

YAEM 2010

Yöneylem araştırması
ve endüstri mühendisliđi
30. ULUSAL KONGRESİ

KULLANILMIŞ ÜRÜNLERİN BAYİLERDEN TOPLANMASI İÇİN BÜTÜNLEŐİK YER SEÇİMİ, FİYAT BELİRLEME VE ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ

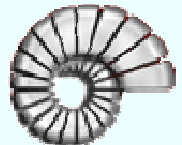
Necati Aras

Mehmet Tuđrul Tekin

Bođaziçi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliđi Bölümü

Deniz Aksen

Koç Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi



AJANDA

- Problem Tanımı
- Mevcut Literatür
- Çözüm Yöntemi
- Test Sonuçları

PROBLEM TANIMI

- Potansiyel lokasyonlardan hangilerinde toplama merkezi (depo) açalım?
- Hangi toplama merkezinden hangi bayilere hizmet verilsin? Hangi bayiler atlansın?
- Hangi toplama merkezinden kaç tane araç bayilere gitmek üzere yola çıksın?
- Araçlar hangi bayileri hangi rotalarda ziyaret etsin?
- Bayilere duyurulacak geri alım fiyatı ne olsun?

PROBLEM TANIMI

- **Tesis Yerleşimi – Atama Problemi (FLAP)**
(Stratejik & Taktik Seviye)
- **Seçici Çok Depolu Araç Rotalama Problemi (SMDVRP)**
(Operasyonel Seviye)
- **Fiyatlandırma**
(Ziyaret edilen bayiler arasında en yüksek taban geri alım bedelini duyuran bayi tarafından belirlenir.)

LİTERATÜR TARAMASI

- Depo yerleşim-atama problemi ve rotalama probleminin ilişkisi eskiden beri biliniyordu.
 - Depo yerleşimi yapılırken rotaların göz ardı edilmesinin etkileri Salhi and Rand tarafından ortaya koyuldu (*EJOR, 1989*)
- Problemin karmaşıklığından dolayı problemin bu iki kısmı ayrı ayrı çözüldü
- Yakın zamanlarda ise problemi bütünlük olarak çözen sezgisel ve kesin çözüm yöntemleri geliştirildi.

Literatür Taraması

- TYRP Literatür Taramaları
 - Nagy and Salhi (*EJOR, 2007*)
 - Ahipaşaoğlu et al. (*Working Paper, Bilkent Uni, 2005*)
 - Min, Jayaraman, and Srivastava (*EJOR, 1998*)
- Kesin Çözüm Yaklaşımları
 - Laporte, Nobert and Taillefer (*Trans Sci, 1988*)
 - ❖ ÇDARP ve TYRPni kısıtlı atama problemine çeviriyor
 - ❖ branch-and-bound yöntemiyle çözüyorlar

LİTERATÜR TARAMASI

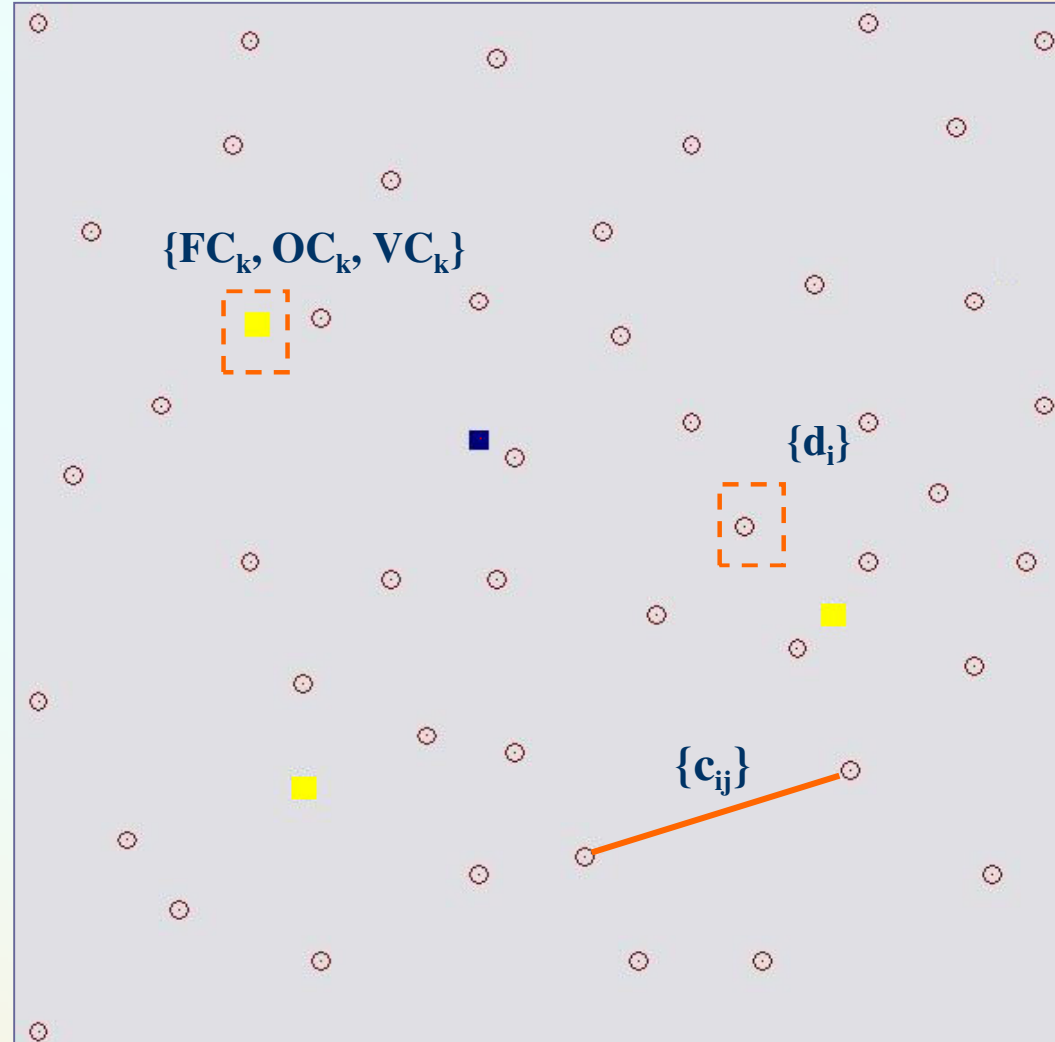
- Math. Prog. Formulation of a 4-tier (3-echelon) LRP
 - Ambrosino and Scutellà (*EJOR*, 2005)
- Sezgisel Çözüm Yöntemleri
 - Perl and Daskin (*Trans Res-B*, 1985)
 - ❖ Önce rotalama, sonra yerleşim ve atama
 - Hansen, Hegedahl, Hjortkjær, and Obel (*EJOR*, 1994)
 - Tüzün and Burke (*EJOR*, 1999)
 - ❖ İki aşamalı tabu araması
 - Wu, Low, and Bai (*Comp. & OR*, 2002)
 - ❖ TYAP ve ARPye çevrilir
 - ❖ Tavlama Benzetimi

