

HAVALİMANINDAN OTELLERE TEK TİP ARAÇLARLA TURİST DAĞITIMI PROBLEMİNE ÇÖZÜM ÖNERİSİ VE ALANYA UYGULAMASI

Yrd. Doç. Dr. Kenan KARAGÜL

Pamukkale Üniversitesi

kkaragul@pau.edu.tr

Prof. Dr. İbrahim GÜNGÖR

Akdeniz Üniversitesi

igungor@akdeniz.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Alanya'da faaliyet gösteren bir turizm acentesinin havalimanından otellere turist dağıtım uygulamaları incelenerek bundan daha iyi dağıtım planlarının araştırması yapılmıştır. Acente uygulamasında 46, 25, 22 ve 14 kişilik olmak üzere dört tip araç kullanılmasına karşılık bu çalışmada tek tip araçlar kullanılarak daha iyi planlar bulunmuştur. Acentenin uyguladığı dağıtım planına alternatif olarak Klasik Araç Rotalama Problemi (ARP) yaklaşımı ile çözüm önerilmiştir. Çözüm yaklaşımında 46 kişilik araçların sınırsız sayıda olduğu ve temininin diğer tiplere göre daha kolay olduğu varsayımından hareketle sadece 46 kişilik araç tipi kullanılmıştır. Klasik ARP yaklaşımı için üç farklı çözüm yaklaşımı; Tasarruf Algoritması, Süpürme Algoritması ve Rassal Arama Yaklaşımı önerilmiştir. Rassal Arama Yaklaşımı için 500 birimlik bir popülasyon uzayı oluşturulmuştur. Bu uzay üç parçadan meydana getirilmiştir. Bir birey Tasarruf Algoritması, bir birey Süpürme Algoritması ve geriye kalan bölümü rassal olarak oluşturulmuştur. Yapılan çözüm araştırmaları sonucunda birinci problem için negatif, diğer problemler için pozitif maliyet tasarrufları hem Tasarruf Algoritması hem de Süpürme Algoritması ile elde edilmiştir. Daha iyi sonuç veren Rassal Arama Yaklaşımı ile en az sıfır ve en çok %28.76 oranında maliyet indirimli taşıma planları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Araç Rotalama Problemi, Sezgisel Algoritmalar, Optimizasyon, Turizm

JEL Kodu: C61, C63, R42

A PROPOSED SOLUTION FOR AIRPORT TO HOTELS TOURIST DISTRIBUTION PROBLEM USING MONOTYPE VEHICLES AND THE CASE OF ALANYA

Abstract

In this study, by investigating the airport to hotels tourist distribution applications of a tourism travel agent operating in Alanya region, better distribution plans are obtained. Despite the use of

four types of vehicles with capacities 46, 25, 22, 14 at the agent application, better plans are reached in this study by using monotype vehicles. As an alternative to the distribution plan implemented by the agency, a solution with classical Vehicle Routing Problem approach is proposed. At the solution approach, on the assumption that there is an unlimited number of vehicles with 46 capacities and that supplying them is easier than other types, only 46-seater vehicle type is used. Three different solution approaches are proposed for the classical Vehicle Routing Problem approach, these are Savings Algorithm, Sweep Algorithm and Random Search Approach. For the Random Search Approach, a population space with 500 individuals is generated. The population is mainly composed of three parts which are an individual from Savings Algorithm, an individual from Sweep Algorithm and all the rest individuals generated randomly. As a result of the research, cost savings as negative for the first problem and positive for the others are obtained both with the Savings and Sweep Algorithms. At least zero percent and at most 28.76% cost reduction in transportation plans are obtained by using Random Search Approach that gives better results.

