

## MATEMATİKSEL MODELLEME TEKNİĞİ İLE TESİS YERLEŞİM YERİ SEÇİMİ VE ULUSAL ÖLÇEKTE ELAZIĞ'IN YERİ

*Facility Location Problem with Mathematical Modelling and Elazığ in  
National Scale*

**Lütfü ŞAĞBANŞUA\***

### **Özet**

*Bu çalışmada matematiksel modelleme tekniği kullanılmak suretiyle tesis yerleşim yeri seçimi konusunda ulusal ölçekte bir uygulama yapılmış ve Elazığ'ın konumunun bu bağlamda değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, literatürde 'Sınırsız Kapasite Tesis Yeri Problemi' (UFLP) olarak adlandırılan model ve özel bir durumu olan p-median modelleri kullanılmış ve diğer tüm unsurların bütün aday şehirler için eşit olduğu varsayılmıştır. Bu çerçevede farklı parametre değerleri için elde edilen deneysel sonuçlar çalışmanın sonunda değerlendirmeler ile birlikte sunulmuştur.*

**Anahtar Kelimeler:** Optimizasyon, Matematiksel Modelleme, Kuruluş Yeri Problemi, p-median, UFLP.

### **Abstract**

*This study deals with a case study in national scale on the subject of facility location selection using various mathematical modelling techniques. The purpose of the paper is to evaluate the attractiveness of the City of Elazığ in this context. In this sense, two different mathematical models in the related literature called "Uncapacitated Facility Location Problem (UFLP)" and "p-median" which is a special case of the first are used and all other factors are assumed to be equal for all candidate cities. The experimental results that are obtained in this framework are presented at the end along with evaluations, limitations, and future directions for the study.*

**Key Words:** Optimization, Mathematical Modelling, Facility Location Problem, p-median, UFLP.

### **GİRİŞ**

Temel olarak kuruluş yeri seçim problemlerinin amacı n adet tesisin m adet konuma ( $n < m$ ) aralarındaki taşıma maliyetlerinin minimum yapacak şekilde yerleştirilmesidir (Tavakkoli ve Shayan, 1998). Kuruluş yeri seçimi sorununu çözümlenmeye yönelik sistematik çalışmaların ilk kez 1826 yılında

---

\* Doç. Dr., Fırat Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü-Elazığ.  
[lsagbansua@firat.edu.tr](mailto:lsagbansua@firat.edu.tr)

Alman ekonomistlerinden J.H.Von Thunen tarafından başlatıldığı ileri sürülmektedir. Kuruluş yeri seçimi ile ilgili literatürdeki ilk çalışma 1909 yılında Alfred Weber tarafından yapılmıştır. Weber birçok müşteriye hizmet veren bir depo tesisin yerinin talep noktaları ile arasındaki toplam mesafeyi minimize edecek şekilde belirlenmesi için bir model önermiştir (Jamshidi, 2009).

İkinci Dünya savaşından sonra doğrusal programlama, girdi-çıkı analizleri ve daha sonra dinamik programlama gibi yöneylem tekniklerinin gelişmesiyle en uygun kuruluş yeri matematiksel yaklaşımlarla belirlenmeye başlamıştır. Matematiksel programlamayla kuruluş yerini belirlemede yardımcı olan bilim adamları arasında F.L. Hitchcock, W.J. Baumol, P. Wolfe, W. Isard, L. Moses, A. Kuehn, M.J. Hamburger Efroymsen ve Ray gibi isimleri sayabiliriz.

Yukarıda sözü edilen bilim adamları, belli ölçütlere göre üretim birimlerinin en uygun veya optimum kuruluş yerlerini saptamaya yönelik çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. İkinci Dünya Savaşına kadar kullanılan bu yöntemler "Geleneksel Kuruluş Yeri Seçimi Yöntemleri" ve II. Dünya Savaşından sonra yöneylem tekniklerine dayanan yöntemler de "Çağdaş Kuruluş Yeri Seçimi Yöntemleri" diye iki grupta sınıflandırılabilir.

1940'lardan itibaren yöneylem tekniklerinin gelişmesi ve özellikle 1950'lerden sonra bilgisayarların uygulamaya konulması ile geleneksel kuruluş yeri seçimi yöntemlerinden farklı olan yeni yöntemlerin ve modellerin geliştirilmesi mümkün olmuştur. Çağdaş model ve yöntemlerin üstünlüğü iki noktada toplanabilir: Kurulacak üretim birimlerine hammadde ve yardımcı madde temin edebilecek çok sayıda tedarik noktası, çok sayıda aday kuruluş yeri ve tüketim merkezini içeren gerçek problemlerin çözümünü olanaklı kılmaları ve ulaştırma maliyetleri dışında üretim ve yatırım maliyetleri gibi çeşitli maliyet bileşenlerini, kârlılık ve diğer öğeleri modeller içine sokabilmeleridir.