LİTERATÜR TARAMASI

- Albareda-Sambola, Diaz, and Fernandez
(*Comp. & OR, 2005*)
 - ❖ Doğrusal gevşetme ile alt sınır oluşturulur
 - ❖ Tabu araması ile çözülür
- Melechovsky, Prins, and Calvo (*J of Heuristics, 2005*)
 - ❖ Doğrusal olmayan depo işletme maliyetleri
 - ❖ Melez sezgisel, tabu araması + değişken komşuluk araması
- Vincent F. Yu, Shih-Wei Lin, Wenyih Lee, Ching-Jung Ting
(*Computers & IE, 2010*)
 - ❖ Tavlama Benzetimi

ÇOK DEPOLU TESİS YERİ ROTALAMA PROBLEMİ

- Depo noktaları:
 - Mevcut - Potansiyel
 - Açma - Kapama
 - İşletme maliyeti
- Müşteri:
 - Talepler
- Araçlar
 - Homojen
 - Alma - Kiralama



İMGELER

- İndeks Kümeleri:

IC : aday toplama merkezi lokasyonları

ID : bayiler

I : tüm noktalar ($IC \cup ID$)

- İkili Karar Değişkenleri:

X_{ij} : 1 eğer j noktası i noktasından sonra ziyaret edildiyse,
0 diğer durumda. (i ve $j \in I, i \neq j$)

Y_k : 1 eğer k aday lokasyonunda bir toplama merkezi açıldıysa,
0 diğer durumda. ($k \in IC$)

A_{ik} : 1 eğer i bayisi k toplama merkezine atandıysa,
0 diğer durumda. ($i \in ID, k \in IC$)

İMGELER

- Negatif Olmayan Sürekli Değişkenleri:

R : birim ürün başına bayilere teklif edilen geri alım bedeli

U_i : i lokasyonunu ziyaret eden bir aracın o lokasyondan ayrıldıktan sonraki yükü ($i \in I$)

İMGELER

- Parametreler:

g : toplanan her birim kullanılmış üründen sağlanan kazanç

a_i : i bayisinin elindeki kullanılmış ürün miktarı

r_i : i bayisinin duyurduğu en düşük (taban) geri alım bedeli

c_1 : bir toplama dönemi için birim araç işletim maliyeti

c_2 : birim mesafe başına düşen yol (yakıt) masrafı

e_k : k toplama merkezinde kullanılmış ürünleri depolamanın birim maliyeti

o_k : k toplama merkezini açma maliyeti

d_{ij} : i noktasından j noktasına olan uzaklık

q : araç kapasitesi

MATEMATİKSEL MODEL

$$\begin{aligned}
 \text{Maximize } & \sum_{i \in ID} \sum_{k \in IC} A_{ik} (g - R) a_i - c_2 \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} d_{ij} X_{ij} \\
 & - c_1 \sum_{i \in IC} \sum_{j \in ID} X_{ij} - \sum_{i \in ID} \sum_{k \in IC} a_i e_k A_{ik} \\
 & + \sum_{k \in IC} o_k Y_k
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

subject to

$$\sum_{j \in I, j \neq i} X_{ij} \leq 1 \quad i \in ID \tag{3.2}$$

$$\sum_{j \in I, j \neq i} X_{ji} \leq 1 \quad i \in ID \tag{3.3}$$

$$\sum_{i \in I, i \neq j} X_{ij} = \sum_{i \in I, i \neq j} X_{ji} \quad j \in ID \tag{3.4}$$

$$\sum_{j \in IC} \sum_{i \in ID} X_{ji} \geq \frac{\sum_{k \in IC} \sum_{i \in ID} a_i A_{ik}}{q} \tag{3.5}$$

