünde kısaca değinilen EKYTSY-Kurulum yöntemine, problem çözümü için daha önce başvurulmamıştır. EKYTSY yönteminin 1. adımı değiştirilerek EKYTSY-Kurulum yöntemi elde edilmiştir. EKYTSY-Kurulum yönteminin akış adımları aşağıdaki gibidir. (EKYTSY yönteminin 1. adımında önceden belirlenen aktarma merkezi sayısı olan  $p$  kadar, aralarında akış bağlantısı olan düğümler, ilk aktarma merkezleri kümesini oluşturmak için *rasgele* seçilir.)

**Adım 1** : Başlangıç (İlk Aktarma merkezi Kümesinin Kurulum Mantığına Göre Seçilmesi) : Döğümler, döğümler arası bağlantılar ve uzaklıklar okunur. En kısa uzaklık değerini veren döğüm çiftinden başlanarak ve belirlenen döğüm çiftinin ardından gelecek tüm döğüm çiftleri için de aynı yöntemi kullanarak,  $p$  (önceden belirlenen aktarma merkezi sayısı) kadar aralarında akış bağlantısı olan döğümler seçilir.(İlk H aktarma merkezi kümesi oluşturuldu). H kümesinin elemanları arasındaki Uzaklık bulunur.  $\gamma$  (iterasyon sayısı) değerine 0 atanır.

**Adım 2** : EKYTSY: H kümesinin bir elemanının,  $N \setminus H$  (H kümesinin dışında kalan döğümler) kümesinin elemanlarından biri ile yer değiştirilmesi yolu ile H değiştirilerek Uzaklık değerinden daha küçük bir Yeni\_Uzaklık bulunana kadar tüm olası yollar denenir. Eğer tüm olası yollarda,  $\text{Yeni\_Uzaklık} \geq \text{Uzaklık}$  ise Adım1'e dönlür. Eğer  $\text{YeniUzaklık} < \text{Uzaklık}$  mevcut ise,  $\gamma$  arttırılır ve Uzaklık değerine Yeni\_Uzaklık atanır. Adım 2,  $\gamma$  kadar tekrarlanır.

**Adım 3** : EKYA: Akış matrisi değerleri okunur. Bulunan H kümesi elemanları, ikili kombinasyonlar halinde, kaynak(başlangıç), varış(bitiş) döğümü arasına yerleştirilir. Başlangıç döğümünden bitiş döğümüne, en kısa uzaklığı sağlayan aktarma merkezi çifti kullanılarak, gönderim yapılır.

**Adım 4** : Çıktı : Belirlenen aktarma merkezi kümesi, başlangıç ve bitiş döğümleri, bu döğümlerin hangi aktarma merkezi döğümlerine atandığı, başlangıç ve bitiş döğümleri arasındaki uzaklık ve taşıma maliyeti, tüm aę için taşıma maliyeti raporlanır.

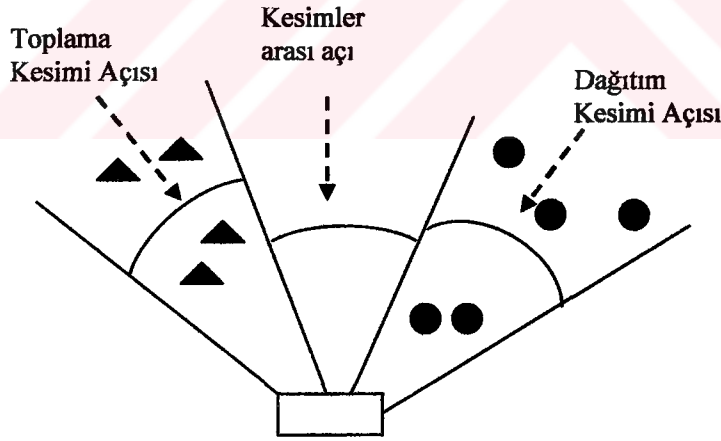
Geliştirilen 50 adet problemin , EKYTSY-Kurulum yöntemine göre çözümlenebilmesi için, yukarıdaki adımları kapsayan, farklı tiplerde UMAPHMP'nin çözümünü sağlayabilecek bilgisayar programı yazılıp, istenen sonuçlar, gerekli verilerle programın çalıştırılmasıyla elde edilmiştir. Ayrıntılı açıklama, 4.1.4 bölümünde yapılmıştır.

### 3.2 Ulaştırmada Rotalama ve Çizelgeleme İçin Geliştirilen rnek Problem Yapıları ve Çözüm Yöntemleri

2.6.1 bölümünde tanıtılan azalan açılı genel atama yöntemi ile, müşterilerin, azalan değil, artan açılal pozisyonlarına göre rotalanması temelinde geliştirilen, *artan açılı genel atama yöntemi* arasındaki etkinlik karşılaştırılmalarının yapılması amacıyla, 20 adet rassal örnek problem geliştirilmiştir.

VRP (vehicle routing problem) (araç rotalama problemi) yönteminin çözümünde kullanılan ve 2.6.1 bölümünde anlatılan azalan açılı genel atama yöntemine yeni bir yaklaşım geliştirilmesinde ise Jacobs ve Goetschalckx'ın (1998) aşağıda özetlenen çalışmaları yol gösterici olmuştur.

Jacobs ve Goetschalckx (1998) tarafından bildirildiğine göre, Jacobs ve Goetschalckx (1989), Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, tek bir dağıtım merkezinin ve hem dağıtım müşterilerinin, hem toplama tedarikçilerinin olduğu bir araç rotalama problemdeki en iyi tasarrufun toplama kesimi ve dağıtım kesimi açılarının ve bu iki kesim arasındaki açının azaltılması ile sağlanacağını göstermiştir.



Şekil 3.1 Tek Bir Dağıtım Merkezinin, Dağıtım Müşterilerinin ve Toplama Tedarikçilerinin Olduğu Bir Problemden Önemli Açılar.

Ayrıca, Jacobs ve Goetschalckx (1998) yine aynı tip problemin çözümü için kullandıkları Genel Atama Sezgisel yaklaşım yaklaşımı dahilinde, dağıtım müşterilerinin dağıtım merkezine artan uzaklığa göre, toplama tedarikçilerinin ise,

dağıtım merkezine azalan uzaklığa göre sıralanmasını sağlamışlar ve bazı performans ölçülerinde iyileştirme sağlamışlardır.

*Artan açılı genel atama yönteminin*, azalan açılı genel atama yönteminden farklı olan tarafı, müşterilerin artan açıl pozisyonlarına göre rotalanması temeline dayanır. Geliştirilen 20 adet problemin *artan açılı genel atama yöntemine* göre çözümüne dair ayrıntılı açıklama 4.2.1 bölümünde yapılmıştır.

Geliştirilen 20 problemin, azalan açılı genel atama yöntemi ve *artan açılı genel atama yöntemi* kullanılarak çözümlenmesi ile ortaya çıkan sonuçlardan yararlanarak, uygun yöntemi uygun koşulda seçebilmek için, müşterilerin açıl pozisyonları ve talepleri ile yakından ilişkili olan sezgisel yaklaşım geliştirilmiş ve 4.2.2 bölümünde daha detaylı değinileceği gibi bütün problemler için sezgisel yaklaşım kullanarak, geliştirilen sezgisel yaklaşımın performansı da değerlendirilmiştir.



## 4. UYGULAMALAR VE SONUÇLARI

### 4.1. UMaPHMP İçin Geliştirilen Örnek Problemlerin Çözüm Yöntemlerinin Aşamaları ve Değerlendirmeler

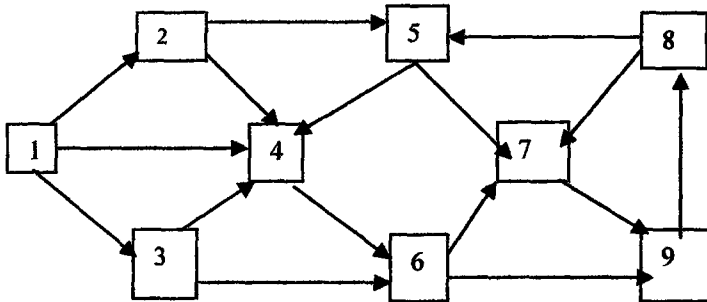
Karşılaştırma amacıyla, ele alınan problem tipleri, aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

#### 4.1.1. Örnek Tanımları

1., 2., 3., 4. ve 5. ağlara ait rota bilgileri Ek-2 Çizelge 1'deki Rota dosyasında ve maliyet bilgileri Ek-2 Çizelge 2 Maliyet dosyasında mevcuttur. Rota dosyasındaki OrnekID=1, 1.örneğe ait değerleri gösterir. OrnekID=1 ; OrnekID=10 arasındaki değerler Şekil 4.1'deki 1.ağ üzerindeki farklı uzaklık kombinasyonlarına aittir. OrnekID=11 ; OrnekID=20 arasındaki değerler Şekil 4.2'deki 2.ağ üzerindeki farklı uzaklık kombinasyonlarına aittir. OrnekID=21 ; OrnekID=30 arasındaki değerler Şekil 4.3'deki 3.ağ üzerindeki farklı uzaklık kombinasyonlarına aittir. OrnekID=31 ; OrnekID=40 arasındaki değerler Şekil 4.4'deki 4.ağ üzerindeki farklı uzaklık kombinasyonlarına aittir. OrnekID=41 ; OrnekID=50 arasındaki değerler Şekil 4.5'deki 5.ağ üzerindeki farklı uzaklık kombinasyonlarına aittir

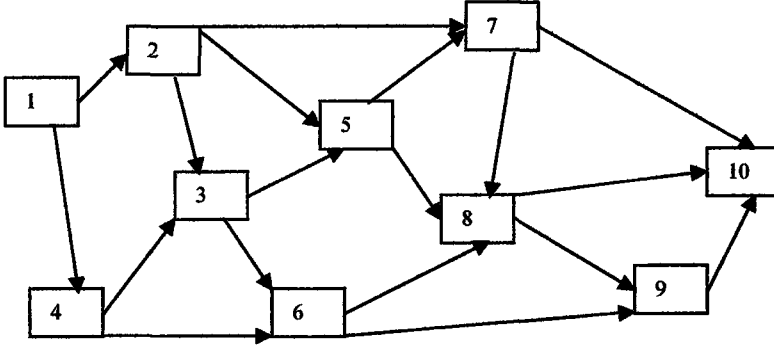
Problem çözümü için gerekli diğer girdi bilgisi ise başlangıç düğümü ve bitiş düğümü arasında taşınacak ürün miktarlarıdır. (Maliyet dosyasındaki Cost sütunu). Maliyet dosyasındaki OrnekGrupID, kaçınıcı ağa ait bilgi olduğunu gösterir. 1. Ağ için OrnekGrupID=1, 2. Ağ için OrnekGrupID=2, 3. Ağ için OrnekGrupID= 3, 4.Ağ için OrnekGrupID=4, 5. Ağ için OrnekGrupID=5'tir

1.Ağdaki düğüm sayısı, 9 olup 10 farklı uzaklık kombinasyonu ile 10 farklı örnek geliştirilmiştir.



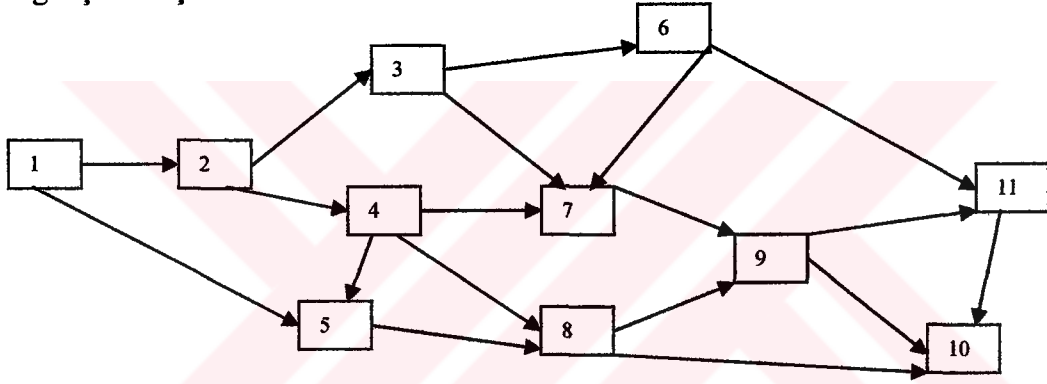
Şekil 4.1 1. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar

2.Ağdaki düğüm sayısı, 10 olup 10 farklı uzaklık kombinasyonu ile 10 farklı örnek geliştirilmiştir.



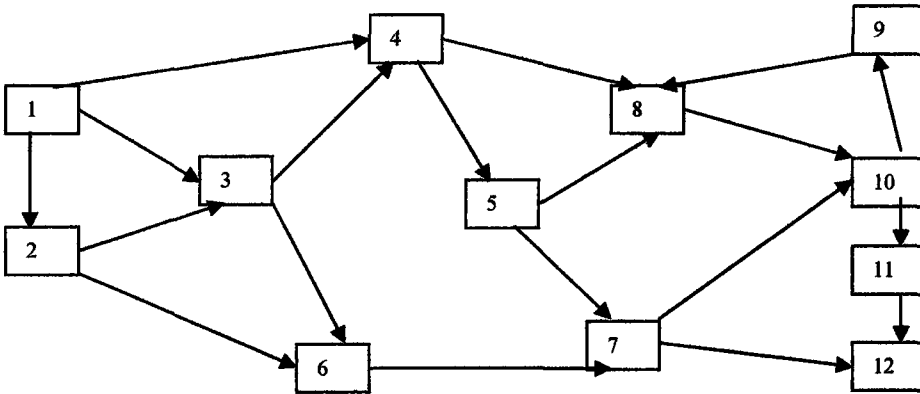
Şekil 4.2 2. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar

3.Ağdaki düğüm sayısı, 11 olup 10 farklı uzaklık kombinasyonu ile 10 farklı örnek geliştirilmiştir



Şekil 4.3 3. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar

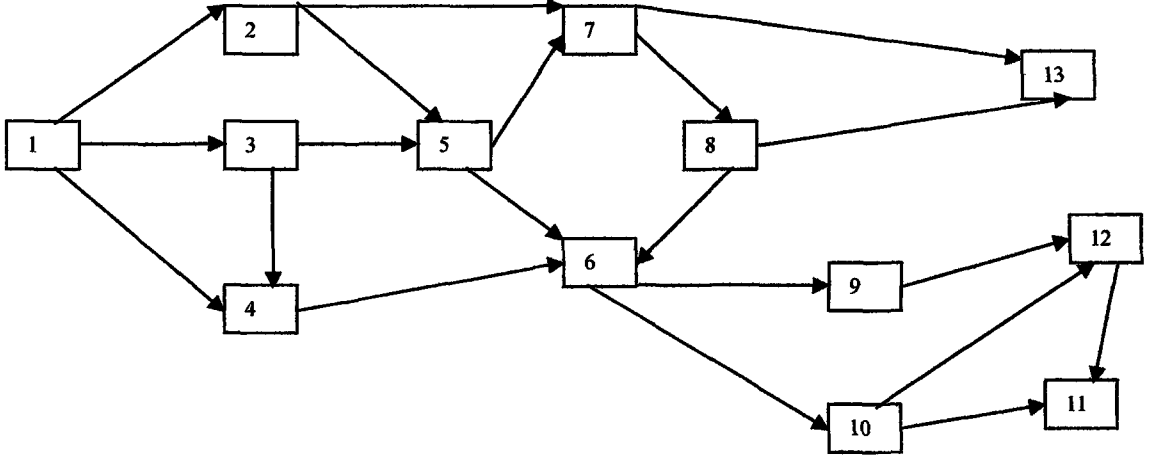
4.Ağdaki düğüm sayısı, 12 olup 10 farklı uzaklık kombinasyonu ile 10 farklı örnek geliştirilmiştir.



Şekil 4.4 4. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar



5.Ağdaki düğüm sayısı, 13 olup 10 farklı uzaklık kombinasyonu ile 10 farklı örnek geliştirilmiştir.



Şekil 4.5 5. Ağ Düğümleri ve Düğümler Arası Akışlar

Uygulamaların açıklamaları OrnekID=1 için yapılmıştır. OrnekID=1'e ait olan Rota bilgileri Çizelge 4.1'de, Maliyet bilgileri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 1.Örnek için Rota bilgileri

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
1	1	1-2	1	2	4
2	1	1-3	1	3	2
3	1	1-4	1	4	7
4	1	2-4	2	4	2
5	1	2-5	2	5	3
6	1	3-4	3	4	6
7	1	3-6	3	6	3
8	1	4-6	4	6	2
9	1	5-4	5	4	1
10	1	5-7	5	7	2
11	1	6-7	6	7	5
12	1	6-9	6	9	6
13	1	7-9	7	9	3
14	1	8-5	8	5	6
15	1	8-7	8	7	4
16	1	9-8	9	8	6

Bu tablolardaki değerler;

RotaID: Rota dosyasındaki her kayıt için 1 den başlayarak sırasıyla artan kayıt numarasıdır.

**OrnekID:** Örnek numarasını gösterir. Örneğin 1. Örnek için OrnekID=1 dir.

**Bas:** Her ağdaki yönlendirilmiş akıdaki başlangıç düğümünü gösterir.

**Bitis:** Her ağdaki yönlendirilmiş akıdaki bitiş düğümünü gösterir.

**Uzaklik:** Her ağdaki her örnek için başlangıç ve bitiş düğümleri arasındaki uzaklıktır.

**RotaNo:** Başlangıç ve bitiş düğümlerinin daha net olarak görülebilmesi için mevcuttur.

**İlk terim başlangıç düğümünü ikinci terim bitiş düğümünü gösterir.**

**i:**Arada aktarma merkezleri kullanılarak yapılacak olan gönderimin başlangıç düğümüdür.

**j:** Arada aktarma merkezleri kullanılarak yapılacak olan gönderimin bitiş düğümüdür.

**Cost:** i düğümünden j düğümüne gönderim miktarıdır.(Maliyettir).

**OrnekGrupID:** Ağ numarasını gösterir.

**Çizelge 4.2 1.Örnek için Maliyet Bilgileri**

<b>OrnekGrupID</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>Cost</b>
1	1	6	3
1	1	4	4
1	1	7	2
1	1	9	5
1	2	7	6
1	2	9	3
1	2	6	4
1	3	7	6
1	3	9	5
1	3	8	2
1	4	9	4
1	4	8	5
1	5	7	8
1	5	9	6
1	5	8	5
1	6	8	4
1	6	5	5
1	6	7	6
1	7	5	2
1	8	6	4
1	8	9	3
1	9	4	5
1	9	7	4

#### 4.1.2. UMAPHMP-LP Yöntemi ile Çözüm

2.5 bölümünde bahsi geçen UMAPHMP-LP probleminin çözülebilmesi için  $W_{ij}$ ,  $C_{iklj}$ ,  $p$  değerlerinin bilinmesi gereklidir.  $p$  değeri tüm örnekler için sabit olup 4 olarak belirlenmiştir.  $W_{ij}$  değeri tüm örnekler için Ek-2 Çizelge 2'deki Maliyet dosyasından (Cost sütunu) bulunabilir.  $C_{iklj}$  değerleri de her rota için Ek-2 Çizelge 1'deki Rota dosyasından yararlanılarak hesaplanabilir.

OrnekID=1 (1. Örnek) için doğrusal programlamanın Maximal Software , MPL Modeling System'de çalıştırılması için Çizelge 4.1'de belirtilen Rota bilgileri ve Çizelge 4.2'de belirtilen Maliyet bilgileri kullanılmıştır.

Bu bilgiler altında, Maximal Software, MPL Modeling System'in OrnekID=1 için çözümleneceği kodlar Ek-2 Kodlama 1'deki gibidir.

1.Ağ 1. Örnek için programın çalıştırılması ile ortaya çıkan sonuçlar Çizelge 4.3'deki gibidir.

Çizelge 4.3'deki amaç fonksiyonu değeri TCost olarak adlandırılacaktır. TCost, istenen tüm gönderimlerin yapılmasının ardından ortaya çıkan toplam maliyettir. Minimum Rota (MinRota)'yı veren aktarma merkezleri kümesinin elemanları, değerleri 1'e eşit olan düğümlerdir (H2 , H4 , H5 , H6). X1254=1 değeri ise, 1 düğümünden 4 düğüme, 2 ve 5 aktarma merkezleri kullanılarak gönderim yapıldığını gösterir. 1-2-5-4 RotaNo olarak değerlendirilebilir.

Örnek 1'e ve diğer örneklere ait MPL çözüm sonuçları, Ek-2 Çizelge 3'de görüldüğü gibidir. UMAPHMP-LP sonuçları optimal olduğundan , EKYTSY yöntemi ile bulunan sonuçların ve bu tez çalışması kapsamında geliştirilen EKYTSY-Kurulum yöntemi ile bulunan sonuçların doğruluk tespiti UMAPHMP-LP sonuçları ile karşılaştırılarak yapılacaktır.

Çizelge 4.3 1. Örnek İçin UMApHMP-LP Çalıştırılması İle Bulunan Sonuçlar.

Çözüm Süresi : 0.17 sec	
Amaç Fonksiyonunun Değeri : 535.000000000	
Değişken Adı	Değeri
X1254	1
X1257	1
X1367	0
X1467	0
X1369	0
X1469	1
X2467	1
X2469	1
X2579	0
X2546	1
X3467	1
X3469	1
X3679	0
X5467	1
X5469	1
X8546	1
H1	0
H2	1
H3	0
H4	1
H5	1
H6	1
H7	0
H8	0
H9	0

#### 4.1.3. EKYTSY Yöntemi İle Çözüm

Geliştirilen 50 adet problemin , EKYTSY (SPBH) yöntemine göre çözümlenebilmesi için, farklı tiplerde UMApHMP'nin çözümünü sağlayabilecek EKYTSY (SPBH) algoritması SQL bilgisayar programlama dilinde kodlanıp, sonuçlar, gerekli verilerle programın çalıştırılmasıyla elde edilmiştir. Programın başlıkları, Procedure SP\_Rand ve Procedure SP\_RandResult'tır. Procedure SP\_Rand ve Procedure SP\_RandResult 'ın SQL dilindeki kodlaması, Ek-2 Bilgisayar Programı 1'deki CREATE PROCEDURE SP\_Rand ve devamındaki CREATE PROCEDURE SP\_RandResult kodlama başlıklarının altında yer almaktadır. CREATE FUNCTION

Uzaklık kodlaması, başlangıç ve bitiş düğümleri arasındaki uzaklığın bulunmasında kullanılan bir fonksiyon olup, prosedürlerin içerisinde kullanılmıştır

Procedure SP\_Rand ve Procedure SP\_RandResult 'ın işletilmesi için kullanılan kaynak dosyalar Rota dosyası ve Maliyet dosyasıdır. Rota ve Maliyet dosyaların değerleri, tüm örnekler için sırasıyla Ek-2 Çizelge 1 ve Ek-2 Çizelge 2'de mevcuttur.

SP\_Rand prosedürünün (ve devamında çalışan SP\_RandResult prosedürünün) OrnekID=1 (1. Örnek) için çalıştırılmasında, Çizelge 4.1'de belirtilen Rota bilgileri ve Çizelge 4.2'de belirtilen Maliyet bilgileri kullanılmıştır. Bu tablolardaki değerlere ait açıklamalar daha önce yapılmıştır.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'deki değerleri kullanarak, OrnekID=1 için programın çalıştırılmasının aşamaları, Ek-2 Program Uygulama 1'deki OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_Rand ve OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_RandResult başlıklarının altındadır. Genel Kodlama ile OrnekID=1'in çalıştırılması için yapılan açıklamada, programın daha kolay anlaşılmasını sağlamak için birbirine karşılık gelen bölümler aynı ton ve numara ile gösterilmiştir.(Bu ton ve numaralar, kodlamanın bir parçası değildir.)

OrnekID=1 (Örnek 1)'in ve diğer örneklerin EKYTSY (SPBH) ile çözüm sonuçları, Ek-2 Çizelge 3'te görüldüğü gibidir.

#### **4.1.4. EKYTSY-Kurulum Yöntemi İle Çözüm**

Geliştirilen 50 adet problemin , EKYTSY-Kurulum (SPBH-Constructive) yöntemine göre çözümlenebilmesi için, farklı tiplerde UMApHMP'nin çözümünü sağlayabilecek EKYTSY-Kurulum (SPBH-Constructive) algoritması SQL bilgisayar programlama dilinde kodlanıp, sonuçlar, gerekli verilerle programın çalıştırılmasıyla elde edilmiştir. Programın başlıkları Procedure SP\_Constructive ve Procedure SP\_ConstResult'tır. Procedure SP\_Constructive ve Procedure SP\_ConstResult'ın SQL dilindeki kodlaması, Ek-2 Bilgisayar Programı 2'deki CREATE PROCEDURE SP\_Constructive ve devamındaki CREATE PROCEDURE SP\_ConstResult kodlama başlıklarının altında yer almaktadır. CREATE FUNCTION Uzaklık kodlaması, başlangıç ve bitiş düğümleri arasındaki uzaklığın bulunmasında kullanılan bir fonksiyon olup, prosedürlerin içerisinde kullanılmıştır

Procedure SP\_Constructive ve Procedure SP\_ConstResult'in işletilmesi için kullanılan kaynak dosyalar Rota dosyası ve Maliyet dosyasıdır. Rota ve Maliyet dosyaların değerleri, tüm örnekler için sırasıyla Ek-2 Çizelge 1 ve Ek-2 Çizelge 2'de mevcuttur.

SP\_Constructive prosedürünün (ve devamında çalışan SP\_ConstResult prosedürünün) OrnekID=1 (1. Örnek) için çalıştırılmasında, Çizelge 4.1'de belirtilen Rota bilgileri ve Çizelge 4.2'de belirtilen Maliyet bilgileri kullanılmıştır. Bu tablolardaki değerlere ait açıklamalar daha önce yapılmıştır.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'deki değerleri kullanarak, OrnekID=1 için programın çalıştırılmasının aşamaları, Ek-2 Program Uygulama 2'deki OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_Constructive ve OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_ConstResult ; başlıklarının altındadır. Genel Kodlama ile OrnekID=1'in çalıştırılması için yapılan açıklamada, programın daha kolay anlaşılmasını sağlamak için birbirine karşılık gelen bölümler aynı ton ve numara ile gösterilmiştir.(Bu ton ve numaralar, kodlamanın bir parçası değildir.)

OrnekID=1 (Örnek 1)'in ve diğer örneklerin EKYTSY-Kurulum (SPBH-Constructive) Yöntemi ile çözüm sonuçları, Ek-2 Çizelge 3'te görüldüğü gibidir.

#### 4.1.5. Hesaplama Sonuçları

50 örnek için de UMAPHMP-LP , EKYTSY (SPBH) , EKYTSY-Kurulum (SPBH-Constructive) yöntemleri ile bulunan sonuçlar, Ek-2 Çizelge-3'te karşılaştırmalı olarak görülebilir. Ek-2 Çizelge 3'ten görülebileceği gibi her üç yöntem ile de bulunan sonuçlar birbiri ile aynıdır fakat, yöntemlerin problemleri çözme süreleri karşılaştırıldığında birbirlerinden farklı olduğu görülebilir. Ek-2 Çizelge 4, üç farklı yöntem için her ağıdaki farklı örneklerin çözüm sürelerinin ortalamasını, standart sapmasını, en küçük ve en büyük değerlerini göstermektedir.

Ek-2 Çizelge 4'te de görüldüğü gibi, optimal çözüm yöntemi olan UMAPHMP-LP, tüm ağlardaki örnekleri diğer yöntemlere göre ortalama olarak daha kısa sürede çözümler. LP ile kısa sürede çözüm elde ediliyor olmasına karşın, tamsayı programlama formülasyonunun yazılmasının, ek bir çabaya ihtiyaç duyduğunun da dikkate alınması gerekir. Ayrıca Ek-2 Şekil 3'te de görüldüğü gibi, örneklerin çözüm

süreleri karşılaştırıldığında, bazı örnekleri EKYTSY-Kurulum yöntemi, LP yöntemine göre daha kısa sürede çözmektedir. Sezgisel yaklaşımlar kendi aralarında karşılaştırılırsa, Ek-2 Şekil 1’de de görülebileceği gibi EKYTSY yönteminin, her ağdaki örneklerin çözümü için gereksinim duyduğu ortalama süre, geliştirilen EKYTSY-Kurulum yaklaşımının gereksinim duyduğu ortalama süreden daha fazladır. Farklılığın nedeni de tahmin edilebileceği gibi, aktarma merkezleri kümesinin rasgele seçilmesi yerine belirli bir mantıklı kurala göre seçilmiş olmasıdır. Ek-2 Şekil 1 ve Ek-2 Şekil 2’den de görülebileceği gibi, ağlardaki düğüm ve serim sayılarının artmasına rağmen ağlardaki örneklerin ortalama çözüm süreleri ve her örneğin çözüm süresi, özellikle LP ve EKYTSY-Kurulum yöntemleri için artan bir eğilim göstermemektedir. Bunun nedeni, çözüm sürelerini, ağdaki düğüm sayısı ve serim sayısı kadar her ağ için, aralarında aktarım yapılan düğüm çifti sayısının önemli oranda etkilemesidir. Aralarında aktarım yapılan düğüm çifti sayısı 1., 2., 3., 4., 5. ağlar için ortalama 9 adettir. EKYTSY yönteminde, Ek-2 Şekil 3’te görülebileceği gibi, birkaç örneğin çözüm süresinin, ağ için ortalama çözüm süresinin üzerinde olması, Ek-2 Şekil 1’deki ortalama çözüm sürelerinin EKYTSY için ağlar arasında belirgin şekilde dalgalanmasına neden olmuştur.

## **4.2 Ulaştırmada Rotalama ve Çizelgeleme İçin Geliştirilen Örnek Problemlerin Çözüm Yöntemlerinin Aşamaları ve Değerlendirmeler**

3.2 bölümünde bahsi geçen problem tipleri ve bakış açısına dayanarak elde edilen sonuçlar ve karşılaştırmaları aşağıdaki gibidir.

### **4.2.1. Artan Açılı Genel Atama Yöntemi**

#### **4.2.1.1. Her Rota İçin Çekirdek Noktaların Atanması**

2.6.1. bölümünde açıklanan azalan açılı genel atama yönteminden hatırlanacağı gibi müşterilerin açıl pozisyonları, çekirdek noktaların koordinatlarını bulmak ve daha sonra müşterileri rotalarda sıralamak için kullanılıyordu. Açıl pozisyonların azalan değerine göre (saat yönünde) tarama yapılarak çekirdek noktaların koordinatlarının elde edilmesi mümkün olduğu gibi, açıl pozisyonların *artan* değerlerine göre (saat yönünün tersi yönde) tarama ile de çekirdek noktaların koordinatlarının elde edilmesi mümkündür.

*Artan açılı genel atama yöntemi* ile koordinatların bulunması durumunda, 1. örnek için yine Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2'deki girdi bilgileri kullanılacaktır. Ek-1 Çizelge1'deki değerler Ek-3 Çizelge 1'deki gibi değişecektir. Müşteriler, açılal pozisyonlarının *artan* değerlerine göre sıralandığı için bu değişim gerçekleşmiştir. Çekirdek noktaların bulunması için yapılan hesaplamalar, azalan açılı genel atama yönteminde açıklanan her rota için çekirdek noktaların atanması, 2.6.1.1 bölümü ile aynıdır. Çekirdek noktaların koordinatları bulunurken Ek-1 Çizelge 2'deki uzaklık matrisi kullanılmıştır.

#### 4.2.1.2. Her Müşteri İçin Ekleme Maliyetinin Gözden Geçirilmesi

Azalan açılı genel atama yönteminde, ekleme maliyetinin gözden geçirilmesi ile ilgili bölümde (2.6.1.2.) anlatıldığı gibi dağıtım merkezinin tüm müşterilere(i), tüm müşterilerin(i) tüm çekirdek noktalarına ( $S_k$ ) ve dağıtım merkezinin tüm çekirdek noktalarına ( $S_k$ ) uzaklıkları, *artan açılı genel atama yönteminde* de Çizelge 4.4'deki gibi hesaplanmıştır. Sonuçların Çizelge 2.4'dekinden farklı olmasının nedeni bulunan çekirdek nokta koordinatlarının farklı olmasıdır. Tüm müşterilerin ve çekirdek noktaların arasındaki ekleme maliyetleri Çizelge 4.5'deki gibi hesaplanır.