Başlıca çağdaş kuruluş yeri seçimi model ve yöntemleri arasında; Ulaştırma modeli (Transportation model), Doğrusal programlama modeli (Lineer programming model), Karma tamsayı programlama modeli (Mixed - Integer Programming), Dinamik programlama modeli, Deneme ve Simülasyon yöntemleri ve Karşılaştırmalı Yöntemler sayılabilir.

Bu çalışmada da tamsayı programlama sınıfında yer alan modellerden UFLP ve p-median modelleri kullanılmak suretiyle ele alınan problem çözülmektedir.

### MATEMATİKSEL MODEL

Tesis yeri seçimi (UFLP) probleminin literatürde çok farklı uygulama alanlarında kullanıldığı görülmektedir. Bu durumlar arasında; dağıtım sistemi dizaynı (Klose ve Drexl, 2003), kablosuz sensör ağları (Frank ve Romer, 2007), hesaplamalı biyoloji (Dueck vd., 2008) ve bilgisayar görüntüleme (Li, 2007; Lazic vd., 2009) gibi konular yer almaktadır. Matematiksel modeli aşağıdaki şekilde ifade edilebilen problemde;

$$\min \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} + \sum_j f_j y_j \quad 1)$$

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad \forall i \in C \quad 2)$$

$$y_j \geq x_{ij} \quad \forall i \in C, j \in F \quad 3)$$

$$y_j, x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in C, j \in F \quad 4)$$

talep noktaları seti  $C$ , tesis yerleşim yerleri  $F$ , her bir  $j \in F$  tesisini açmanın maliyeti  $f_j$ , talep noktası  $i$  ile tesis  $j$ 'ye ulaşmanın maliyeti ise  $c_{ij}$  ile temsil edilmekte ve her bir talep noktasını sadece bir tesise minimum maliyetle bağlamak suretiyle bir dizi tesis yerleşim yeri seçimi konu edilmektedir. Bu modelde amaç fonksiyonu (1) açılan tüm tesislerle bu tesislerden taleplerini karşılayan şehirlerarası toplam taşıma maliyeti ile toplam tesis açma maliyetinin minimizasyonunu temsil etmektedir. Birim taşıma maliyeti tüm şehirler arasında 1 TL kabul edilmiştir. İlgili mesafeler ise Türkiye Cumhuriyeti Karayolları Genel Müdürlüğü istatistiklerinden temin edilmiştir. Modeldeki eşitlik (2) her şehrin talebinin yalnızca bir tesisten karşılanması gerekliliğini sağlamaktadır. (3) no'lu eşitlik şehirlerin taleplerinin sadece içerisinde tesis açılmış şehirlerden karşılanabileceğini göstermektedir. Son kısıt (4) ise karar değişkenlerinin 0 ve 1 değerlerinin alabileceğini ifade etmektedir.

UFLP modelinin özel bir şekli olan p-median modelinde ise belli sayıda tesisin açılması ve talep noktalarını en yakın tesislere atamak suretiyle toplam mesafenin minimizasyonu hedeflenmektedir. Bu işlem yapılırken her

talep noktasındaki talep miktarı ( $d_i$ ) ile mesafeler ağırlıklandırılmaktadır. Çalışmamızda belirli bir sektör veya talep konu edinilmediğinden genel talebin nüfusla doğru orantılı olacağı varsayımından hareketle talep yerine şehirlerin nüfus verileri kullanılmıştır. Bu durumda yukarıdaki modelde geçen amaç fonksiyonu (1) aşağıdaki şekli almaktadır:

$$\min \sum_i \sum_j d_i c_{ij} x_{ij} + \sum_j f_j y_j \quad 5)$$

Bu modelin kullanılmasıyla birlikte talep noktalarındaki talep yoğunluğunun da tesis yeri seçiminde bir faktör olarak kullanılması sağlanmaktadır.

Çalışmamızda konu edinilen tesis yeri seçimi problemi yukarıda adı geçen her iki probleme göre modellendirilmiş ve bu problemlerin çözülmesinin ardından bulunan deneysel sonuçlar sonuç bölümünde özetlenmiştir.

