

## Çok Aşamalı Yer Seçim Modelleriyle Satış Mağazası Yerinin Belirlenmesi: Konya Örneği

*Determination of Sales Store Location with Multi-Stage Location Selection Models: The Case of Konya*

Beyzanur ÇAYIR ERVURAL<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü  
Konya, Türkiye

### Öz

Stratejik rekabetin en önemli koşullarından biri tedarik zinciri ve lojistik ağ mekanizmasının etkin ve dinamik biçimde tasarlanmasıdır. Bu kapsamda kurulacak tesis yerinin doğru biçimde belirlenmesi, mesafe, nüfus yoğunluğu ve maliyet gibi çeşitli faktörleri içermesi açısından kritik bir optimizasyon modeli olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, bir gıda işletmesine ait satış mağazası yerlerinin optimum biçimde belirlenebilmesi için yer seçim modelleriyle-*küme kapsama modeli*, *p-medyan modeli* ve *en büyük kapsama modeli*- araştırma yapılmıştır. Öncelikle kurulacak en az sayıdaki tesisin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ardından mesafe bazlı kapsanacak sahalara belirlenmiştir. Belirli sayıdaki tesis ile talep ağırlıklı en küçük mesafe amacına göre konumlar belirlenmiştir. Son aşama olan en büyük kapsama modelinde ise tesis sayısı ayarlanarak kapsanan talep sayısının en büyüklenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca senaryo analizleri ile ortaya çıkabilecek farklı durumlar için geliştirilen modeller sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Optimizasyon, yer seçim modeli, küme kapsama, en büyük kapsama, p-medyan modeli

### Abstract

One of the most important conditions of strategic competition is the efficient and dynamic design of the supply chain and logistics network mechanism. In this context, the correct determination of the facility location to be established is a critical optimization model in terms of including various factors such as distance, population density and cost.

In this study, site selection models - *set covering model*, *p-median model*, *maximum coverage models*- were investigated to determine the optimal location of sales stores of a food company. First of all, it is aimed to determine the minimum number of facilities to be established. Then, the areas to be covered were determined according to the distance levels. With a certain number of facilities, their locations were determined according to the demand-weighted minimum distance aim. In the last stage, it is aimed to maximize the number of covered requests by adjusting the number of facilities in the maximum coverage model. In addition, various models developed for different situations are presented and tested with scenario analysis.

**Keywords:** Optimization, site selection model, set-covering model, maximum-coverage model, p-median model

## I. GİRİŞ

Tesis yeri seçimi, tedarik zinciri başarısını doğrudan etkileyen en önemli aşamalardan biridir. Kurulacak tesisin hizmet vereceği bölgelerle olan mesafesi, karar verici tarafından değerlendirilmesi gereken önemli bir kriterdir [1]. Çünkü tesis tasarımı ve yerleşimi problemlerinde bir bölgeye tesis kurma kararı alınırken mümkün olan çok sayıda kişinin hizmet alabilmesi amaçlanmaktadır. Buna ek olarak kurulacak tesis yeri- hizmet bölgesi arasındaki mesafenin de az olması beklenmektedir. Yani burada ihtiyaç merkezlerine en yakın noktaya tesislerin atanması veya en yakın tesislerden hizmet alınacak şekilde hizmet bölgelerinin ayarlanması gerekmektedir [2]. Tesis yeri planlanırken, genellikle ağırlıklı talep noktası ile hizmet alacak bölge arasındaki mesafenin en küçüklenmesi hedeflenirken müşteri beklentileri de göz önünde tutulmaktadır. Tesis yeri seçim problemleri hastane, kan bankası, banka şubeleri, polis/itfaiye merkezi gibi acil hizmet noktaları, ana dağıtım üsleri, depo ve lojistik merkezleri, iletişim merkezleri ve enerji ağlarının konumlandırılması gibi farklı alanlarda uygulanmaktadır [3]-[5], [36]-[37].

Talep, arz, mesafe ve maliyet gibi çeşitli faktörler tesis yeri açma kararlarını etkilemektedir [6]. Zaman içinde bu kararlarda önemli değişiklikler yaşanabilmektedir. Yeni tesislerin açılmasına, birkaç mevcut tesisin kapatılmasına, tesislerin birleştirilmesine, bazı tesislerin yeniden konumlandırılmasına veya kapasitelerinin genişletilmesi gibi durumlara ihtiyaç duyulabilir [7].