Çizelge 4.4 (Dağıtım Merkezi(DM) , Müşteriler(i)) ; (Müşteriler(i) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) ve (Dağıtım Merkezi(DM) , Çekirdek Noktaları( $S_k$ )) Arasındaki Uzaklıklar (*Artan Açılı Genel Atama Yöntemi*)

			D.M.		S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		S <sub>3</sub>		S <sub>4</sub>	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	X	Y			7,25	-13,13	18,56	-9,82	19,48	4,55	6,89	15,54
D.M.	0	0			15,00		21,00		20,00		17,00	
MÜŞTERİ 1	0	12	12,00		26,16		28,65		20,85		7,75	
MÜŞTERİ 2	6	5	7,81		18,18		19,43		13,48		10,58	
MÜŞTERİ 3	7	15	16,55		28,13		27,38		16,28		0,55	
MÜŞTERİ 4	9	12	15,00		25,19		23,82		12,86		4,12	
MÜŞTERİ 5	15	3	15,30		17,90		13,30		4,74		14,94	
MÜŞTERİ 6	20	0	20,00		18,31		9,92		4,58		20,33	
MÜŞTERİ 7	17	-2	17,12		14,80		7,97		7,00		20,25	
MÜŞTERİ 8	7	-4	8,06		9,14		12,94		15,12		19,54	
MÜŞTERİ 9	1	-6	6,08		9,48		17,97		21,27		22,33	
MÜŞTERİ 10	15	-6	16,16		10,54		5,22		11,46		23,02	
MÜŞTERİ 11	20	-7	21,19		14,15		3,16		11,56		26,08	
MÜŞTERİ 12	7	-9	11,40		4,14		11,59		18,42		24,54	
MÜŞTERİ 13	2	-15	15,13		5,57		17,36		26,22		30,93	



Çizelge 4.5 A Dağıtım İçin, Her Müşteri ve Çekirdek Noktası İçin Ekleme Maliyetleri (C<sub>ik</sub>) (*Artan Açılı Genel Atama Yöntemi*)

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
MÜŞTERİ 1	23	20	13	3
MÜŞTERİ 2	11	6	1	1
MÜŞTERİ 3	30	23	13	0
MÜŞTERİ 4	25	18	8	2
MÜŞTERİ 5	18	8	0	13
MÜŞTERİ 6	23	9	5	23
MÜŞTERİ 7	17	4	4	20
MÜŞTERİ 8	2	0	3	11
MÜŞTERİ 9	1	3	7	11
MÜŞTERİ 10	12	0	8	22
MÜŞTERİ 11	20	3	13	30
MÜŞTERİ 12	1	2	10	19
MÜŞTERİ 13	6	11	21	29

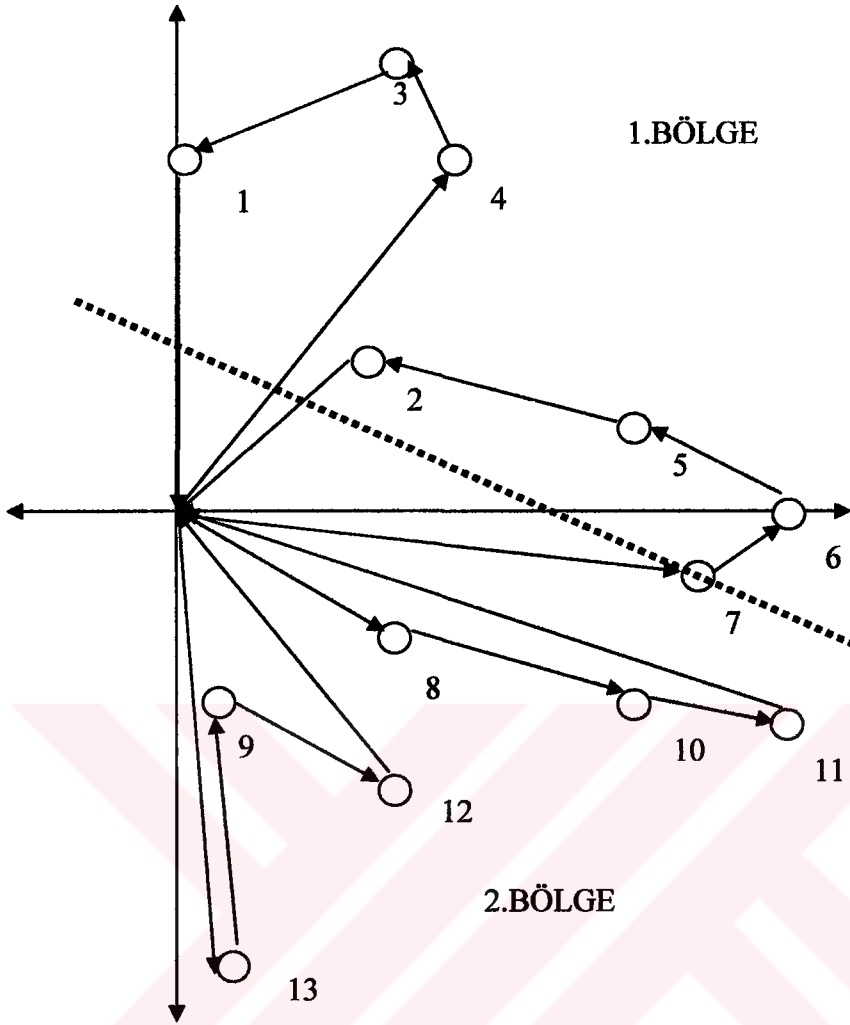
#### 4.2.1.3. Müşterilerin Rotalara Atanması

Çizelge 4.5 ve Çizelge 2.1'deki veriler ve her aracın kapasitesi için, 200 birim değeri kullanılarak, azalan açılı genel atama yönteminde, müşterilerin rotalara atanması bölümünde (2.6.1.3.) anlatılan yol ile Çizelge 4.6'daki değerlere ulaşılır.

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi dağıtım rotalamasından., Çizelge 2.7'deki azalan açılı genel atama yöntemi sonuçlarına göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Toplam rota mesafesi azalmıştır. Çizelge 4.6'da görülen rotalar, Şekil 4.6'daki gibi gösterilebilir.

Çizelge 4.6 A'nın Dağıtım Çizelgelemesi (*Artan Açılı Genel Atama Yöntemi*)

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-13-9-12-DM	42,30	150
2	DM-8-10-11-DM	42,60	168
3	DM-7-6-5-2- DM	43,58	165
4	DM-4-3-1-DM	38,22	183
	<b>TOPLAM</b>	<b>166,70</b>	<b>666</b>



Şekil 4.6 A'da Dağıtımın Rotalanması (*Artan Açılı Genel Atama Yöntemi*)

Toplam 20 örneğe ait girdi bilgileri ve sonuçlar, Ek-3 Çizelge 3 ile Ek-3 Çizelge 62 arasında görülebilir.

Ek-3 Çizelge 3 , 1.Örnek Girdi Bilgileri: 1. örneğin çözüm aşamalarında gerekli olan, her müşterinin X koordinatı, Y koordinatı, talep bilgisi girdi bilgilerini ve açılmal pozisyon bilgisini gösterir.

Ek-3 Çizelge 4 , 1. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları: 1. örneğin azalan açılı genel atama yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlarını gösterir.

Ek-3 Çizelge 5 , 1. Örnek *Artan Açılı Genel Atama Yöntemi* Sonuçları: İlgili örneğin *Artan Açılı Genel Atama Yöntemi* kullanılarak elde edilen sonuçlarını gösterir.

Ayrıca, Ek-3 Çizelge 2’de her örnek için azalan açılı genel atama yöntemi ve *artan açılı genel atama yöntemi* ile elde edilen toplam rota mesafeleri karşılaştırmalı olarak görülebilir.

#### 4.2.2. Kullanılacak Yöntemin Tayini (Geliştirilen Sezgisel Yaklaşım)

Ek-3 Çizelge 2’deki sonuçlardan görülebileceği gibi, bazı durumlarda örneklerin azalan açılı genel atama yöntemi ile çözülmesi, daha kısa toplam rota mesafesi verirken, bazı durumlarda, *artan açılı genel atama yöntemi* ile çözülmesi daha kısa toplam rota mesafesi vermektedir. Bazı durumlarda ise her iki yöntem de aynı mesafeyi vermektedir.

Sonuç olarak, hangi yöntemin hangi durumda daha iyi sonuç verdiğine dair bir sezgisel yaklaşım belirlenmesine ihtiyaç duyulur.

Geliştirilen yaklaşımda, Şekil 4.7’de görüldüğü gibi, tüm müşterilerin yarısının 1. bölgede, yarısının 2. bölgede kalması sağlanabilir. Bu durumda, Şekil 4.7’de görülebilecek kesikli sanal çizginin bir müşterinin üzerinden geçmesi durumunda dahi, o müşterinin açısız pozisyon ve talepleri hesaplamalar sırasında kullanılır.

$$\begin{aligned}
 & \text{1.bölge için ((toplam talep) / (1 birim aç)) oranı} = \frac{\text{1. bölgedeki müşterilerin toplam talepleri}}{\text{1. bölgedeki müşterilerin açısız pozisyonları arasındaki farkların toplamı}} \\
 & \text{2.bölge için ((toplam talep) / (1 birim aç)) oranı} = \frac{\text{2. bölgedeki müşterilerin toplam talepleri}}{\text{2. bölgedeki müşterilerin açısız pozisyonları arasındaki farkların toplamı}}
 \end{aligned}$$

1. Örnek için hesaplamalar Çizelge 4.7’de görüldüğü gibidir.

20 örnek için karşılaştırmalı sonuçların bulunduğu Ek-3 Çizelge 2’de her örnek için 1. ve 2. bölgeler için hesaplanan ((toplam talep)/(1 birim aç)) değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.7 1.Örnek İçin 1. ve 2. Bölgelerin ((toplam talep)/(1 birim aç)) Oranının Bulunması

	TALEP	AÇISAL POZİSYON (raydan)	AÇILAR ARASI FARK (raydan)	AÇILAR ARASI FARK TOPLAMI (raydan)	TALEP TOPLAMI	((toplam talep)/(1 birim aç))	
DEPO							
MÜSTERİ 1	48	1,57					
MÜSTERİ 3	43	1,13	0,44				
MÜSTERİ 4	92	0,93	0,21				
MÜSTERİ 2	36	0,69	0,23				
MÜSTERİ 5	57	0,20	0,50				
MÜSTERİ 6	16	0,00	0,20				
MÜSTERİ 7	56	-0,12	0,12	1,69	348	<b>206,18</b>	1.Bölge
MÜSTERİ 11	91	-0,34	0,22				
MÜSTERİ 10	47	-0,38	0,04				
MÜSTERİ 8	30	-0,52	0,14				
MÜSTERİ 12	55	-0,91	0,39				
MÜSTERİ 9	57	-1,41	0,50				
MÜSTERİ 13	38	-1,44	0,03	1,32	374	<b>283,09</b>	2. Bölge

Sonraki adım ise, 1. ve 2. bölgedeki ((toplam talep)/(1 birim aç)) oranlarından büyük olan bölgeyi belirlemek,(büyük oran)/( küçük oran ) sonucunun 1,87 (bu değer mantıksal olarak 1,5 değerinden büyük olması beklenir. Oluşturduğumuz problemlerin çözüm karşılaştırmalarında değer, 1,87 olarak alınmıştır.) değerine kadar olduğu durumda, ((toplam talep)/(1 birim aç)) oranın büyük olduğu bölge, taramanın başlamasının tahmin edildiği bölgedir. (büyük oran)/( küçük oran ) sonucunun, 1,87 ve üstü olduğu durumda ise, ((toplam talep)/(1 birim aç)) oranının küçük olduğu bölge, taramanın başlamasının tahmin edildiği bölgedir.

#### 4.2.3. Hesaplama Sonuçları

Ek-3 Çizelge 2'den görülebileceği gibi, 1. Örnek için kullanılması tahmin edilen yöntem, *artan açılı genel atama yöntemi* olup, 1. örneğin, azalan açılı genel atama yöntemi ve *artan açılı genel atama yöntemi* ile çözülmesi ile elde edilen toplam rota mesafelerinde *artan açılı genel atama yöntemi* daha iyi sonuç vermiştir ve yaklaşımımıza göre seçilen yöntem doğrudur. Ek-3 Çizelge 2'de 20 örneğin karşılaştırmalı sonuçları görülebilir. Ek-3 Çizelge 2'de görüldüğü gibi, eğer geliştirilen sezgisel yaklaşım ile seçilen yöntem kullanılarak daha kısa toplam rota mesafesi elde

ediliyorsa ‘seçilen yöntem ile elde edilen iyileştirme’ sütunundaki değerler pozitif olacaktır ve tüm örnekler için pozitif değerlerin toplamı, pozitif geliştirme miktarını verecektir. Eğer, geliştirilen sezgisel yaklaşım ile seçilen yöntem kullanılarak daha uzun toplam rota mesafesi elde ediliyorsa ‘seçilen yöntem ile elde edilen iyileştirme’ sütunundaki değerler negatif olacaktır ve tüm örnekler için negatif değerlerin toplamı, negatif etki miktarını verecektir. Eğer problemin iki yöntem ile de elde edilen sonuçları aynı ise, ilgili sütundaki değer sıfır olacaktır (sezgisel yaklaşım etkisiz kalacaktır).

Ek-3 Çizelge 2’deki bilgiler kullanılarak, geliştirilen sezgisel yaklaşım ile ilgili elde edilen sonuçların özeti Çizelge 4.8’deki gibidir. Geliştirilen sezgisel yaklaşıma göre seçilecek yöntemin tayini %55 pozitif geliştirme sağlamış, %25 negatif etki gerçekleştirmiştir. Her iki yöntemle de aynı sonucun bulunmasından dolayı ise %20 herhangi bir pozitif geliştirme ya da negatif etki elde edilmemiştir (etkisiz). Geliştirilen yöntemin, ortalama pozitif geliştirme oranı 0,052 ve ortalama negatif etki oranı -0,032’dir Çizelge 4.8’de de görüldüğü gibi, geliştirilen sezgisel yaklaşıma göre kullanılacak yöntemin tayini ile herhangi bir problemde iyileştirme olasılığı %2,06’dır. Varyans değeri,  $(0,55)^2*0,0026+(0,25)^2*0,0002+(0,20)^2*0,000=0,000799$  olarak, tablodaki değerlerden faydalanarak bulunabilir. Bununla birlikte, sonuca ulaşmak için gerekli hesaplama süresinin yaklaşık iki katına çıkması göze alınabilirse, %100’lük doğru seçim için 1. ve Artan Açılı Genel Atama Yöntemlerinin her ikisinin hesaplama sonuçlarına göre rotalama kararı almak mümkündür.

Çizelge 4.8 Geliştirilen Sezgisel Yaklaşıma Göre Kullanılacak Yöntemin Tayini İle, Herhangi Bir Problemde İyileştirme Olasılığının Hesaplanması

Geliştirilen Sezgisel Yaklaşımın Etkisi	Etkinin Gerçekleştiği Örnek Sayısı	(Etkinin Gerçekleştiği Örnek Sayısı) / (Toplam Örnek Sayısı)	Toplam Etki	Ortalama Etki	Varyans	Beklenen Değer Etkisi
Pozitif Geliştirme	11	%55	0,57	0,052	0,0026	0,0286
Negatif Etki	5	%25	-0,16	-0,032	0,0002	-0,0080
Etkisiz	4	%20	0,00	0,000	0,0000	0,0000

**Beklenen Değer 0,0206**

## 5. TARTIŞMA

Günümüzün küresel rekabet şartları içerisinde, düşük maliyet, yüksek kalite, yüksek tasarım esnekliği, müşteri memnuniyeti sağlama konusunda firmaların ilk stratejilerinden birisi tedarik zinciri yönetimidir. Rekabetçi ortam, tüm kanal sistemi boyunca bütünleşik lojistik yönetimine ihtiyaç duyar. Tedarikçiden son kullanıcıya kadar tüm kanal üyelerinin dikkate alınması gerekir.

İç operasyonların koordinasyonunu sağlamak için içsel bütünleşme hayati önem taşır. Fakat, sadece içsel odaklanma ile miyopik bakış açısı zararlı olabilir. Bu nedenle, etkin tedarik zinciri yönetimi için, farklı kanal partnerlerinin birbiri ile bağlantılı olması gerekir. Tedarik zinciri, tedarikçiden başlayıp müşteride sonlanan fiziksel ağ bağlantısını da kapsamaktadır.

Hava ve yer taşıma ağları, posta dağıtım ağları, bilgisayar ve iletişim ağları gibi ağların tasarımında geniş bir uygulama alanı bulan kapasitelendirilmemiş p-aktarma merkezi probleminin çoklu tahsisine dair geliştirilen örneklerin, UMAPHMP – LP, EKYTSY ve EKYTSY'nin bir kısmının yeniden tasarlanması ile elde edilen EKYTSY-Kurulum yöntemi kullanılarak, çözülmesinin ardından, aynı sonuçlar bulunmasına rağmen, yöntemlerin çözüm sürelerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Sezgisel yaklaşımın başlangıç kısmında ilk aktarma merkezi kümesi tayininin seçim şeklinin rasgele seçimden uzaklaştırılması ve belirli bir mantık kullanılarak aktarma merkezi seçimi yapılması ile problemlerin çözüm süresinde bir iyileştirme sağlanmıştır. Gerçek yaşamdaki problemlerde, çoğu kez, en iyi çözümü bulmak zor, hatta imkansız olacağından, küçük problemlerde başarılı olan bu sezgisel yaklaşımların, büyük problemlerde daha kısa sürede çözüme ulaşması üzerine odaklanılabilir.

Tedarik zincirinde, ulaşırmada rotalama ve çizelgeleme kararı da alınacak en önemli operasyonel kararlardan biridir. Ulaştırmada rotalama ve çizelgeleme için öncelikle, geliştirilen problemlerin çözümlenmesi için azalan açılı genel atama yöntemi kullanılarak sonuçlar bulunmuştur. Daha sonra, genel atama yönteminde azalan açılal pozisyonlarına göre müşterilerin sıralanması yerine, müşterilerin artan açılal pozisyonlarına göre sıralanmaları (*artan açılı genel atama yöntemi*) sağlanmış ve iki

yöntem birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bazı durumlarda azalan açılı genel atama yöntemi, bazı durumlarda *artan açılı genel atama yöntemi* daha iyi sonuç verdiği için, hangi durumda hangi yöntemin seçilebileceğine dair, sezgisel bir yaklaşım geliştirilmiş ve geliştirilen sezgisel yaklaşıma göre kullanılacak yöntemin tayini ile herhangi bir problemde iyileştirme olasılığı %2,06 olarak tespit edilmiştir. Konu ile ilgili gelecek araştırmalarda ise, gerçek yaşamdaki gibi daha büyük problemleri çözmeye konsantre olunabilir.



**KAYNAKLAR**

**CHANDRA, C. 1997. Enterprise Architectural Framework for Supply Chain Integration. Institute of Industrial Engineers, 6th Industrial Engineering Research Conference Proceedings. p.873-878.**

**CHOPRA, S. , P. MEINDL. 2001. Supply Chain Management, Strategy, Planning and Operation. Prentice Hall,USA. p.262-297.**

**DAUGHERTY, P. J. , A. E. ELLINGER and C. M. GUSTIN. 1996. Integrated Logistics : Achieving Logistics Performance Improvements. Supply Chain Management, Volume 1 , Number 3. p.25-33.**

**EBERY, J. , M. KRISHNAMOORTHY, A. ERNST, N. BOLAND. 2000. The capacitated multiple allocation hub location problem:Formulations and algorithms. European Journal of Operational Research,120. p.614-631.**

**ERNST, A. T. , M. KRISHNAMOORTHY. 1998. Exact and heuristic algorithms for the uncapacitated multiple allocation p-hub median problem. European Journal of Operational Research,104. p.100-112.**

**HALL, J. D. 1994. Supply Chain Management “J.A.Tompkins and D.Harmelink (Editors), The Distribution Management Handbook, McGraw-Hill Inc.,USA. p: 28.1.**

**JACOBS, C. and M. GOETSCHALCKX. 1998. The Vehicle Routing Problem with Backhauls:Properties and Solution Algorithms. Georgia Tech Research Corporation, Atlanta. p.1-22.**

**MAYER, G. , B. WAGNER. 2002. HubLocator: an exact solution method for the multiple allocation hub location problem. Computers & Operations Research, 29. p.715-739.**

**RENAUD, J. , F. F. BOCTOR, J. OUENNICHE. 2000. A Heuristic For The Pickup And Delivery Travelling Salesman Problem. Computers&Operations Research,27. p.905-916.**

**TAN, K. C. 2001. A Framework of Supply Chain Management Literature. European Journal of Purchasing & Supply Management,7,USA. p.39-48.**

**TUNG, D. V. , A. PINNOI .2000. Case Study Vehicle Routing Scheduling for Waste Collection in Hanoi. European Journal of Operational Research 125. p.449-468.**





Ek-1 Çizelge 2 A Dağıtımları İçin Uzaklık Matrisi

	DAĞITIM MERKEZİ	MÜŞTERİ 1	MÜŞTERİ 2	MÜŞTERİ 3	MÜŞTERİ 4	MÜŞTERİ 5	MÜŞTERİ 6	MÜŞTERİ 7	MÜŞTERİ 8	MÜŞTERİ 9	MÜŞTERİ 10	MÜŞTERİ 11	MÜŞTERİ 12	MÜŞTERİ 13
MÜŞTERİ 1	12,00	0,00												
MÜŞTERİ 2	7,81	9,22	0,00											
MÜŞTERİ 3	16,55	7,62	10,05	0,00										
MÜŞTERİ 4	15,00	9,00	7,62	3,61	0,00									
MÜŞTERİ 5	15,30	17,49	9,22	14,42	10,82	0,00								
MÜŞTERİ 6	20,00	23,32	14,87	19,85	16,28	5,83	0,00							
MÜŞTERİ 7	17,12	22,02	13,04	19,72	16,12	5,39	3,61	0,00						
MÜŞTERİ 8	8,06	17,46	9,06	19,00	16,12	10,63	13,60	10,20	0,00					
MÜŞTERİ 9	6,08	18,03	12,08	21,84	19,70	16,64	19,92	16,49	6,32	0,00				
MÜŞTERİ 10	16,16	23,43	14,21	22,47	18,97	9,00	7,81	4,47	8,25	14,00	0,00			
MÜŞTERİ 11	21,19	27,59	18,44	25,55	21,95	11,18	7,00	5,83	13,34	19,03	5,10	0,00		
MÜŞTERİ 12	11,40	22,14	14,04	24,00	21,10	14,42	15,81	12,21	5,00	6,71	8,54	13,15	0,00	
MÜŞTERİ 13	15,13	27,07	20,40	30,41	27,89	22,20	23,43	19,85	12,08	9,06	15,81	19,70	7,81	0,00

**Ek-1 Kodlama 1 Örnek 1 için Doğrusal Programlama Kodlaması****min**

$$\begin{aligned}
& 2 y_{11} + 2 y_{21} + 2 y_{31} + 4 y_{41} + 15 y_{51} + 25 y_{61} + \\
& 22 y_{71} + 11 y_{81} + 12 y_{91} + 23 y_{101} + 32 y_{111} + 20 y_{121} + 30 y_{131} + \\
& 10 y_{12} + 0 y_{22} + 9 y_{32} + 5 y_{42} + 2 y_{52} + 9 y_{62} + \\
& 8 y_{72} + 5 y_{82} + 9 y_{92} + 11 y_{102} + 17 y_{112} + 12 y_{122} + 24 y_{132} + \\
& 18 y_{13} + 5 y_{23} + 20 y_{33} + 15 y_{43} + 4 y_{53} + 4 y_{63} + \\
& 1 y_{73} + 0 y_{83} + 4 y_{93} + 0 y_{103} + 2 y_{113} + 4 y_{123} + 15 y_{133} + \\
& 23 y_{14} + 10 y_{24} + 29 y_{34} + 24 y_{44} + 17 y_{54} + 21 y_{64} + \\
& 15 y_{74} + 1 y_{84} + 1 y_{94} + 10 y_{104} + 18 y_{114} + 0 y_{124} + 8 y_{134} ;
\end{aligned}$$

**subject to**

$$\begin{aligned}
& y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} = 1 ; y_{21} + y_{22} + y_{23} + y_{24} = 1 ; \\
& y_{31} + y_{32} + y_{33} + y_{34} = 1 ; y_{41} + y_{42} + y_{43} + y_{44} = 1 ; \\
& y_{51} + y_{52} + y_{53} + y_{54} = 1 ; y_{61} + y_{62} + y_{63} + y_{64} = 1 ; \\
& y_{71} + y_{72} + y_{73} + y_{74} = 1 ; y_{81} + y_{82} + y_{83} + y_{84} = 1 ; \\
& y_{91} + y_{92} + y_{93} + y_{94} = 1 ; y_{101} + y_{102} + y_{103} + y_{104} = 1 ; \\
& y_{111} + y_{112} + y_{113} + y_{114} = 1 ; y_{121} + y_{122} + y_{123} + y_{124} = 1 ; \\
& y_{131} + y_{132} + y_{133} + y_{134} = 1 ; \\
& 48 y_{11} + 36 y_{21} + 43 y_{31} + 92 y_{41} + 57 y_{51} + 16 y_{61} + 56 y_{71} + 30 y_{81} + 57 y_{91} + 47 \\
& y_{101} + 91 y_{111} + 55 y_{121} + 38 y_{131} \leq 200 ; \\
& 48 y_{12} + 36 y_{22} + 43 y_{32} + 92 y_{42} + 57 y_{52} + 16 y_{62} + 56 y_{72} + 30 y_{82} + 57 y_{92} + 47 \\
& y_{102} + 91 y_{112} + 55 y_{122} + 38 y_{132} \leq 200 ; \\
& 48 y_{13} + 36 y_{23} + 43 y_{33} + 92 y_{43} + 57 y_{53} + 16 y_{63} + 56 y_{73} + 30 y_{83} + 57 y_{93} + 47 \\
& y_{103} + 91 y_{113} + 55 y_{123} + 38 y_{133} \leq 200 ; \\
& 48 y_{14} + 36 y_{24} + 43 y_{34} + 92 y_{44} + 57 y_{54} + 16 y_{64} + 56 y_{74} + 30 y_{84} + 57 y_{94} + 47 \\
& y_{104} + 91 y_{114} + 55 y_{124} + 38 y_{134} \leq 200 ;
\end{aligned}$$

**INTEGER**

$$\begin{aligned}
& y_{11}; y_{12}; y_{13}; y_{14}; y_{21}; y_{22}; y_{23}; y_{24}; y_{31}; y_{32}; y_{33}; y_{34}; y_{41}; y_{42}; y_{43}; y_{44}; \\
& y_{51}; y_{52}; y_{53}; y_{54}; y_{61}; y_{62}; y_{63}; y_{64}; y_{71}; y_{72}; y_{73}; y_{74}; y_{81}; y_{82}; y_{83}; y_{84}; \\
& y_{91}; y_{92}; y_{93}; y_{94}; y_{101}; y_{102}; y_{103}; y_{104}; y_{111}; y_{112}; y_{113}; y_{114}; \\
& y_{121}; y_{122}; y_{123}; y_{124}; y_{131}; y_{132}; y_{133}; y_{134}; \text{END.}
\end{aligned}$$

**Ek-2 4.1 Bölümü İçin Çizelgeler, Bilgisayar Programları, Şekiller ve Doğrusal Programlama Kodlamaları**

**Ek-2 Çizelge 1 Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)**

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik		
1	1	1-2	1	2	4		
2	1	1-3	1	3	2		
3	1	1-4	1	4	7		
4	1	2-4	2	4	2		
5	1	2-5	2	5	3		
6	1	3-4	3	4	6		
7	1	3-6	3	6	3		
8	1	4-6	4	6	2		
9	1	5-4	5	4	1		
10	1	5-7	5	7	2		
11	1	6-7	6	7	5		
12	1	6-9	6	9	6		
13	1	7-9	7	9	3		
14	1	8-5	8	5	6		
15	1	8-7	8	7	4		
16	1	9-8	9	8	6		
17	2	1-2	1	2	10		
18	2	1-3	1	3	9		
19	2	1-4	1	4	7		
20	2	2-4	2	4	8		
21	2	2-5	2	5	6		
22	2	3-4	3	4	4		
23	2	3-6	3	6	2		
24	2	4-6	4	6	5		
25	2	5-4	5	4	3		
26	2	5-7	5	7	4		
27	2	6-7	6	7	6		
28	2	6-9	6	9	5		
29	2	7-9	7	9	4		
30	2	8-5	8	5	4		
31	2	8-7	8	7	6		
32	2	9-8	9	8	6		
33	3	1-2	1	2	14		
34	3	1-3	1	3	5		
35	3	1-4	1	4	6		

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
36	3	2-4	2	4	7
37	3	2-5	2	5	3
38	3	3-4	3	4	2
39	3	3-6	3	6	4
40	3	4-6	4	6	6
41	3	5-4	5	4	3
42	3	5-7	5	7	6
43	3	6-7	6	7	4
44	3	6-9	6	9	5
45	3	7-9	7	9	6
46	3	8-5	8	5	7
47	3	8-7	8	7	7
48	3	9-8	9	8	4
49	4	1-2	1	2	3
50	4	1-3	1	3	13
51	4	1-4	1	4	7
52	4	2-4	2	4	4
53	4	2-5	2	5	2
54	4	3-4	3	4	5
55	4	3-6	3	6	6
56	4	4-6	4	6	4
57	4	5-4	5	4	8
58	4	5-7	5	7	9
59	4	6-7	6	7	7
60	4	6-9	6	9	2
61	4	7-9	7	9	5
62	4	8-5	8	5	3
63	4	8-7	8	7	4
64	4	9-8	9	8	7
65	5	1-2	1	2	7
66	5	1-3	1	3	4
67	5	1-4	1	4	12
68	5	2-4	2	4	8
69	5	2-5	2	5	9
70	5	3-4	3	4	7
71	5	3-6	3	6	6
72	5	4-6	4	6	5
73	5	5-4	5	4	4
74	5	5-7	5	7	4
75	5	6-7	6	7	6

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
76	5	6-9	6	9	6
77	5	7-9	7	9	3
78	5	8-5	8	5	7
79	5	8-7	8	7	4
80	5	9-8	9	8	8
81	6	1-2	1	2	3
82	6	1-3	1	3	12
83	6	1-4	1	4	14
84	6	2-4	2	4	6
85	6	2-5	2	5	3
86	6	3-4	3	4	5
87	6	3-6	3	6	2
88	6	4-6	4	6	8
89	6	5-4	5	4	7
90	6	5-7	5	7	6
91	6	6-7	6	7	6
92	6	6-9	6	9	7
93	6	7-9	7	9	3
94	6	8-5	8	5	4
95	6	8-7	8	7	5
96	6	9-8	9	8	5
97	7	1-2	1	2	7
98	7	1-3	1	3	4
99	7	1-4	1	4	8
100	7	2-4	2	4	9
101	7	2-5	2	5	7
102	7	3-4	3	4	5
103	7	3-6	3	6	6
104	7	4-6	4	6	6
105	7	5-4	5	4	4
106	7	5-7	5	7	3
107	7	6-7	6	7	5
108	7	6-9	6	9	5
109	7	7-9	7	9	4
110	7	8-5	8	5	6
111	7	8-7	8	7	6
112	7	9-8	9	8	3
113	8	1-2	1	2	11
114	8	1-3	1	3	14
115	8	1-4	1	4	13

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
116	8	2-4	2	4	4
117	8	2-5	2	5	3
118	8	3-4	3	4	2
119	8	3-6	3	6	6
120	8	4-6	4	6	6
121	8	5-4	5	4	5
122	8	5-7	5	7	5
123	8	6-7	6	7	4
124	8	6-9	6	9	4
125	8	7-9	7	9	3
126	8	8-5	8	5	2
127	8	8-7	8	7	11
128	8	9-8	9	8	5
129	9	1-2	1	2	14
130	9	1-3	1	3	15
131	9	1-4	1	4	10
132	9	2-4	2	4	4
133	9	2-5	2	5	6
134	9	3-4	3	4	5
135	9	3-6	3	6	5
136	9	4-6	4	6	7
137	9	5-4	5	4	8
138	9	5-7	5	7	6
139	9	6-7	6	7	6
140	9	6-9	6	9	5
141	9	7-9	7	9	8
142	9	8-5	8	5	7
143	9	8-7	8	7	12
144	9	9-8	9	8	6
145	10	1-2	1	2	10
146	10	1-3	1	3	14
147	10	1-4	1	4	12
148	10	2-4	2	4	9
149	10	2-5	2	5	5
150	10	3-4	3	4	4
151	10	3-6	3	6	2
152	10	4-6	4	6	6
153	10	5-4	5	4	8
154	10	5-7	5	7	2
155	10	6-7	6	7	9