Keywords: Vehicle Routing Problem, Heuristic Algorithms, Optimization, Tourism

JEL Classification: C61, C63, R42

1.Giriş

Alanya’da faaliyet gösteren turizm acenteleri, yurt dışındaki tur operatörleri için çeşitli hizmetleri sağlarlar. Bu hizmetlerden bir tanesi de Antalya havalimanına gelen turistlerin Alanya içindeki farklı otellere çeşitli kapasitelerde araçlarla dağıtılmasıdır. Bu planlama çalışması acentelerin ulaştırma bölümleri tarafından gerçekleştirilir. Planlama çalışması bu konuda uzmanlaşmış bir çalışan tarafından insan deneyimi ve sezgisine dayanarak hesap tabloları ile gerçekleştirilir. Alanya’da faaliyet gösteren turizm acenteleri turistlerin otellere dağıtımını için kapasiteleri 46, 25, 22 ve 14 kişilik araçlar kullanmaktadır. Literatürde farklı kapasitelerde araçlardan oluşan filolarla geliştirilen dağıtım planlama çözümleri Heterojen Araç Rotalama Problemi olarak adlandırılır. Tek kapasiteye sahip özdeş araçlardan oluşan filolarla yapılan dağıtım planlaması çalışmaları Klasik Araç Rotalama Problemi olarak adlandırılır. Alanya için 46 kişilik araçlardan oluşan filolarla çözüm aramak istenmektedir. Bu çalışmadaki temel amaç, Heterojen Araç Rotalama Problemi kapsamında oluşturulan acente planlama çözümlerine, daha kolay elde edilebilen ve sınırsız sayıda araç varlığı varsayımı ile daha düşük maliyetli çözümler geliştirmektir. Bu amaçla Klasik Araç Rotalama Problemi (ARP) için üç farklı çözüm önerisi geliştirilmiştir. Önerilen çözüm yaklaşımları, Tasarruf Algoritması, Süpürme Algoritması ve

Rassal Arama Yaklaşımıdır. Önerilen yaklaşımlarla elde edilen çözümler, hem birbirleri ile hem de uygulamadan elde edilen çözümlerle karşılaştırılmıştır. En iyi çözümler Rassal Arama Yaklaşımı ile elde edilmiştir.

2. Literatür

Dağıtım ve toplama planlamasında yaygın olarak Araç Rotalama Problemi (ARP) yaklaşımlarına dayalı çözümler geliştirilmektedir. Uygulamada çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu nedenle çok fazla teorik ve uygulama çalışması literatürde yer almaktadır. En temel ARP, Klasik ARP'dir. Klasik ARP'nin parametre ve kısıtlarında uygulamalar ve teoriden gelen değişikliklerle farklı yapıda ARP türevleri elde edilmektedir.

ARP ve çözüm yöntemleri ilk olarak Dantzig ve arkadaşları (1959) tarafından yazılan bir makalede ortaya konulmuştur. Problemden her bir müşteri özel bir talebe sahiptir, araç müşteri siparişlerini karşılamak amacı ile depodan başlayıp depoda biten birçok tur oluşturmalıdır. Bu tanımlama ARP olarak adlandırılır. Başka bir deyişle ARP, Gezgin Satıcı Problemi (GSP) 'nin genelleştirilmesidir (Çetin & Gencer, 2011) (Prins, 2002) (Ayadi & Benadada, 2010).

ARP'de amaç, n müşteriye hizmet verecek, m araçtan oluşan bir filo ile minimum maliyetli rotalar kümesinin tasarlanmasıdır. Tüm rotalar depodan başlar ve depoda biter, bunun yanı sıra ARP'ne özel bazı kısıtları da sağlar. ARP uygulama alanlarına bazı örnekler şunlardır: malların dağıtımını ve toplanması, çöp toplama, sokak temizliği, okul otobüsleri rotalaması, günlük dağıtılan mallar, özürü insanları ulaştırması, satış personeli rotalaması, kar temizleme (Yeun, Ismail, Omar, & Zirour, 2008) (Hasle, 2010) (Paolucci, 2011). Gazete ve yiyecek dağıtımını, süt toplama gibi alanlarda da son zamanlarda ARP uygulamaları artmaya başlamıştır (Laporte, 2007).

ARP NP-Zor bir problemdir. ARP'nin NP-Zor olmasının nedeni GSP'nin özelliği olan araç sayısının 1 ($m = 1$) ve araç kapasitesinin sonsuz ($Q = \infty$) olduğu özel bir durumu içermesidir. Uygulamada, GSP ile aynı boyutta bir ARP'yi çözmek çok daha zordur. Örneğin, yüzlerce ve hatta binlerce nokta içeren bir GSP ileri düzeyde Dal-Kesme-Fiyat (Bruch-and-Cut-and-Price) algoritmaları ile rutin olarak çözülebilir. Buna karşılık, ARP için geliştirilmiş olan çok daha karmaşık kesin matematiksel algoritmalar ancak 100 müşteriye kadar olan örnekleri değişken bir başarı oranı ile çözebilir. Bundan dolayı daha fazla araştırmacı sezgisel yöntemlere yoğunlaşır. Sezgisel Algoritmalara yönelmenin başka bir nedeni, sezgisel yöntemlerin kesin matematiksel

yöntemlerden daha esnek ve farklı problem türlerine kolayca uygulanabilir olmasıdır (Laporte, 2007).