İşletmeler için bölge dağıtım merkezlerinin tespiti, satış noktası/bayi merkezlerinin optimum şekilde planlanması tesis yer seçim problemi sınıfında değerlendirilmektedir. Literatürde yer seçim modelleri konusunda yapılan çalışmalara rastlansa da matematiksel model tabanlı yer seçim modellerinin sınırlı sayıda olduğu gözlenmiş [37] ve halen bu konu hakkında ihtiyacı söz konusu olduğu belirlenmiştir. Özellikle çok amaçlı programlama modellerinde, maliyet azaltılırken müşteri memnuniyetinin de arttırılmaya çalışılması aynı anda ulaşılmaya çalışılan hedefler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yapı güncel literatüre göre biraz daha evrilerek sürdürülebilirlik ilkesi, yeşil lojistik ve/veya karbon salınımının en küçüklenmesi, çevre dostu yatırım planlamaları şeklinde farklı amaçlarla sunulmaktadır. Yer seçim modellerinin sağladığı objektif değerlendirme ölçütü işletmelerin yatırım kararlarında yeni tesis yeri açma konusunda önemli katkı sunmaktadır ve yer seçim modellerinin literatür araştırmalarına göre tesis yeri planlamasındaki başarısı nedeniyle bu çalışmada da optimizasyon yöntemi olarak tercih edilmiştir. Bu çalışmada bir gıda üretim işletmesine ait satış mağazalarının il içindeki yerleşim yerleri analitik yaklaşımlar kullanılarak karar vericilerin/yatırımcıların beklentilerini karşılayacak farklı yatırım planlarıyla yapılması amaçlanmıştır. Buna göre şirket tarafından belirlenen sayıda satış mağazasının açılması gerekmektedir. Öncelikle üç aşamalı bir optimizasyon modeli oluşturulmuştur. İlk aşamada kurulacak en az sayıda tesisin belirlenmesi, ikinci aşamada ise ilk modeldeki sonuçları dikkate alan yakınlık mesafesine dayanan bir p-medyan modeli ve ardından üçüncü aşamada hizmet alan bölge sayısını arttırmaya dayanan en büyük kapsama modelinin oluşturulması hedeflenmiştir. Literatür araştırmalarına göre Konya örneği için üç aşamalı bir yer seçim modeline rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın en temel katkısı, farklı yer seçim modelleri kullanarak yer seçiminde optimizasyon uygulamalarının gerçekleştirilmesidir. Buna göre, öncelikle *küme kapsama problemi* çerçevesinde kurulacak en az sayıda tesisin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ardından *p-medyan modeli* ile belirli sayıda bu tesisin talep ağırlıklı en küçük mesafe amacına göre konumları belirlenmektedir. Ardından mesafe bazlı (farklı km bilgileri ile) kapsanacak sahalar, *en büyük kapsama modeli* ile belirlenmektedir. Bu modelde, belirli sayıda açılacak tesis ile hizmet alacak merkez sayısının en büyüklenmesi amaçlanmıştır. Senaryo analizleri ile farklı durumlar için geliştirilen modeller sunularak geniş çerçeveden değerlendirme imkanı sunulmaktadır.

Çalışmanın ikinci kısmında tesis yerleşim problemleri hakkında bilgiler verilmekte ve farklı yer seçim modelleri açıklanmaktadır. Üçüncü kısımda konu hakkında yapılan literatür araştırması sunulmaktadır.

Dördüncü kısımda problem tanımı yapılarak uygulanan modeller detaylıca açıklanmaktadır. Beşinci kısımda elde edilen analiz sonuçları değerlendirilmektedir. Altıncı kısımda sonuç ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar hakkında kısaca bilgi verilmektedir.