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
156	10	6-9	6	9	4
157	10	7-9	7	9	5
158	10	8-5	8	5	7
159	10	8-7	8	7	13
160	10	9-8	9	8	9
161	11	1-2	1	2	9
162	11	1-4	1	4	11
163	11	2-3	2	3	4
164	11	2-5	2	5	2
165	11	2-7	2	7	10
166	11	3-5	3	5	4
167	11	3-6	3	6	5
168	11	4-3	4	3	2
169	11	4-6	4	6	7
170	11	5-7	5	7	3
171	11	5-8	5	8	2
172	11	6-8	6	8	2
173	11	6-9	6	9	3
174	11	7-8	7	8	4
175	11	7-10	7	10	12
176	11	8-9	8	9	3
177	11	8-10	8	10	10
178	11	9-10	9	10	14
179	12	1-2	1	2	12
180	12	1-4	1	4	10
181	12	2-3	2	3	4
182	12	2-5	2	5	7
183	12	2-7	2	7	14
184	12	3-5	3	5	9
185	12	3-6	3	6	8
186	12	4-3	4	3	7
187	12	4-6	4	6	10
188	12	5-7	5	7	11
189	12	5-8	5	8	2
190	12	6-8	6	8	4
191	12	6-9	6	9	6
192	12	7-8	7	8	8
193	12	7-10	7	10	10
194	12	8-9	8	9	3
195	12	8-10	8	10	11



Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
196	12	9-10	9	10	12
197	13	1-2	1	2	13
198	13	1-4	1	4	11
199	13	2-3	2	3	3
200	13	2-5	2	5	4
201	13	2-7	2	7	13
202	13	3-5	3	5	5
203	13	3-6	3	6	4
204	13	4-3	4	3	3
205	13	4-6	4	6	6
206	13	5-7	5	7	4
207	13	5-8	5	8	4
208	13	6-8	6	8	6
209	13	6-9	6	9	7
210	13	7-8	7	8	5
211	13	7-10	7	10	14
212	13	8-9	8	9	7
213	13	8-10	8	10	13
214	13	9-10	9	10	11
215	14	1-2	1	2	12
216	14	1-4	1	4	14
217	14	2-3	2	3	5
218	14	2-5	2	5	6
219	14	2-7	2	7	15
220	14	3-5	3	5	6
221	14	3-6	3	6	4
222	14	4-3	4	3	7
223	14	4-6	4	6	6
224	14	5-7	5	7	5
225	14	5-8	5	8	4
226	14	6-8	6	8	6
227	14	6-9	6	9	4
228	14	7-8	7	8	7
229	14	7-10	7	10	13
230	14	8-9	8	9	6
231	14	8-10	8	10	12
232	14	9-10	9	10	14
233	15	1-2	1	2	11
234	15	1-4	1	4	12
235	15	2-3	2	3	6

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
236	15	2-5	2	5	5
237	15	2-7	2	7	16
238	15	3-5	3	5	3
239	15	3-6	3	6	5
240	15	4-3	4	3	8
241	15	4-6	4	6	7
242	15	5-7	5	7	5
243	15	5-8	5	8	7
244	15	6-8	6	8	6
245	15	6-9	6	9	3
246	15	7-8	7	8	5
247	15	7-10	7	10	15
248	15	8-9	8	9	5
249	15	8-10	8	10	14
250	15	9-10	9	10	15
251	16	1-2	1	2	14
252	16	1-4	1	4	12
253	16	2-3	2	3	9
254	16	2-5	2	5	3
255	16	2-7	2	7	14
256	16	3-5	3	5	7
257	16	3-6	3	6	7
258	16	4-3	4	3	8
259	16	4-6	4	6	4
260	16	5-7	5	7	6
261	16	5-8	5	8	5
262	16	6-8	6	8	3
263	16	6-9	6	9	4
264	16	7-8	7	8	2
265	16	7-10	7	10	13
266	16	8-9	8	9	4
267	16	8-10	8	10	10
268	16	9-10	9	10	10
269	17	1-2	1	2	10
270	17	1-4	1	4	14
271	17	2-3	2	3	10
272	17	2-5	2	5	9
273	17	2-7	2	7	11
274	17	3-5	3	5	7
275	17	3-6	3	6	6

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
276	17	4-3	4	3	5
277	17	4-6	4	6	5
278	17	5-7	5	7	10
279	17	5-8	5	8	9
280	17	6-8	6	8	11
281	17	6-9	6	9	4
282	17	7-8	7	8	3
283	17	7-10	7	10	12
284	17	8-9	8	9	6
285	17	8-10	8	10	11
286	17	9-10	9	10	14
287	18	1-2	1	2	10
288	18	1-4	1	4	11
289	18	2-3	2	3	8
290	18	2-5	2	5	7
291	18	2-7	2	7	13
292	18	3-5	3	5	8
293	18	3-6	3	6	7
294	18	4-3	4	3	6
295	18	4-6	4	6	4
296	18	5-7	5	7	7
297	18	5-8	5	8	8
298	18	6-8	6	8	8
299	18	6-9	6	9	9
300	18	7-8	7	8	6
301	18	7-10	7	10	16
302	18	8-9	8	9	6
303	18	8-10	8	10	11
304	18	9-10	9	10	15
305	19	1-2	1	2	11
306	19	1-4	1	4	15
307	19	2-3	2	3	5
308	19	2-5	2	5	8
309	19	2-7	2	7	14
310	19	3-5	3	5	7
311	19	3-6	3	6	6
312	19	4-3	4	3	8
313	19	4-6	4	6	8
314	19	5-7	5	7	9
315	19	5-8	5	8	10

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
316	19	6-8	6	8	11
317	19	6-9	6	9	7
318	19	7-8	7	8	8
319	19	7-10	7	10	14
320	19	8-9	8	9	5
321	19	8-10	8	10	14
322	19	9-10	9	10	14
323	20	1-2	1	2	12
324	20	1-4	1	4	14
325	20	2-3	2	3	7
326	20	2-5	2	5	6
327	20	2-7	2	7	12
328	20	3-5	3	5	8
329	20	3-6	3	6	4
330	20	4-3	4	3	10
331	20	4-6	4	6	12
332	20	5-7	5	7	11
333	20	5-8	5	8	7
334	20	6-8	6	8	4
335	20	6-9	6	9	3
336	20	7-8	7	8	6
337	20	7-10	7	10	13
338	20	8-9	8	9	4
339	20	8-10	8	10	12
340	20	9-10	9	10	13
341	21	1-2	1	2	12
342	21	1-5	1	5	9
343	21	2-3	2	3	4
344	21	2-4	2	4	2
345	21	3-6	3	6	6
346	21	3-7	3	7	5
347	21	4-5	4	5	2
348	21	4-7	4	7	5
349	21	4-8	4	8	4
350	21	5-8	5	8	3
351	21	6-7	6	7	3
352	21	6-11	6	11	9
353	21	7-9	7	9	2
354	21	8-9	8	9	3
355	21	8-10	8	10	13

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
356	21	9-10	9	10	14
357	21	9-11	9	11	5
358	21	11-10	11	10	13
359	22	1-2	1	2	11
360	22	1-5	1	5	9
361	22	2-3	2	3	4
362	22	2-4	2	4	5
363	22	3-6	3	6	9
364	22	3-7	3	7	4
365	22	4-5	4	5	3
366	22	4-7	4	7	6
367	22	4-8	4	8	8
368	22	5-8	5	8	5
369	22	6-7	6	7	4
370	22	6-11	6	11	7
371	22	7-9	7	9	8
372	22	8-9	8	9	9
373	22	8-10	8	10	12
374	22	9-10	9	10	13
375	22	9-11	9	11	6
376	22	11-10	11	10	12
377	23	1-2	1	2	10
378	23	1-5	1	5	12
379	23	2-3	2	3	7
380	23	2-4	2	4	6
381	23	3-6	3	6	3
382	23	3-7	3	7	4
383	23	4-5	4	5	9
384	23	4-7	4	7	7
385	23	4-8	4	8	6
386	23	5-8	5	8	5
387	23	6-7	6	7	3
388	23	6-11	6	11	2
389	23	7-9	7	9	4
390	23	8-9	8	9	7
391	23	8-10	8	10	14
392	23	9-10	9	10	10
393	23	9-11	9	11	3
394	23	11-10	11	10	12
395	24	1-2	1	2	11

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
396	24	1-5	1	5	13
397	24	2-3	2	3	6
398	24	2-4	2	4	4
399	24	3-6	3	6	4
400	24	3-7	3	7	3
401	24	4-5	4	5	6
402	24	4-7	4	7	7
403	24	4-8	4	8	8
404	24	5-8	5	8	10
405	24	6-7	6	7	4
406	24	6-11	6	11	3
407	24	7-9	7	9	6
408	24	8-9	8	9	5
409	24	8-10	8	10	11
410	24	9-10	9	10	11
411	24	9-11	9	11	7
412	24	11-10	11	10	11
413	25	1-2	1	2	10
414	25	1-5	1	5	9
415	25	2-3	2	3	9
416	25	2-4	2	4	8
417	25	3-6	3	6	4
418	25	3-7	3	7	6
419	25	4-5	4	5	6
420	25	4-7	4	7	5
421	25	4-8	4	8	5
422	25	5-8	5	8	6
423	25	6-7	6	7	7
424	25	6-11	6	11	8
425	25	7-9	7	9	6
426	25	8-9	8	9	6
427	25	8-10	8	10	10
428	25	9-10	9	10	14
429	25	9-11	9	11	7
430	25	11-10	11	10	10
431	26	1-2	1	2	12
432	26	1-5	1	5	14
433	26	2-3	2	3	3
434	26	2-4	2	4	2
435	26	3-6	3	6	5

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
436	26	3-7	3	7	4
437	26	4-5	4	5	4
438	26	4-7	4	7	7
439	26	4-8	4	8	4
440	26	5-8	5	8	3
441	26	6-7	6	7	4
442	26	6-11	6	11	6
443	26	7-9	7	9	3
444	26	8-9	8	9	2
445	26	8-10	8	10	12
446	26	9-10	9	10	10
447	26	9-11	9	11	3
448	26	11-10	11	10	14
449	27	1-2	1	2	13
450	27	1-5	1	5	14
451	27	2-3	2	3	6
452	27	2-4	2	4	7
453	27	3-6	3	6	6
454	27	3-7	3	7	8
455	27	4-5	4	5	4
456	27	4-7	4	7	7
457	27	4-8	4	8	6
458	27	5-8	5	8	6
459	27	6-7	6	7	3
460	27	6-11	6	11	4
461	27	7-9	7	9	6
462	27	8-9	8	9	5
463	27	8-10	8	10	12
464	27	9-10	9	10	11
465	27	9-11	9	11	6
466	27	11-10	11	10	16
467	28	1-2	1	2	12
468	28	1-5	1	5	11
469	28	2-3	2	3	6
470	28	2-4	2	4	4
471	28	3-6	3	6	7
472	28	3-7	3	7	5
473	28	4-5	4	5	4
474	28	4-7	4	7	3
475	28	4-8	4	8	6

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
476	28	5-8	5	8	3
477	28	6-7	6	7	3
478	28	6-11	6	11	7
479	28	7-9	7	9	5
480	28	8-9	8	9	4
481	28	8-10	8	10	14
482	28	9-10	9	10	14
483	28	9-11	9	11	9
484	28	11-10	11	10	13
485	29	1-2	1	2	10
486	29	1-5	1	5	9
487	29	2-3	2	3	3
488	29	2-4	2	4	2
489	29	3-6	3	6	7
490	29	3-7	3	7	5
491	29	4-5	4	5	4
492	29	4-7	4	7	3
493	29	4-8	4	8	3
494	29	5-8	5	8	6
495	29	6-7	6	7	7
496	29	6-11	6	11	7
497	29	7-9	7	9	5
498	29	8-9	8	9	3
499	29	8-10	8	10	11
500	29	9-10	9	10	13
501	29	9-11	9	11	8
502	29	11-10	11	10	14
503	30	1-2	1	2	9
504	30	1-5	1	5	12
505	30	2-3	2	3	4
506	30	2-4	2	4	5
507	30	3-6	3	6	6
508	30	3-7	3	7	5
509	30	4-5	4	5	4
510	30	4-7	4	7	6
511	30	4-8	4	8	5
512	30	5-8	5	8	3
513	30	6-7	6	7	7
514	30	6-11	6	11	8
515	30	7-9	7	9	6



Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
516	30	8-9	8	9	4
517	30	8-10	8	10	10
518	30	9-10	9	10	13
519	30	9-11	9	11	5
520	30	11-10	11	10	12
521	31	1-2	1	2	10
522	31	1-3	1	3	9
523	31	1-4	1	4	11
524	31	2-3	2	3	4
525	31	2-6	2	6	6
526	31	3-4	3	4	5
527	31	3-6	3	6	5
528	31	4-5	4	5	4
529	31	4-8	4	8	5
530	31	5-7	5	7	5
531	31	5-8	5	8	3
532	31	6-7	6	7	9
533	31	7-10	7	10	7
534	31	7-12	7	12	14
535	31	8-10	8	10	3
536	31	9-8	9	8	11
537	31	10-9	10	9	4
538	31	10-11	10	11	4
539	31	11-12	11	12	14
541	32	1-2	1	2	14
542	32	1-3	1	3	13
543	32	1-4	1	4	10
544	32	2-3	2	3	5
545	32	2-6	2	6	3
546	32	3-4	3	4	5
547	32	3-6	3	6	6
548	32	4-5	4	5	6
549	32	4-8	4	8	5
550	32	5-7	5	7	7
551	32	5-8	5	8	8
552	32	6-7	6	7	9
553	32	7-10	7	10	7
554	32	7-12	7	12	13
555	32	8-10	8	10	4
556	32	9-8	9	8	12

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
557	32	10-9	10	9	3
558	32	10-11	10	11	6
559	32	11-12	11	12	13
560	33	1-2	1	2	14
561	33	1-3	1	3	12
562	33	1-4	1	4	11
563	33	2-3	2	3	7
564	33	2-6	2	6	8
565	33	3-4	3	4	6
566	33	3-6	3	6	8
567	33	4-5	4	5	7
568	33	4-8	4	8	9
569	33	5-7	5	7	5
570	33	5-8	5	8	4
571	33	6-7	6	7	3
572	33	7-10	7	10	2
573	33	7-12	7	12	12
574	33	8-10	8	10	5
575	33	9-8	9	8	12
576	33	10-9	10	9	4
577	33	10-11	10	11	3
578	33	11-12	11	12	13
579	34	1-2	1	2	13
580	34	1-3	1	3	14
581	34	1-4	1	4	11
582	34	2-3	2	3	6
583	34	2-6	2	6	4
584	34	3-4	3	4	3
585	34	3-6	3	6	7
586	34	4-5	4	5	6
587	34	4-8	4	8	5
588	34	5-7	5	7	4
589	34	5-8	5	8	7
590	34	6-7	6	7	6
591	34	7-10	7	10	8
592	34	7-12	7	12	13
593	34	8-10	8	10	4
594	34	9-8	9	8	13
595	34	10-9	10	9	6
596	34	10-11	10	11	5

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
597	34	11-12	11	12	14
598	35	1-2	1	2	10
599	35	1-3	1	3	12
600	35	1-4	1	4	11
601	35	2-3	2	3	7
602	35	2-6	2	6	4
603	35	3-4	3	4	9
604	35	3-6	3	6	9
605	35	4-5	4	5	5
606	35	4-8	4	8	5
607	35	5-7	5	7	4
608	35	5-8	5	8	7
609	35	6-7	6	7	6
610	35	7-10	7	10	6
611	35	7-12	7	12	11
612	35	8-10	8	10	5
613	35	9-8	9	8	14
614	35	10-9	10	9	6
615	35	10-11	10	11	6
616	35	11-12	11	12	15
617	36	1-2	1	2	14
618	36	1-3	1	3	13
619	36	1-4	1	4	12
620	36	2-3	2	3	5
621	36	2-6	2	6	4
622	36	3-4	3	4	7
623	36	3-6	3	6	8
624	36	4-5	4	5	9
625	36	4-8	4	8	4
626	36	5-7	5	7	6
627	36	5-8	5	8	5
628	36	6-7	6	7	8
629	36	7-10	7	10	7
630	36	7-12	7	12	14
631	36	8-10	8	10	11
632	36	9-8	9	8	16
633	36	10-9	10	9	3
634	36	10-11	10	11	2
635	36	11-12	11	12	13
636	37	1-2	1	2	10

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
637	37	1-3	1	3	14
638	37	1-4	1	4	13
639	37	2-3	2	3	4
640	37	2-6	2	6	6
641	37	3-4	3	4	8
642	37	3-6	3	6	7
643	37	4-5	4	5	9
644	37	4-8	4	8	4
645	37	5-7	5	7	9
646	37	5-8	5	8	8
647	37	6-7	6	7	5
648	37	7-10	7	10	4
649	37	7-12	7	12	15
650	37	8-10	8	10	6
651	37	9-8	9	8	10
652	37	10-9	10	9	4
653	37	10-11	10	11	9
654	37	11-12	11	12	13
655	38	1-2	1	2	15
656	38	1-3	1	3	14
657	38	1-4	1	4	12
658	38	2-3	2	3	9
659	38	2-6	2	6	4
660	38	3-4	3	4	9
661	38	3-6	3	6	7
662	38	4-5	4	5	8
663	38	4-8	4	8	5
664	38	5-7	5	7	6
665	38	5-8	5	8	7
666	38	6-7	6	7	8
667	38	7-10	7	10	9
668	38	7-12	7	12	13
669	38	8-10	8	10	11
670	38	9-8	9	8	11
671	38	10-9	10	9	6
672	38	10-11	10	11	5
673	38	11-12	11	12	12
674	39	1-2	1	2	13
675	39	1-3	1	3	14
676	39	1-4	1	4	11

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
677	39	2-3	2	3	8
678	39	2-6	2	6	6
679	39	3-4	3	4	5
680	39	3-6	3	6	4
681	39	4-5	4	5	6
682	39	4-8	4	8	7
683	39	5-7	5	7	8
684	39	5-8	5	8	9
685	39	6-7	6	7	4
686	39	7-10	7	10	5
687	39	7-12	7	12	13
688	39	8-10	8	10	2
689	39	9-8	9	8	14
690	39	10-9	10	9	6
691	39	10-11	10	11	7
692	39	11-12	11	12	14
693	40	1-2	1	2	12
694	40	1-3	1	3	10
695	40	1-4	1	4	11
696	40	2-3	2	3	6
697	40	2-6	2	6	5
698	40	3-4	3	4	4
699	40	3-6	3	6	6
700	40	4-5	4	5	7
701	40	4-8	4	8	8
702	40	5-7	5	7	4
703	40	5-8	5	8	9
704	40	6-7	6	7	6
705	40	7-10	7	10	5
706	40	7-12	7	12	12
707	40	8-10	8	10	7
708	40	9-8	9	8	14
709	40	10-9	10	9	4
710	40	10-11	10	11	4
711	40	11-12	11	12	13
712	41	1-2	1	2	12
713	41	1-3	1	3	10
714	41	1-4	1	4	14
715	41	2-5	2	5	6
716	41	2-7	2	7	8

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
717	41	3-4	3	4	2
718	41	3-5	3	5	4
719	41	4-6	4	6	7
720	41	5-6	5	6	4
721	41	5-7	5	7	2
722	41	6-9	6	9	5
723	41	6-10	6	10	6
724	41	7-8	7	8	3
725	41	7-13	7	13	14
726	41	8-6	8	6	3
727	41	8-13	8	13	13
728	41	9-12	9	12	3
729	41	10-11	10	11	12
730	41	10-12	10	12	5
731	41	12-11	12	11	14
732	42	1-2	1	2	14
733	42	1-3	1	3	13
734	42	1-4	1	4	10
735	42	2-5	2	5	4
736	42	2-7	2	7	3
737	42	3-4	3	4	2
738	42	3-5	3	5	4
739	42	4-6	4	6	8
740	42	5-6	5	6	6
741	42	5-7	5	7	4
742	42	6-9	6	9	3
743	42	6-10	6	10	5
744	42	7-8	7	8	3
745	42	7-13	7	13	15
746	42	8-6	8	6	9
747	42	8-13	8	13	14
748	42	9-12	9	12	3
749	42	10-11	10	11	12
750	42	10-12	10	12	4
751	42	12-11	12	11	15
752	43	1-2	1	2	12
753	43	1-3	1	3	14
754	43	1-4	1	4	10
755	43	2-5	2	5	10
756	43	2-7	2	7	4

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
757	43	3-4	3	4	3
758	43	3-5	3	5	2
759	43	4-6	4	6	5
760	43	5-6	5	6	7
761	43	5-7	5	7	4
762	43	6-9	6	9	3
763	43	6-10	6	10	3
764	43	7-8	7	8	4
765	43	7-13	7	13	13
766	43	8-6	8	6	6
767	43	8-13	8	13	12
768	43	9-12	9	12	3
769	43	10-11	10	11	12
770	43	10-12	10	12	5
771	43	12-11	12	11	15
772	44	1-2	1	2	15
773	44	1-3	1	3	14
774	44	1-4	1	4	11
775	44	2-5	2	5	10
776	44	2-7	2	7	4
777	44	3-4	3	4	3
778	44	3-5	3	5	5
779	44	4-6	4	6	4
780	44	5-6	5	6	7
781	44	5-7	5	7	6
782	44	6-9	6	9	3
783	44	6-10	6	10	2
784	44	7-8	7	8	7
785	44	7-13	7	13	12
786	44	8-6	8	6	4
787	44	8-13	8	13	12
788	44	9-12	9	12	6
789	44	10-11	10	11	13
790	44	10-12	10	12	8
791	44	12-11	12	11	14
792	45	1-2	1	2	12
793	45	1-3	1	3	10
794	45	1-4	1	4	14
795	45	2-5	2	5	4
796	45	2-7	2	7	3

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
797	45	3-4	3	4	2
798	45	3-5	3	5	5
799	45	4-6	4	6	6
800	45	5-6	5	6	8
801	45	5-7	5	7	7
802	45	6-9	6	9	7
803	45	6-10	6	10	4
804	45	7-8	7	8	3
805	45	7-13	7	13	11
806	45	8-6	8	6	5
807	45	8-13	8	13	11
808	45	9-12	9	12	3
809	45	10-11	10	11	14
810	45	10-12	10	12	9
811	45	12-11	12	11	14
812	46	1-2	1	2	13
813	46	1-3	1	3	14
814	46	1-4	1	4	15
815	46	2-5	2	5	4
816	46	2-7	2	7	3
817	46	3-4	3	4	3
818	46	3-5	3	5	5
819	46	4-6	4	6	8
820	46	5-6	5	6	8
821	46	5-7	5	7	9
822	46	6-9	6	9	4
823	46	6-10	6	10	3
824	46	7-8	7	8	6
825	46	7-13	7	13	10
826	46	8-6	8	6	7
827	46	8-13	8	13	14
828	46	9-12	9	12	3
829	46	10-11	10	11	15
830	46	10-12	10	12	6
831	46	12-11	12	11	13
832	47	1-2	1	2	12
833	47	1-3	1	3	15
834	47	1-4	1	4	11
835	47	2-5	2	5	6
836	47	2-7	2	7	7



Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
837	47	3-4	3	4	8
838	47	3-5	3	5	9
839	47	4-6	4	6	10
840	47	5-6	5	6	12
841	47	5-7	5	7	7
842	47	6-9	6	9	5
843	47	6-10	6	10	4
844	47	7-8	7	8	3
845	47	7-13	7	13	13
846	47	8-6	8	6	6
847	47	8-13	8	13	13
848	47	9-12	9	12	5
849	47	10-11	10	11	15
850	47	10-12	10	12	6
851	47	12-11	12	11	12
852	48	1-2	1	2	12
853	48	1-3	1	3	14
854	48	1-4	1	4	14
855	48	2-5	2	5	9
856	48	2-7	2	7	3
857	48	3-4	3	4	2
858	48	3-5	3	5	9
859	48	4-6	4	6	4
860	48	5-6	5	6	11
861	48	5-7	5	7	8
862	48	6-9	6	9	6
863	48	6-10	6	10	9
864	48	7-8	7	8	11
865	48	7-13	7	13	13
866	48	8-6	8	6	7
867	48	8-13	8	13	10
868	48	9-12	9	12	2
869	48	10-11	10	11	13
870	48	10-12	10	12	4
871	48	12-11	12	11	12
872	49	1-2	1	2	13
873	49	1-3	1	3	13
874	49	1-4	1	4	14
875	49	2-5	2	5	9
876	49	2-7	2	7	8

Ek-2 Çizelge 1 (Devam) Rota Dosyası (50 Örnek Problem İçin Rota Bilgileri)

RotaID	OrnekID	RotaNo	Bas	Bitis	Uzaklik
877	49	3-4	3	4	4
878	49	3-5	3	5	3
879	49	4-6	4	6	2
880	49	5-6	5	6	6
881	49	5-7	5	7	4
882	49	6-9	6	9	3
883	49	6-10	6	10	7
884	49	7-8	7	8	5
885	49	7-13	7	13	15
886	49	8-6	8	6	2
887	49	8-13	8	13	11
888	49	9-12	9	12	4
889	49	10-11	10	11	13
890	49	10-12	10	12	5
891	49	12-11	12	11	15
892	50	1-2	1	2	14
893	50	1-3	1	3	15
894	50	1-4	1	4	12
895	50	2-5	2	5	8
896	50	2-7	2	7	9
897	50	3-4	3	4	4
898	50	3-5	3	5	3
899	50	4-6	4	6	6
900	50	5-6	5	6	7
901	50	5-7	5	7	4
902	50	6-9	6	9	3
903	50	6-10	6	10	7
904	50	7-8	7	8	8
905	50	7-13	7	13	13
906	50	8-6	8	6	4
907	50	8-13	8	13	12
908	50	9-12	9	12	3
909	50	10-11	10	11	14
910	50	10-12	10	12	9
911	50	12-11	12	11	14

Ek-2 Çizelge 2 Maliyet Dosyası (5 Farklı Ağ İçin Cost (Maliyet) Bilgileri)

OrnekGrupID	i	j	Cost
1	1	6	3
1	1	4	4
1	1	7	2
1	1	9	5
1	2	7	6
1	2	9	3
1	2	6	4
1	3	7	6
1	3	9	5
1	3	8	2
1	4	9	4
1	4	8	5
1	5	7	8
1	5	9	6
1	5	8	5
1	6	8	4
1	6	5	5
1	6	7	6
1	7	5	2
1	8	6	4
1	8	9	3
1	9	4	5
1	9	7	4
2	1	5	4
2	1	6	6
2	1	7	5
2	1	8	6
2	1	9	7
2	2	7	4
2	2	8	5
2	2	9	3
2	2	10	4
2	3	8	2
2	3	10	6
2	3	9	5
2	4	7	5
2	4	8	10
2	4	9	9

Ek-2 Çizelge 2 (Devam) Maliyet Dosyası (5 Farklı Ağ İçin Cost (Maliyet) Bilgileri)

OrnekGrupID	i	j	Cost
2	4	10	6
2	5	9	5
2	5	10	5
2	6	10	4
2	7	10	10
3	1	6	4
3	1	7	5
3	1	5	6
3	1	8	4
3	1	9	3
3	1	10	7
3	2	7	4
3	2	11	6
3	2	9	5
3	2	8	5
3	2	10	4
3	3	9	3
3	3	10	6
3	3	11	9
3	4	9	11
3	4	10	10
3	4	11	5
3	5	10	3
3	5	11	6
3	6	10	4
3	6	11	6
3	7	10	3
3	8	10	5
4	1	4	4
4	1	6	5
4	1	7	6
4	1	5	8
4	1	8	9
4	1	10	10
4	2	5	5
4	2	8	5
4	2	7	7
4	2	10	6

Ek-2 Çizelge 2 (Devam) Maliyet Dosyası (5 Farklı Ağ İçin Cost (Maliyet) Bilgileri)

OrnekGrupID	i	j	Cost
4	2	12	9
4	3	7	5
4	3	8	8
4	3	10	10
4	3	12	5
4	4	10	7
4	4	12	11
4	4	9	4
4	4	11	6
4	5	9	8
4	5	11	5
4	6	9	3
4	6	11	4
4	7	8	9
4	7	12	10
4	8	12	5
5	1	6	6
5	1	7	5
5	1	8	4
5	1	13	10
5	1	9	5
5	1	10	8
5	2	9	7
5	2	10	4
5	2	8	5
5	2	13	9
5	2	6	4
5	3	9	6
5	3	10	11
5	3	8	7
5	3	13	3
5	4	12	4
5	4	11	5
5	5	12	3
5	5	11	6
5	5	6	5
5	5	13	4
5	6	11	9

Ek-2 Çizelge 2 (Devam) Maliyet Dosyası (5 Farklı Ağ İçin Cost (Maliyet) Bilgileri)

<b>OrnekGrupID</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>Cost</b>
5	7	9	5
5	7	10	4
5	8	12	2
5	8	11	6

Ek-2 Çizelge 3 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMAPHMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP Rand)						SPBH-Constructive (SP Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinKota	RotaNo	J	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostKan	MinRotaKan	RotaNo	J	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	J	Uzaklık	Cost			
1	0,17	535	2-5-4-6	1-2-5-4	1	4	8	32	0,86	535	2-5-4-6	1-2-5-4	1	4	8	32	0,22	535	2-5-4-6	1-2-5-4	1	4	8	32
				1-2-5-7	1	7	9	18				1-2-5-7	1	7	9	18								
				1-4-6-9	1	9	15	75				1-4-6-9	1	9	15	75								
				2-5-4-6	2	6	6	24				2-5-4-6	2	6	6	24								
				2-4-6-7	2	7	9	54				2-4-6-7	2	7	9	54								
				2-4-6-9	2	9	10	30				2-4-6-9	2	9	10	30								
				3-4-6-7	3	7	13	78				3-4-6-7	3	7	13	78								
				3-4-6-9	3	9	14	70				3-4-6-9	3	9	14	70								
				5-4-6-7	5	7	8	64				5-4-6-7	5	7	8	64								
				5-4-6-9	5	9	9	54				5-4-6-9	5	9	9	54								
2	0,33	368	3-6-7-9	1-3-6-7	1	7	17	34	0,85	368	3-6-7-9	1-3-6-7	1	7	17	34	0,14	368	3-6-7-9	1-3-6-7	1	7	17	34
				1-3-6-9	1	9	16	80				1-3-6-9	1	9	16	80								
				3-6-7-9	3	9	12	60				3-6-7-9	3	9	12	60								
				4-6-7-9	4	9	15	60				4-6-7-9	4	9	15	60								
				5-7-9-8	5	8	14	70				5-7-9-8	5	8	14	70								
				6-7-9-8	6	8	16	64				6-7-9-8	6	8	16	64								
				1-2-5-4	1	4	20	80				1-2-5-4	1	4	20	80								
				1-4-6-7	1	7	16	32				1-4-6-7	1	7	16	32								
				1-4-6-9	1	9	17	85				1-4-6-9	1	9	17	85								
				2-5-4-6	2	6	12	48				2-5-4-6	2	6	12	48								
3	0,11	790	2-5-4-6	2-4-6-7	2	7	17	102	0,79	790	2-5-4-6	2-4-6-7	2	7	17	102	0,14	790	2-5-4-6	2-4-6-7	2	7	17	102
				2-4-6-9	2	9	18	54				2-4-6-9	2	9	18	54								
				3-4-6-7	3	7	12	72				3-4-6-7	3	7	12	72								
				3-4-6-9	3	9	13	65				3-4-6-9	3	9	13	65								
				5-4-6-7	5	7	13	104				5-4-6-7	5	7	13	104								
				5-4-6-9	5	9	14	84				5-4-6-9	5	9	14	84								
				8-5-4-6	8	6	16	64				8-5-4-6	8	6	16	64								
				1-2-5-4	1	4	20	80				1-2-5-4	1	4	20	80								
				1-4-6-7	1	7	16	32				1-4-6-7	1	7	16	32								
				1-4-6-9	1	9	17	85				1-4-6-9	1	9	17	85								