ARP merkezi bir depodan coğrafi olarak dağılmış müşteriler kümesine optimal toplama/dağıtım rotalarının oluşturulmasını amaçlar. Problem, araç kapasitesi, rota uzunluğu, zaman penceresi, müşteriler arasında öncelik ilişkileri vb. kısıtları bünyesinde barındırır. ARP ile dünya genelinde binlerce dağıtıcı her gün yüz yüze gelmektedir ve ARP'nin ekonomik açıdan önemi büyüktür. Uygulamadan gelen birçok kısıt nedeniyle ARP'nin evrensel tanımı yoktur. Araştırma çabalarının çoğu Klasik Araç Rotalama Problemi olarak adlandırılan standart model üzerine yoğunlaşmıştır. Klasik ARP için geliştirilmiş çoğunluğu sezgisel olan algoritmalar karmaşık gerçek yaşam durumlarına kolaylıkla uygulanabilmektedir (Cordeau & Laporte, 2006) (Laporte, 2007) (Hu & Huang, 2007).

Klasik Araç Rotalama Problemi, $A = \{(i, j), i, j \in V, i \neq j\}$ kenarlar (yaylar) kümesi ve $V = \{0, 1, 2, \dots, n\}$ noktalar kümesi olmak üzere $G = (V, A)$ yönsüz grafi olarak tanımlanır. 0 noktası depoyu gösterir ve depoda m adet özdeş araç servise hazır durumdadır. Her müşteriye, $i \in V \setminus \{0\}$, negatif olmayan ve $q_i \leq Q$ koşulunu sağlayan bir talep atanmıştır. Maliyet matrisi c_{ij} , A kümesi üzerinden hesaplanır. Maliyet matrisi simetrik olduğunda yani tüm i, j ' ler için $c_{ij} = c_{ji}$ eşitliği sağlandığında, $E = \{[i, j]: i, j \in V, i < j\}$ kenarlar kümesine sahip $G = (V, E)$ yönsüz grafi üzerinde tanımlanabilen bir problemdir. Seyahat maliyetleri kavramı dikkate alındığında, seyahat mesafesi ve seyahat süresi yer değiştirilebilir kavramlardır. Problem m adet araç rotasının tanımını ve aşağıdaki kısıtları içerir (Machado, Tavares, Pereira, & Costa, 2002) (Cordeau & Laporte, 2006) (Laporte, 2007).

- Her rotanın başlangıç ve bitiş noktası depodur ve tek bir depo vardır.
- Her müşteri kesinlikle tek bir araç tarafından ve bir kez ziyaret edilir.
- Herhangi bir rotanın toplam talebi araç kapasitesini (Q) aşamaz.
- Filoda kullanılan araçlar teknik özellikler ve kapasite açısından özdeştir.
- Toplam rota maliyeti minimize edilir.

3. Uygulama

Veriler Alanya'da faaliyet gösteren bir turizm acentesinden elde edilmiştir. Acentenin havalimanından otellere dağıtım uygulamaları Heterojen ARP formatına göre düzenlenmiştir. Bu düzenlemeden sonra ARP çözüm mantığı ile oluşturulan acente uygulamasının rotalarına ve

araçların kiralama maliyetlerine bağlı olarak maliyetler hesaplanmıştır. Tablo 1 de acente çözümlerine ilişkin maliyetlere yer verilmiştir.

Tablo 1– Acente Uygulama Çözümlerine Ait Maliyetler

| Problem Adları | UygP1 | UygP2 | UygP3 | UygP4 | UygP5 | UygP6 | UygP7 | UygP8 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Uygulama Çözümü | 2333,60 | 2609,50 | 1801,64 | 1453,00 | 3126,60 | 1453,00 | 2967,80 | 1283,00 |

Acente çözümüne alternatif yaklaşım olarak Tasarruf Algoritması, Süpürme Algoritması ve Rassal Arama ile çözümler önerilmiştir. Tasarruf ve Süpürme Algoritmaları hakkında kısa bir bilgilendirme takip eden satırlarda verilmiştir.