MATEMATIKSEL MODEL

$$U_i - U_j + qX_{ij} + (q - a_i - a_j) X_{ji} \leq q - a_j \quad i, j \in ID, i \neq j \quad (3.6)$$

$$a_i + \sum_{j \in ID, j \neq i} a_j * X_{ji} \leq U_i \quad i \in ID \quad (3.7)$$

$$q - (q - a_i) \sum_{k \in IC} X_{ki} \geq U_i \quad i \in ID \quad (3.8)$$

$$q - \left(q - \max_{j \neq i} a_j - a_i \right) \sum_{k \in IC} X_{ki} - \sum_{j \in ID, j \neq i} a_j * X_{ij} \geq U_i \quad i \in ID \quad (3.9)$$

$$q - \sum_{j \in ID, j \neq i} a_j * X_{ij} \geq U_i \quad i \in ID \quad (3.10)$$

$$A_{ik} \leq Y_k \quad i \in ID, k \in IC \quad (3.11)$$

$$\sum_{k \in IC} A_{ik} \leq 1 \quad i \in ID \quad (3.12)$$

$$\sum_{j \in I, j \neq i} X_{ij} \geq \sum_{k \in IC} A_{ik} \quad i \in ID \quad (3.13)$$

$$\sum_{j \in I, j \neq i} X_{ji} \geq \sum_{k \in IC} A_{ik} \quad i \in ID \quad (3.14)$$

MATEMATİKSEL MODEL

$$X_{ik} + A_{ij} - A_{kj} \leq 1 \quad i, k \in ID, i \neq k, j \in IC \quad (3.15)$$

$$X_{ik} + A_{kj} - A_{ij} \leq 1 \quad i, k \in ID, i \neq k, j \in IC \quad (3.16)$$

$$X_{ji} \leq A_{ij} \quad i \in ID, j \in IC \quad (3.17)$$

$$X_{ij} \leq A_{ij} \quad i \in ID, j \in IC \quad (3.18)$$

$$R \geq r_{0i} \sum_{k \in IC} A_{ik} \quad i \in ID \quad (3.19)$$

$$X_{ij}, A_{ik} \in \{0, 1\} \quad (3.20)$$

$$R \geq 0, U_i \geq 0 \quad (3.21)$$

$A_{ik} R$ çarpımın (ikili-doğrusal ifadenin) doğrusallaştırılması:

(Al-Khayyal ve Falk, *Mathematics of Operations Research*, 1983)

$$B_{ik} \geq 0 \quad i \in ID, k \in IC \quad (3.36)$$

$$B_{ik} \geq R + \max_{j \in ID} \{r_{0j}\} A_{ik} - \max_{j \in ID} \{r_{0j}\} \quad i \in ID, k \in IC \quad (3.37)$$

METASEZGİSEL ÇÖZÜM YÖNTEMİ: TABU ARAMASI

- **KOMŞULUK ARAMASI**

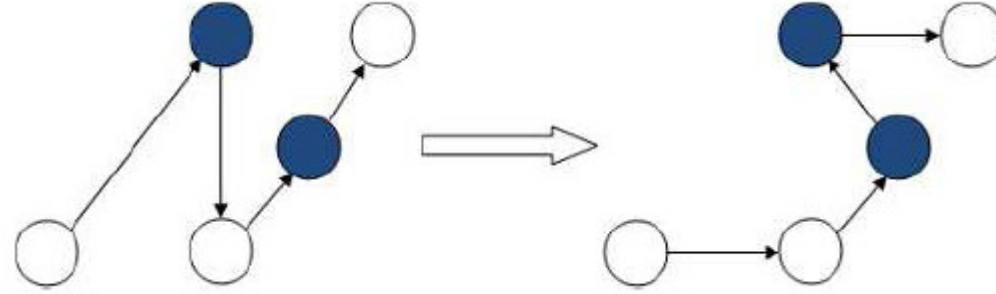
- **ROTALAMA HAMLELERİ**

- ❖ 1-0 değişim
- ❖ 1-1 değişim
- ❖ 2-2 değişim
- ❖ 2-Opt
- ❖ 1-Parçalama
- ❖ Rotalar Arası Değiş-Tokuş