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP Rand)						SPBH-Constructive (SP Constructive)										
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	!	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinRotaRand	RotaNo	!	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	!	Uzaklık	Cost		
4	0,28	736	2-4-6-9	1-2-4-6	1	6	11	33	736	2-4-9-9	1-2-4-6	1	6	11	33	0,14	736	2-4-6-9	1-2-4-6	1	6	11	33
				1-4-6-7	1	7	18	36			1-4-6-7	1	7	18	36				1-4-6-7	1	7	18	36
				1-4-6-9	1	9	13	65			1-4-6-9	1	9	13	65				1-4-6-9	1	9	13	65
				2-4-6-7	2	7	15	90			2-4-6-7	2	7	15	90				2-4-6-7	2	7	15	90
				2-4-6-9	2	9	10	30			2-4-6-9	2	9	10	30				2-4-6-9	2	9	10	30
				3-4-6-7	3	7	16	96			3-4-6-7	3	7	16	96				3-4-6-7	3	7	16	96
				3-6-9-8	3	8	15	30			3-6-9-8	3	8	15	30				3-6-9-8	3	8	15	30
				3-4-6-9	3	9	11	55			3-4-6-9	3	9	11	55				3-4-6-9	3	9	11	55
				4-6-9-8	4	8	13	65			4-6-9-8	4	8	13	65				4-6-9-8	4	8	13	65
				5-4-6-7	5	7	19	152			5-4-6-7	5	7	19	152				5-4-6-7	5	7	19	152
5	0,22	924	4-6-7-9	1-4-6-7	1	7	23	46	924	4-6-7-9	1-4-6-7	1	7	23	46	0,14	924	4-6-7-9	1-4-6-7	1	7	23	46
				1-4-6-9	1	9	23	115			1-4-6-9	1	9	23	115				1-4-6-9	1	9	23	115
				2-4-6-7	2	7	19	114			2-4-6-7	2	7	19	114				2-4-6-7	2	7	19	114
				2-4-6-9	2	9	19	57			2-4-6-9	2	9	19	57				2-4-6-9	2	9	19	57
				3-4-6-7	3	7	18	108			3-4-6-7	3	7	18	108				3-4-6-7	3	7	18	108
				3-6-7-9	3	9	15	75			3-6-7-9	3	9	15	75				3-6-7-9	3	9	15	75
				4-6-7-9	4	9	14	56			4-6-7-9	4	9	14	56				4-6-7-9	4	9	14	56
				5-4-6-7	5	7	15	120			5-4-6-7	5	7	15	120				5-4-6-7	5	7	15	120
				5-7-9-8	5	8	15	75			5-7-9-8	5	8	15	75				5-7-9-8	5	8	15	75
				5-4-6-9	5	9	15	90			5-4-6-9	5	9	15	90				5-4-6-9	5	9	15	90
6	0,00	394	3-6-7-9	1-3-6-7	1	7	20	40	394	3-6-7-9	1-3-6-7	1	7	20	40	0,13	394	3-6-7-9	1-3-6-7	1	7	20	40
				1-3-6-9	1	9	21	105			1-3-6-9	1	9	21	105				1-3-6-9	1	9	21	105
				3-6-7-9	3	9	11	55			3-6-7-9	3	9	11	55				3-6-7-9	3	9	11	55
				4-6-7-9	4	9	17	68			4-6-7-9	4	9	17	68				4-6-7-9	4	9	17	68
				5-7-9-8	5	8	14	70			5-7-9-8	5	8	14	70				5-7-9-8	5	8	14	70
				6-7-9-8	6	8	14	56			6-7-9-8	6	8	14	56				6-7-9-8	6	8	14	56



Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaPMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Shre(sn)	TCost	MinKota	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Shre(sn)	TCostRan	MinKotaRan	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Shre(sn)	TCostConst	MinKotaConst	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost
7	0,05	359	5-7-9-8	2-5-7-9	2	9	14	42	0,97	359	5-7-9-8	2-5-7-9	2	9	14	42	0,14	359	5-7-9-8	2-5-7-9	2	9	14	42
				5-7-9-8	5	8	10	50				5-7-9-8	5	8	10	50								
				6-9-8-5	6	5	14	70				6-9-8-5	6	5	14	70								
				6-9-8-7	6	7	14	84				6-9-8-7	6	7	14	84								
				6-7-9-8	6	8	12	48				6-7-9-8	6	8	12	48								
				7-9-8-5	7	5	13	26				7-9-8-5	7	5	13	26								
				8-5-7-9	8	9	13	39				8-5-7-9	8	9	13	39								
				5-7-9-8	5	8	13	65				5-7-9-8	5	8	13	65								
				6-9-8-5	6	5	11	55				6-9-8-5	6	5	11	55								
				6-9-8-7	6	7	20	120				6-9-8-7	6	7	20	120								
8	0,00	416	7-9-8-5	6-7-9-8	6	8	12	48	0,76	416	7-9-8-5	6-7-9-8	6	8	12	48	0,14	416	7-9-8-5	6-7-9-8	6	8	12	48
				7-9-8-5	7	5	10	20				7-9-8-5	7	5	10	20								
				9-8-5-4	9	4	12	60				9-8-5-4	9	4	12	60								
				9-8-5-7	9	7	12	48				9-8-5-7	9	7	12	48								
				1-2-4-6	1	6	25	75				1-2-4-6	1	6	25	75								
				1-4-6-7	1	7	23	46				1-4-6-7	1	7	23	46								
				1-4-6-9	1	9	22	110				1-4-6-9	1	9	22	110								
				2-4-6-7	2	7	17	102				2-4-6-7	2	7	17	102								
				2-4-6-9	2	9	16	48				2-4-6-9	2	9	16	48								
				3-4-6-7	3	7	18	108				3-4-6-7	3	7	18	108								
9	0,05	984	2-4-6-9	3-6-9-8	3	8	16	32	1,03	984	2-4-6-9	3-6-9-8	3	8	16	32	0,14	984	2-4-6-9	3-6-9-8	3	8	16	32
				3-4-6-9	3	9	17	85				3-4-6-9	3	9	17	85								
				4-6-9-8	4	8	18	90				4-6-9-8	4	8	18	90								
				5-4-6-7	5	7	21	168				5-4-6-7	5	7	21	168								
				5-4-6-9	5	9	20	120				5-4-6-9	5	9	20	120								

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMApHMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)									
	Süre(sm)	TCost	MinKota	Rotano	!	Uzaklık	Cost	Süre(sm)	TCostRand	MinKotaRand	Rotano	!	Uzaklık	Cost	Süre(sm)	TCostConst	MinKotaConst	Rotano	!	Uzaklık	Cost	
10	0,06	376	2-5-7-9	1-2-5-4	1	4	23	92	376	2-5-7-9	1-2-5-4	1	4	23	92	376	2-5-7-9	1-2-5-4	1	4	23	92
				1-2-5-7	1	7	17	34			1-2-5-7	1	7	17	34			1-2-5-7	1	7	17	34
				2-5-7-9	2	9	12	36			2-5-7-9	2	9	12	36			2-5-7-9	2	9	12	36
				5-7-9-8	5	8	16	80			5-7-9-8	5	8	16	80			5-7-9-8	5	8	16	80
				6-7-9-8	6	8	23	92			6-7-9-8	6	8	23	92			6-7-9-8	6	8	23	92
				8-5-7-9	8	9	14	42			8-5-7-9	8	9	14	42			8-5-7-9	8	9	14	42
				1-2-5-7	1	7	14	70			1-2-5-7	1	7	14	70			1-2-5-7	1	7	14	70
				1-2-5-8	1	8	13	78			1-2-5-8	1	8	13	78			1-2-5-8	1	8	13	78
				2-5-8-9	2	9	7	21			2-5-8-9	2	9	7	21			2-5-8-9	2	9	7	21
				2-5-8-10	2	10	14	56			2-5-8-10	2	10	14	56			2-5-8-10	2	10	14	56
11	0,22	747	2-5-8-9	3-5-8-9	3	9	9	45	747	2-5-8-9	3-5-8-9	3	9	9	45	747	2-5-8-9	3-5-8-9	3	9	9	45
				3-5-8-10	3	10	16	96			3-5-8-10	3	10	16	96			3-5-8-10	3	10	16	96
				5-8-9-10	5	10	19	95			5-8-9-10	5	10	19	95			5-8-9-10	5	10	19	95
				6-8-9-10	6	10	19	76			6-8-9-10	6	10	19	76			6-8-9-10	6	10	19	76
				7-8-9-10	7	10	21	210			7-8-9-10	7	10	21	210			7-8-9-10	7	10	21	210
				1-2-5-7	1	7	30	150			1-2-5-7	1	7	30	150			1-2-5-7	1	7	30	150
				1-2-5-8	1	8	21	126			1-2-5-8	1	8	21	126			1-2-5-8	1	8	21	126
				2-5-8-9	2	9	12	36			2-5-8-9	2	9	12	36			2-5-8-9	2	9	12	36
				2-5-8-10	2	10	20	80			2-5-8-10	2	10	20	80			2-5-8-10	2	10	20	80
				3-5-8-9	3	9	14	70			3-5-8-9	3	9	14	70			3-5-8-9	3	9	14	70
12	0,05	985	2-5-8-9	3-5-8-10	3	10	22	132	985	2-5-8-9	3-5-8-10	3	10	22	132	985	2-5-8-9	3-5-8-10	3	10	22	132
				5-8-9-10	5	10	17	85			5-8-9-10	5	10	17	85			5-8-9-10	5	10	17	85
				6-8-9-10	6	10	19	76			6-8-9-10	6	10	19	76			6-8-9-10	6	10	19	76
				7-8-9-10	7	10	23	230			7-8-9-10	7	10	23	230			7-8-9-10	7	10	23	230
				1-2-5-7	1	7	30	150			1-2-5-7	1	7	30	150			1-2-5-7	1	7	30	150
				1-2-5-8	1	8	21	126			1-2-5-8	1	8	21	126			1-2-5-8	1	8	21	126
				2-5-8-9	2	9	12	36			2-5-8-9	2	9	12	36			2-5-8-9	2	9	12	36
				2-5-8-10	2	10	20	80			2-5-8-10	2	10	20	80			2-5-8-10	2	10	20	80
				3-5-8-9	3	9	14	70			3-5-8-9	3	9	14	70			3-5-8-9	3	9	14	70
				3-5-8-10	3	10	22	132			3-5-8-10	3	10	22	132			3-5-8-10	3	10	22	132

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-1P (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinRota	Rotano	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostKan	MinRotaKan	Rotano	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	Rotano	i	j	Uzaklık	Cost
13	0,05	746	2-3-5-7	1-2-3-5	1	5	21	84	1,28	746	2-3-5-7	1-2-3-5	1	5	21	84	0,17	746	2-3-5-7	1-2-3-5	1	5	21	84
				1-2-3-6	1	6	20	120				1-2-3-6	1	6	20	120				1-2-3-6	1	6	20	120
				2-3-5-7	2	7	12	48				2-3-5-7	2	7	12	48				2-3-5-7	2	7	12	48
				2-3-5-8	2	8	12	60				2-3-5-8	2	8	12	60				2-3-5-8	2	8	12	60
				2-5-7-10	2	10	22	88				2-5-7-10	2	10	22	88				2-5-7-10	2	10	22	88
				3-5-7-8	3	8	14	28				3-5-7-8	3	8	14	28				3-5-7-8	3	8	14	28
				3-5-7-10	3	10	23	138				3-5-7-10	3	10	23	138				3-5-7-10	3	10	23	138
				4-3-5-7	4	7	12	60				4-3-5-7	4	7	12	60				4-3-5-7	4	7	12	60
				4-3-5-8	4	8	12	120				4-3-5-8	4	8	12	120				4-3-5-8	4	8	12	120
				1-2-3-5	1	5	23	92				1-2-3-5	1	5	23	92				1-2-3-5	1	5	23	92
				1-2-3-6	1	6	21	126				1-2-3-6	1	6	21	126				1-2-3-6	1	6	21	126
				2-3-6-8	2	8	15	75				2-3-6-8	2	8	15	75				2-3-6-8	2	8	15	75
				2-3-6-9	2	9	13	39				2-3-6-9	2	9	13	39				2-3-6-9	2	9	13	39
14	0,22	913	2-3-6-9	3-6-9-10	3	10	22	132	1,44	913	2-3-6-9	3-6-9-10	3	10	22	132	0,16	913	2-3-6-9	3-6-9-10	3	10	22	132
				4-3-6-8	4	8	17	170				4-3-6-8	4	8	17	170				4-3-6-8	4	8	17	170
				4-3-6-9	4	9	15	135				4-3-6-9	4	9	15	135				4-3-6-9	4	9	15	135
				4-6-9-10	4	10	24	144				4-6-9-10	4	10	24	144				4-6-9-10	4	10	24	144
				2-3-5-7	2	7	14	56				2-3-5-7	2	7	14	56				2-3-5-7	2	7	14	56
				2-5-7-8	2	8	15	75				2-5-7-8	2	8	15	75				2-5-7-8	2	8	15	75
				2-7-8-9	2	9	26	78				2-7-8-9	2	9	26	78				2-7-8-9	2	9	26	78
				2-5-7-10	2	10	25	100				2-5-7-10	2	10	25	100				2-5-7-10	2	10	25	100
				3-5-7-8	3	8	13	26				3-5-7-8	3	8	13	26				3-5-7-8	3	8	13	26
				3-5-7-10	3	10	23	138				3-5-7-10	3	10	23	138				3-5-7-10	3	10	23	138
				4-3-5-7	4	7	16	80				4-3-5-7	4	7	16	80				4-3-5-7	4	7	16	80
				4-3-5-8	4	8	18	180				4-3-5-8	4	8	18	180				4-3-5-8	4	8	18	180
				5-7-8-9	5	9	15	75				5-7-8-9	5	9	15	75				5-7-8-9	5	9	15	75
5-7-8-10	5	10	24	120	5-7-8-10	5	10	24	120	5-7-8-10	5	10	24	120										
15	0,05	928	3-5-7-8	3-5-7-8	3	8	13	26	1,39	928	3-5-7-8	3-5-7-8	3	8	13	26	0,16	928	3-5-7-8	3-5-7-8	3	8	13	26
				3-5-7-10	3	10	23	138				3-5-7-10	3	10	23	138				3-5-7-10	3	10	23	138
				4-3-5-7	4	7	16	80				4-3-5-7	4	7	16	80				4-3-5-7	4	7	16	80
				4-3-5-8	4	8	18	180				4-3-5-8	4	8	18	180				4-3-5-8	4	8	18	180
				5-7-8-9	5	9	15	75				5-7-8-9	5	9	15	75				5-7-8-9	5	9	15	75
				5-7-8-10	5	10	24	120				5-7-8-10	5	10	24	120				5-7-8-10	5	10	24	120

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	!	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinRotaRand	RotaNo	!	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	!	Uzaklık	Cost			
16	0,22	786	2-5-7-8	1-2-5-7	1	7	23	115	1,07	786	2-5-7-8	1-2-5-7	1	7	23	115	0,16	786	2-5-7-8	1-2-5-7	1	7	23	115
				1-2-5-8	1	8	22	132				1-2-5-8	1	8	22	132				1-2-5-8	1	8	22	132
				2-5-7-8	2	8	11	55				2-5-7-8	2	8	11	55				2-5-7-8	2	8	11	55
				2-7-8-9	2	9	20	60				2-7-8-9	2	9	20	60				2-7-8-9	2	9	20	60
				2-5-7-10	2	10	22	88				2-5-7-10	2	10	22	88				2-5-7-10	2	10	22	88
				3-5-7-8	3	8	15	30				3-5-7-8	3	8	15	30				3-5-7-8	3	8	15	30
				3-5-7-10	3	10	26	156				3-5-7-10	3	10	26	156				3-5-7-10	3	10	26	156
				5-7-8-9	5	9	12	60				5-7-8-9	5	9	12	60				5-7-8-9	5	9	12	60
				5-7-8-10	5	10	18	90				5-7-8-10	5	10	18	90				5-7-8-10	5	10	18	90
				1-4-3-5	1	5	26	104				1-4-3-5	1	5	26	104				1-4-3-5	1	5	26	104
17	0,06	1086	4-3-6-9	1-4-3-6	1	6	25	150	2,42	1086	4-3-6-9	1-4-3-6	1	6	25	150	0,16	1086	4-3-6-9	1-4-3-6	1	6	25	150
				2-3-6-8	2	8	27	135				2-3-6-8	2	8	27	135				2-3-6-8	2	8	27	135
				2-3-6-9	2	9	20	60				2-3-6-9	2	9	20	60				2-3-6-9	2	9	20	60
				3-6-9-10	3	10	24	144				3-6-9-10	3	10	24	144				3-6-9-10	3	10	24	144
				4-3-6-8	4	8	22	220				4-3-6-8	4	8	22	220				4-3-6-8	4	8	22	220
				4-3-6-9	4	9	15	135				4-3-6-9	4	9	15	135				4-3-6-9	4	9	15	135
				4-6-9-10	4	10	23	138				4-6-9-10	4	10	23	138				4-6-9-10	4	10	23	138
				1-4-6-8	1	8	23	138				1-4-6-8	1	8	23	138				1-4-6-8	1	8	23	138
				1-4-6-9	1	9	24	168				1-4-6-9	1	9	24	168				1-4-6-9	1	9	24	168
				3-6-8-9	3	9	21	105				3-6-8-9	3	9	21	105				3-6-8-9	3	9	21	105
18	0,11	1398	4-6-8-9	3-6-8-10	3	10	26	156	1,59	1398	4-6-8-9	3-6-8-10	3	10	26	156	0,16	1398	4-6-8-9	3-6-8-10	3	10	26	156
				4-6-8-9	4	9	18	162				4-6-8-9	4	9	18	162				4-6-8-9	4	9	18	162
				4-6-8-10	4	10	23	138				4-6-8-10	4	10	23	138				4-6-8-10	4	10	23	138
				5-8-9-10	5	10	29	145				5-8-9-10	5	10	29	145				5-8-9-10	5	10	29	145
				6-8-9-10	6	10	29	116				6-8-9-10	6	10	29	116				6-8-9-10	6	10	29	116
				7-8-9-10	7	10	27	270				7-8-9-10	7	10	27	270				7-8-9-10	7	10	27	270

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMApHMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)								
	Süre(sn)	TCost	MinKota	RotaNo	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRan	MinKotaRan	RotaNo	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinKotaConst	RotaNo	Uzaklık	Cost			
19	0,06	1163	2-3-6-9	1-2-3-5	1	5	23	92	1-2-3-5	1	5	23	92	0,16	1163	2-3-6-9	1-2-3-5	1	5	23	92
				1-2-3-6	1	6	22	132	1-2-3-6	1	6	22	132								
				2-3-6-8	2	8	22	110	2-3-6-8	2	8	22	110								
				2-3-6-9	2	9	18	54	2-3-6-9	2	9	18	54								
				3-6-9-10	3	10	27	162	3-6-9-10	3	10	27	162								
				4-3-6-8	4	8	25	250	4-3-6-8	4	8	25	250								
				4-3-6-9	4	9	21	189	4-3-6-9	4	9	21	189								
				4-6-9-10	4	10	29	174	4-6-9-10	4	10	29	174								
				2-3-6-8	2	8	15	75	2-3-6-8	2	8	15	75								
				2-3-6-9	2	9	14	42	2-3-6-9	2	9	14	42								
20	0,11	1232	3-6-8-9	3-6-8-9	3	9	12	60	3-6-8-9	3	9	12	60	0,17	1232	3-6-8-9	3-6-8-9	3	9	12	60
				3-6-8-10	3	10	20	120	3-6-8-10	3	10	20	120								
				4-3-6-8	4	8	18	180	4-3-6-8	4	8	18	180								
				4-3-6-9	4	9	17	153	4-3-6-9	4	9	17	153								
				4-6-8-10	4	10	28	168	4-6-8-10	4	10	28	168								
				5-8-9-10	5	10	24	120	5-8-9-10	5	10	24	120								
				6-8-9-10	6	10	21	84	6-8-9-10	6	10	21	84								
				7-8-9-10	7	10	23	230	7-8-9-10	7	10	23	230								
				1-2-4-5	1	5	16	96	1-2-4-5	1	5	16	96								
				1-2-4-7	1	7	19	95	1-2-4-7	1	7	19	95								
21	0,05	786	2-4-5-8	1-2-4-8	1	8	18	72	1-2-4-8	1	8	18	72	0,16	786	2-4-5-8	1-2-4-8	1	8	18	72
				1-5-8-9	1	9	15	45	1-5-8-9	1	9	15	45								
				1-5-8-10	1	10	25	175	1-5-8-10	1	10	25	175								
				2-4-5-8	2	8	7	35	2-4-5-8	2	8	7	35								
				4-5-8-9	4	9	8	88	4-5-8-9	4	9	8	88								
				4-5-8-10	4	10	18	180	4-5-8-10	4	10	18	180								

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMapHMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)							
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinRotaRand	RotaNo	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	Uzaklık	Cost		
22	0,27	1023	2-4-5-8	1-2-4-5	1	5	19	114	1-2-4-5	1	5	19	114	1023	2-4-5-8	1-2-4-5	1	5	19	114
				1-2-4-7	1	7	22	110	1-2-4-7	1	7	22	110							
				1-2-4-8	1	8	24	96	1-2-4-8	1	8	24	96							
				1-5-8-9	1	9	23	69	1-5-8-9	1	9	23	69							
				1-5-8-10	1	10	26	182	1-5-8-10	1	10	26	182							
				2-4-5-8	2	8	13	65	2-4-5-8	2	8	13	65							
				4-5-8-9	4	9	17	187	4-5-8-9	4	9	17	187							
				4-5-8-10	4	10	20	200	4-5-8-10	4	10	20	200							
				2-3-6-7	2	7	13	52	2-3-6-7	2	7	13	52							
				2-3-6-11	2	11	12	72	2-3-6-11	2	11	12	72							
23	0,16	769	3-6-7-9	3-6-7-9	3	9	10	30	3-6-7-9	3	9	10	30	769	3-6-7-9	3-6-7-9	3	9	10	30
				3-7-9-10	3	10	18	108	3-7-9-10	3	10	18	108							
				3-7-9-11	3	11	11	99	3-7-9-11	3	11	11	99							
				4-7-9-10	4	10	21	210	4-7-9-10	4	10	21	210							
				4-7-9-11	4	11	14	70	4-7-9-11	4	11	14	70							
				6-7-9-10	6	10	17	68	6-7-9-10	6	10	17	68							
				6-7-9-11	6	11	10	60	6-7-9-11	6	11	10	60							
				1-2-3-6	1	6	21	84	1-2-3-6	1	6	21	84							
				1-2-3-7	1	7	20	100	1-2-3-7	1	7	20	100							
				2-3-6-7	2	7	14	56	2-3-6-7	2	7	14	56							
24	0,33	426	2-3-6-11	2-3-6-11	2	11	13	78	2-3-6-11	2	11	13	78	426	2-3-6-11	2-3-6-11	2	11	13	78
				3-6-11-10	3	10	18	108	3-6-11-10	3	10	18	108							
				1-2-3-6	1	6	21	84	1-2-3-6	1	6	21	84							
				1-2-3-7	1	7	20	100	1-2-3-7	1	7	20	100							

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMApHMP-LP (OPTIMAL)							SPBH (SP_Rand)							SPBH-Constructive (SP_Constructive)									
	Süre(sn)	TCost	MinKota	RotaNo	!	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRan	MinRotaRan	RotaNo	!	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinKotaConst	RotaNo	!	Uzaklık	Cost			
25	0,05	1152	3-6-7-9	2-3-6-7	2	7	20	80	1,31	1152	3-6-7-9	2-3-6-7	2	7	20	80	0,16	1152	3-6-7-9	2-3-6-7	2	7	20	80
				2-3-6-11	2	11	21	126				2-3-6-11	2	11	21	126				2-3-6-11	2	11	21	126
				3-6-7-9	3	9	17	51				3-6-7-9	3	9	17	51				3-6-7-9	3	9	17	51
				3-7-9-10	3	10	26	156				3-7-9-10	3	10	26	156				3-7-9-10	3	10	26	156
				3-7-9-11	3	11	19	171				3-7-9-11	3	11	19	171				3-7-9-11	3	11	19	171
				4-7-9-10	4	10	25	250				4-7-9-10	4	10	25	250				4-7-9-10	4	10	25	250
				4-7-9-11	4	11	18	90				4-7-9-11	4	11	18	90				4-7-9-11	4	11	18	90
				6-7-9-10	6	10	27	108				6-7-9-10	6	10	27	108				6-7-9-10	6	10	27	108
				6-7-9-11	6	11	20	120				6-7-9-11	6	11	20	120				6-7-9-11	6	11	20	120
				26	0,00	695	2-4-8-9	1-2-4-5				1	5	18	108	1,60				695	2-4-8-9	1-2-4-5	1	5
1-2-4-7	1	7	21					105	1-2-4-7	1	7	21	105	1-2-4-7	1		7	21	105					
1-2-4-8	1	8	18					72	1-2-4-8	1	8	18	72	1-2-4-8	1		8	18	72					
2-4-8-9	2	9	8					40	2-4-8-9	2	9	8	40	2-4-8-9	2		9	8	40					
2-4-8-10	2	10	18					72	2-4-8-10	2	10	18	72	2-4-8-10	2		10	18	72					
4-8-9-10	4	10	16					160	4-8-9-10	4	10	16	160	4-8-9-10	4		10	16	160					
4-8-9-11	4	11	9					45	4-8-9-11	4	11	9	45	4-8-9-11	4		11	9	45					
5-8-9-10	5	10	15					45	5-8-9-10	5	10	15	45	5-8-9-10	5		10	15	45					
5-8-9-11	5	11	8					48	5-8-9-11	5	11	8	48	5-8-9-11	5		11	8	48					
27	0,06	436	2-3-6-7					1-2-3-6	1	6	25	100	1,42	436	2-3-6-7		1-2-3-6	1	6			25	100	0,17
				1-2-3-7	1	7	27	135	1-2-3-7	1	7	27				135	1-2-3-7	1	7	27	135			
				2-3-6-7	2	7	15	60	2-3-6-7	2	7	15				60	2-3-6-7	2	7	15	60			
				2-3-6-11	2	11	16	96	2-3-6-11	2	11	16				96	2-3-6-11	2	11	16	96			
				3-6-7-9	3	9	15	45	3-6-7-9	3	9	15				45	3-6-7-9	3	9	15	45			

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-LP (OPTİMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinRotaRand	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost
28	0,06	939	2-4-5-8	1-2-4-5	1	5	20	120	1,12	939	2-4-5-8	1-2-4-5	1	5	20	120	0,16	939	2-4-5-8	1-2-4-5	1	5	20	120
				1-2-4-7	1	7	19	95				1-2-4-7	1	7	19	95								
				1-2-4-8	1	8	22	88				1-2-4-8	1	8	22	88								
				1-5-8-9	1	9	18	54				1-5-8-9	1	9	18	54								
				1-5-8-10	1	10	28	196				1-5-8-10	1	10	28	196								
				2-4-5-8	2	8	11	55				2-4-5-8	2	8	11	55								
				4-5-8-9	4	9	11	121				4-5-8-9	4	9	11	121								
				4-5-8-10	4	10	21	210				4-5-8-10	4	10	21	210								
				1-2-4-5	1	5	16	96				1-2-4-5	1	5	16	96								
				1-2-4-7	1	7	15	75				1-2-4-7	1	7	15	75								
29	0,05	763	2-4-8-9	1-2-4-8	1	8	15	60	1,34	763	2-4-8-9	1-2-4-8	1	8	15	60	0,17	763	2-4-8-9	1-2-4-8	1	8	15	60
				2-4-8-9	2	9	8	40				2-4-8-9	2	9	8	40								
				2-4-8-10	2	10	16	64				2-4-8-10	2	10	16	64								
				4-8-9-10	4	10	19	190				4-8-9-10	4	10	19	190								
				4-8-9-11	4	11	14	70				4-8-9-11	4	11	14	70								
				5-8-9-10	5	10	22	66				5-8-9-10	5	10	22	66								
				5-8-9-11	5	11	17	102				5-8-9-11	5	11	17	102								
				1-5-8-9	1	9	19	57				1-5-8-9	1	9	19	57								
				1-5-8-10	1	10	25	175				1-5-8-10	1	10	25	175								
				2-4-5-8	2	8	12	60				2-4-5-8	2	8	12	60								
30	0,05	785	4-5-8-9	4-5-8-9	4	9	11	121	1,23	785	4-5-8-9	4-5-8-9	4	9	11	121	0,15	785	4-5-8-9	4-5-8-9	4	9	11	121
				4-5-8-10	4	10	17	170				4-5-8-10	4	10	17	170								
				4-8-9-11	4	11	14	70				4-8-9-11	4	11	14	70								
				5-8-9-10	5	10	20	60				5-8-9-10	5	10	20	60								
				5-8-9-11	5	11	12	72				5-8-9-11	5	11	12	72								



Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaPHMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)									
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	i	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinRotaRand	RotaNo	i	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	i	Uzaklık	Cost	
31	0,05	768	4-5-8-10	1-4-5-7	1	7	20	120	768	4-5-8-10	1-4-5-7	1	7	20	120	768	4-5-8-10	1-4-5-7	1	7	20	120
				1-4-5-8	1	8	18	162			1-4-5-8	1	8	18	162			1-4-5-8	1	8	18	162
				3-4-5-7	3	7	14	70			3-4-5-7	3	7	14	70			3-4-5-7	3	7	14	70
				3-4-5-8	3	8	12	96			3-4-5-8	3	8	12	96			3-4-5-8	3	8	12	96
				4-8-10-9	4	9	12	48			4-8-10-9	4	9	12	48			4-8-10-9	4	9	12	48
				4-5-8-10	4	10	10	70			4-5-8-10	4	10	10	70			4-5-8-10	4	10	10	70
				4-8-10-11	4	11	12	72			4-8-10-11	4	11	12	72			4-8-10-11	4	11	12	72
				5-8-10-9	5	9	10	80			5-8-10-9	5	9	10	80			5-8-10-9	5	9	10	80
				5-8-10-11	5	11	10	50			5-8-10-11	5	11	10	50			5-8-10-11	5	11	10	50
				1-4-8-10	1	10	19	190			1-4-8-10	1	10	19	190			1-4-8-10	1	10	19	190
32	0,17	876	4-8-10-9	3-4-8-10	3	10	14	140	876	4-8-10-9	3-4-8-10	3	10	14	140	876	4-8-10-9	3-4-8-10	3	10	14	140
				4-8-10-9	4	9	12	48			4-8-10-9	4	9	12	48			4-8-10-9	4	9	12	48
				4-8-10-11	4	11	15	90			4-8-10-11	4	11	15	90			4-8-10-11	4	11	15	90
				5-8-10-9	5	9	15	120			5-8-10-9	5	9	15	120			5-8-10-9	5	9	15	120
				5-8-10-11	5	11	18	90			5-8-10-11	5	11	18	90			5-8-10-11	5	11	18	90
				7-10-9-8	7	8	22	198			7-10-9-8	7	8	22	198			7-10-9-8	7	8	22	198
				2-6-7-10	2	10	13	78			2-6-7-10	2	10	13	78			2-6-7-10	2	10	13	78
				2-6-7-12	2	12	23	207			2-6-7-12	2	12	23	207			2-6-7-12	2	12	23	207
				3-6-7-10	3	10	13	130			3-6-7-10	3	10	13	130			3-6-7-10	3	10	13	130
				3-6-7-12	3	12	23	115			3-6-7-12	3	12	23	115			3-6-7-12	3	12	23	115
33	0,22	1012	6-7-10-11	5-7-10-9	5	9	11	88	1012	6-7-10-11	5-7-10-9	5	9	11	88	1012	6-7-10-11	5-7-10-9	5	9	11	88
				5-7-10-11	5	11	10	50			5-7-10-11	5	11	10	50			5-7-10-11	5	11	10	50
				6-7-10-9	6	9	9	27			6-7-10-9	6	9	9	27			6-7-10-9	6	9	9	27
				6-7-10-11	6	11	8	32			6-7-10-11	6	11	8	32			6-7-10-11	6	11	8	32
				7-10-11-12	7	12	18	180			7-10-11-12	7	12	18	180			7-10-11-12	7	12	18	180
				8-10-11-12	8	12	21	105			8-10-11-12	8	12	21	105			8-10-11-12	8	12	21	105
				2-6-7-10	2	10	13	78			2-6-7-10	2	10	13	78			2-6-7-10	2	10	13	78
				2-6-7-12	2	12	23	207			2-6-7-12	2	12	23	207			2-6-7-12	2	12	23	207
				3-6-7-10	3	10	13	130			3-6-7-10	3	10	13	130			3-6-7-10	3	10	13	130
				3-6-7-12	3	12	23	115			3-6-7-12	3	12	23	115			3-6-7-12	3	12	23	115