ARP çözümü için **Clarke ve Wright Tasarruf Algoritması** en iyi bilinen sezgisel algoritmalarından bir tanesidir. 1964 yılında Clarke ve Wright tarafından geliştirilmiştir. Araç sayısının sabit olmadığı (yani araç sayısının bir karar değişkeni olduğu durum) problemlere uygulanır ve yönlü ya da yönsüz problemlerin her ikisi içinde aynı derecede kaliteli çözümler üretir. Clarke ve Wright Tasarruf Algoritmasının daha detaylı bir açıklaması ve örnek çözümü Jens Lysgaard¹ tarafından yazılmış olan çalışmada yer almaktadır (Lysgaard & Translated:Sorensen, 1997).

Süpürme Algoritması ARP'nin düzlemsel örneklerine uygulanır, çünkü her bir müşterinin ve deponun koordinatlarına ihtiyaç duyar. İki bileşenden meydana gelir: Bölme/Ayrırma ve Gezgin Satıcı Problemi (Laporte & Semet, 1998: Revised 1999).

Çözümlerde kullanılan araçlar 46 kişilik olarak belirlenmiştir. Bu araçların seçilme nedeni, Alanya'da kolay elde edilebilmesi ve acentelerin bir bölümünün bu tip araç filolarına sahip olmasıdır.

Araştırmada Tasarruf ve Süpürme Algoritması çözümleri Matlog² (Kay, 2013) arayüzü kullanılarak elde edilmiştir. Rassal Arama için gerekli yazılım yazarlar tarafından Matlab ortamında geliştirilmiştir.

Rassal Arama çözümü için 500 birimlik bir başlangıç çözüm uzayı tasarlanmıştır. Bu uzay havalimanı düğümü hariç olmak üzere bir GSP noktaları dizilişinden oluşmaktadır. Bu uzay üç parçadan oluşturulmuştur. Matlog arayüzü kullanılarak Tasarruf ve Süpürme Algoritmalarının çözümleri ile iki adet GSP dizilişi elde edilmiştir. Geriye kalan 498 GSP dizilişi rassal olarak üretilmiştir. Bu üç yaklaşımla elde edilen çözümler, toplam maliyetler, Tablo 2 de verilmiştir. Tablo 2 de görüldüğü üzere tüm problemler için en iyi çözümler Rassal Arama yaklaşımı ile elde

¹ Bu çalışmanın İngilizce çevirisi Michael M. Sorensen tarafından yapılmıştır.

² Matlog: Logistics Engineering Matlab Toolbox

edilmiştir. Bu üç çözüme ilişkin çözüm süreleri Tablo 3 de verilmiştir. Tablo 3 den görüldüğü üzere, en iyi çözümler Rassal Arama ile elde edilmesine rağmen en uzun çözüm süreleri de ona aittir. En kısa çözüm süreleri Tasarruf Algoritmasına aittir.

Tablo 2– Tasarruf, Süpürme ve Rassal Arama Çözümleri

| Problem | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tasarruf Algoritması | 2745,20 | 2115,90 | 1623,70 | 1178,00 | 2629,40 | 1193,80 | 2114,30 | 1079,00 |
| Süpürme Algoritması | 2785,50 | 2123,10 | 1634,50 | 1197,00 | 2691,70 | 1193,40 | 2254,80 | 1079,00 |
| Rassal Arama | 2333,60 | 2115,90 | 1623,90 | 1178,00 | 2629,40 | 1193,40 | 2114,30 | 1079,00 |
| Düğüm Sayısı³ | 17 | 26 | 19 | 14 | 35 | 11 | 27 | 13 |

Tablo 3– Tasarruf, Süpürme ve Rassal Arama Çözüm Süreleri

| Problem | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|----------------------------------|--------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Tasarruf Algoritması (sn) | 0,53 | 2,16 | 1,03 | 0,65 | 4,89 | 0,28 | 2,52 | 0,87 |
| Süpürme Algoritması (sn) | 0,87 | 4,09 | 1,92 | 1,15 | 9,59 | 0,65 | 4,87 | 1,67 |
| Rassal Arama (sn) | 106,16 | 5,44 | 61,4 | 34,66 | 107,31 | 57,38 | 83,34 | 15,76 |

4. Sonuç ve öneriler

Acentenin uygulama çözümleri ve önerilen çözümler arasındaki farklar Tablo 4 de verilmiştir. Tabloda 4 den izlenebileceği gibi, birinci problem için Tasarruf ve Süpürme Algoritmaları ile elde edilen çözümler acente uygulama çözümünden daha kötüdür. Ancak geriye kalan yedi problem için pozitif maliyet tasarrufları elde edilmiştir. Optimizasyon çalışmaları gereği en kötü çözüm için elde edilen sonucun sıfır olması beklenir. Bu nedenle Tasarruf Algoritması ve Süpürme Algoritması bir çözüm yöntemi olarak önerilemez.