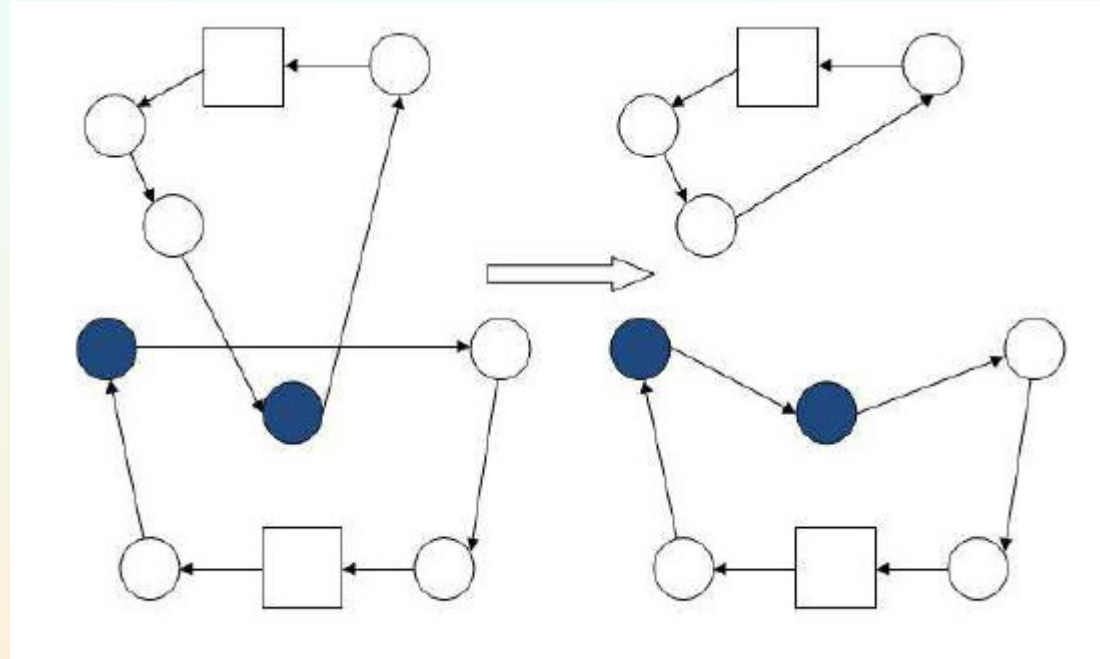
- **BAYİ SEÇİMİ HAMLELERİ**

- ❖ 1-Ekleme
- ❖ 2-Ekleme
- ❖ 1-Çıkarma
- ❖ 2- Çıkarma

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI

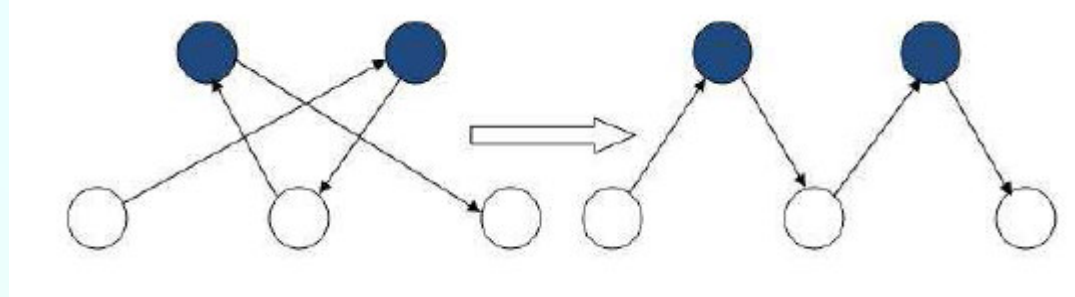


Aynı rota üzerinde 1-0 Değişimi

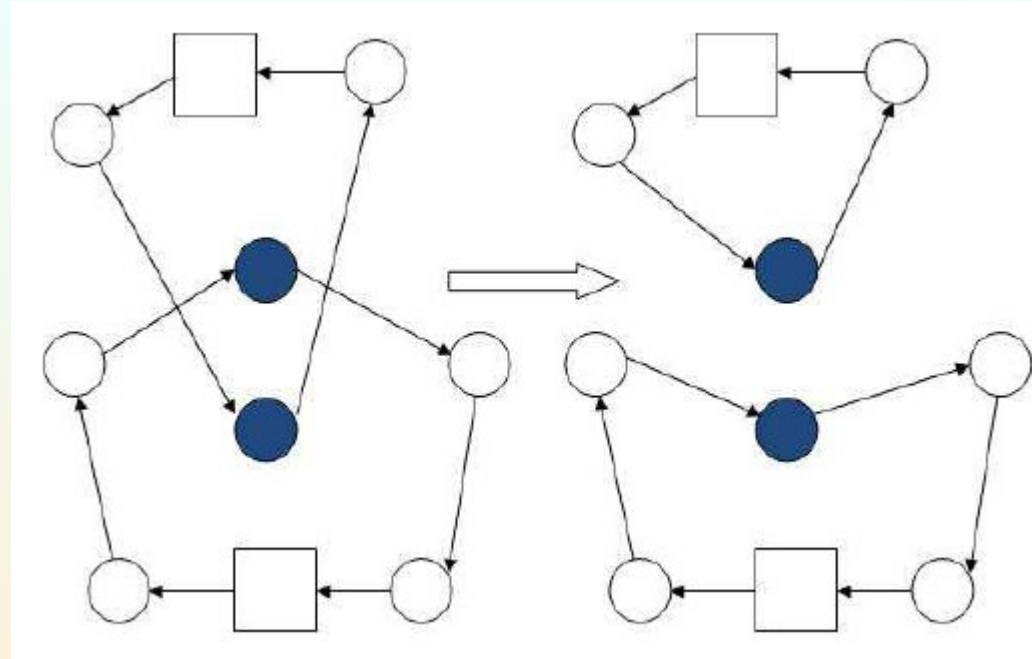


Farklı rotalar üzerinde 1-0 Değişimi

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI

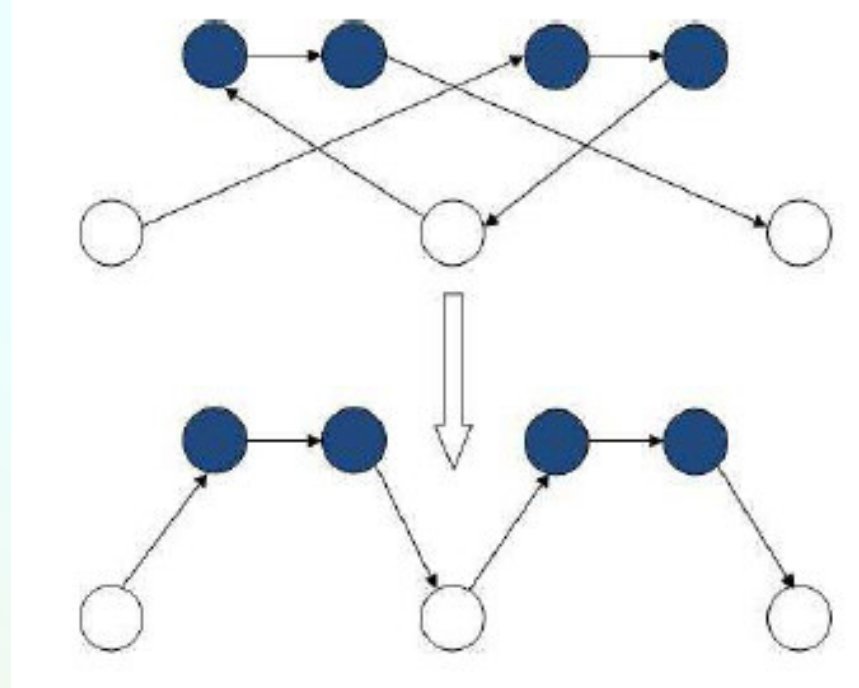


Aynı rota üzerinde 1-1 Değişimi



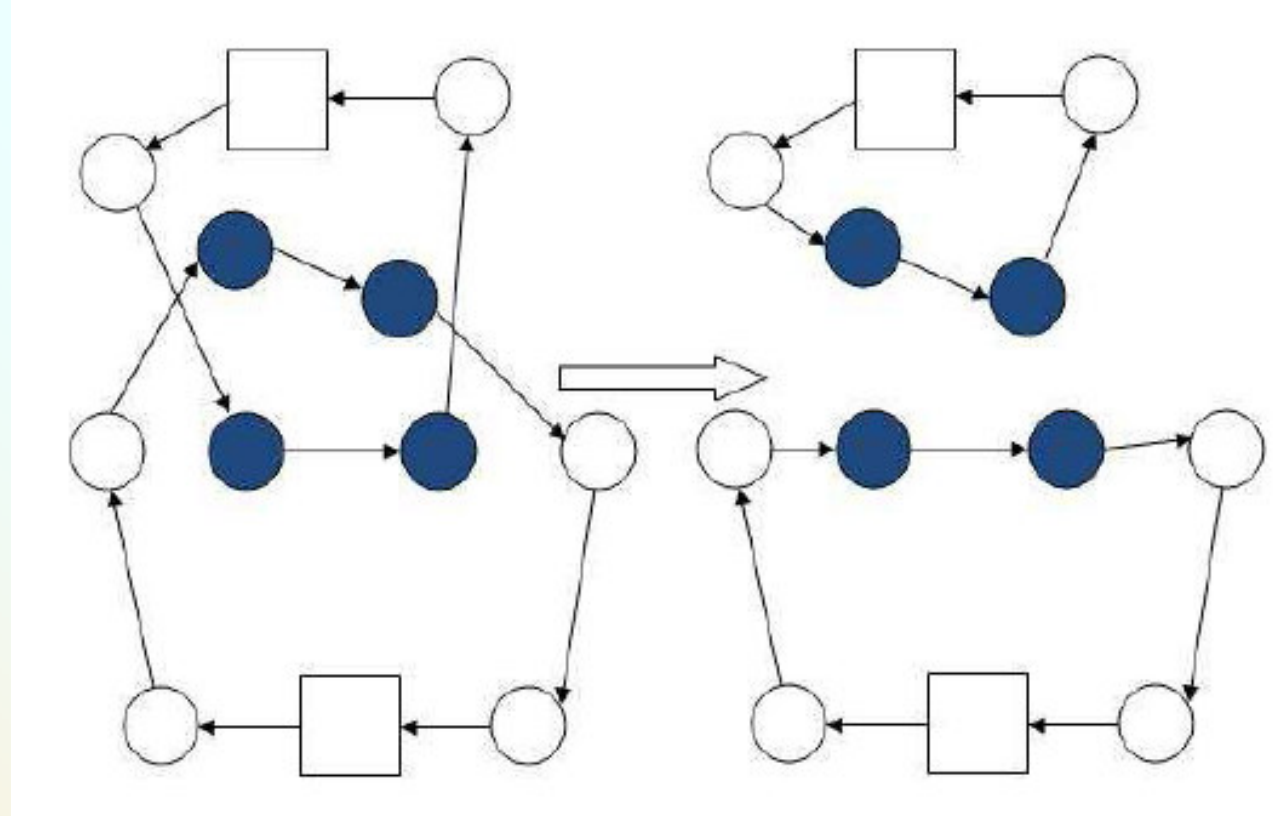
Farklı rotalar üzerinde 1-1 Değişimi

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI



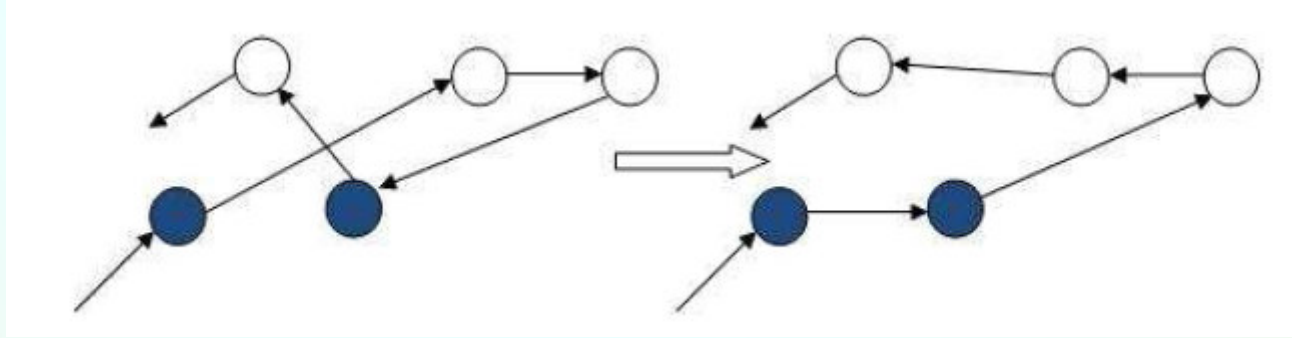
Aynı rota üzerinde 2-2 Değişimi

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI



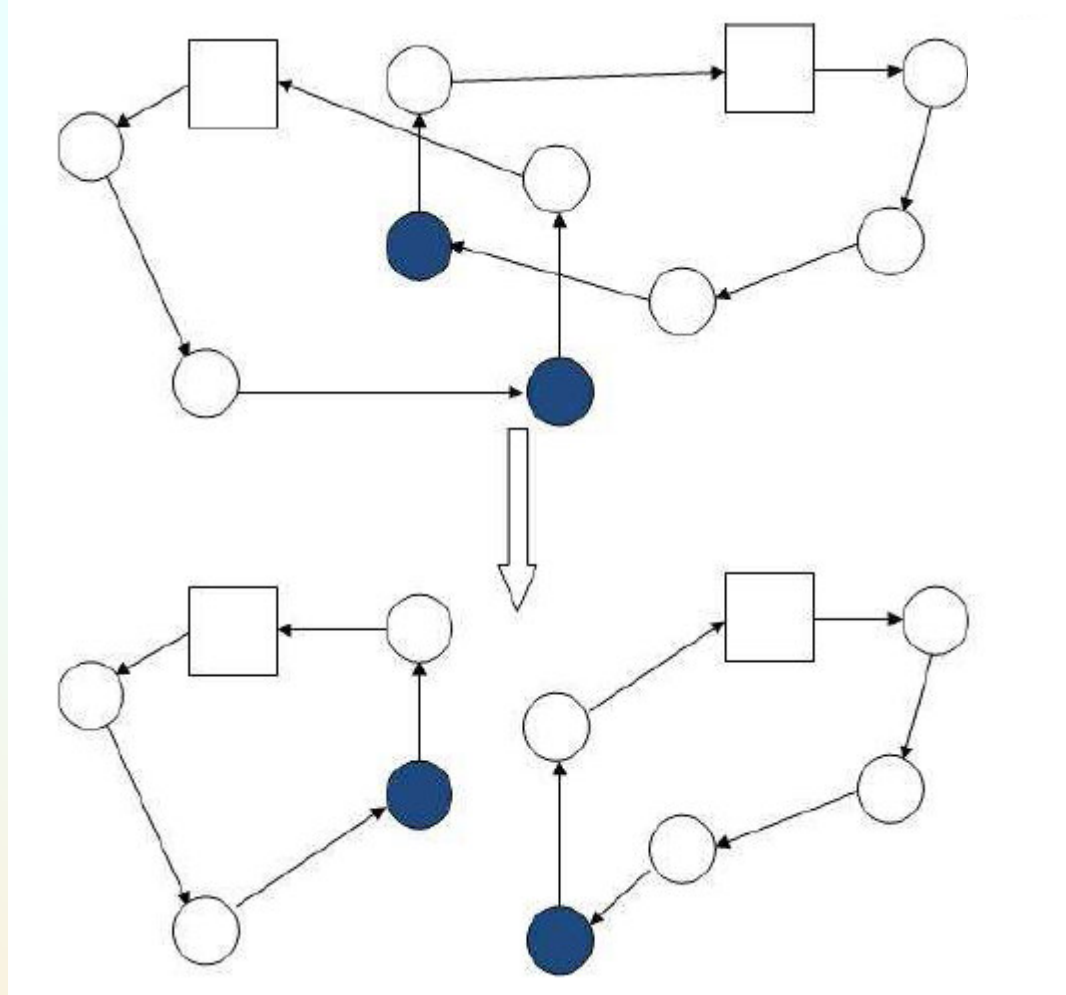
Farklı rotalar üzerinde 2-2 Değişimi