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

ÖrnekID	UMApHMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP Rand)						SPBH-Constructive (SP Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinKota	KotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCost	MinKota	KotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCost	MinKota	KotaNo	i	j	Uzaklık	Cost
34	0,00	1207	3-4-8-10	1-3-4-5	1	5	23	184	1,05	1207	3-4-8-10	1-3-4-5	1	5	23	184	0,17	1207	3-4-8-10	1-3-4-5	1	5	23	184
				1-3-4-8	1	8	22	198				1-3-4-8	1	8	22	198								
				1-4-8-10	1	10	20	200				1-4-8-10	1	10	20	200								
				2-3-4-5	2	5	15	75				2-3-4-5	2	5	15	75								
				2-3-4-8	2	8	14	70				2-3-4-8	2	8	14	70								
				3-4-8-10	3	10	12	120				3-4-8-10	3	10	12	120								
				4-8-10-9	4	9	15	60				4-8-10-9	4	9	15	60								
				4-8-10-11	4	11	14	84				4-8-10-11	4	11	14	84								
				5-8-10-9	5	9	17	136				5-8-10-9	5	9	17	136								
				5-8-10-11	5	11	16	80				5-8-10-11	5	11	16	80								
35	0,11	1244	4-5-7-10	1-4-5-7	1	7	20	120	1,17	1244	4-5-7-10	1-4-5-7	1	7	20	120	0,33	1244	4-5-7-10	1-4-5-7	1	7	20	120
				1-4-5-8	1	8	23	207				1-4-5-8	1	8	23	207								
				3-4-5-7	3	7	18	90				3-4-5-7	3	7	18	90								
				3-4-5-8	3	8	21	168				3-4-5-8	3	8	21	168								
				4-5-7-10	4	10	15	105				4-5-7-10	4	10	15	105								
				4-5-7-12	4	12	20	220				4-5-7-12	4	12	20	220								
				5-7-10-9	5	9	16	128				5-7-10-9	5	9	16	128								
				5-7-10-11	5	11	16	80				5-7-10-11	5	11	16	80								
				6-7-10-9	6	9	18	54				6-7-10-9	6	9	18	54								
				6-7-10-11	6	11	18	72				6-7-10-11	6	11	18	72								
36	0,06	1148	5-7-10-11	4-5-7-10	4	10	22	154	1,16	1148	5-7-10-11	4-5-7-10	4	10	22	154	0,2	1148	5-7-10-11	4-5-7-10	4	10	22	154
				4-5-7-12	4	12	29	319				4-5-7-12	4	12	29	319								
				5-7-10-9	5	9	16	128				5-7-10-9	5	9	16	128								
				5-7-10-11	5	11	15	75				5-7-10-11	5	11	15	75								
				6-7-10-9	6	9	18	54				6-7-10-9	6	9	18	54								
				6-7-10-11	6	11	17	68				6-7-10-11	6	11	17	68								
				7-10-11-12	7	12	22	220				7-10-11-12	7	12	22	220								
				8-10-11-12	8	12	26	130				8-10-11-12	8	12	26	130								

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-IP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinRotaRand	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost
37	0,05	1138	6-7-10-9	2-6-7-10	2	10	15	90	1,06	1138	6-7-10-9	2-6-7-10	2	10	15	90	0,19	1138	6-7-10-9	2-6-7-10	2	10	15	90
				2-6-7-12	2	12	26	234				2-6-7-12	2	12	26	234				2-6-7-12	2	12	26	234
				3-6-7-10	3	10	16	160				3-6-7-10	3	10	16	160				3-6-7-10	3	10	16	160
				3-6-7-12	3	12	27	135				3-6-7-12	3	12	27	135				3-6-7-12	3	12	27	135
				5-7-10-9	5	9	17	136				5-7-10-9	5	9	17	136				5-7-10-9	5	9	17	136
				5-7-10-11	5	11	22	110				5-7-10-11	5	11	22	110				5-7-10-11	5	11	22	110
				6-7-10-9	6	9	13	39				6-7-10-9	6	9	13	39				6-7-10-9	6	9	13	39
				6-7-10-11	6	11	18	72				6-7-10-11	6	11	18	72				6-7-10-11	6	11	18	72
				7-10-9-8	7	8	18	162				7-10-9-8	7	8	18	162				7-10-9-8	7	8	18	162
				4-5-7-10	4	10	23	161				4-5-7-10	4	10	23	161				4-5-7-10	4	10	23	161
38	0,05	1283	5-7-10-11	4-5-7-12	4	12	27	297	1,05	1283	5-7-10-11	4-5-7-12	4	12	27	297	0,19	1283	5-7-10-11	4-5-7-12	4	12	27	297
				5-7-10-9	5	9	21	168				5-7-10-9	5	9	21	168				5-7-10-9	5	9	21	168
				5-7-10-11	5	11	20	100				5-7-10-11	5	11	20	100				5-7-10-11	5	11	20	100
				6-7-10-9	6	9	23	69				6-7-10-9	6	9	23	69				6-7-10-9	6	9	23	69
				6-7-10-11	6	11	22	88				6-7-10-11	6	11	22	88				6-7-10-11	6	11	22	88
				7-10-11-12	7	12	26	260				7-10-11-12	7	12	26	260				7-10-11-12	7	12	26	260
				8-10-11-12	8	12	28	140				8-10-11-12	8	12	28	140				8-10-11-12	8	12	28	140
				1-3-6-7	1	7	22	132				1-3-6-7	1	7	22	132				1-3-6-7	1	7	22	132
				2-3-6-7	2	7	16	112				2-3-6-7	2	7	16	112				2-3-6-7	2	7	16	112
				2-6-7-10	2	10	15	90				2-6-7-10	2	10	15	90				2-6-7-10	2	10	15	90
39	0,11	1137	3-6-7-10	2-6-7-12	2	12	23	207	1,14	1137	3-6-7-10	2-6-7-12	2	12	23	207	0,17	1137	3-6-7-10	2-6-7-12	2	12	23	207
				3-6-7-10	3	10	13	130				3-6-7-10	3	10	13	130				3-6-7-10	3	10	13	130
				3-6-7-12	3	12	21	105				3-6-7-12	3	12	21	105				3-6-7-12	3	12	21	105
				5-7-10-9	5	9	19	152				5-7-10-9	5	9	19	152				5-7-10-9	5	9	19	152
				5-7-10-11	5	11	20	100				5-7-10-11	5	11	20	100				5-7-10-11	5	11	20	100
				6-7-10-9	6	9	15	45				6-7-10-9	6	9	15	45				6-7-10-9	6	9	15	45
				6-7-10-11	6	11	16	64				6-7-10-11	6	11	16	64				6-7-10-11	6	11	16	64

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMApHMP-LP (OPTİMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)					
	Süre(sn)	TCost	MinKota	RotaNo	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRan	MinKotaRan	RotaNo	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinKotaConst	RotaNo	Uzaklık	Cost
40	0,17	846	5-7-10-9	4-5-7-10	4	10	16	112	4-5-7-10	4	10	16	112	4-5-7-10	4	10	16	112
				4-5-7-12	4	12	23	253	4-5-7-12	4	12	23	253	4-5-7-12	4	12	23	253
				5-7-10-9	5	9	13	104	5-7-10-9	5	9	13	104	5-7-10-9	5	9	13	104
				5-7-10-11	5	11	13	65	5-7-10-11	5	11	13	65	5-7-10-11	5	11	13	65
				6-7-10-9	6	9	15	45	6-7-10-9	6	9	15	45	6-7-10-9	6	9	15	45
				6-7-10-11	6	11	15	60	6-7-10-11	6	11	15	60	6-7-10-11	6	11	15	60
				7-10-9-8	7	8	23	207	7-10-9-8	7	8	23	207	7-10-9-8	7	8	23	207
				2-7-8-6	2	6	14	56	2-7-8-6	2	6	14	56	2-7-8-6	2	6	14	56
				2-5-7-8	2	8	11	55	2-5-7-8	2	8	11	55	2-5-7-8	2	8	11	55
				2-5-7-13	2	13	22	198	2-5-7-13	2	13	22	198	2-5-7-13	2	13	22	198
41	0,06	647	5-7-8-6	3-5-7-8	3	8	9	63	3-5-7-8	3	8	9	63	3-5-7-8	3	8	9	63
				3-5-7-13	3	13	20	60	3-5-7-13	3	13	20	60	3-5-7-13	3	13	20	60
				5-7-8-6	5	6	8	40	5-7-8-6	5	6	8	40	5-7-8-6	5	6	8	40
				5-7-8-13	5	13	18	72	5-7-8-13	5	13	18	72	5-7-8-13	5	13	18	72
				7-8-6-9	7	9	11	55	7-8-6-9	7	9	11	55	7-8-6-9	7	9	11	55
				7-8-6-10	7	10	12	48	7-8-6-10	7	10	12	48	7-8-6-10	7	10	12	48
				1-2-5-6	1	6	24	144	1-2-5-6	1	6	24	144	1-2-5-6	1	6	24	144
				1-2-5-7	1	7	22	110	1-2-5-7	1	7	22	110	1-2-5-7	1	7	22	110
				2-7-8-6	2	6	15	60	2-7-8-6	2	6	15	60	2-7-8-6	2	6	15	60
				2-5-7-8	2	8	11	55	2-5-7-8	2	8	11	55	2-5-7-8	2	8	11	55
42	0,17	859	2-5-7-8	2-7-8-13	2	13	20	180	2-7-8-13	2	13	20	180	2-7-8-13	2	13	20	180
				3-5-7-8	3	8	11	77	3-5-7-8	3	8	11	77	3-5-7-8	3	8	11	77
				3-5-7-13	3	13	23	69	3-5-7-13	3	13	23	69	3-5-7-13	3	13	23	69
				5-7-8-6	5	6	16	80	5-7-8-6	5	6	16	80	5-7-8-6	5	6	16	80
				5-7-8-13	5	13	21	84	5-7-8-13	5	13	21	84	5-7-8-13	5	13	21	84
				1-2-5-6	1	6	24	144	1-2-5-6	1	6	24	144	1-2-5-6	1	6	24	144
				1-2-5-7	1	7	22	110	1-2-5-7	1	7	22	110	1-2-5-7	1	7	22	110
				2-7-8-6	2	6	15	60	2-7-8-6	2	6	15	60	2-7-8-6	2	6	15	60
				2-5-7-8	2	8	11	55	2-5-7-8	2	8	11	55	2-5-7-8	2	8	11	55
				2-7-8-13	2	13	20	180	2-7-8-13	2	13	20	180	2-7-8-13	2	13	20	180

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinRotaRand	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost
43	0,22	841	3-5-7-8	1-3-5-6	1	6	23	138	1,23	841	3-5-7-8	1-3-5-6	1	6	23	138	0,19	841	3-5-7-8	1-3-5-6	1	6	23	138
				1-3-5-7	1	7	20	100				1-3-5-7	1	7	20	100								
				2-7-8-6	2	6	14	56				2-7-8-6	2	6	14	56								
				2-5-7-8	2	8	18	90				2-5-7-8	2	8	18	90								
				2-7-8-13	2	13	20	180				2-7-8-13	2	13	20	180								
				3-5-7-8	3	8	10	70				3-5-7-8	3	8	10	70								
				3-5-7-13	3	13	19	57				3-5-7-13	3	13	19	57								
				5-7-8-6	5	6	14	70				5-7-8-6	5	6	14	70								
				5-7-8-13	5	13	20	80				5-7-8-13	5	13	20	80								
				1-3-4-6	1	6	21	126				1-3-4-6	1	6	21	126								
44	0,06	987	3-4-6-10	1-4-6-9	1	9	18	90	1,42	987	3-4-6-10	1-4-6-9	1	9	18	90	0,22	987	3-4-6-10	1-4-6-9	1	9	18	90
				1-4-6-10	1	10	17	136				1-4-6-10	1	10	17	136								
				3-4-6-9	3	9	10	60				3-4-6-9	3	9	10	60								
				3-4-6-10	3	10	9	99				3-4-6-10	3	10	9	99								
				4-6-10-11	4	11	19	95				4-6-10-11	4	11	19	95								
				4-6-10-12	4	12	14	56				4-6-10-12	4	12	14	56								
				5-6-10-11	5	11	22	132				5-6-10-11	5	11	22	132								
				5-6-10-12	5	12	17	51				5-6-10-12	5	12	17	51								
				8-6-10-11	8	11	19	114				8-6-10-11	8	11	19	114								
				8-6-10-12	8	12	14	28				8-6-10-12	8	12	14	28								
45	0,05	811	2-7-8-6	1-2-7-8	1	8	18	72	1,25	811	2-7-8-6	1-2-7-8	1	8	18	72	0,20	811	2-7-8-6	1-2-7-8	1	8	18	72
				1-2-7-13	1	13	26	260				1-2-7-13	1	13	26	260								
				2-7-8-6	2	6	11	44				2-7-8-6	2	6	11	44								
				2-7-8-13	2	13	17	153				2-7-8-13	2	13	17	153								
				5-7-8-6	5	6	15	75				5-7-8-6	5	6	15	75								
				5-7-8-13	5	13	21	84				5-7-8-13	5	13	21	84								
				7-8-6-9	7	9	15	75				7-8-6-9	7	9	15	75								
				7-8-6-10	7	10	12	48				7-8-6-10	7	10	12	48								

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	Minkota	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostRand	MinkotaRand	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinkotaConst	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost
46	0,17	1324	3-4-6-10	1-3-4-6	1	6	25	150	1,23	1324	3-4-6-10	1-3-4-6	1	6	25	150	0,22	1324	3-4-6-10	1-3-4-6	1	6	25	150
				1-4-6-9	1	9	27	135				1-4-6-9	1	9	27	135								
				1-4-6-10	1	10	26	208				1-4-6-10	1	10	26	208								
				3-4-6-9	3	9	15	90				3-4-6-9	3	9	15	90								
				3-4-6-10	3	10	14	154				3-4-6-10	3	10	14	154								
				4-6-10-11	4	11	26	130				4-6-10-11	4	11	26	130								
				4-6-10-12	4	12	17	68				4-6-10-12	4	12	17	68								
				5-6-10-11	5	11	26	156				5-6-10-11	5	11	26	156								
				5-6-10-12	5	12	17	51				5-6-10-12	5	12	17	51								
				8-6-10-11	8	11	25	150				8-6-10-11	8	11	25	150								
8-6-10-12	8	12	16	32	8-6-10-12	8	12	16	32															
47	0,05	1224	7-8-6-10	2-7-8-6	2	6	16	64	1,44	1224	7-8-6-10	2-7-8-6	2	6	16	64	0,19	1224	7-8-6-10	2-7-8-6	2	6	16	64
				2-7-8-13	2	13	23	207				2-7-8-13	2	13	23	207								
				4-6-10-11	4	11	29	145				4-6-10-11	4	11	29	145								
				4-6-10-12	4	12	20	80				4-6-10-12	4	12	20	80								
				5-7-8-6	5	6	16	80				5-7-8-6	5	6	16	80								
				5-6-10-11	5	11	31	186				5-6-10-11	5	11	31	186								
				5-6-10-12	5	12	22	66				5-6-10-12	5	12	22	66								
				5-7-8-13	5	13	23	92				5-7-8-13	5	13	23	92								
				7-8-6-9	7	9	14	70				7-8-6-9	7	9	14	70								
				7-8-6-10	7	10	13	52				7-8-6-10	7	10	13	52								
8-6-10-11	8	11	25	150	8-6-10-11	8	11	25	150															
8-6-10-12	8	12	16	32	8-6-10-12	8	12	16	32															

Ek-2 Çizelge 3 (Devam) 50 Örnek Problem için 3 farklı yöntem ile bulunan sonuçlar

OrnekID	UMaP_HMP-LP (OPTIMAL)						SPBH (SP_Rand)						SPBH-Constructive (SP_Constructive)											
	Süre(sn)	TCost	MinRota	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostKan	MinRotaKan	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost	Süre(sn)	TCostConst	MinRotaConst	RotaNo	i	j	Uzaklık	Cost
48	0,05	828	3-4-6-9	1-3-4-6	1	6	20	120	1,20	828	3-4-6-9	1-3-4-6	1	6	20	120	0,19	828	3-4-6-9	1-3-4-6	1	6	20	120
				1-4-6-9	1	9	24	120				1-4-6-9	1	9	24	120								
				1-4-6-10	1	10	27	216				1-4-6-10	1	10	27	216								
				3-4-6-9	3	9	12	72				3-4-6-9	3	9	12	72								
				3-4-6-10	3	10	15	165				3-4-6-10	3	10	15	165								
				4-6-9-12	4	12	12	48				4-6-9-12	4	12	12	48								
				5-6-9-12	5	12	19	57				5-6-9-12	5	12	19	57								
				8-6-9-12	8	12	15	30				8-6-9-12	8	12	15	30								
				1-3-4-6	1	6	19	114				1-3-4-6	1	6	19	114								
				1-4-6-9	1	9	19	95				1-4-6-9	1	9	19	95								
49	0,06	683	3-4-6-9	1-4-6-10	1	10	23	184	1,09	683	3-4-6-9	1-4-6-10	1	10	23	184	0,19	683	3-4-6-9	1-4-6-10	1	10	23	184
				3-4-6-9	3	9	9	54				3-4-6-9	3	9	9	54								
				3-4-6-10	3	10	13	143				3-4-6-10	3	10	13	143								
				4-6-9-12	4	12	9	36				4-6-9-12	4	12	9	36								
				5-6-9-12	5	12	13	39				5-6-9-12	5	12	13	39								
				8-6-9-12	8	12	9	18				8-6-9-12	8	12	9	18								
				4-6-9-12	4	12	12	48				4-6-9-12	4	12	12	48								
				5-6-9-12	5	12	13	39				5-6-9-12	5	12	13	39								
				6-9-12-11	6	11	20	180				6-9-12-11	6	11	20	180								
				7-8-6-9	7	9	15	75				7-8-6-9	7	9	15	75								
50	0,17	438	8-6-9-12	8-6-9-12	8	12	10	20	1,36	438	8-6-9-12	8-6-9-12	8	12	10	20	0,19	438	8-6-9-12	8-6-9-12	8	12	10	20
				4-6-9-12	4	12	12	48				4-6-9-12	4	12	12	48								
				5-6-9-12	5	12	13	39				5-6-9-12	5	12	13	39								
				6-9-12-11	6	11	20	180				6-9-12-11	6	11	20	180								
				7-8-6-9	7	9	15	75				7-8-6-9	7	9	15	75								
				8-6-9-12	8	12	10	20				8-6-9-12	8	12	10	20								
				4-6-9-12	4	12	12	48				4-6-9-12	4	12	12	48								
				5-6-9-12	5	12	13	39				5-6-9-12	5	12	13	39								
				6-9-12-11	6	11	20	180				6-9-12-11	6	11	20	180								
				7-8-6-9	7	9	15	75				7-8-6-9	7	9	15	75								

## Ek-2 Bilgisayar Programı 1 SPBH Algoritması

```

CREATE PROCEDURE SP_Rand
(@OrnekID Int)
AS
Begin
    Declare @Rand int, @Gamma int, @BasZaman datetime, @Sure int
    Set @BasZaman = GetDate ()
    delete TSONUC where OrnekID = @OrnekID
    delete TRESULT where OrnekID = @OrnekID
    Set @Rand = 0
    Set @Gamma = 0
    AA:
    Set @Rand = @Rand + 1
    While (@Rand <> 100) OR (@Gamma <> 5) begin
        Declare @Dongu tinyint, @i int, @k int, @l int, @j int
        Set @i = NULL
        Set @k = NULL
        Set @l = NULL
        Set @j = NULL
        Set @Dongu = 0
        While @Dongu <> 1 begin /*BEGIN: @Dongu = 1*/
            Declare @a int
            Set @a = (select RandVal from Ornek where OrnekID = @OrnekID)
            Set @l = (select top 1 A.Bas from
                (select Bas, RotaID * Sin (Cos (RotaID * @a)) Ran
                 from OrnekID = @OrnekID) A
                order by A.Ran desc)
            Update Ornek Set RandVal = RandVal+1 where OrnekID = @OrnekID
            Set @a = (select RandVal from Ornek where OrnekID = @OrnekID)
            Set @k = (select top 1 A.Bitis from
                (select Bits, RotaID * Sin (Cos (RotaID * @a)) Ran
                 from OrnekID = @OrnekID) and (Bas = @l) ) A
                order by A.Ran desc)
            Update Ornek Set RandVal = RandVal+1 where OrnekID = @OrnekID
            Set @a = (select RandVal from Ornek where OrnekID = @OrnekID)
        end
    end

```

1

2



## Ek-2 Bilgisayar Programı 1 (Devam) SPBH Algoritması

```

if @k is not NULL begin /* BEGIN: @k is not NULL */
  Set @l = (select top 1 A.Bitis from
  (select Bitis, RotaID * Sin (Cos (RotaID * @a)) Ran
  from Rota
  where OrmekID = @OrmekID and (Bas = @k and (Bitis <> @l) ) A
  order by A.Ran desc)
  Update Ormek Set RandVal = RandVal+1 where OrmekID = @OrmekID
  Set @a = (select RandVal from Ormek where OrmekID = @OrmekID)
  if @l is Not NULL begin /*BEGIN : @l is Not NULL */
    Set @j = (select top 1 A.Bitis from
    (select Bitis, RotaID * Sin (Cos (RotaID * @a)) Ran
    from Rota
    where (OrmekID = @OrmekID and (Bas = @l) and (Bitis <> @l) And (Bitis<>@k) ) A
    order by A.Ran desc)
    Update Ormek Set RandVal = RandVal+1 where OrmekID = @OrmekID
    Set @a = (select RandVal from Ormek where OrmekID = @OrmekID)
    if @j is Not NULL begin /*BEGIN : @j is Not NULL */
      Declare @Uzaklik Int, @Kayit tinyint
      Set @Uzaklik = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@i,@k,@l,@j))
      Set @Kayit = (select Count (*) from TSONUC where OrmekID = @OrmekID And l = @l And j = @j
      And k = @k And I = @i)
      if @Kayit = 1 GOTO AA
      INSERT TSONUC (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
      VALUES (@OrmekID, @Gamma, @i, @k, @l, @j, @Uzaklik)
    MM:
      While @Gamma <> 5 begin
      Declare @A_j Int, @A_k Int, @A_l Int, @A_j Int, @A_k Dongu tinyint, @A_l Dongu
      tinyint, @A_l Dongu tinyint
  
```

Ek-2 Bilgisayar Programı 1 (Devam) SPBH Algoritması

```

Set @A_J_Dongu = 0 Set @A_k_Dongu = 0 Set @A_l_Dongu = 0 Set @A_j_Dongu = 0
/* BEGIN : While @A_J_Dongu = 1 OR @A_k_Dongu = 1 OR @A_l_Dongu = 1 OR @A_j_Dongu = 1 */
While ((@A_J_Dongu <> 1) OR (@A_k_Dongu <> 1) OR (@A_l_Dongu <> 1) OR (@A_j_Dongu <> 1))
begin
    Declare Kume_J cursor for
    select A.i from
    (Select Distinct (Bas) i
    from Rota
    where OrmekID = @OrmekID) A
    where A.i <> @i And A.i <> @k And A.i <> @l And A.i <> @j And A.i <> 1 order by A.i
    Open Kume_J
    Fetch Next From Kume_J INTO @A_J
    While ( @@Fetch_Status = 0 ) OR (@A_J_Dongu <> 1) Begin /* BEGIN: @A_J'yi bul*/
        Declare @Uzaklika_J int
        Set @Uzaklika_J = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@A_J,@k,@l,@j))
        Set @Kayit = (select Count (*) from TSONUC where OrmekID = @OrmekID And i = @A_J
        And j = @j And k = @k And l = @l)
        if (@Uzaklika_J is Not NULL) And (@Kayit = 0) begin
            if @Uzaklika_J < @Uzaklik begin
                Set @i = @A_J
                Set @Uzaklik = @Uzaklika_J
                Set @Gamma = @Gamma + 1
                INSERT TSONUC (OrmekID,Gamma,i,k,l,j,Uzaklik)
                VALUES (@OrmekID, @Gamma, @i, @k, @l, @j, @Uzaklik)
                Set @A_J_Dongu = 1
                Close Kume_J
                Deallocate Kume_J
                GOTO MM
            End else begin
                INSERT TSONUC (OrmekID,Gamma,i,k,l,j,Uzaklik)
                VALUES (@OrmekID, 500, @A_J, @k, @l, @j, @Uzaklika_J)
            End
        End
        Fetch Next From Kume_J INTO @A_J
        if @@Fetch_Status = -1 GOTO KK
    End /* END: @A_J'yi bul*/
    KK:
    Close Kume_J
    Deallocate Kume_J

```

```

if (@A_1 Dongu = 0) begin /* BEGIN RCX = 0*/
  Declare Kume_k cursor for
  (Select Distinct (Bas) k
  from Rota
  where OrnekID = @OrnekID) A
  where A.k <> @i And A.k <> @k And A.k <> @l And A.k <> @j order by A.k
  Open Kume_k
  Fetch Next From Kume_k INTO @A_k
  While ((@@Fetch_Status = 0) OR (@A_k_Dongu <> 1)) Begin /* BEGIN: @A_k'yi bul*/
    Declare @Uzaklika_k int
    Set @Uzaklika_k = (select dbo.Uzaklik (@OrnekID, @i, @A_k, @l, @j))
    Set @Kayit = (select Count (*) from TSONUC where OrnekID = @OrnekID And
    i = @i And j = @j And k = @A_k And l = @l)
    if (@Uzaklika_k is Not NULL) And (@Kayit = 0) begin
      if @Uzaklika_k < @Uzaklik begin
        Set @k = @A_k
        Set @Uzaklik = @Uzaklika_k
        Set @Gamma = @Gamma + 1
        INSERT TSONUC (OrnekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
        VALUES (@OrnekID, @Gamma, @i, @k, @l, @j, @Uzaklik)
        Set @A_k_Dongu = 1
        Close Kume_k
        Deallocate Kume_k
        GOTO MM
      End else begin
        INSERT TSONUC (OrnekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
        VALUES (@OrnekID, 500, @i, @A_k, @l, @j, @Uzaklika_k)
      End
    End
  End
  Fetch Next From Kume_k INTO @A_k
  if @@Fetch_Status = -1 GOTO LL
End /* BEGIN: @A_k'yi bul*/

LL:
Close Kume_k
Deallocate Kume_k
  
```

```

if (@A_k_Dongu = 0) begin /* BEGIN RCL = 0*/
Declare Kume_J cursor for
select A.i from
(Select Distinct (Bas) i
from Rota
where OrnekID = @OrnekID) A
where A.i <> @i And A.i <> @k And A.i <> @l And A.i <> @j order by A.i
Open Kume_J
Fetch Next From Kume_J INTO @A_J
While ((@Fetch_Status = 0) OR (@A_J_Dongu <> 1)) Begin /* BEGIN:
@A_Jyi bul*/
Declare @Uzaklika_J Int
Set @Uzaklika_J = (select dbo.Uzaklik (@OrnekID, @i, @k, @A_J,
@j))
Set @Kayit = (select Count (*) from TSONUC where OrnekID =
@OrnekID And i=@i And j=@j And k=@k And l=@A_J)
if (@Uzaklika_J is Not NULL) And (@Kayit = 0) begin
if @Uzaklika_J < @Uzaklik begin
Set @i = @A_J
Set @Uzaklik = @Uzaklika_J
Set @Gamma = @Gamma + 1
INSERT TSONUC (OrnekID,Gamma,j,k,i,Uzaklik)
VALUES (@OrnekID, @Gamma, @i, @k, @i, @j,
@Uzaklik)
Set @A_J_Dongu = 1
Close Kume_J
Deallocate Kume_J
GOTO MM
End else begin
INSERT TSONUC (OrnekID,Gamma,j,k,i,Uzaklik)
VALUES (@OrnekID, 500, @i, @k, @A_J, @j,
@Uzaklika_J)
End
End
Fetch Next From Kume_J INTO @A_J
if @@Fetch_Status = -1 GOTO JJ
End /* BEGIN: @A_Jyi bul*/

```

7-z

7

```

JJ:
Close Kume_j
Deallocate Kume_j
if (@A_j_Dongu = 0) begin /* BEGIN RCJ = 0*/
Declare Kume_j cursor for
select A_j from
(Select Distinct (Bas) j
from Rota
where OrmekID = @OrmekID) A
where A.j <> @I And A.j <> @k And A.j <> @l And A.j <> @j order
by A.j

Open Kume_j
Fetch Next From Kume_j INTO @A_j
While ((@@Fetch_Status = 0) OR (@A_j_Dongu <> 1)) Begin /*
BEGIN: @A_j*/
but*/

Declare @Uzaklika_j Int
Set @Uzaklika_j = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID, @I, @k,
@l, @A_j))

Set @Kayit=(select Count(*) from TSONUC where OrmekID
= @OrmekID And I=@I And j=@A_j And k=@k And l=@l)
if (@Uzaklika_j is Not NULL) And (@Kayit = 0) begin
if @Uzaklika_j < @Uzaklik begin
Set @j = @A_j
Set @Uzaklik = @Uzaklika_j
Set @Gamma = @Gamma + 1
INSERT TSONUC
(OrmekID,Gamma,I,k,j,Uzaklik)
VALUES (@OrmekID, @Gamma, @I,
@k, @l, @j, @Uzaklik)
Set @A_j_Dongu = 1
Close Kume_j
Deallocate Kume_j
GOTO MM
End else begin
INSERT TSONUC
(OrmekID,Gamma,I,k,j,Uzaklik)
VALUES (@OrmekID, 500, @I, @k, @l,
@A_j, @Uzaklika_j)

```

8

8-z

Ek-2 Bilgisayar Programı 1 (Devam) SPBH Algoritması

```

End
Fetch Next From Kume_j INTO @A_j
If @@Fetch_Status = -1 begin
  Declare @Insert tinyint
  Set @Insert =
  (select Count (*) from TSONUC where
  OrmekID=@OrmekID And l=@l And j=@j And
  k=@k And l=@l)
  Set @Gamma = @Gamma + 1
  If @Insert = 0 begin
    INSERT TSONUC
    (OrmekID,Gamma,l,k,j,Uzaklik)
    VALUES (@OrmekID, @Gamma, @l,
    @k, @l, @j, @Uzaklik)
  End
  Close Kume_j
  Deallocate Kume_j
  GOTO AA
end
End /* BEGIN: @A_j'yi bul*/
Close Kume_j
Deallocate Kume_j
End /* END RCL = 0*/
End /* END RCK = 0*/
Set @Dongu = 1
End /* END : While @A_j_Dongu = 1 OR @A_k_Dongu = 1 OR @A_l_Dongu = 1 OR @A_j_Dongu = 1 */
end else begin /* END: @j is not NULL */
  Set @Dongu = 0
  Set @l = NULL
  Set @k = NULL
  Set @i = NULL
end
end else begin /* END: @l is not NULL */
  Set @Dongu = 0
  Set @l = NULL
  Set @k = NULL
end else begin /* END: @k is not NULL */
  Set @k = NULL
end
end else begin /* END: @k is not NULL */
  Set @k = NULL
end

```

Ek-2 Bilgisayar Programı 1 (Devam) SPBH Algoritması

```

Set @Dongu = 0
Set @i = NULL
end
end /*END: @Dongu = 1*/
End /*END: @Rand = 3*/
delete TSONUC where OrmekID = @OrmekID And SonucID <> (Select top 1 SonucID from TSONUC where OrmekID = @OrmekID order by Uzaklik1,k,j,i)
EXEC SP_RandResult @OrmekID
Set @Sure = DateDiff (ms, @BasZaman, GetDate() )
Update Ormek Set SureRan = @Sure where OrmekID = @OrmekID
END
GO

```

9

CREATE PROCEDURE SP\_RandResult

(@OrmekID Int)

AS

Begin

```

Declare @i int, @k int, @l int, @j int, @RotaNO varchar (11), @MinRota varchar (11), @Uzaklik int, @Cost int, @TCost int,
@Uzaklik1 int, @Uzaklik2 int, @Uzaklik3 int, @Ci int, @Cj int, @Ck int, @Cj tinyint, @a int, @b int
Set @OrmekID = (select OrmekID from Ormek where OrmekID = @OrmekID)
if @OrmekID is not NULL Begin
Set @i = (select l from TSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @k = (select k from TSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @l = (select l from TSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @j = (select j from TSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @MinRota = Convert(varchar (2), @i) + '.' + Convert(varchar (2), @k) + '.' + Convert(varchar (2), @l) + '.' + Convert(varchar (2), @j)
Update Ormek Set MinRotaRan = @MinRota where OrmekID = @OrmekID
Declare c2Agac cursor for
select C.i, C.j, C.Cost
from Cost C, Ormek O
where O.OrmekID = @OrmekID and O.OrmekGrupID = C.OrmekGrupID
order by C.i, C.j
Open c2Agac
Fetch Next From c2Agac INTO @Ci, @Cj, @Cost
While @@Fetch_Status = 0 Begin /* BEGIN: @j'yi bul*/
Set @Uzaklik1 = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@Ci,@j,@k,@Cj))
Set @Uzaklik2 = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@Ci,@k,@l,@Cj))
Set @Uzaklik3 = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@Cj,@l,@j,@Cj))
Set @Uzaklik = (select top 1 A.D from ((select 1 X, ISNULL(@Uzaklik1,1000) D) UNION
(select 2 X, ISNULL(@Uzaklik2,1000) D) UNION
(select 3 X, ISNULL(@Uzaklik3,1000) D) ) A
order by A.D)

```

10
11
12

## Ek-2 Bilgisayar Programı 1 (Devam) SPBH Algoritması

```
Set @Cj = (select top 1 A.x from
((select 1 X, ISNULL(@Uzaklik1,1000) D) UNION
(select 2 X, ISNULL(@Uzaklik2,1000) D) UNION
(select 3 X, ISNULL(@Uzaklik3,1000) D) ) A
order by A.D)

IF @Uzaklik <> 1000 Begin
  IF @Cj = 1 Begin
    Set @a = @i    Set @b = @k
  End
  IF @Cj = 2 Begin
    Set @a = @k    Set @b = @i
  End
  IF @Cj = 3 Begin
    Set @a = @i    Set @b = @j
  End
  Set @RotaNo = Convert(varchar (2), @C) + '.' + Convert(varchar (2), @a) + '.' + Convert(varchar (2), @b) + '.' + Convert(varchar (2), @C)
  INSERT RESULT (OrnekID, RotaNo, i, k, l, j, Uzaklik, Cost)
  VALUES (@OrnekID, @RotaNo, @C, @a, @b, @C, @Uzaklik, @Cost*@Uzaklik)
End
Fetch Next From c2Agac INTO @C, @Cj, @Cost
End /* END: @jy/ bul*/
Close c2Agac
Deallocate c2Agac
Set @TCost = (select SUM (Cost) from TRESULT where OrnekID = @OrnekID)
Update Ornek Set TCostRan = @TCost where OrnekID = @OrnekID

RAISERROR ('Örnek Tanımı yapılmamış...',16,1)
ROLLBACK TRAN
RETURN

End
Begin
End

END
GO
```



## Ek-2 Bilgisayar Programı 1 (Devam) SPBH Algoritması

```
CREATE FUNCTION Uzaklik  
  (@OrnekID int, @I int, @k int, @l int, @j int)  
RETURNS int  
AS  
BEGIN  
  Declare @Uzaklik int  
  Set @Uzaklik = (  
    select      (select Uzaklik from Rota where OrnekID = @OrnekID and Bas= @I And Bitis = @k) +  
    (select Uzaklik from Rota where OrnekID = @OrnekID and Bas= @k And Bitis = @l) +  
    (select Uzaklik from Rota where OrnekID = @OrnekID and Bas= @l And Bitis = @j)  
  )  
RETURN @Uzaklik  
END
```

## Ek-2 Program Uygulama 1 Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_Rand

Algoritmaya göre, rasgele seçilmesi istenen hub kümesi, program ile adım adım aşağıdaki gibi seçilir.(1,2,3,4 aşamaları) Rand ve Gamma'ya 0 değerleri atanır.