## II. TESİS YERLEŞİM PROBLEMLERİ

Tesis yerleşim probleminde talep ve hizmet noktaları arasındaki mesafe, kurulacak tesis sayısı, maliyet ve ulaşım süresi önemli kriterler olarak ortaya çıkmaktadır. Genel olarak tesis yerleşim problemleri, temel olarak birbirine benzese de bazı önemli kısıt ve/veya amaç fonksiyonunu içermesi nedeniyle farklı şekillerde modellenebilir. Literatürde tesis yerleşim problemleri çok kapsamlı şekilde sınıflandırılmıştır. Daskin [8]'in sınıflandırmasına göre tesis yerleşim problemleri şu şekilde değerlendirilmiştir: statik/dinamik yerleşim modeli, çoklu/tekli tesis yeri, ağaç yapılı/grafik yapılı, ayırık yapılı/ağ yapılı/sürekli yapılı modeller, deterministik/olasılıksal modeller, tek ürünlü/çok ürünlü modeller, tek amaçlı/çok amaçlı modeller, kapasite kısıtlı/kapasite kısıtsız modeller, tek aşamalı/hiyerarşik aşamalı modeller, esnek talepli modeller/esnek olmayan talepli modeller, özel sektör problemleri/kamu sektörü problemleri, talebin dağıtılarak karşılanma durumu/yakın mesafeden karşılanma durumu olan modeller, tesisin arzu edilmesi/ tesisin arzu edilmemesi durumlu modeller. Ayrıca bu modeller, karesel atama problemi, küme kapsama problemi, maksimum kapsama problemi, sabit maliyetli tesis yerleşim problemi, ana dağıtım üssü yerleşim problemi, maksimum toplam problemi, p-merkez problemi, p-medyan problemi şeklinde sıralanabilir [8]–[11].

Bu çalışmada araştırmalarda yaygın biçimde kullanılan en büyük kapsama, küme kapsama ve p-medyan modelleri açıklanacaktır.

### 2.1. En Büyük Kapsama Problemi

Yer seçim problemlerinde genel olarak amaç, hizmet verilen tesis yeri ve müşteriler arasındaki mesafenin en küçüklenmesi biçiminde değerlendirilmesidir. En büyük kapsama probleminde kısıtlı sayıda hizmet veren tesis sayısı ile en çok sayıda talep noktasına hizmet verilmesi beklenmektedir. Yani bütün talep merkezlerinin ihtiyaçlarının sağlanması yerine sınırlı sayıda hizmet noktası ile maksimum sayıda talep merkezine hizmet verilmesi amaçlanmaktadır [10], [36].

Bu modelde tesis sayısı ayarlanarak kapsanan talep miktarı en büyüklenmeye çalışılır. Problem ilk olarak Church ve ReVelle [12] tarafından önerilmiş ve aşağıdaki notasyon kullanılmıştır:

$$Y_j = \begin{cases} 1, & j. \text{düğüm kapsanmışsa } (j \text{ noktasına tesis atanmışsa}) \\ 0, & d. d \end{cases}$$

$$d_j = j. \text{düğümün talebi } P = \text{açılacak tesis sayısı}$$

$$\max z = \sum_{j \in J} d_j Y_j \quad (1)$$

$$Y_j \leq \sum_{i \in I} a_{ij} x_i \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_i \leq P \quad (3)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$Y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (5)$$

burada Eşitlik 1 amaç fonksiyonunu göstermektedir ve kapsanan talep sayısı en büyükmeye çalışılmaktadır. Eşitlik 2'ye göre,  $j$ . düğümün talebi en az bir tesis  $j$ . düğüm tarafından kapsanmadıkça karşılanmamaktadır. Eşitlik 3'te en fazla  $P$  adet tesisin kurulmasına izin verilmektedir. Eşitlik 4-5, 0-1 tamsayı değişkenleri göstermektedir.

## 2.2. Küme kapsama problemi

Kapsama problemlerinden küme kapsama probleminde talep noktalarının tamamının en az sayıda hizmet noktası tarafından karşılanması yani kapsanması beklenmektedir. Bu modelde her talep noktasının en az bir hizmet noktasına atanma kısıtı yer almaktadır [8].

$$x_j = \begin{cases} 1, & j \text{ noktasına bir tesis atanmışsa} \\ 0, & d.d \end{cases}$$

$d_{ij}$ :  $i$  talep noktası ve  $j$ . hizmet noktası arasındaki mesafe

$$\min z = \sum_{j=1}^n x_j \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J} d_{ij} x_j \geq 1 \quad \forall i = 1, \dots, m \quad (7)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad j = 1, \dots, n \quad (8)$$

burada, Eşitlik 6 amaç fonksiyonunu göstermekte ve açılan tesis maliyetinin en küçüklenmesini sağlamaktadır. Eğer tesis açma maliyetlerinde değişiklik yoksa yani eşitse, bu durumda amaç fonksiyonu açılacak tesis sayısının en küçüklenmesi olarak tanımlanabilir. Her talep noktasının en az 1 tesis tarafından kapsanması gerektiği Eşitlik 7'de gösterilmiştir. 0-1 tamsayı değişkenleri Eşitlik 8'de gösterilmektedir.