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI



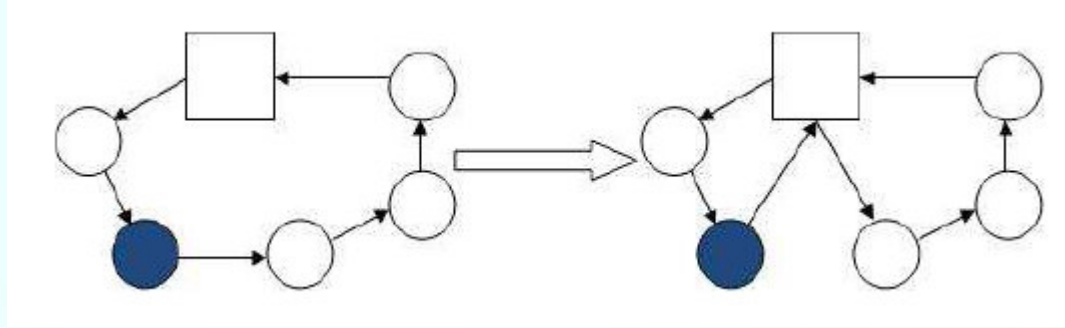
Aynı rota üzerinde 2-Opt

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI

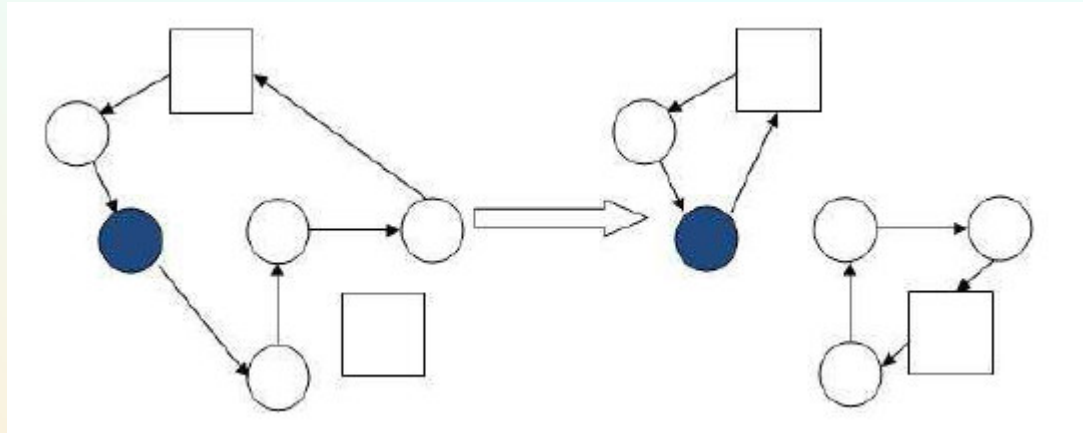


Farklı rotalar üzerinde 2-Opt

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI

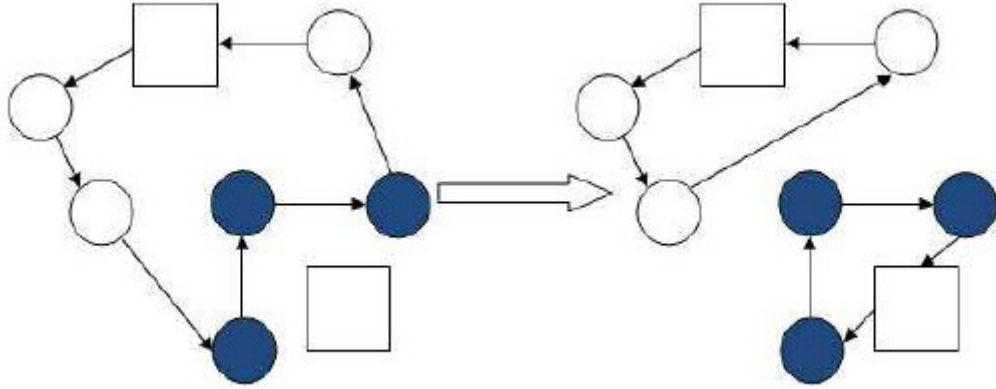


Aynı rota üzerinde 1-Parçalama

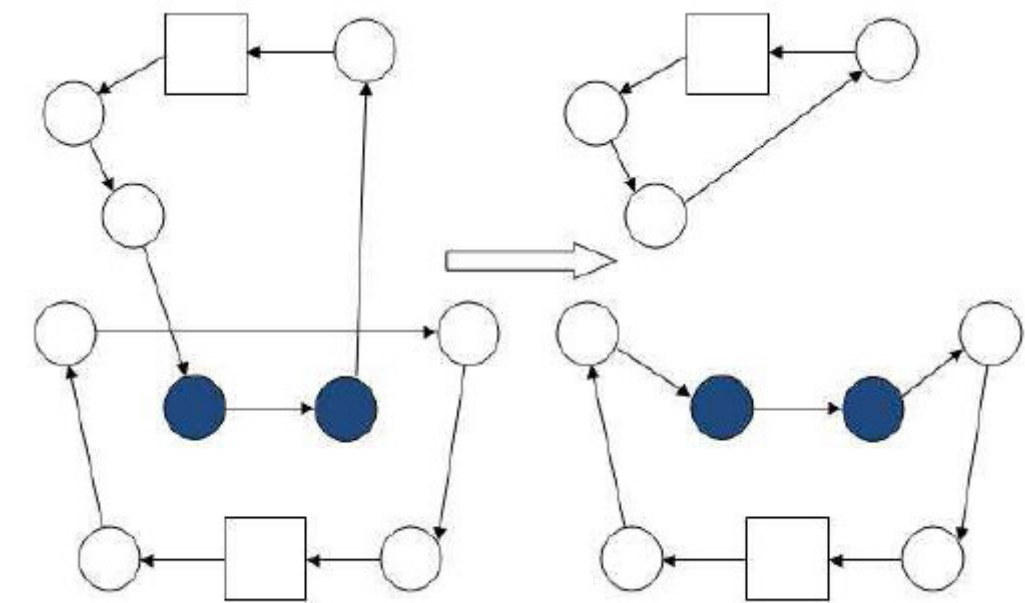


Farklı rotalar üzerinde 1-Parçalama

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI

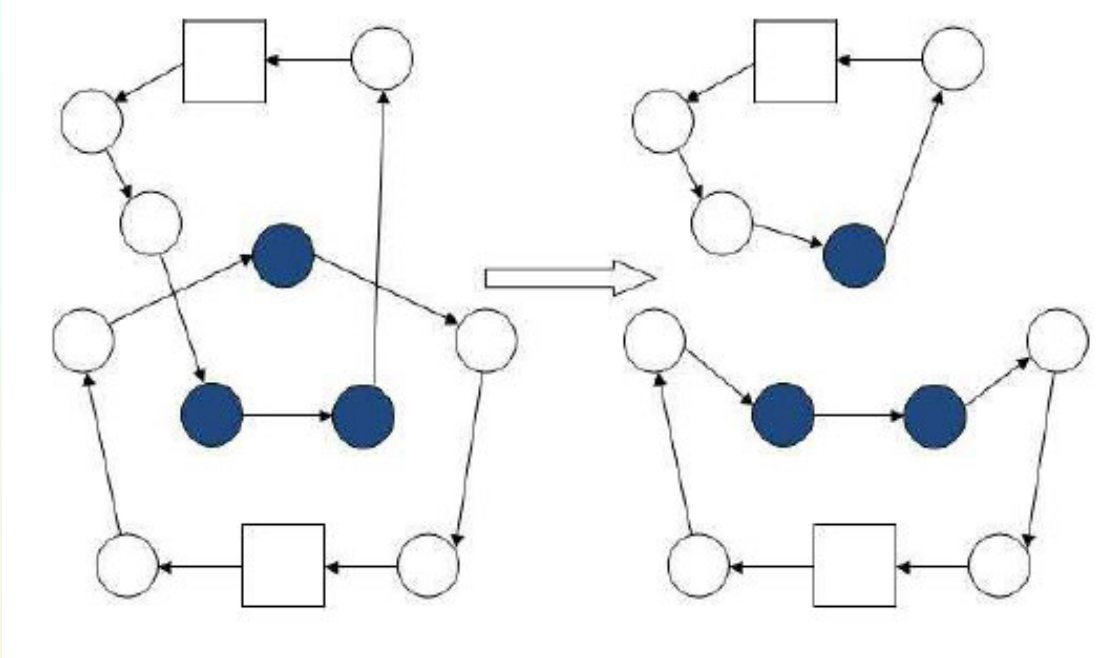


Rotalar arası düğüm
Değiş-Tokuş
(1. Durum)



Rotalar arası düğüm
Değiş-Tokuş
(2. Durum)

TABU ARAMASI KOMŞULUK YAPISI



Rotalar arası düğüm
Değiş-Tokuş
(3. Durum)

ÖNCÜ TEST SONUÇLARI

CC	D	2-Index			TS		TS-LPO	
		LB	UB	Time	LB	Time	LB	Time