Tablo 4– Önerilen Çözümlerin Acente Çözümleri İle Karşılaştırılması

| Problem | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|---------------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Tasarruf Algoritması (Fark* %) | -17,64 | 18,91 | 18,47 | 18,93 | 15,90 | 20,23 | 28,76 | 15,90 |
| Süpürme Algoritması (Fark %) | -19,36 | 18,64 | 17,93 | 17,62 | 13,91 | 20,26 | 24,02 | 15,90 |
| Rassal Arama (Fark %) | 0 | 18,91 | 18,46 | 18,93 | 15,90 | 20,26 | 28,76 | 15,90 |

*Fark kavramı $[(\text{Acente Çözümü} - \text{Önerilen Çözüm}) / (\text{Acente Çözümü})] * 100$ formülü ile hesaplanır.

³ Havalimanı Hariç

Ancak hem Tasarruf hem de Süpürme Algoritmasının iyi çözümlerini hem de bulamadığı daha kaliteli çözümleri rassal dizilişlerden elde eden Rassal Arama yaklaşımı; birinci problem için sıfır, diğer problemler için pozitif tasarruflar elde edilmesini sağlamıştır. Acente için Rassal Arama yaklaşımı pratik bir çözüm aracı olarak önerilebilir. Rassal Arama yaklaşımı ile en az %0 ve en çok %28.76 olmak üzere ortalama %17 oranında maliyet tasarrufu elde edilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 1566 nolu Proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Ayadi, R., & Benadada, Y. (2010). *A Genetic Algorithm for A Heterogeneous Fleet Multi-trip Vehicle Routing Problem*.

Cordeau, J. F., & Laporte, G. (2006). Modelling and Optimization of Vehicle Routing Problems. G. Appa, L. Pitsoulis, & H. P. Williams içinde, *Handbook On Modelling For Discrete Optimization* (s. 151-181). Springer.

Çetin, S., & Gencer, C. (2011). Heterojen Araç Filolu Zaman Pencere-Eş Zamanlı Dağıtım Toplamalı Araç Rotalama Problemleri: Matematiksel Model. *International Journal of Research and Development* , 3 (1), 19-27.

Hasle, G. (2010). Vehicle Routing in Practice. *XVIII EWGLA*. Naples.

Hu, X., & Huang, M. (2007). An Intelligent Solution System For A Vehicle Routing Problem In Urban Distribution. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* , 3 (1), 189-198.

Kay, M. G. (2013, 1 1). *Matlog: Logistics Engineering Matlab Toolbox*. 2 16, 2013 tarihinde Matlog: Logistics Engineering Matlab Toolbox: <http://www.ise.ncsu.edu/kay/matlog/> adresinden alındı

Laporte, G. (2007). What You Should Know About the Vehicle Routing Problem. Les Cahiers du GERAD.

Laporte, G., & Semet, F. (1998: Revised 1999, October:Revised August). Classical Heuristics for the Vehicle Routing Problem. Montreal.

Lysgaard, J., & Translated:Sorensen, M. M. (1997). *Clarke & Wright's Savings Algorithm*. Department Of Management Science and Logistics, The Aarhus School of Business.

Machado, P., Tavares, J., Pereira, F. B., & Costa, E. (2002). Vehicle Routing Problem: Doing It the Evolutionary Way. *GECCO '02 Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference* (s. 690). San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Paolucci, M. (2011). *Vehicle Routing Problems-Lecture Notes*. Genova.

Prins, C. (2002). Efficient Heuristics for the Heterogeneous Fleet Multitrip VRP with Application to a Large-Scale Real Case. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms* , 1, 135-150.

Yeun, L. C., Ismail, W. R., Omar, K., & Zirour, M. (2008). Vehicle Routing Problem: Models And Solutions. *Journal of Quality Measurement and Analysis* , 4 (1), 205-218.