## SONUÇ

Oluşturulan her iki model, tesis sayısı parametresinin farklı değerleri için AIMMS 4.1 optimizasyon yazılımı kullanılarak çözülmüş ve elde edilen deneysel sonuçlar aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

Buna göre; ülke genelinde kurulacak tesis sayısı için  $1 \leq n \leq 10$  aralığında değerler alınmış ve  $n = 10$  değeri alındığında UFLP modeli, en uygun tesis yerleşim yerlerinden birinin de Elazığ olduğunu belirlemiştir. Öte yandan  $n = 2$  ve  $n = 3$  değerleri için Elazığ'ın doğu komşusu Bingöl'ün en uygun yerleşim yeri alternatiflerinden biri olduğu dikkat çekmektedir. Mevcut modelde tesis lokasyonları için yalnızca şehirlerin birbirlerine göre coğrafi konumlarının dikkate alındığı düşünülürse, şehirlerdeki talep yoğunluğu, altyapı olanakları, sosyal ve ekonomik şartlar gibi kriterlerin de eklenmesiyle Elazığ'ın coğrafi konumunun yanısıra diğer kriterler bakımından da daha cazip bir alternatif olarak öne çıkacağı beklenmektedir. Bu kriterlerden talep yoğunluğu bir sonraki aşamada modele dahil edilmek suretiyle p-median modeli elde edilmiş ve deneysel sonuçlar rapor edilmiştir.





Önceki bölümde açıklanan p-median modelinin de aynı yazılım üzerinde programlanıp aynı parametreler için verdiği sonuçlar da Tablo-2'de sunulmuştur. Mevcut çalışmada şehirlerin nüfusları talep miktarları olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla nüfus yoğunluğu fazla olan şehirlerin yüksek talep oluşturacağı varsayılmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde; önerilen tesis yerlerinin bu modelde nüfusun yoğun olduğu şehirlerin etkisiyle ülkenin batısına kaydığı gözlemlenmektedir. Buna rağmen doğu bölgelerinde oluşan talebi karşılamak üzere Tunceli'nin modelde önerildiği dikkat çekmektedir.

Sadece şehirlerin nüfusları ve iller arası mesafeler dikkate alındığında yapılan hesaplamalarda optimum tesis yeri alternatifleri arasında ilk modelde doğu bölgesi için Bingöl, Bitlis, Kars ve Elazığ farklı parametre değerleri için yer alırken, ikinci modelde sadece Tunceli bu bölgede en uygun konum olarak değerlendirilmektedir. Her iki durumda Elazığ, Bingöl ve Tunceli bölgesinin konum itibarıyla öne çıktığı görülmektedir. Kuruluş yeri seçiminde değerlendirmeye alınması gereken altyapı imkânları, kamu kuruluşlarına yakınlık, işgücü potansiyeli, ekonomik, sosyal ve kültürel faktörler (Kobu, 2010) gibi birtakım kriterler de dikkate alındığında Elazığ'ın alternatif iller arasında önemli bir avantaja sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma ile ortaya konulan matematiksel modele adı geçen kriterlerin de eklenmesiyle takip edecek çalışmalarda karar vericiler ve uygulayıcılar için daha kapsamlı bir model sunulması planlanmaktadır. Bu bağlamda adı geçen kriterlerin modele alınması için sağlıklı verilerin temin edilmesi önem arz etmektedir.

#### **KAYNAKLAR**

Dueck, D., Frey, B., Jojic, N., ve Jojic, V. (2008). Constructing treatment portfolios using affinity propagation. In International conference on research in computational molecular biology.

Frank, C., ve Romer, K. (2007). Distributed facility location algorithms for flexible configuration of wireless sensor networks. In Distributed computing in sensor systems. Springer.

Jamshidi, M. (2009). Median Location Problem, in *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies* (R.Z. Farahani and M. Hekmatfar, Eds.), Physica-Verlag Heidelberg, p.177-191.

Klose, A., ve Drexl, A. (2003). Facility location models for distribution system design. European Journal of Operations Research.

Kobu, B. (2010). Üretim Yönetimi. Beta Yayınevi.

Lazic, N., Frey, B.J., ve Aarabi, P. (2010). Solving the Uncapacitated Facility Location Problem Using Message Passing Algorithms. 13th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics, Italy.

Lazic, N., Givoni, I., Frey, B., ve Aarabi, P. (2009). Floss: Facility location for subspace segmentation. In International conference on computer vision.