## 2.3. P-medyan problemi

P-medyan problemi, yer seçim problemlerinde en yaygın kullanılan model türü olarak yer almaktadır. P-medyan problemi,  $p$  adet hizmet noktasının belirli sayıdaki ( $n$ ) talep noktasına hizmet verecek biçimde sistem genelinde şebeke üzerinde ağırlıklı maliyeti en küçükmeye çalışılmaktadır. Ağ yapısı üzerinde açıklanacak olursa bir şebeke diyagramı üzerinde  $n$  adet düğüm olduğu farz edildiğinde bu  $n$  tane noktadan  $p$  tanesinin tesis yeri olarak belirlenmesi ve kalan düğümlerin hizmet almak için belirlenen hizmet noktalarından en yakın olanına tahsis edilmesi bir p-medyan problemi olarak ifade edilmektedir [13]. Toplam maliyetin en küçüklenmesi en temel amaç

olduğu için burada maliyet ile kastedilen, mesafe, süre, yakıt veya para birimi olabilir.

P-medyan problemleri NP-zor sınıfında yer alan problem türündedir ve problemin çözüm süresi problem boyutuna bağlı olarak üstel biçimde artmaktadır. Kesin çözüm veren analitik yöntemler yetersiz kalmaktadır bu yüzden sezgisel yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Meta-sezgisel ve sezgisel yaklaşımlar uygun çözüme yakın sonuç sunmaktadır. Buna göre en kısa yol problemi, atama problemleri, gezgin satıcı problemi, araç rotalama problemleri ve benzeri birçok problem bu yapıdadır.

$d_{ij}$   
=  $i$ . talep noktası ve  $j$ . hizmet noktası arasındaki mesafe

$w_i$  =  $i$  noktasındaki talep noktasının ağırlığı

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } i \text{ talep noktası } j \text{ hizmet noktasına atanmışsa} \\ 0, & d.d \end{cases}$$

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer } j \text{ hizmet noktasında bir tesis açılmışsa} \\ 0, & d.d \end{cases}$$

$$\min C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i d_{ij} x_{ij} \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (10)$$

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall i, j \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = p \quad (12)$$

$$x_{ij}, y_j \in \{0,1\} \quad (13)$$

burada Eşitlik 9 amaç fonksiyonunu göstermektedir ve hizmet noktası ile talep noktaları arasındaki toplam maliyetin en küçüklenmesini ifade eder. Buna göre ilgili kısıtlardan Eşitlik 10, her talep noktasının yalnız bir tesisden hizmet alacağını göstermektedir, Eşitlik 11 ise açık olmayan tesise talep noktasının atanamayacağını göstermektedir. Ardından Eşitlik 12'de, açık tesis sayısının  $p$  adet ile sınırlandırılacağı ifade edilmektedir. Eşitlik 13, 0-1 tamsayı değişkenleri göstermektedir.

## III. LİTERATÜR TARAMASI

P-medyan problemi, literatürde en çok çalışılan yer seçim problemlerinden biridir. Bir ağ diyagramı üzerinde düğümlerin alternatif hizmet noktası ve talep noktası, aradaki bağlantı noktalarının mesafe, süre olarak ilişkilendirilen elemanlar ile temsil edildiği varsayılan p-medyan problemi, müşteri (talep) noktaları ve hizmet noktaları arasındaki toplam ağırlıklı mesafenin en aza indirileceği şekilde  $p$  adet tesisin konumlandırıldığı bir şebeke ağ problemi şeklinde gösterilebilir. Hakimi [13], p-medyan problemini ilk kez ele almıştır, ReVelle ve Swain [14] ise matematiksel modeli (doğrusal tamsayı model) ilk kez oluşturmuşlardır. Garfinkel, Neebe, ve Rao [15] ise küme bölüntüleme problemi olarak ifade etmişlerdir.