1	10	0.00	0.00	0.18	0.00	0.84	0.00	1.33
1	20	392.21	392.21	35.96	392.21	2.84	392.21	3.10
1	30	933.32	1120.55	10799.23	933.32	4.44	933.32	4.71
1	40	97.11	671.09	10799.27	222.77	12.55	249.02	10.01
1	50	401.87	1049.70	10799.25	416.71	20.30	418.20	17.34
1	60	492.12	1418.30	10799.25	692.54	56.85	696.10	28.60
1	70	894.31	1499.35	10799.25	829.29	69.97	990.88	71.81
1	80	164.25	1926.83	10799.26	626.67	114.85	788.38	108.77
1	90	1023.83	3132.70	10799.25	1754.70	154.93	1755.59	89.13
1	100	992.70	3441.56	10799.31	1640.22	243.19	1640.22	129.62
2	20	514.10	514.10	483.80	511.07	3.88	514.10	4.39
2	30	1131.71	1780.19	10799.26	1273.97	13.42	1273.97	10.33
2	40	131.96	983.54	10799.28	319.07	16.62	319.07	14.07
2	50	637.44	1553.38	10799.24	685.15	27.73	685.83	20.23
2	60	443.25	2329.26	10799.25	680.24	34.26	712.60	30.22
2	70	186.98	2931.15	10799.31	1150.25	123.37	1150.25	47.13
2	80	136.64	3213.58	10799.31	1049.59	138.60	1278.65	116.66
2	90	370.83	3723.13	10799.28	1052.86	252.68	1101.60	99.45
2	100	492.86	5246.33	10799.30	2281.98	201.21	2419.65	234.89
3	30	807.95	1553.66	10799.24	893.68	6.58	893.68	11.33
3	40	85.36	1094.54	10799.28	256.79	12.56	306.37	9.29
3	50	64.97	1981.86	10799.27	355.79	19.25	571.61	24.53
3	60	39.62	2464.03	10799.24	1058.28	30.82	1059.25	27.79
3	70	244.78	2820.61	10799.29	1154.90	64.72	1156.12	76.74
3	80	215.43	3353.49	10799.37	1320.11	91.53	1287.61	71.71
3	90	0.00	4030.02	10799.34	1346.17	210.09	1414.18	319.62
3	100	208.61	4850.18	10799.37	1406.17	232.60	1860.78	238.54

ÖNCÜ TEST SONUÇLARI

CC	D	2-Index			TS		TS-LPO	
		LB	UB	Time	LB	Time	LB	Time
4	40	130.77	1255.86	10799.26	396.94	13.65	396.94	11.62
4	50	555.37	2285.34	10799.27	1131.10	27.47	1134.32	17.99
4	60	96.92	2059.81	10799.30	890.45	88.21	925.07	30.39
4	70	149.52	3045.65	10799.38	807.19	99.13	807.19	46.02
4	80	386.44	3825.19	10799.46	1658.79	120.96	1760.31	124.30
4	90	573.70	4740.23	10799.45	1942.77	119.35	1965.16	125.55
4	100	0.00	4904.26	10799.65	1822.95	266.98	2084.36	202.61
5	50	354.54	2045.35	10799.30	751.93	75.44	751.93	46.17
5	60	0.00	2784.92	10799.26	1184.95	47.48	1214.53	38.26
5	70	226.13	3566.59	10799.35	1552.87	73.09	1571.32	48.14
5	80	69.07	3790.32	10799.46	1586.58	101.10	1758.26	96.07
5	90	191.90	4528.78	10799.39	1758.38	140.16	1764.24	133.33
5	100	117.15	5607.99	10799.42	2502.84	163.30	2648.84	265.78

SORU ve CEVAP

Türkçe-İngilizce Çevrimiçi Kaynakları

1. www.zargan.com
2. YAD (yad.org.tr) Sözlük:
http://karagoz.ie.boun.edu.tr/yad_sozluk/
3. www.TeknikSozluk.com