Li, H. (2007). Two-view motion segmentation from linear programming relaxation. In Computer vision and pattern recognition.

Tavakkoli, R. Ve Shayan, E. (1998). Facilities Layout Design by Genetic Algorithms. *Computers and Industrial Engineering*, 35, 3-4, 527-530.



### **FIRAT ÜNİVERSİTESİ HARPUT ARAŞTIRMALARI DERGİSİ YAYIN İLKELERİ**

1. Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi her yıl Mart ve Eylül aylarında olmak üzere iki sayı halinde yayımlanır. Dergimize; Elazığ ili ve çevresini konu alan tarih, coğrafya, sosyoloji, dil ve edebiyat, halk kültürü, ilahiyat, folklor, müzik, mimari, sanat tarihi, arkeoloji, iktisat, kamu yönetimi ve iletişim alanlarında makaleler kabul edilmektedir.
2. Makaleler bilime katkı sağlamalı veya yeni bir sentez getirmelidir.
3. Makaleler, başka bir yerde yayınlanmamış olmalı, orijinal yeni belge ve bilgilere dayanmalıdır.
4. Sayfa sınırlaması olmamakla birlikte, makalelerin bir dergide yayınlanabilecek bir hacimde olmasına dikkat edilmelidir.
5. Derginin dili Türkçe ve İngilizcedir. Eğer makale Türkçe yazılmış ise muhtevallı bir İngilizce özet, eğer İngilizce yazılmış ise gene muhtevallı bir Türkçe özet eklenmelidir.
6. Türkçe ve yabancı dildeki başlıklar, yazının kapsamıyla uyumlu, yazının konusunu kısa, açık ve yeterli ölçüde yansıtmalıdır.
7. Yazılar, dil ve ifade yönünden, dilbilgisi kurallarına uygun olmalı, açık ve yalın bir anlatım izlenmeli, yersiz mübalağalardan uzak olmalıdır.
8. Şekil, tablo, grafik, harita ve diğere yardımcı anlatım araçları, bilimsel ve teknik ölçülere uygun olmalı, her türlü çizimler usulüne uygun olarak bilgisayar veya şablonla çizilmelidir. Bütün tablo, harita, fotoğraf ve grafikler tanıtılmalı ve numaralandırılmalıdır.
9. Dipnotlara sayfa altında veya metin içinde, bibliyografyaya ise makalenin sonunda yer verilmelidir.
10. Yazılardaki her türlü sorumluluk yazarlarına aittir. Bu konuda Merkezimiz hiçbir sorumluluk kabul etmez.
11. Dergimiz hakemli olup, hakemlerden olumlu rapor alan yazılar yayımlanır, hakemden olumlu rapor almayan yazılar ise yazarlarına iade edilir.
12. Tüm hakları saklıdır. Derginin adı belirtilmeden hiçbir alıntı yapılamaz.

**PUBLICATION PRINCIPLES OF THE JOURNAL OF HARPUT STUDIES**

1. Journal of Harput Studies is published twice a year; in March and September. The articles that are going to be published in the Journal are required to be related to Elazığ and its surroundings on history, geography, sociology, language and literature, folk culture, theology, folk dancing, music, architecture, art history, archaeology, economics, public administration and communication.
2. It is required that articles should contribute something new to the science or should present a new synthesis.
3. Articles should be so new that hadn't been published anywhere before. They should also be based on original sources and informations.
4. Although there is no restriction on the number of the pages to be written, the articles can't have more pages than an ordinary article can have.
5. The Journal is published in Turkish and in English. If an article was written in Turkish, English summary should be added. However, if it was written in any language other than Turkish, Turkish summary should be added.
6. The Turkish titles and titles in the foreign languages should not contradict with the content of the writing but it should reflect the content of the writing neatly, briefly and as much as needed.
7. Articles should be written grammatically in terms of language and expression. Wording should be plain, simple and unnecessary exaggerations should be avoided.
8. Diagrams, pictures, graphics, maps, and other methods of explanation should be scientific and technical; all kinds of drawings should be done on the computer and by the patterns. All pictures, maps, photographs, and graphics, should be defined and should be numbered.
9. Footnotes should be at the bottom of the page and bibliography should be given at the end of the article.
10. All the responsibility in the writing belongs to the writer. Our Center doesn't accept any responsibility on this matter.
11. Our Journal has a committee. The articles that have been approved by the committee will be published while the others that haven't been approved by the committee will be returned back to their owners.
12. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or copied in any form without naming it.