AA	Rand değeri artırılır. Rand 100 den ve Gamma 5 den farklı olana kadar bu döngüden çıkmaz.
AA	i,k,l,j değerleri 0 'a atanır.
AA	

a= 10

OrnekID	RotaID	Bas	Ran	A.Bas	A.Ran
1	1	1	-0,74	i 8	9,65
1	2	1	0,79	6	8,73
1	3	1	0,46	5	7,59
1	4	2	-2,47	3	4,14
1	5	2	4,11	2	4,11
1	6	3	-4,89	1	0,79
1	7	3	4,14	1	0,46
1	8	4	-0,88	1	-0,74
1	9	5	-3,90	4	-0,88
1	10	5	7,59	2	-2,47
1	11	6	-9,25	8	-2,75
1	12	6	8,73	5	-3,90
1	13	7	-4,67	7	-4,67
1	14	8	-2,75	3	-4,89
1	15	8	9,65	6	-9,25
1	16	9	-13,25	9	-13,25

Ran'ın azalan değerlerine göre A (kümesi) tekrar sıralanırsa; En üstte kalan A.Bas değeri i'ye atanır.

a değeri bir artırılır.

a = 11

2	Bas'ın sadece 8 olduğu RotaID 'ler için k aşağıdaki gibi bulunur.						
OrnekID	RotaID	Bas	Bitis	Ran	A	A.Bitis	A.Ran
1	14	8	5	-11,77	A	k 7	-0,99
1	15	8	7	-0,99		5	-11,77

Ran'ın azalan değerlerine göre A tekrar sıralanırsa; En üstte kalan A.Bitis değeri k'ye atanır.

a'nın değeri 1 artırılır. k'nın boş olması durumunda , i'nin değerini boşaltarak 1 aşamasına dön.

a= 12

Eğer k boş değil ise (Bu örnek için boş değildir)

Bas'ın sadece 7 olduğu ve Bitis'in 8 den farklı olduğu RotaID 'ler için l aşağıdaki gibi bulunur.

3	OrnekID	RotaID	Bas	Bitis	Ran	A	A.Bitis	A.Ran
1	13	7	9	5,91	A	l 9	5,91	

Ran'ın azalan değerlerine göre A tekrar sıralanırsa; En üstte kalan A.Bitis değeri l'ye atanır.

## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

a'nın değeri 1 artırılır. l'nin boş olması durumunda, i ve k'nun değerini boşaltarak 1 aşamasına dönülür.

a = 13

Eğer l boş değil ise (Bu Örnek için boş değildir)

Bas'ın sadece 9 olduğu ve Bitis'in 8 ve 7 den farklı olduğu RotaID 'ler için j aşağıdaki gibi bulunur.

OrnekID	RotaID	Bas	Bitis	Ran	Ran'ın azalan değerlerine göre A tekrar sıralanır; En üstte kalan A.Bitis değeri	A.Bitis	A.Ran
1	-	-	-	-	A j'ye atanır.	boş	-

a'nın değeri 1 artırılır.

a = 14

Eğer j boş ise (Bu örnek için boştur.) 1 Nolu Adıma dönülür. i,k,l,j değerleri boşaltılır.

Mevcut a ile hesaplamalar tekrar yapılır.

OrnekID	RotaID	Bas	Ran	A	A.Bas	A.Ran
1	1	1	0,14		i 7	10,78
1	2	1	-1,64		5	7,29
1	3	1	-1,17		8	4,70
1	4	2	3,01		4	3,52
1	5	2	2,96		2	3,01
1	6	3	-3,77		2	2,96
1	7	3	-5,11	A	1	0,14
1	8	4	3,52		6	-0,90
1	9	5	7,29		1	-1,17
1	10	5	-1,97		1	-1,64
1	11	6	-9,24		5	-1,97
1	12	6	-0,90		3	-3,77
1	13	7	10,78		3	-5,11
1	14	8	4,70		9	-8,82
1	15	8	-11,60		6	-9,24
1	16	9	-8,82		8	-11,60

a'nın değeri 1 artırılır.

a = 15

Bas'ın sadece 7 olduğu RotaID 'ler için k aşağıdaki gibi bulunur.

OrnekID	RotaID	Bas	Bitis	Ran	Ran'ın azalan değerlerine göre A tekrar sıralanır; En üstte kalan A.Bitis değeri	A.Bitis	A.Ran
1	13	7	9	10,76	A k'ye atanır.	9	10,76

## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

a'nın değeri 1 artırılır. k'nın boş olması durumunda i'nin değerini boşaltarak 1 aşamasına dönülür.

a = 16

Eğer k boş değil ise (Bu örnek için boş değildir)

OrnekID	RotaID	Bas	Bitis	Ran	Ran'ın azalan değerlerine göre A tekrar sıralanır; En üstte kalan A.Bitis değeri	A.Bitis	A.Ran
1	16	9	8	-0,64	A	8	-0,64

l'ye atanır.

a'nın değeri 1 artırılır. l'nin boş olması durumunda i ve k'nın değerini boşaltarak 1 aşamasına dönülür

a = 17

Eğer l boş değil ise (Bu örnek için boş değildir)

OrnekID	RotaID	Bas	Bitis	Ran	Ran'ın azalan değerlerine göre A tekrar sıralanır; En üstte kalan A.Bitis değeri	A.Bitis	A.Ran
1	14	8	5	9,27	A	5	9,27

j'ye atanır.

Eğer j boş değil ise (Bu Örnek için boş değil) aşağıdakiler yapılır. j boş ise 1 aşamasına geri dönülür. (i,k,l,j değerleri boşaltılır)

7-9-8-5 uzaklığı bulunur. Değerler yine Rota dosyasından Function Uzaklik yardımıyla bulunur:

Rota	Uzaklik
7-9	3
9-8	6
8-5	6
<b>Toplam</b>	<b>15</b>

Kısır döngüyü engellemek için TSONUC dosyasında 7-9-8-5 var mı diye göz atılıyor. Çünkü döngü içerisinde mevcut ise, daha önce işlenmiştir. Eğer mevcut ise yeni i,k,l,j seçimi için AA'ya dönülür. Mevcut değil ise (mevcut değil) TSONUC dosyasına 7-9-8-5 kaydedilir,

MM Heuristic yaklaşımı anlatan döngü'ye giriliyor.  
Gamma 5 olana kadar bu döngüden çıkılmaz.

## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume-i cursor'u yaratıyoruz.(Bu cursor tüm kayıtlar bitene kadar ya da A\_i\_Dongu=1 olana kadar açık kalacak)

OrnekID	i	A	A_i
1	1		2
1	2		3
1	3		4
1	4	A	6
1	5		
1	6		
1	7		
1	8		
1	9		

Kume\_i nin elemanları  
A nın elemanları arasından,  
önceden bulunan i,k,l,j yani  
(7-9-8-5) elemanlarından ve

1 den farklı olanlar olarak seçilir.  
A.i nin değerleri artan sırasına  
göre sıralırsa;  
Kume\_i yi yarattık.  
Şimdi ilk değere  
yani 2 'ye  
odaklanabiliriz.

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin  
arasından aynı değere sahip olanlardan  
sadece birisini aldık.

i ↓  
A.i ↓

7 yerine 2 koyarsak UzaklıkA\_i = 2-9-8-5 : Boş olduğundan Kume\_i deki sonraki kayda odaklan.  
7 yerine 3 koyarsak UzaklıkA\_i = 3-9-8-5 : Boş olduğundan Kume\_i deki sonraki kayda odaklan.  
7 yerine 4 koyarsak UzaklıkA\_i = 4-9-8-5 : Boş olduğundan Kume\_i deki sonraki kayda odaklan.  
7 yerine 6 koyarsak UzaklıkA\_i = 6-9-8-5 : 18 olduğundan ve TSONUC dosyasında böyle bir sonuç olmadığından  
Uzaklık=15 ile karşılaştırılır. 18>15 olduğundan bu değer in daha seçilmesini engellemek için TSONUC  
dosyasına 6-9-8-5 değerini kaydet. Ve sonraki kayda odaklan. Kume\_i de başka kayıt kalmadığı için Kume\_i den  
çıkıyoruz. Sonraki küme ye giriyoruz.

## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume\_i cursorunu kapat.A\_i\_Dongu=0 olduğundan devam et.

Kume-k cursor'u yaratıyoruz.(Bu cursor tüm kayıtlar bitene kadar ya da A\_k\_Dongu=1 olana kadar açık kalacak)

<u>OrnekID</u>	<u>k</u>	<u>A,k</u>
1	1	1
1	2	2
1	3	3
1	4	4
1	5	6
1	6	
1	7	
1	8	
1	9	

Kume\_k nin elemanları  
A nin elemanları arasından,  
önceden bulunan i,k,l,j yani  
(7-9-8-5) elemanlarından  
farklı olanlar olarak seçilir.

A.k nin değerleri artan sırasına  
göre sıralanırsa;

Kume\_k yi yarattık.  
Şimdi ilk değere  
yani 1 'e  
odaklanabiliriz.

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin  
arasından aynı değere sahip olanlardan  
sadece birisini aldık.

A.k

k

9 yerine 1 koyarsak UzaktlikA\_k = 7-1-8-5 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.  
9 yerine 2 koyarsak UzaktlikA\_k = 7-2-8-5 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.  
9 yerine 3 koyarsak UzaktlikA\_k = 7-3-8-5 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.  
9 yerine 4 koyarsak UzaktlikA\_k = 7-4-8-5 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.  
9 yerine 6 koyarsak UzaktlikA\_k = 7-6-8-5 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.  
Kume\_k 'da kayıt kalmadığı için Kume\_k 'dan çıkıyoruz. Sonraki kümeye giriyoruz.

## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume\_k cursorunu kapat.A\_k\_Dongu=0 olduğundan devam et.

Kume-1 cursor'u yaratıyoruz.(Bu cursor tüm kayıtlar bitene kadar ya da A\_1\_Dongu=1 olana kadar açık kalacak)

OrnekID	1
1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
1	6
1	7
1	8
1	9

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin  
arasından aynı değere sahip olanlardan  
sadece birisini aldık.

A_1	1
Kume_1 nin elemanları	1
A nun elemanları arasından,	2
önceden bulunan i,k,l,j yani	3
(7-9-8-5) elemanlarından	4
farklı olanlar olarak seçilir.	6
A.1 nin değerleri artan sırasına	Kume_1 yi yaratık.
göre sıralanırsa;	Şimdi ilk değere yani 1 'e odaklanabiliriz.

A.1  
↓

- 8 yerine 1 koyarsak UzaklıkA\_1 = 7-9-1-5 : Boş olduğundan Kume\_1 deki sonraki kayda odaklan.
- 8 yerine 2 koyarsak UzaklıkA\_1 = 7-9-2-5 : Boş olduğundan Kume\_1 deki sonraki kayda odaklan.
- 8 yerine 3 koyarsak UzaklıkA\_1 = 7-9-3-5 : Boş olduğundan Kume\_1 deki sonraki kayda odaklan.
- 8 yerine 4 koyarsak UzaklıkA\_1 = 7-9-4-5 : Boş olduğundan Kume\_1 deki sonraki kayda odaklan.
- 8 yerine 6 koyarsak UzaklıkA\_1 = 7-9-6-5 : Boş olduğundan Kume\_1 deki sonraki kayda odaklan.

Kume\_1 'de kayıt kalmadığı için Kume\_1 'den çıkıyoruz. Sonraki kütmeye giriyoruz.

## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume\_1 cursorunu kapat.A\_1\_Dongu=0 olduğundan devam et.

Kume-j cursor'u yaratıyoruz.(Bu cursor tüm kayıtlar bitene kadar ya da A\_j\_Dongu=1 olana kadar açık kalacak)

OrnekID	j	A	A_j
1	1		1
1	2		2
1	3		3
1	4	A	4
1	5		6
1	6		
1	7		
1	8		
1	9		

∞

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin  
arasından aynı değere sahip olanlardan  
sadece birisini aldık.

j A\_j

5 yerine 1 koyarsak UzaklıkA\_j = 7-9-8-1 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

5 yerine 2 koyarsak UzaklıkA\_j = 7-9-8-2 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

5 yerine 3 koyarsak UzaklıkA\_j = 7-9-8-3 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

5 yerine 4 koyarsak UzaklıkA\_j = 7-9-8-4 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

5 yerine 6 koyarsak UzaklıkA\_j = 7-9-8-6 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

Kume\_j 'da kayıt kalmadığı için Kume\_j 'den çıkılır. Elde bulunan i,k,l,j yani 7-9-8-5 in tekrar seçilmesini engellemek için TSONUC dosyasına bakıyoruz, 7-9-8-5 kaydı olduğu için Kume\_j cursorunu kapatıp AA aşamasına dönerek yeni bir başlangıç hublar kümesi buluyoruz.

Kume\_j nin elemanları

A nin elemanları arasından,

önceden bulunan i,k,l,j yani

(7-9-8-5) elemanlarından

farklı olanlar olarak seçilir.

A\_j nin değerleri artan sırasına

göre sıralanırsa;

Kume\_j yi yaratık.

Şimdi ilk değere

yani 1 'e

odaklanabiliriz



## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Şu ana kadar, ilk rasgele seçilen hublar kümesinin uzaklığından daha iyi bir sonuç elde edilemediği için AA aşamasına dönülerek yeni bir hublar kümesi seçmemiz ve 1-8 aşamasını yeniden geçmemiz gerekir. İlk döngüde gerçekleşmeyen durumlar aşağıdaki gibidir.

N <sub>1</sub>	Kume_i deki A.i kayıtlarından biri i ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_i daha küçük sonuç verseydi, i yerine A_i atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_i atanacak, TSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_i döngüsünden çıkılıp, MM ye dönlülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar. Yada;
N <sub>2</sub>	Kume_k daki A.k kayıtlarından biri k ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_k daha küçük sonuç verseydi, k yerine A_k atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_k atanacak, TSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_k döngüsünden çıkılıp, MM ye dönlülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar. Yada;
N <sub>3</sub>	Kume_l daki A.l kayıtlarından biri l ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_l daha küçük sonuç verseydi, l yerine A_l atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_l atanacak, TSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_l döngüsünden çıkılıp, MM ye dönlülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar. Ya da;
N <sub>4</sub>	Kume_j daki A.j kayıtlarından biri j ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_j daha küçük sonuç verseydi, j yerine A_j atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_j atanacak, TSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_j döngüsünden çıkılıp, MM ye dönlülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar.

Sonuçta, tüm döngüler tamamlandıktan sonra bir hublar kümesi olan i,k,l,j ye ulaşılmıştır. Öyle ki, bu i,k,l,j uzaklığı TSONUC dosyasındaki en küçük uzaklık kaydına karşılık gelen i,k,l,j dir.

TSONUC dosyasındaki kayıtları sırasıyla uzaklığın , i'nin ,k'nun ,l'nin ,j'nin artan değerlerine göre sıralarsak;

SonucID	Uzaklık	i	k	l	j
7	6	2	5	4	6
5	8	2	5	7	9
9	8	5	4	6	7
4	9	5	4	6	9

PROCEDURE SP\_Rand in OrnekID = 1 için çalıştırılmasının ardından elde edilen hublar kümesi, i-k-l-j sırasıyla 2-5-4-6 olup TSONUC dosyasının içerisindeidir.

Sonraki aşamada ise PROCEDURE SP\_RandResult aşağıda açıklanacağı gibi çalıştırılır.

Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_RandResult ;

SP\_Rand ile bulunan hublar kümesi kullanılarak yola çıkar. Aşağıda gösterildiği gibi;

TSONUC dosyasından ;					
OrnekID	i	k	l	j	
1	2	5	4	6	2-5-4-6 değerleri i-k-l-j'ye atanır.

11 MinRota değerine 2-5-4-6 atanır. OrnekID = 1 için MinRotaRan değerine 2-5-4-6 yazarak Ornek dosyası güncellenir. c2Agac cursor'u yaratıyoruz.

OrnekGrupID	i	j	Cost	C.i	C.j	C.Cost
1	1	6	3	1	4	4
1	1	4	4	1	6	3
1	1	7	2	1	7	2
1	1	9	5	1	9	5
1	2	7	6	2	6	4
1	2	9	3	2	7	6
1	2	6	4	2	9	3
1	3	7	6	3	7	6
1	3	9	5	3	8	2
1	3	8	2	3	9	5
1	4	9	4	4	8	5
1	4	8	5	4	9	4
1	5	7	8	5	7	8
1	5	9	6	5	8	5
1	5	8	5	5	9	6
1	6	8	4	6	5	5
1	6	5	5	6	7	6
1	6	7	6	6	8	4
1	7	5	2	7	5	2
1	8	6	4	8	6	4
1	8	9	3	8	9	3
1	9	4	5	9	4	5
1	9	7	4	9	7	4

C'nin değerleri, sırasıyla C.i ve C.j nin artan sırasına göre sıralanır;

## Ek-2 Program Uygulama 1 (Devam) Bilgisayar Programı 1'in 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Örnek dosyasından seçilen, OrnekID=1 olduğu ve Örnek dosyasındaki ÖrnekGrupID nin 1 olduğu, yukarıdaki kayıtlar kümesi Cost dosyasından alınır.

Uzaklık	C.i	i	k	l	j	C.j	İlk kayda odaklanılır.
Uzaklık 1	1	2	5		4	4	:1-2-5-4 : 8
Uzaklık 2	1	5	4		4	4	:1-5-4-4:Boş geldiği için =1000
Uzaklık 3	1	4	6		4	4	:1-4-6-4:Boş geldiği için = 1000

Uzaklık1, Uzaklık2, Uzaklık3 arasındaki en küçük değer Uzaklık değerine atanır.

Uzaklık = 8

Uzaklık1 'in değeri seçildiği için a=2, b=5 değerleri atanır.

RotaNo 'ya 1-2-5-4 yazılır.

TRESULT dosyasına ;

ÖrnekID	RotaNo	i	k	l	j	Uzaklık	Cost	değerleri kaydedilir.
1	1-2-5-4	1	2	5	4	8	32	

Tüm kayıtlar bitene kadar c2Agac döngüsüne devam edilir.

Tüm kayıtlar bittikten sonra c2Agac döngüsü kapatılır ve

OrnekID=1 için, TResultT dosyasındaki tüm Cost değerleri toplanarak TCost'a atanır.

OrnekID=1 için Örnek dosyası, TCostRan değerine, bulunan TCost değeri atanarak güncellenir.

Tüm ÖrnekID 'ler için SP\_Rand ve SP\_RandResult prosedürleri çalıştırılır.

### FUNCTION Uzaklık

Bu fonksiyon, belirlenen ÖrnekID ve 4 nokta arasındaki uzaklığı tespit etmek için kullanılır.

dbo.Uzaklık( @ÖrnekID , @i , @k , @l , @j )

dbo.Uzaklık (1,7,9,8,5) için aşağıdaki hesaplamaları yapar.

Rota dosyasından, ÖrnekID=1 için Bas=7, Bitis=9 olduğu Uzaklık = 3 seçilir.

ÖrnekID=1 için Bas=9, Bitis=8 olduğu Uzaklık = 6 seçilir.

ÖrnekID=1 için Bas=8, Bitis=5 olduğu Uzaklık = 6 seçilir.

ve bu değerlerin toplamı (3+6+6)=15, Uzaklık değerine atanır.

## Ek-2 Bilgisayar Programı 2 SPBH-Constructive

```
CREATE PROCEDURE SP_Constructive
(@OrnekID Int)
AS
Begin
```

```
    Declare @Rand Int, @Gamma Int, @BasZaman datetime, @Sure Int
    Set @BasZaman = GetDate ()
    delete CSONUC where OrnekID = @OrnekID
    delete CRESULT where OrnekID = @OrnekID
    Set @Rand = 0
    Set @Gamma = 0
```

```
AA AA
```

```
    Set @Rand = @Rand + 1
    While (@Rand <> 6) OR (@Gamma <> 5) begin
        Declare @Dongu tinyint, @i Int, @k Int, @j Int, @SelRotaID Int
        Set @i = NULL
        Set @k = NULL
        Set @l = NULL
        Set @j = NULL
        Set @Dongu = 0
        While @Dongu <> 1 begin /*BEGIN: @Dongu = 1*/
```

1
2

```
        Set @l = (select Top 1 Bas from Rota where OrnekID = @OrnekID And Selected = 0 And Bas <> 1
                order by Uzaklik, Bas, Bitis)
```

```
        Set @SelRotaID = (select Top 1 RotaID from Rota where OrnekID = @OrnekID And Selected = 0 And Bas <> 1
                order by Uzaklik, Bas, Bitis)
        Set @k = (select Bitis from Rota
                where RotaID = @SelRotaID)
        If @SelRotaID is NULL begin
            GOTO AA
        end
```

```
        If @k is not NULL begin /* BEGIN: @k is not NULL */
            Update Rota Set Selected = 1 where RotaID = @SelRotaID
            Set @j = (select Top 1 Bitis from Rota
                    where OrnekID = @OrnekID And Bas = @k
                    order by Uzaklik, Bas, Bitis)
```

3
---

## Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```
if @i is Not NULL begin /*BEGIN : @i is Not NULL */
    Set @j = (select Top 1 Bitis from Rota
    where OrnekID = @OrnekID And Bas = @i And Bitis <> @i
    order by Uzaklik, Bas, Bitis)
    if @j is Not NULL begin /*BEGIN : @j is Not NULL */
        Declare @Uzaklik Int, @Kayit tinyint
        Set @Uzaklik = (select dbo.Uzaklik (@OrnekID,@i,@k,@l,@j))
        INSERT CSONUC (OrnekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
        VALUES (@OrnekID, @Gamma, @i, @k, @l, @j, @Uzaklik)
        MM:
        While @Gamma <> 5 begin
            Declare @A_j Int, @A_k Int, @A_l Int, @A_j_Dongu tinyint, @A_k_Dongu tinyint, @A_l_Dongu
            tinyint, @A_j_Dongu tinyint
            Set @A_j_Dongu = 0
            Set @A_k_Dongu = 0
            Set @A_l_Dongu = 0
            Set @A_j_Dongu = 0
```

## Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```

/* BEGIN : While @A_1_Dongu = 1 OR @A_k_Dongu = 1 OR @A_1_Dongu = 1 OR @A_1_Dongu = 1 */
While ((@A_1_Dongu <> 1) OR (@A_k_Dongu <> 1) OR (@A_1_Dongu <> 1) OR (@A_1_Dongu <> 1))
begin
    Declare Kume_J cursor for
    select A.I from
    (Select Distinct (Bas) I
    from Roza
    where OrmekID = @OrmekID) A
    where A.I <> @I And A.I <> @k And A.I <> @j And A.I <> @j And A.I <> 1 order by A.I
    Open Kume_J
    Fetch Next From Kume_J INTO @A_1
    While ( @@Fetch_Status = 0 ) OR (@A_1_Dongu <> 1) Begin /* BEGIN: @A_1'yi bul*/
        Declare @Uzaklika_J int
        Set @Uzaklika_J = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@A_1,@k,@I,@j))
        Set @Kayit = (select Count (*) from CSONUC where OrmekID = @OrmekID And I = @A_1
            And j = @j And k = @k And I = @I)
        if (@Uzaklika_J Is Not Null) And (@Kayit = 0) begin
            if @Uzaklika_J < @Uzaklik begin
                Set @I = @A_1
                Set @Uzaklik = @Uzaklika_J
                Set @Gamma = @Gamma + 1
                INSERT CSONUC (OrmekID,Gamma,I,k,j,Uzaklik)
                VALUES (@OrmekID, @Gamma, @I, @k, @j, @Uzaklik)
                Set @A_1_Dongu = 1
                Close Kume_J
                Deallocate Kume_J
                GOTO MM
            End else begin
                INSERT CSONUC (OrmekID,Gamma,I,k,j,Uzaklik)
                VALUES (@OrmekID, 500, @A_1, @k, @I, @j, @Uzaklika_J)
            End
        End
        Fetch Next From Kume_J INTO @A_1
        if @@Fetch_Status = -1 GOTO KK
    End /* END: @A_1'yi bul*/
KK:
    Close Kume_J
    Deallocate Kume_J

```

## Ek-2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```

if (@A_1 Dongu = 0) begin /* BEGIN RCK = 0 */
Declare Kume_k cursor for
(select A.k from
(Select Distinct (Bas) k
from Rota
where OrmekID = @OrmekID) A
where A.k <> @i And A.k <> @k And A.k <> @l And A.k <> @j order by A.k
Open Kume_k
Fetch Next From Kume_k INTO @A_k
While ((@Fetch_Status = 0) OR (@A_k_Dongu <> 1)) Begin /* BEGIN: @A_k'yi bul*/
Declare @Uzaklika_k int
Set @Uzaklika_k = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID, @i, @A_k, @l, @j))
Set @Kayit = (select Count (*) from CSONUC where OrmekID = @OrmekID And
i = @i And j = @j And k = @A_k And l = @l)
if (@Uzaklika_k Is Not Null) And (@Kayit = 0) begin
if @Uzaklika_k < @Uzaklik begin
Set @k = @A_k
Set @Uzaklik = @Uzaklika_k
Set @Gamma = @Gamma + 1
INSERT CSONUC (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
VALUES (@OrmekID, @Gamma, @i, @k, @l, @j, @Uzaklik)
Set @A_k_Dongu = 1
Close Kume_k
Deallocate Kume_k
GOTO MM
End else begin
INSERT CSONUC (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
VALUES (@OrmekID, 500, @i, @A_k, @l, @j, @Uzaklika_k)
End
End
Fetch Next From Kume_k INTO @A_k
if @Fetch_Status = -1 GOTO LL
End /* BEGIN: @A_k'yi bul*/

```

Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```

LL:
Close Kume_k
Deallocate Kume_k
if (@A_k_Dongu = 0) begin /* BEGIN RCL = 0*/
Declare Kume_j cursor for
select A.i from
(Select Distinct (Bas) I
from Rota
where OrmekID = @OrmekID) A
where A.i <> @i And A.i <> @k And A.i <> @l And A.i <> @j order by A.i
Open Kume_j
Fetch Next From Kume_j INTO @A_j
While ((@@Fetch_Status = 0) OR (@A_j_Dongu <> 1)) Begin /* BEGIN:
@A_j'yi bul*/
Declare @Uzaklika_j Int
Set @Uzaklika_j = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID, @i, @k, @A_j,
@j))
Set @Kayit = (select Count (*) from CSONUC where OrmekID =
@OrmekID And j = @j And j = @j And k = @k And l=@A_j)
if (@Uzaklika_j is Not NULL) And (@Kayit = 0) begin
if @Uzaklika_j < @Uzaklik begin
Set @i = @A_j
Set @Uzaklik = @Uzaklika_j
Set @Gamma = @Gamma + 1
INSERT CSONUC (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
VALUES (@OrmekID, @Gamma, @i, @k, @j,
@Uzaklik)
Set @A_j_Dongu = 1
Close Kume_j
Deallocate Kume_j
GOTO MM
End else begin
INSERT CSONUC (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
VALUES (@OrmekID, 500, @i, @k, @A_j, @j,
@Uzaklika_j)
End
End
Fetch Next From Kume_j INTO @A_j
if @@Fetch_Status = -1 GOTO JJ
End /* BEGIN: @A_j'yi bul*/

```



Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```

J1:
Close Kume_j
Deallocate Kume_j
if (@A_j_Dongu = 0) begin /* BEGIN RCJ = 0 */
    Declare Kume_j cursor for
    select A.j from
    (Select Distinct (Bas) j
    from Rota
    where OrmekID = @OrmekID) A
    where A.j <> @i And A.j <> @k And A.j <> @l And A.j <> @m And A.j <> @n order
    by A.j

Open Kume_j
Fetch Next From Kume_j INTO @A_j
While ((@Fetch_Status = 0) OR (@A_j_Dongu <> 1)) Begin /*
    BEGIN: @A_j'yi bul*/
    Declare @Uzaklika_j int
    Set @Uzaklika_j = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID, @i, @k,
    @l, @A_j))
    Set @Kayit=(select Count(*)from CSONUC where OrmekID
    = @OrmekID And l=@i And j=@A_j And k=@k And l=@l)
    if (@Uzaklika_j Is Not Null) And (@Kayit = 0) begin
        if @Uzaklika_j < @Uzaklik begin
            Set @j = @A_j
            Set @Uzaklik = @Uzaklika_j
            Set @Gamma = @Gamma + 1
            INSERT CSONUC
            (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
            VALUES (@OrmekID, @Gamma, @i,
            @k, @l, @j, @Uzaklik)
            Set @A_j_Dongu = 1
            Close Kume_j
            Deallocate Kume_j
            GOTO MM
        End else begin
            INSERT CSONUC
            (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
            VALUES (@OrmekID, 500, @i, @k, @l,
            @A_j, @Uzaklika_j)
        End
    End
End
    
```



## Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```

End
Fetch Next From Kume_j INTO @A_j
if @@Fetch_Status = -1 begin
  DEclare @Insert tinyInt
  Set @Insert =
  (select Count (*) from CSONUC where OrmekID
  = @OrmekID And l = @l And j = @j And k = @k
  And l=@l)
  Set @Gamma = @Gamma + 1
  if @Insert = 0 begin
    INSERT CSONUC
    (OrmekID,Gamma,i,k,j,Uzaklik)
    VALUES (@OrmekID, @Gamma, @i,
    @k, @l, @j, @Uzaklik)
  End
  Close Kume_j
  Deallocate Kume_j
  GOTO AA
end
End /* BEGIN: @A_jyi bul*/
Close Kume_j
Deallocate Kume_j
End /* END RCL = 0*/
End /* END RCK = 0*/
Set @Dongu = 1
End /* END : While @A_j_Dongu = 1 OR @A_k_Dongu = 1 OR @A_l_Dongu = 1 OR @A_i_Dongu = 1 */
Set @Gamma = 5*/
End /* END : While @Gamma = 1
Set @Dongu = 1
Set @Dongu = 0
Set @i = NULL
Set @k = NULL
Set @l = NULL
end else begin /* END: @j is not NULL */
Set @Dongu = 0
Set @i = NULL
Set @k = NULL
Set @l = NULL
end
end else begin /* END: @l is not NULL */
Set @Dongu = 0
Set @i = NULL
Set @k = NULL
end
end

```

## Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```

end else begin /* END: @k is not NULL */
Set @Dongu = 0
Set @i = NULL
end
end /*END: @Dongu = 1*/
End /*END: @Rand = 3*/
delete CSONUC where OrmekID = @OrmekID And SonucID <> (Select top 1 SonucID from CSONUC where OrmekID = @OrmekID order by Uzaklik, I, K,I,J)
Update Rota Set Selected = 0 where OrmekID = @OrmekID And Selected = 1
EXEC SP_ConstResult @OrmekID
Set @Sure = DateDiff (ms, @BasZaman, GetDate() )
Update Ormek Set SureConst = @Sure where OrmekID = @OrmekID
END GO

```

**CREATE PROCEDURE SP\_ConstResult**

(@OrmekID int)

AS

Begin

```

Declare @i int, @k int, @l int, @j int, @RotaNO varchar (1,1), @MinRota varchar (1,1), @Uzaklik int, @Cost int, @TCost int,
@Uzaklik1 int, @Uzaklik2 int, @Uzaklik3 int, @Ci int, @Cj int, @Cj tinyint, @a int, @b int
Set @OrmekID = (select OrmekID from Ormek where OrmekID = @OrmekID)
if @OrmekID is not NULL Begin
Set @i = (select l from CSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @k = (select k from CSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @l = (select l from CSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @j = (select j from CSONUC where OrmekID = @OrmekID)
Set @MinRota = Convert(varchar (2), @i) + '.' + Convert(varchar (2), @k) + '.' + Convert(varchar (2), @l) + '.' + Convert(varchar (2), @j)
Update Ormek Set MinRotaConst = @MinRota where OrmekID = @OrmekID
Declare c2Agac cursor for
select C.i, C.j, C.Cost
from Cost C, Ormek O
where O.OrmekID = @OrmekID and O.OrmekGrupID = C.OrmekGrupID
order by C.i, C.j
Open c2Agac
Fetch Next From c2Agac INTO @Ci, @Cj, @Cost
While @@Fetch_Status = 0 Begin /* BEGIN: @jyl bul*/
Set @Uzaklik1 = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@Ci,@i,@k,@Cj))
Set @Uzaklik2 = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@Ci,@k,@i,@Cj))
Set @Uzaklik3 = (select dbo.Uzaklik (@OrmekID,@Ci,@i,@j,@Cj))
Set @Uzaklik = (select top 1 A.D from ((select 1 X, ISNULL(@Uzaklik1,1000) D) UNION
(select 2 X, ISNULL(@Uzaklik2,1000) D) UNION
(select 3 X, ISNULL(@Uzaklik3,1000) D) ) A order by A.D)

```

9

10

11

12

## Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```
Set @Cj = (select top 1 A.X from
((select 1 X, ISNULL(@Uzaklik1,1000) D) UNION
(select 2 X, ISNULL(@Uzaklik2,1000) D) UNION
(select 3 X, ISNULL(@Uzaklik3,1000) D) ) A
order by A.D)

IF @Uzaklik <> 1000 Begin
  IF @Cj = 1 Begin
    Set @a = @i
    Set @b = @k
  End
  IF @Cj = 2 Begin
    Set @a = @k
    Set @b = @i
  End
  IF @Cj = 3 Begin
    Set @a = @i
    Set @b = @j
  End
  Set @RotaNo = Convert(varchar (2), @Cj) + '-' + Convert(varchar (2), @a) + '-' + Convert(varchar (2), @b) + '-' + Convert(varchar (2), @Cj)
  INSERT CRESULT (OrnekID, RotaNo, i, k, l, j, Uzaklik, Cost)
  VALUES (@OrnekID, @RotaNo, @Ci, @a, @b, @Cj, @Uzaklik, @Cost*@Uzaklik)
End
Fetch Next From c2Agac INTO @Ci, @Cj, @Cost
End /* END: @'yi bul!*/
Close c2Agac
Deallocate c2Agac
Set @TCost = (select SUM (Cost) from CRESULT where OrnekID = @OrnekID)
Update Ornek Set TCostConst = @TCost, RandVal = SRandVal where OrnekID = @OrnekID
End else
Begin
  RAISERROR ('Örnek Tanımı yapılmamış...',16,1)
  ROLLBACK TRAN
  RETURN
End
End
END
GO
```

## Ek- 2 Bilgisayar Programı 2 (Devam) SPBH-Constructive

```
CREATE FUNCTION Uzaklik  
  (@OrnekID int, @I int, @k int, @j int, @j int)  
RETURNS int  
AS  
BEGIN  
  Declare @Uzaklik int  
  Set @Uzaklik = (  
    select (select Uzaklik from Rota where OrnekID = @OrnekID and Bas= @I And Bitis = @k) +  
    (select Uzaklik from Rota where OrnekID = @OrnekID and Bas= @k And Bitis = @I) +  
    (select Uzaklik from Rota where OrnekID = @OrnekID and Bas= @I And Bitis = @j)  
  )  
  RETURN @Uzaklik  
END
```

## Ek-2 Program Uygulama 2 Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_Constructive

Algoritmaya göre, constructive (add) mantığına göre seçilmesi istenen hub kümesi, program ile adım adım aşağıdaki gibi seçilir.(1,2,3,4 aşamaları) Rand ve Gamma'ya 0 değerleri atanır.

AA Rand değeri artırılır. Rand 100 den ve Gamma 5 den farklı olana kadar bu döngüden çıkılmaz.  
i,k,l,j değerlerne 0 'atanır.

AA

OrnekID	RotaID	Bas	Bitis	Uzaklik	Selected		Uzaklik	Bas	Bitis	RotaID	
1	1	1	2	4	0	OrnekID=1 için	i	1	5	4	9
1	2	1	3	2	0	Rota dosyasından	2	2	4	4	
1	3	1	4	7	0	alınan soldaki	2	4	6	8	
1	4	2	4	2	0	değerler içerisinde	2	5	7	10	
1	5	2	5	3	0	Selected=0 olduğu	3	2	5	5	
1	6	3	4	6	0	Bas'ın 1 den farklı	3	3	6	7	
1	7	3	6	3	0	olduğu değerler	3	7	9	13	
1	8	4	6	2	0	alınarak sırasıyla	4	8	7	15	
1	9	5	4	1	0	Uzaklik,Bas, Bitis	5	6	7	11	
1	10	5	7	2	0	değerlerinin artan	6	3	4	6	
1	11	6	7	5	0	sırasına göre sağdaki	6	6	9	12	
1	12	6	9	6	0	gibi sıralanıp en	6	8	5	14	
1	13	7	9	3	0	baştaki Bas değeri	6	9	8	16	
1	14	8	5	6	0	i'ye atanıp,en baştaki					
1	15	8	7	4	0	RotaID değeri					
1	16	9	8	6	0	SelRotaID'ye atanır.					
							i=5				
							SelRotaID=9				

2 RotaID nin SelRotaID olduğu kayıttaki  
Bitis değeri k'ya atanır.

Bitis RotaID

k 4 9

SelRotaID boş olsaydı AA  
aşamasına dönülecekti.

Boş olmadığı için devam ediyoruz.

Eğer k boş değil ise (Bu örnek için boş değil) Rota'nın SelRotaID olduğu kayıttaki Selected 'e 1 atanır.(RotaID=9 için Selected=1 oldu.Bir dahaki döngüde bu kaydı seçmeyeceğiz.)

## Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

3	Bas'ın sadece 4 olduğu olduğu RotaID 'ler için l aşağıdaki gibi bulunur.				Uzakli			
	OrnekID	Bas	Bitis	Uzaklik	k	Bas	Bitis	
	1	4	6	2	1	2	4	6

OrnekID=1 için soldaki değerler alınarak ,sırasıyla Uzaklik, Bas, Bitis değerlerinin artan sırasına göre sağdaki gibi sıralanıp en baştaki Bitis değeri l 'ye atanır.

Eğer l boş değil ise (Bu örnek için boş değil)

4	Bas'ın sadece 6 olduğu ve Bitis'in 5den farklı olduğu RotaID 'ler için j aşağıdaki gibi bulunur.				UzaklikBas Bitis		
	OrnekID	Bas	Bitis	Uzaklik	j	Bas	Bitis
	1	6	7	5	5	6	7
	1	6	9	6	6	6	9

OrnekID=1 için soldaki değerler alınarak ,sırasıyla Uzaklik, Bas, Bitis değerlerinin artan sırasına göre sağdaki gibi sıralanıp en baştaki Bitis değeri j 'ye atanır.

Eğer j boş değil ise (Bu Örnek için boş değil) aşağıdakiler yapılır. j boş ise 1 aşamasına geri dönlür. (i,k,l,j değerleri boşaltılır)

5-4-6-7 uzaklığı bulunur. Değerler yine Rota dosyasından Function Uzaklik yardımıyla bulunur:

Rota	Uzaklik
5-4	1
4-6	2
6-7	5
<b>Toplam</b>	<b>8</b>

Kısır döngüyü engellemek için CSONUC dosyasında 5-4-6-7 değerleri kaydedilir.

MM Heuristic yaklaşımı anlatan döngü'ye giriliyor.  
Gamma 5 olana kadar bu döngüden çıkılmaz.

## Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume-i cursor'u yaratıyoruz. (Bu cursor tüm kayıtlar bitene kadar ya da A\_i\_Donguy=1 olana kadar açık kalacak)

OrnekID	i	A <sub>i</sub>
1	1	2
1	2	3
1	3	8
1	4	9
1	5	
1	6	
1	7	
1	8	
1	9	

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin  
arasından aynı değere sahip olanlardan  
sadece birisini aldık.

i ↓  
A<sub>i</sub> ↓

5 yerine 2 koyarsak UzaklıkA<sub>i</sub> = 2-4-6-7=9 olduğundan ve CSONUC dosyasında böyle bir kayıt olmadığından Uzaklık=8 ile karşılaştırılır. 9>8 olduğundan bu değer bir daha seçilmesini engellemek için CSONUC dosyasına 2-4-6-7 değeri kaydedilir. Sonraki kayda odaklanılır.

5 yerine 3 koyarsak UzaklıkA<sub>i</sub> = 3-4-6-7 : 13 olduğundan ve CSONUC dosyasında böyle bir kayıt olmadığından Uzaklık=8 ile karşılaştırılır. 13>8 olduğundan bu değer bir daha seçilmesini engellemek için CSONUC dosyasına 3-4-6-7 değeri kaydedilir. Sonraki kayda odaklanılır.

5 yerine 8 koyarsak UzaklıkA<sub>i</sub> = 8-4-6-7: Boş olduğundan Kume<sub>i</sub> deki sonraki kayda odaklan.

5 yerine 9 koyarsak UzaklıkA<sub>i</sub> = 9-4-6-7:Boş olduğundan Kume<sub>i</sub> deki sonraki kayda odaklan.

Kume<sub>i</sub> 'da kayıt kalmadığı için Kume<sub>i</sub> 'dan çıkıyoruz. Sonraki kümeye giriyoruz.

Kume<sub>i</sub> yi yarattık.  
Şimdi ilk değere  
yani 2'ye  
odaklanabiliriz



## Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume\_i cursorunu kapat.A\_i\_Dongu=0 olduğundan devam et.

ÖrnekID	k	Kume_k nin elemanları	A_k
1	1	A nin elemanları arasından,	1
1	2	önceden bulunan i,k,l,j yani	2
1	3	(5-4-6-7) elemanlarından	3
1	4	farklı olanlar olarak seçilir.	8
1	5	A.k nin degerleri artan sırasına	9
1	6	göre sıralanırrsa;	Kume_k yi yarattık.
1	7		Şimdi ilk değere
1	8		yani 1 'e odaklanabiliriz.
1	9		

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin

arasından aynı değere sahip olanlardan

sadece birisini aldık.

A.k

4 yerine 1 koyarsak UzaklıkA\_k = 5-1-6-7: Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.

4 yerine 2 koyarsak UzaklıkA\_k = 5-2-6-7 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.

4 yerine 3 koyarsak UzaklıkA\_k =5-3-6-7 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.

4 yerine 8 koyarsak UzaklıkA\_k = 5-8-6-7 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.

4 yerine 9 koyarsak UzaklıkA\_k = 5-9-6-7 : Boş olduğundan Kume\_k deki sonraki kayda odaklan.

Kume\_k 'da kayıt kalmadığı için Kume\_k 'dan çıkıyoruz. Sonraki kümeye giriyoruz.

## Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume\_k cursorunu kapat.A\_k\_Dongu=0 olduğundan devam et.

Kume-1 cursor'u yaratıyoruz.(Bu cursor tüm kayıtlar bitene kadar ya da A\_1\_Dongu=1 olana kadar açık kalacak)

OrnekID	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A_1
						A						1
												2
												3
												8
												9
												Kume_1 yi yarattık.
												Şimdi ilk degere
												yani 1 'e
												odaklanabiliriz.

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin  
arasından aynı değere sahip olanlardan  
sadece birisini aldık.

1	A_1
↓	
↓	
6 yerine 1 koyarsak	UzaklikA_1 = 5-4-1-7 : Boş olduğundan Kume_1 deki sonraki kayda odaklan.
6 yerine 2 koyarsak	UzaklikA_1 = 5-4-2-7: Boş olduğundan Kume_1 deki sonraki kayda odaklan.
6 yerine 3 koyarsak	UzaklikA_1 = 5-4-3-7 : Boş olduğundan Kume_1 deki sonraki kayda odaklan.
6 yerine 8 koyarsak	UzaklikA_1 = 5-4-8-7 : Boş olduğundan Kume_1 deki sonraki kayda odaklan.
6 yerine 9 koyarsak	UzaklikA_1 = 5-4-9-7 : Boş olduğundan Kume_1 deki sonraki kayda odaklan.
Kume_1 'de kayıt kalmadığı için	Kume_1 'den çıkıyoruz. Sonraki kümeye giriyoruz.

## Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Kume\_1 cursorunu kapat.A\_1\_Dongu=0 olduğundan devam et.

Kume-j cursor'u yaratıyoruz.(Bu cursor tüm kayıtlar bitene kadar ya da A\_j\_Dongu=1 olana kadar açık kalacak)

OrnekID	j	A_j
1	1	1
1	2	2
1	3	3
1	4	8
1	5	9
1	6	Kume_j yi yaratık.
1	7	Şimdi ilk değere
1	8	yani 1 'e odaklanabiliriz.
1	9	

Rota dosyasındaki Bas değerlerinin  
arasından aynı değere sahip olanlardan  
sadece birisini aldık.

A\_j

7 yerine 1 koyarsak UzaklıkA\_j = 5-4-6-1 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

7 yerine 2 koyarsak UzaklıkA\_j = 5-4-6-2 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

7 yerine 3 koyarsak UzaklıkA\_j = 5-4-6-3 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

7 yerine 8 koyarsak UzaklıkA\_j = 5-4-6-8 : Boş olduğundan Kume\_j deki sonraki kayda odaklan.

7 yerine 9 koyarsak UzaklıkA\_j = 5-4-6-9= 9 olduğundan ve CSONUC dosyasında böyle bir kayıt olmadığından  
Uzaklık=8 ile karşılaştırılır. 9>8 olduğundan bu değer bir daha seçilmesini engellemek için CSONUC  
dosyasına  
5-4-6-9 değeri kaydedilir.Sonraki kayda odaklanılır.Kume\_j 'da kayıt kalmadığı için Kume\_j 'den çıkıyoruz.  
Kume\_j cursorunu kapatıp AA aşamasına dönerek yeni bir başlangıç hublar kümesi buluyoruz.

## Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

Şu ana kadar, ilk rasgele seçilen hublar kümesinin uzaklığından daha iyi bir sonuç elde edilemediği için AA aşamasına dönülerek yeni bir hublar kümesi seçmemiz ve 1-8 aşamasını yeniden geçmemiz gerekir. İlk döngüde gerçekleşmeyen durumlar aşağıdaki gibidir.

N <sub>1</sub>	Kume_i daki A.i kayıtlarından biri i ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_i daha küçük sonuç verseydi, i yerine A_i atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_i atanacak, CSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_i döngüsünden çıkılıp, MM ye dönülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar. Ya da;
N <sub>2</sub>	Kume_k daki A.k kayıtlarından biri k ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_k daha küçük sonuç verseydi, k yerine A_k atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_k atanacak, CSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_k döngüsünden çıkılıp, MM ye dönülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar. Ya da;
N <sub>3</sub>	Kume_l daki A.l kayıtlarından biri l ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_l daha küçük sonuç verseydi, l yerine A_l atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_l atanacak, CSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_l döngüsünden çıkılıp, MM ye dönülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar. Ya da;
N <sub>4</sub>	Kume_j daki A.j kayıtlarından biri j ile yer değiştirdiğinde, UzaklıkA_j daha küçük sonuç verseydi, j yerine A_j atanacak, Uzaklık yerine UzaklıkA_j atanacak, CSONUC dosyasına bu kayıt eklenecek, Gamma 1 arttırılacak, Kume_j döngüsünden çıkılıp, MM ye dönülecek ve devam edilecekti. Gamma:5 olana kadar.

Sonuçta, tüm döngüler tamamlandıktan sonra bir hublar kümesi olan i,k,l,j ye ulaşılmıştır. Öyle ki, bu i,k,l,j uzaklığı CSONUC dosyasındaki en küçük uzaklık kaydına karşılık gelen i,k,l,j dir.

CSONUC dosyasındaki kayıtları sırasıyla uzaklığın , i'nin ,k'nin ,l'nin ,j 'nin artan değerlerine göre sıralarsak;

SonucID	Uzaklık	i	k	l	j
7	6	2	5	4	6
5	8	2	5	7	9
1	8	5	4	6	7
4	9	5	4	6	9

Sonraki aşamada işe yaramayacak olan bu kayıtların tamamı silinir.

PROCEDURE SP\_Constructive' in OrnekID = 1 için çalıştırılmasının ardından elde edilen hublar kümesi, i-k-l-j sırasıyla 2-5-4-6 olup CSONUC dosyasının içerisinde dir.  
Sonraki aşamada ise PROCEDURE SP\_ConstResult aşağıda açıklanacağı gibi çalıştırılır.

Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

OrnekID=1 ; PROCEDURE SP\_ConstResult ;

SP\_Constructive ile bulunan hublar kümesi kullanılarak yola çıkarılır. Aşağıda gösterildiği gibi;

CSONUC dosyasından ;		2-5-4-6 degerleri i-k-l-j 'ye atanır.						
OrnekID	i	k	l	j	Cost	C.i	C.j	C.Cost
1	2	5	4	6	3	1	4	4
11	1	1	6	3	4	1	6	3
1	1	4	4	4	2	1	7	2
1	1	7	7	5	5	1	9	5
1	1	9	9	6	6	2	6	4
1	2	7	7	3	3	2	7	6
1	2	9	9	4	4	2	9	3
1	2	6	7	6	6	3	7	6
1	3	7	7	5	5	3	8	2
1	3	9	9	2	2	3	9	5
1	3	8	8	4	4	3	8	5
1	4	9	9	4	4	4	9	5
1	4	8	8	5	5	4	8	4
1	5	7	7	8	8	5	7	8
1	5	9	9	6	6	5	8	5
1	5	8	8	5	5	5	9	6
1	6	8	8	4	4	6	5	5
1	6	5	5	5	5	6	7	6
1	6	7	7	6	6	6	8	4
1	7	5	5	2	2	7	5	2
1	8	6	6	4	4	8	6	4
1	8	9	9	3	3	8	9	3
1	9	4	4	5	5	9	4	5
1	9	7	7	4	4	9	7	4

C 'nin degerleri, sirasiyla C.i ve C.j nin artan sirasina göre siralanirsa;

## Ek-2 Program Uygulama 2 (Devam) Bilgisayar Programı 2'nin 1. Örnek İçin Çalışma Aşamaları

İlk kayda odaklanılır.

Örnek dosyasından seçilen, OrnekID=1 olduğu ve Örnek dosyasındaki ÖrnekGrupID nin 1 olduğu, yukarıdaki kayıtlar kümesi Cost dosyasından alınır.

	<u>C.i</u>	<u>i</u>	<u>k</u>	<u>l</u>	<u>j</u>	<u>C.j</u>
Uzaklık 1	1	2	5	4	4	:1-2-5-4 : 8
Uzaklık 2	1	4	5	4	4	:1-5-4-4:Boş geldiği için=1000
Uzaklık 3	1	4	4	6	4	:1-4-6-4:Boş geldiği için=1000

Uzaklılık1 , Uzaklık2 , Uzaklık3 arasındaki en küçük değer Uzaklık değerine atanır.

Uzaklık = 8

Uzaklık1 ' in değeri seçildiği için a=2 , b=5 değerleri atanır.

RotaNo ' ya 1-2-5-4 yazılır.

CRESULT dosyasına ;

<u>OrnekID</u>	<u>RotaNo</u>	<u>i</u>	<u>k</u>	<u>l</u>	<u>j</u>	<u>Uzaklık</u>	<u>Cost</u>	değerler i kaydedilir.
1	1-2-5-4	1	2	5	4	8	32	

Tüm kayıtlar bitene kadar c2Agac döngüsüne devam edilir.

Tüm kayıtlar bittikten sonra c2Agac döngüsünü kapat ve

OrnekID=1 için, CRESULT dosyasındaki tüm Cost değerleri toplanarak TCost'a atanır.

OrnekID=1 için Örnek dosyası, TCostConst değerine, bulunan TCost değeri atanarak güncellenir.

Tüm OrnekID 'ler için SP\_Constructive ve SP\_ConstResult prosedürleri çalıştırılır.

### FUNCTION Uzaklık

Bu fonksiyon, belirlenen OrnekID ve 4 nokta arasındaki uzaklığı tespit etmek için kullanılır.

dbo.Uzaklık( @OrnekID , @i , @k , @l , @j )

dbo.Uzaklık (1,5,4,6,7) için aşağıdaki hesaplamaları yapar.

Rota dosyasından , OrnekID=1 için Bas=5 , Bitis=4 olduğu Uzaklık = 1 seçilir.

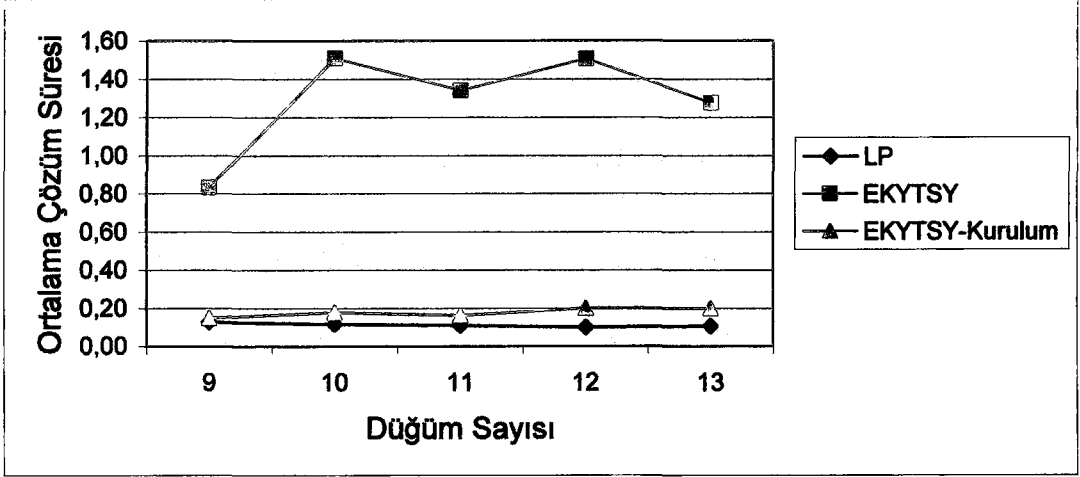
OrnekID=1 için Bas=4 , Bitis=6 olduğu Uzaklık = 2 seçilir.

OrnekID=1 için Bas=6 , Bitis=7 olduğu Uzaklık = 5 seçilir.

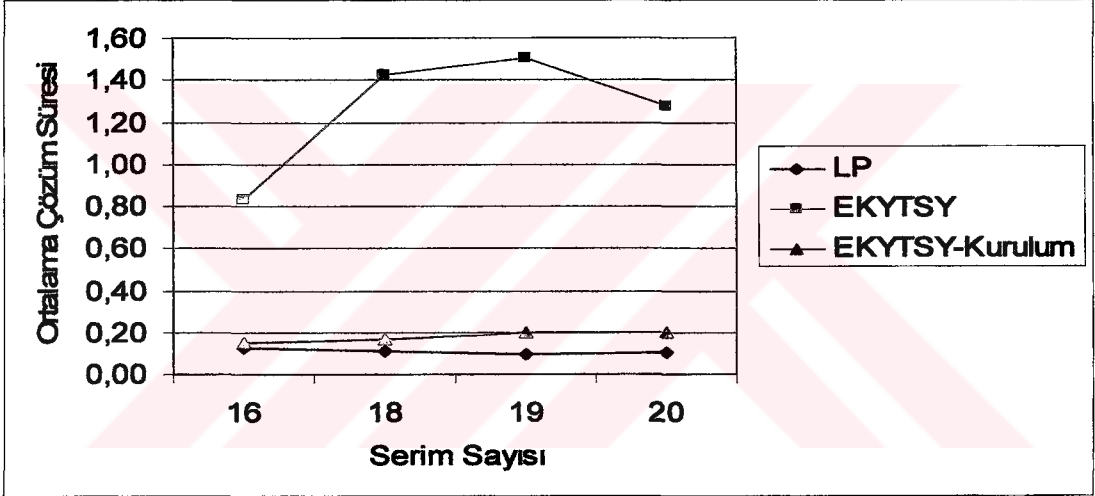
ve bu değerlerin toplamı (1+2+5)=8 , Uzaklık değerine atanır.

EK-2 Çizelge 4 Her Ağdaki Farklı Örneklerin Çözüm Sürelerinin Ortalaması, Standart Sapması, En Küçük ve En Büyük Değerleri (3 Farklı Yöntem İçin)

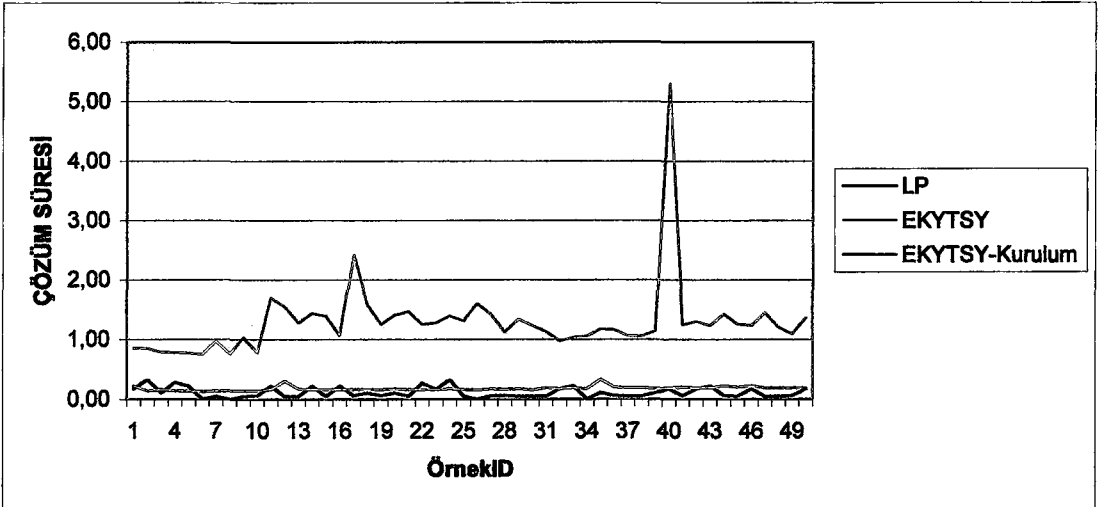
	SEZGİSEL YAKLAŞIMLAR											
	OPTİMAL				EKYTSY (SPBH)				EKYTSY-Kurulum (SPBH-Constructive)			
	ORTALAMA	STANDART SAPMA	EN BÜYÜK DEĞER	EN KÜÇÜK DEĞER	ORTALAMA	STANDART SAPMA	EN BÜYÜK DEĞER	EN KÜÇÜK DEĞER	ORTALAMA	STANDART SAPMA	EN BÜYÜK DEĞER	EN KÜÇÜK DEĞER
1.AĞ (için çözüm süresi)	0,13	0,12	0,33	0,00	0,83	0,10	1,03	0,75	0,15	0,03	0,22	0,13
2.AĞ (için çözüm süresi)	0,12	0,08	0,22	0,05	1,51	0,37	2,42	1,07	0,18	0,05	0,31	0,16
3.AĞ (için çözüm süresi)	0,11	0,11	0,33	0,00	1,34	0,14	1,60	1,12	0,16	0,01	0,17	0,15
4.AĞ (için çözüm süresi)	0,10	0,07	0,22	0,05	1,51	1,33	5,30	0,97	0,20	0,05	0,33	0,17
5.AĞ (için çözüm süresi)	0,11	0,07	0,22	0,05	1,28	0,11	1,44	1,09	0,20	0,01	0,22	0,19



Ek-2 Şekil 1 Örneklerin Çözüm Sürelerinin Düğüm Sayılarına Göre Değişimi



Ek-2 Şekil 2 Örneklerin Çözüm Sürelerinin Serim Sayılarına Göre Değişimi



Ek-2 Şekil 3 Her Çözüm Yöntemi İçin Örneklerin Çözüm Süreleri



## Ek-2 Kodlama 1 ÖrnekID= 1 için Doğrusal Programlama Kodlaması

MIN

$$32 X_{1254} + 18 X_{1257} + 20 X_{1367} + 28 X_{1467} + 55 X_{1369} +$$

$$75 X_{1469} + 54 X_{2467} + 30 X_{2469} + 24 X_{2579} + 24 X_{2546} +$$

$$78 X_{3467} + 70 X_{3469} + 55 X_{3679} + 64 X_{5467} + 54 X_{5469} + 36X_{8546} ;$$

SUBJECT TO

$$H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 = 4 ;$$

$$X_{1254} = 1 ;$$

$$X_{1257} + X_{1367} + X_{1467} = 1 ;$$

$$X_{1369} + X_{1469} = 1 ;$$

$$X_{2467} = 1 ;$$

$$X_{2469} + X_{2579} = 1 ;$$

$$X_{2546} = 1 ;$$

$$X_{3467} = 1 ;$$

$$X_{3469} + X_{3679} = 1 ;$$

$$X_{5467} = 1 ;$$

$$X_{5469} = 1 ;$$

$$X_{8546} = 1 ;$$

$$X_{1254} \leq H_2 ;$$

$$X_{1257} \leq H_2 ;$$

$$X_{1367} \leq H_3 ;$$

$$X_{1369} \leq H_3 ;$$

$$X_{1469} \leq H_4 ;$$

$$X_{2467} \leq H_4 ;$$

$$X_{2469} \leq H_4 ;$$

$$X_{2579} \leq H_5 ;$$

$$X_{2546} \leq H_5 ;$$

$$X_{3467} \leq H_4 ;$$

$$X_{3469} \leq H_4 ;$$

$$X_{3679} \leq H_6 ;$$

$$X_{5467} \leq H_4 ;$$

$$X_{5469} \leq H_4 ;$$

$$X_{8546} \leq H_5 ;$$

## Ek-2 Kodlama 1 (Devam) ÖrnekID= 1 için Doğrusal Programlama Kodlaması

X1254  $\leq$  H5 ;

X1257  $\leq$  H5 ;

X1367 + X1467  $\leq$  H6 ;

X1369 + X1469  $\leq$  H6 ;

X2467  $\leq$  H6 ;

X2469  $\leq$  H6 ;

X2579  $\leq$  H7 ;

X2546  $\leq$  H4 ;

X3467  $\leq$  H6 ;

X3469  $\leq$  H6 ;

X3679  $\leq$  H7 ;

X5467  $\leq$  H6 ;

X5469  $\leq$  H6 ;

X8546  $\leq$  H4 ;

X1257  $\geq$  0 ;

X1367  $\geq$  0 ;

X1467  $\geq$  0 ;

X1369  $\geq$  0 ;

X1469  $\geq$  0 ;

X2469  $\geq$  0 ;

X2579  $\geq$  0 ;

X3469  $\geq$  0 ;

X3679  $\geq$  0 ;

INTEGER

H1 ;

H2 ;

H3 ;

H4 ;

H5 ;

H6 ;

H7 ;

H8 ;

H9 ;

END.



Ek-3 Çizelge 2 20 Örnek İçin Karşılaştırmalı Sonuçlar

Örnek No:	1. Bölge için (toplam talep)/ oranı (1 birim ağı)	2. Bölge için (toplam talep)/ oranı (1 birim ağı)	Oranın büyük olduğu bölge	(Büyük oran)/(Küçük oran)	Taramanın başlamasının tahmin edildiği bölge	Azalan Ağırlı Yöntemi ile Genel Atama bulunan toplam rota mesafesi	Artan Ağırlı Yöntemi ile Genel Atama bulunan toplam rota mesafesi	Taramanın başladığı bölge	Seçilen Yöntem ile Eilde Edilen iyileştirme	İyileştirme Oranı
1	206,18	283,09	2	1,37	2	169,24	166,70	2	2,54	0,02
2	268,92	266,30	1	1,01	1	157,87	157,87	1	0,00	0,00
3	164,67	384,45	2	2,33	1	146,78	146,78	1	0,00	0,00
4	275,72	216,44	1	1,27	1	176,49	170,97	2	-5,51	-0,03
5	444,78	173,40	1	2,57	2	172,80	181,60	1	-8,80	-0,05
6	377,62	202,37	1	1,87	2	162,88	162,62	2	0,26	0,00
7	434,05	202,84	1	2,14	2	147,56	136,95	2	10,61	0,07
8	234,45	279,24	2	1,19	2	159,60	156,32	2	3,28	0,02
9	542,23	235,75	1	2,30	2	166,10	142,39	2	23,71	0,14
10	269,98	236,37	1	1,14	1	168,25	173,81	1	5,55	0,03
11	416,64	259,29	1	1,61	1	180,21	180,21	1	0,00	0,00
12	247,85	480,36	2	1,94	1	195,60	222,27	1	26,66	0,12
13	249,80	286,27	2	1,15	2	161,32	168,62	1	-7,30	-0,04
14	319,14	325,13	2	1,02	2	153,43	152,33	2	1,10	0,01
15	211,59	502,21	2	2,37	1	171,51	174,67	1	3,16	0,02
16	258,84	555,56	2	2,15	1	170,36	172,85	1	2,49	0,01
17	261,21	331,12	2	1,27	2	174,19	171,73	2	2,46	0,01
18	271,50	508,28	2	1,87	1	197,51	223,38	1	25,87	0,12
19	329,35	247,08	1	1,33	1	186,75	183,70	2	-3,05	-0,02
20	271,19	274,64	2	1,01	2	179,60	183,52	1	-3,91	-0,02

Ortalama pozitif geliştirme

0,052

Ortalama negatif etki

-0,032

Ek-3 Çizelge 3 1. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	0	12	48	1,57
MÜSTERİ 2	6	5	36	0,69
MÜSTERİ 3	7	15	43	1,13
MÜSTERİ 4	9	12	92	0,93
MÜSTERİ 5	15	3	57	0,20
MÜSTERİ 6	20	0	16	0,00
MÜSTERİ 7	17	-2	56	-0,12
MÜSTERİ 8	7	-4	30	-0,52
MÜSTERİ 9	1	-6	57	-1,41
MÜSTERİ 10	15	-6	47	-0,38
MÜSTERİ 11	20	-7	91	-0,34
MÜSTERİ 12	7	-9	55	-0,91
MÜSTERİ 13	2	-15	38	-1,44

Ek-3 Çizelge 4 1. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-3-4-DM	38,22	183
2	DM-2-5-6-DM	42,86	109
3	DM-7-11-10 DM	44,20	194
4	DM-8-12-9-13-DM	43,96	180
	<b>TOPLAM</b>	<b>169,24</b>	<b>666</b>

Ek-3 Çizelge 5 1. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-13-9-12-DM	42,30	150
2	DM-8-10-11-DM	42,60	168
3	DM-7-6-5-2- DM	43,58	165
4	DM-4-3-1-DM	38,22	183
	<b>TOPLAM</b>	<b>166,70</b>	<b>666</b>

Ek-3 Çizelge 6 2. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	7	15	43	1,13
MÜSTERİ 2	9	15	25	1,03
MÜSTERİ 3	6	7	90	0,86
MÜSTERİ 4	4	3	10	0,64
MÜSTERİ 5	6	12	52	1,11
MÜSTERİ 6	15	1	55	0,07
MÜSTERİ 7	14	0	30	0,00
MÜSTERİ 8	16	-2	43	-0,12
MÜSTERİ 9	11	-6	38	-0,50
MÜSTERİ 10	9	-2	94	-0,22
MÜSTERİ 11	7	-9	46	-0,91
MÜSTERİ 12	2	-15	62	-1,44
MÜSTERİ 13	7	-4	70	-0,52

Ek-3 Çizelge 7 2. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-5-2-DM	41,45	120
2	DM-3-4-6-7-DM	40,29	185
3	DM-8-10-9 DM	40,13	175
4	DM-13-11-12-DM	36,01	178
	<b>TOPLAM</b>	<b>157,87</b>	<b>658</b>

Ek-3 Çizelge 8 2. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-12-11-13-DM	36,01	178
2	DM-9-10-8-DM	40,13	175
3	DM-7-6-4-3- DM	40,29	185
4	DM-2-5-1-DM	41,45	120
	<b>TOPLAM</b>	<b>157,87</b>	<b>658</b>

Ek-3 Çizelge 9 3. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	0	11	45	1,57
MÜSTERİ 2	5	4	30	0,67
MÜSTERİ 3	6	14	60	1,17
MÜSTERİ 4	8	13	40	1,02
MÜSTERİ 5	9	10	30	0,84
MÜSTERİ 6	12	-6	44	-0,46
MÜSTERİ 7	13	-3	29	-0,23
MÜSTERİ 8	18	-3	62	-0,17
MÜSTERİ 9	2	-6	76	-1,25
MÜSTERİ 10	14	-8	91	-0,52
MÜSTERİ 11	12	-8	48	-0,59
MÜSTERİ 12	11	-9	55	-0,69
MÜSTERİ 13	7	-15	50	-1,13

Ek-3 Çizelge 10 3. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-3-4-5-DM	36,56	175
2	DM-2-8-7-DM	39,51	121
3	DM-6-10-11- DM	32,67	183
4	DM-12-13-9-DM	38,04	181
	<b>TOPLAM</b>	<b>146,78</b>	<b>660</b>

Ek-3 Çizelge 11 3.Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-9-13-12-DM	38,04	181
2	DM-11-10-6-DM	32,67	183
3	DM-7-8-2- DM	39,51	121
4	DM-5-4-3-1-DM	36,56	175
	<b>TOPLAM</b>	<b>146,78</b>	<b>660</b>

Ek-3 Çizelge 12 4. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	0	15	43	1,57
MÜSTERİ 2	7	6	90	0,71
MÜSTERİ 3	8	14	50	1,05
MÜSTERİ 4	12	9	45	0,64
MÜSTERİ 5	20	0	67	0,00
MÜSTERİ 6	12	-1	71	-0,08
MÜSTERİ 7	20	-8	38	-0,38
MÜSTERİ 8	1	-12	27	-1,49
MÜSTERİ 9	20	-5	31	-0,24
MÜSTERİ 10	14	-3	40	-0,21
MÜSTERİ 11	12	-1	90	-0,08
MÜSTERİ 12	11	-4	50	-0,35
MÜSTERİ 13	7	-4	28	-0,52

Ek-3 Çizelge 13 4. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-3-2-DM	40,34	183
2	DM-4-5-6-DM	47,15	183
3	DM-11-10-12- DM	29,74	180
4	DM-9-7-13-8-DM	59,26	124
	<b>TOPLAM</b>	<b>176,49</b>	<b>670</b>

Ek-3 Çizelge 14 4.Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-8-13-12-DM	37,75	105
2	DM-7-9-10-11-DM	45,74	199
3	DM-6-5-4- DM	47,15	183
4	DM-2-3-1-DM	40,34	183
	<b>TOPLAM</b>	<b>170,97</b>	<b>670</b>



Ek-3 Çizelge 15 5. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	8	10	60	0,90
MÜSTERİ 2	7	20	91	1,23
MÜSTERİ 3	9	12	47	0,93
MÜSTERİ 4	6	8	39	0,93
MÜSTERİ 5	15	4	57	0,26
MÜSTERİ 6	12	9	98	0,64
MÜSTERİ 7	13	6	41	0,43
MÜSTERİ 8	14	0	29	0,00
MÜSTERİ 9	11	-6	32	-0,50
MÜSTERİ 10	7	-8	58	-0,85
MÜSTERİ 11	4	-10	40	-1,19
MÜSTERİ 12	14	-14	20	-0,79
MÜSTERİ 13	2	-16	60	-1,45

Ek-3 Çizelge 16 5. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-2-3-4-DM	44,44	177
2	DM-1-6-7-DM	34,41	199
3	DM-5-8-9- DM	38,89	118
4	DM-12-10-11-13-DM	55,07	178
	<b>TOPLAM</b>	<b>172,80</b>	<b>672</b>

Ek-3 Çizelge 17 5. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER- DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-13-11-10-12-DM	55,07	178
2	DM-9-8-5-DM	38,89	118
3	DM-7-6-1- DM	34,41	199
4	DM-3-4-2-DM	53,23	177
	<b>TOPLAM</b>	<b>181,60</b>	<b>672</b>

Ek-3 Çizelge 18 6. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	6	5	67	0,69
MÜSTERİ 2	7	15	94	1,13
MÜSTERİ 3	12	9	98	0,64
MÜSTERİ 4	8	9	41	0,84
MÜSTERİ 5	11	0	58	0,00
MÜSTERİ 6	9	0	57	0,00
MÜSTERİ 7	14	-3	93	-0,21
MÜSTERİ 8	11	-8	40	-0,63
MÜSTERİ 9	2	-16	32	-1,45
MÜSTERİ 10	15	-6	29	-0,38
MÜSTERİ 11	7	-9	20	-0,91
MÜSTERİ 12	4	-3	12	-0,64
MÜSTERİ 13	5	-7	24	-0,95

Ek-3 Çizelge 19 6. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-2-1-DM	34,41	161
2	DM-4-3-6-DM	34,53	196
3	DM-5-7- DM	29,56	151
4	DM-10-8-12-11-13-9-DM	64,38	157
	<b>TOPLAM</b>	<b>162,88</b>	<b>665</b>

Ek-3 Çizelge 20 6. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-9-13-11-12-8-DM	57,35	128
2	DM-10-7-5-DM	34,56	180
3	DM-6-1-4- DM	31,34	165
4	DM-3-2-DM	39,36	192
	<b>TOPLAM</b>	<b>162,62</b>	<b>665</b>

Ek-3 Çizelge 21 7. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	8	14	36	1,05
MÜSTERİ 2	12	9	22	0,64
MÜSTERİ 3	17	6	54	0,34
MÜSTERİ 4	14	9	67	0,57
MÜSTERİ 5	13	7	43	0,49
MÜSTERİ 6	10	6	74	0,54
MÜSTERİ 7	4	9	57	1,15
MÜSTERİ 8	7	-8	49	-0,85
MÜSTERİ 9	11	-9	77	-0,69
MÜSTERİ 10	13	-12	43	-0,75
MÜSTERİ 11	6	-6	51	-0,79
MÜSTERİ 12	2	-7	42	-1,29
MÜSTERİ 13	5	-8	15	-1,01

Ek-3 Çizelge 22 7. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-7-1-6-DM	36,16	167
2	DM-2-4-5-3-DM	41,39	186
3	DM-9- DM	28,43	77
4	DM-10-11-8-13-12-DM	41,59	200
	<b>TOPLAM</b>	<b>147,56</b>	<b>630</b>

Ek-3 Çizelge 23 7. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-12-13-8-11-DM	23,16	157
2	DM-10-9-DM	35,51	120
3	DM-3-5-6- DM	36,98	171
4	DM-4-2-1-7-DM	41,30	182
	<b>TOPLAM</b>	<b>136,95</b>	<b>630</b>

Ek-3 Çizelge 24 8. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	8	7	56	0,72
MÜSTERİ 2	7	9	16	0,91
MÜSTERİ 3	12	4	43	0,32
MÜSTERİ 4	9	16	38	1,06
MÜSTERİ 5	4	20	41	1,37
MÜSTERİ 6	3	14	57	1,36
MÜSTERİ 7	6	0	71	0,00
MÜSTERİ 8	17	-6	29	-0,34
MÜSTERİ 9	20	-8	36	-0,38
MÜSTERİ 10	7	-14	41	-1,11
MÜSTERİ 11	1	-7	72	-1,43
MÜSTERİ 12	15	-11	90	-0,63
MÜSTERİ 13	2	-12	60	-1,41

Ek-3 Çizelge 25 8. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-5-6-4-2-DM	51,49	152
2	DM-1-3-7-DM	28,84	170
3	DM-8-9-12- DM	46,07	155
4	DM-10-13-11-DM	33,21	173
	<b>TOPLAM</b>	<b>159,60</b>	<b>650</b>

Ek-3 Çizelge 26 8. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-11-13-DM	24,34	132
2	DM-10-12-9-8-DM	51,66	196
3	DM-7-3-1- DM	28,84	170
4	DM-2-4-6-5-DM	51,49	152
	<b>TOPLAM</b>	<b>156,32</b>	<b>650</b>

Ek-3 Çizelge 27 9. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	6	5	67	0,69
MÜSTERİ 2	9	12	43	0,93
MÜSTERİ 3	8	9	54	0,84
MÜSTERİ 4	17	6	71	0,34
MÜSTERİ 5	8	14	90	1,05
MÜSTERİ 6	12	7	60	0,53
MÜSTERİ 7	6	11	12	1,07
MÜSTERİ 8	9	0	27	0,00
MÜSTERİ 9	4	-8	31	-1,11
MÜSTERİ 10	15	-9	34	-0,54
MÜSTERİ 11	4	-7	27	-1,05
MÜSTERİ 12	11	-8	71	-0,63
MÜSTERİ 13	8	-15	80	-1,08

Ek-3 Çizelge 28 9. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKI YÜK MİKTARI
1	DM-7-5-2-3-DM	33,58	199
2	DM-1-6-DM	28,03	127
3	DM-4-8-12- DM	49,88	169
4	DM-10-11-13-9-DM	54,62	172
	<b>TOPLAM</b>	<b>166,10</b>	<b>667</b>

Ek-3 Çizelge 29 9. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKI YÜK MİKTARI
1	DM-9-13-11-DM	34,01	138
2	DM-12-10-8-DM	37,54	132
3	DM-4-6-1- DM	37,26	198
4	DM-3-2-5-7-DM	33,58	199
	<b>TOPLAM</b>	<b>142,39</b>	<b>667</b>

Ek-3 Çizelge 30 10. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	3	14	71	1,36
MÜSTERİ 2	7	15	47	1,13
MÜSTERİ 3	15	3	38	0,20
MÜSTERİ 4	9	12	36	0,93
MÜSTERİ 5	14	3	46	0,21
MÜSTERİ 6	12	0	81	0,00
MÜSTERİ 7	20	-2	75	-0,10
MÜSTERİ 8	17	-8	43	-0,44
MÜSTERİ 9	7	-9	35	-0,91
MÜSTERİ 10	2	-7	32	-1,29
MÜSTERİ 11	7	-16	26	-1,16
MÜSTERİ 12	1	-15	51	-1,50
MÜSTERİ 13	3	-11	70	-1,30

Ek-3 Çizelge 31 10. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-2-4-DM	37,05	154
2	DM-5-3-6-DM	31,56	165
3	DM-7-8-9- DM	48,26	153
4	DM-11-10-13-12-DM	51,39	179
	<b>TOPLAM</b>	<b>168,25</b>	<b>651</b>

Ek-3 Çizelge 32 10. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-12-13-10-11-DM	51,39	179
2	DM-9-8-6-DM	42,89	159
3	DM-7-3-5- DM	42,49	159
4	DM-4-2-1-DM	37,05	154
	<b>TOPLAM</b>	<b>173,81</b>	<b>651</b>

Ek-3 Çizelge 33 11. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	7	10	95	0,96
MÜSTERİ 2	9	12	42	0,93
MÜSTERİ 3	17	3	76	0,17
MÜSTERİ 4	18	15	32	0,69
MÜSTERİ 5	6	4	47	0,59
MÜSTERİ 6	19	9	46	0,44
MÜSTERİ 7	10	0	62	0,00
MÜSTERİ 8	14	-3	70	-0,21
MÜSTERİ 9	12	-8	28	-0,59
MÜSTERİ 10	5	-12	41	-1,18
MÜSTERİ 11	3	-17	53	-1,40
MÜSTERİ 12	2	-6	60	-1,25
MÜSTERİ 13	8	-4	48	-0,46

Ek-3 Çizelge 34 11. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-2-4-DM	47,95	169
2	DM-5-6-3-DM	44,73	169
3	DM-7-8-13 DM	30,03	180
4	DM-9-10-12-11-DM	57,50	182
	<b>TOPLAM</b>	<b>180,21</b>	<b>700</b>

Ek-3 Çizelge 35 11. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-11-12-10-9-DM	57,50	182
2	DM-13-8-7-DM	30,03	180
3	DM-3-6-5- DM	44,73	169
4	DM-4-2-1-DM	47,95	169
	<b>TOPLAM</b>	<b>180,21</b>	<b>700</b>

Ek-3 Çizelge 36 12. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	8	14	39	1,05
MÜSTERİ 2	7	7	71	0,79
MÜSTERİ 3	13	16	45	0,89
MÜSTERİ 4	20	8	52	0,38
MÜSTERİ 5	20	14	79	0,61
MÜSTERİ 6	12	0	86	0,00
MÜSTERİ 7	17	-11	31	-0,57
MÜSTERİ 8	4	-16	24	-1,33
MÜSTERİ 9	7	-14	38	-1,11
MÜSTERİ 10	11	-12	92	-0,83
MÜSTERİ 11	3	-3	71	-0,79
MÜSTERİ 12	8	-6	62	-0,64
MÜSTERİ 13	4	-9	43	-1,15

Ek-3 Çizelge 37 12. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-3-2-DM	42,23	155
2	DM-5-4-12-DM	58,85	193
3	DM-6-7-11- DM	44,45	188
4	DM-10-9-13-8-DM	50,07	197
	<b>TOPLAM</b>	<b>195,60</b>	<b>733</b>

Ek-3 Çizelge 38 12. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-8-13-9-11-DM	45,27	176
2	DM-10-12-7-DM	53,53	185
3	DM-6-4-1- DM	52,85	177
4	DM-5-2-3-DM	70,61	195
	<b>TOPLAM</b>	<b>222,27</b>	<b>733</b>



Ek-3 Çizelge 39 13. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	12	5	47	0,39
MÜSTERİ 2	11	9	82	0,69
MÜSTERİ 3	9	8	39	0,73
MÜSTERİ 4	16	7	51	0,41
MÜSTERİ 5	8	11	49	0,94
MÜSTERİ 6	7	-8	71	-0,85
MÜSTERİ 7	3	-16	26	-1,39
MÜSTERİ 8	15	-12	29	-0,67
MÜSTERİ 9	12	-6	82	-0,46
MÜSTERİ 10	7	-4	15	-0,52
MÜSTERİ 11	9	-11	27	-0,89
MÜSTERİ 12	3	-9	51	-1,25
MÜSTERİ 13	6	-5	29	-0,69

Ek-3 Çizelge 40 13. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-5-3-2-DM	33,21	170
2	DM-4-1-DM	34,94	98
3	DM-9-10-8-13- DM	49,33	155
4	DM-6-11-12-7-DM	43,84	175
	<b>TOPLAM</b>	<b>161,32</b>	<b>598</b>

Ek-3 Çizelge 41 13. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-7-12-6-DM	38,03	148
2	DM-11-13-8-10-9-DM	62,44	182
3	DM-1-4- DM	34,94	98
4	DM-2-3-5-DM	33,21	170
	<b>TOPLAM</b>	<b>168,62</b>	<b>598</b>

Ek-3 Çizelge 42 14. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	9	12	55	0,93
MÜSTERİ 2	12	6	27	0,46
MÜSTERİ 3	17	14	49	0,69
MÜSTERİ 4	6	7	81	0,86
MÜSTERİ 5	4	11	45	1,22
MÜSTERİ 6	2	0	62	0,00
MÜSTERİ 7	5	0	71	0,00
MÜSTERİ 8	20	-12	36	-0,54
MÜSTERİ 9	18	-13	56	-0,63
MÜSTERİ 10	8	-4	71	-0,46
MÜSTERİ 11	8	-7	82	-0,72
MÜSTERİ 12	4	-10	44	-1,19
MÜSTERİ 13	11	-6	36	-0,50

Ek-3 Çizelge 43 14. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-5-1-4-DM	31,85	181
2	DM-3-2-6-DM	45,12	138
3	DM-7-13-8-9- DM	48,74	199
4	DM-10-11-12-DM	27,71	197
	<b>TOPLAM</b>	<b>153,43</b>	<b>715</b>

Ek-3 Çizelge 44 14. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-12-11-6-DM	26,99	188
2	DM-9-8-13-10-DM	47,81	199
3	DM-7-2-3- DM	45,68	147
4	DM-4-1-5-DM	31,85	181
	<b>TOPLAM</b>	<b>152,33</b>	<b>715</b>

Ek-3 Çizelge 45 15. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	11	13	94	0,87
MÜSTERİ 2	17	11	32	0,57
MÜSTERİ 3	14	7	41	0,46
MÜSTERİ 4	20	2	52	0,10
MÜSTERİ 5	16	9	38	0,51
MÜSTERİ 6	12	-12	37	-0,79
MÜSTERİ 7	9	-13	41	-0,97
MÜSTERİ 8	4	-11	55	-1,22
MÜSTERİ 9	15	-16	62	-0,82
MÜSTERİ 10	17	-4	27	-0,23
MÜSTERİ 11	2	-3	36	-0,98
MÜSTERİ 12	10	-7	29	-0,61
MÜSTERİ 13	6	-9	47	-0,98

Ek-3 Çizelge 46 15. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-2-5-DM	43,95	164
2	DM-3-4-10-DM	47,64	120
3	DM-12-6-9-11- DM	44,58	164
4	DM-7-13-8-DM	35,34	143
	<b>TOPLAM</b>	<b>171,51</b>	<b>591</b>

Ek-3 Çizelge 47 15. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-8-11-13-DM	37,98	138
2	DM-7-9-6-12-DM	45,11	169
3	DM-10-4-3-DM	47,64	120
4	DM-5-2-1-DM	43,95	164
	<b>TOPLAM</b>	<b>174,67</b>	<b>591</b>

Ek-3 Çizelge 48 16. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	12	14	78	0,86
MÜSTERİ 2	7	5	46	0,62
MÜSTERİ 3	8	3	54	0,36
MÜSTERİ 4	16	4	61	0,24
MÜSTERİ 5	19	-11	28	-0,52
MÜSTERİ 6	10	-12	34	-0,88
MÜSTERİ 7	5	-3	47	-0,54
MÜSTERİ 8	4	-7	61	-1,05
MÜSTERİ 9	7	-16	76	-1,16
MÜSTERİ 10	11	-2	53	-0,18
MÜSTERİ 11	9	-9	60	-0,79
MÜSTERİ 12	10	-19	46	-1,09
MÜSTERİ 13	16	-7	39	-0,41

Ek-3 Çizelge 49 16. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-1-2-3-DM	39,51	178
2	DM-4-10-7-DM	36,22	161
3	DM-13-5-11-6- DM	51,45	161
4	DM-8-12-9-DM	43,19	183
	<b>TOPLAM</b>	<b>170,36</b>	<b>683</b>

Ek-3 Çizelge 50 16. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-9-12-8-DM	43,19	183
2	DM-6-11-7-DM	31,82	141
3	DM-5-13-10-4- DM	58,33	181
4	DM-3-2-1-DM	39,51	178
	<b>TOPLAM</b>	<b>172,85</b>	<b>683</b>

Ek-3 Çizelge 51 17. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	18	12	51	0,59
MÜSTERİ 2	19	14	27	0,64
MÜSTERİ 3	14	7	92	0,46
MÜSTERİ 4	7	16	39	1,16
MÜSTERİ 5	16	15	49	0,75
MÜSTERİ 6	5	13	87	1,20
MÜSTERİ 7	3	-4	63	-0,93
MÜSTERİ 8	2	-13	44	-1,42
MÜSTERİ 9	9	-16	58	-1,06
MÜSTERİ 10	14	-5	59	-0,34
MÜSTERİ 11	16	-7	40	-0,41
MÜSTERİ 12	8	-12	37	-0,98
MÜSTERİ 13	3	-11	55	-1,30

Ek-3 Çizelge 52 17. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-6-4-5-DM	48,52	175
2	DM-2-1-3-DM	47,89	170
3	DM-10-11-7- DM	36,04	162
4	DM-12-9-13-8-DM	41,74	194
	<b>TOPLAM</b>	<b>174,19</b>	<b>701</b>

Ek-3 Çizelge 53 17. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-8-13-9-12-DM	41,74	194
2	DM-7-11-10-DM	36,04	162
3	DM-3-6-DM	40,40	179
4	DM-1-2-5-4-DM	53,55	166
	<b>TOPLAM</b>	<b>171,73</b>	<b>701</b>

Ek-3 Çizelge 54 18. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	20	13	48	0,58
MÜSTERİ 2	5	8	73	1,01
MÜSTERİ 3	15	14	91	0,75
MÜSTERİ 4	16	12	29	0,64
MÜSTERİ 5	4	7	86	1,05
MÜSTERİ 6	18	14	71	0,66
MÜSTERİ 7	17	-10	31	-0,53
MÜSTERİ 8	6	-4	36	-0,59
MÜSTERİ 9	4	-6	42	-0,98
MÜSTERİ 10	12	-8	29	-0,59
MÜSTERİ 11	11	-19	84	-1,05
MÜSTERİ 12	19	-11	30	-0,52
MÜSTERİ 13	6	-12	44	-1,11

Ek-3 Çizelge 55 18. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-5-2-DM	18,91	159
2	DM-3-6-4-DM	46,35	191
3	DM-1-7-8-9- DM	69,62	157
4	DM-12-10-11-13-DM	62,63	187
	<b>TOPLAM</b>	<b>197,51</b>	<b>694</b>

Ek-3 Çizelge 56 18. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-13-11-9-10-DM	74,69	199
2	DM-8-7-12-5-DM	53,47	183
3	DM-1-4-6- DM	53,61	148
4	DM-3-2-DM	41,61	164
	<b>TOPLAM</b>	<b>223,38</b>	<b>694</b>

Ek-3 Çizelge 57 19. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	7	11	89	1,00
MÜSTERİ 2	9	9	27	0,79
MÜSTERİ 3	14	4	27	0,28
MÜSTERİ 4	15	8	31	0,49
MÜSTERİ 5	17	7	42	0,39
MÜSTERİ 6	3	12	53	1,33
MÜSTERİ 7	6	16	76	1,21
MÜSTERİ 8	8	-11	83	-0,94
MÜSTERİ 9	9	-9	21	-0,79
MÜSTERİ 10	18	-6	34	-0,32
MÜSTERİ 11	17	-16	47	-0,76
MÜSTERİ 12	12	-17	59	-0,96
MÜSTERİ 13	14	-9	34	-0,57

Ek-3 Çizelge 58 19. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-6-7-DM	34,46	129
2	DM-1-2-4-5-DM	42,57	189
3	DM-3-10-13-9-DM	48,06	116
4	DM-11-8-12-DM	61,66	189
	<b>TOPLAM</b>	<b>186,75</b>	<b>623</b>

Ek-3 Çizelge 59 19. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-12-8-11-DM	61,66	189
2	DM-9-13-10-DM	41,70	89
3	DM-3-5-4-1 DM	42,62	189
4	DM-2-7-6-DM	37,71	156
	<b>TOPLAM</b>	<b>183,70</b>	<b>623</b>

Ek-3 Çizelge 60 20. Örnek Girdi Bilgileri

	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	TALEP	AÇISAL POZİSYON(raydan)
DEPO	0	0		
MÜSTERİ 1	15	10	79	0,59
MÜSTERİ 2	18	8	24	0,42
MÜSTERİ 3	20	12	39	0,54
MÜSTERİ 4	6	15	84	1,19
MÜSTERİ 5	17	5	72	0,29
MÜSTERİ 6	18	9	61	0,46
MÜSTERİ 7	12	-8	27	-0,59
MÜSTERİ 8	11	-3	36	-0,27
MÜSTERİ 9	10	-7	42	-0,61
MÜSTERİ 10	4	-16	55	-1,33
MÜSTERİ 11	9	-11	74	-0,89
MÜSTERİ 12	7	-4	32	-0,52
MÜSTERİ 13	15	-16	25	-0,82

Ek-3 Çizelge 61 20. Örnek Azalan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-4-1-DM	44,48	163
2	DM-3-6-2-5-DM	48,81	196
3	DM-8-12-9- DM	31,97	110
4	DM-7-13-11-10-DM	54,34	181
	<b>TOPLAM</b>	<b>179,60</b>	<b>650</b>

Ek-3 Çizelge 62 20. Örnek Artan Açılı Genel Atama Yöntemi Sonuçları

ARAÇ	ROTA(DM-MÜŞTERİLER-DM)	ROTA MESAFESİ	ARAÇTAKİ YÜK MİKTARI
1	DM-10-11-13-9-DM	53,88	196
2	DM-7-12-8-DM	36,35	95
3	DM-5-2-6-3- DM	48,81	196
4	DM-1-4-DM	44,48	163
	<b>TOPLAM</b>	<b>183,52</b>	<b>650</b>



## ÖZGEÇMİŞ

Duygu YILMAZ 1979 yılında Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa'da tamamladı. 1999 yılında Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2000 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Tedarik zinciri yönetiminde eniyileme yaklaşımları ile ilgilenmektedir.