Literatürde p-medyan problemi için farklı matematiksel modeller öneren araştırmacılar yer

almaktadır (Avella ve Sassano [16], Elloumi [17], ve Garcia, Labbe, ve Marin [18], Rosing, ReVelle, ve Rosing-Vogelaar[19]). P-medyan problemini çözmek için kesin çözüm veren farklı algoritmalar kullanılmıştır. Örneğin dal-sınır yaklaşımı, dal-kesme ve dal-fiyatlandırma algoritmaları literatürde en yaygın kullanılan yaklaşımlardır. Kariv ve Hakimi [20] p-medyan probleminin NP-zor bir problem olduğunu göstermiş polinom sürede çözüme ulaşmanın mümkün olmadığını belirterek sezgisel yaklaşımla en iyiye yakın çözüme ulaşmaya çalışmışlardır. Açgözlü sezgisel (Whitaker, [21], dinamik programlama tabanlı yöntemler (Hribar ve Daskin, [38] ve Lagranj gevşetmesine dayalı yöntemler (Beasley, [23]) en yaygın kullanılan yöntemlerden sayılabilir. Ayrıca, genetik algoritmalar, tabu arama, tavlama benzetimi, değişken komşuluk arama, karınca kolonisi ve sinir ağları gibi meta-sezgisel yöntemler kullanılmaktadır.

Kim ve Soh [24] üniversite yerleşim planlamasıyla ilgili olarak bölgede okuyan öğrencilerin ulaştırma sistemleriyle ilgili olarak ulaşım sürelerinin azaltılmasına yönelik bir p-medyan modeli geliştirmiştir. Ndiaye vd. [25], çalışmalarında mesafe ve öğrenci sayısı koşulunu göz önünde bulundurarak p-medyan modeli ile en uygun okula atanmalarını sağlamaktadır. Fo ve Silva Mota [26], sağlık hizmet noktalarını bir tesis yerleşim problemi olarak modelleyerek, dört farklı yaklaşımla çözüm elde etmiştir. Buna göre p-medyan, küme kapsama, maksimum kapsama ve p merkez matematiksel modelleriyle çözüm sağlanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Goetzinger vd. [27] çalışmalarında yeşil lojistik kapsamında tesis yeri yerleşim problemini p-medyan modeliyle değerlendirerek taşıma maliyetinin yanı sıra karbon salımını dikkate almıştır.

Liu vd. [28], depo yer seçim probleminde çok amaçlı karma tamsayı programlama modeli oluşturarak en uygun çözüm için sezgisel bir yaklaşım önermişlerdir. Mohammadi vd. [29] çok amaçlı bir model oluşturmuş en uygun stok miktarını ayarlayarak, mal akışının belirlenmesinde stokastik bir yaklaşım kullanmışlar, çözümünde parçacık sürü optimizasyonundan yararlanmışlardır. Rath ve Gutjahr [30] kapsamlı bir afet lojistiği modeli geliştirmiş ve çalışmada belirsizlik altında karar vermeye çalışılmıştır. Talebin belirli ve belirsiz olduğu koşullar altında iki senaryo geliştirilmiştir. Öncelikle afet öncesi hazırlık kapsamında lojistik depo noktaları yer seçim problemi olarak ele alınmış ve buna göre iki aşamalı küme kapsama ve p-medyan modelleri geliştirilmiştir. İlk aşamada ihtiyaç olacak hizmet noktası sayısı belirlenmiş, ikinci aşamada belirlenen tesis sayısı kullanılarak ağırlıklı mesafe minimizasyonu amaçlı p-medyan modeli önerilmiş ve sezgisel bir algoritma yardımıyla çözüme ulaşılmıştır. Akgün ve Erdal [31] hem çok amaçlı programlama hem de çok kriterli

karar verme yaklaşımlarını birlikte değerlendiren bir metodoloji önermektedir ve çalışmada taşıma maliyetlerinin ve ana depo mühimmatlarının risk seviyelerinin en küçüklenmesi hedeflenmiştir.

Panteli vd. [32], çoklu p-medyan problemini ele almışlardır. Burada her bir talep noktası kendisine yakın birden fazla tesis tarafından kapsanmaktadır. Problem mesafe matrisine dayanan ikili küme sezgiseli yardımıyla çözülmektedir. Önerilen yaklaşımda, ikili küme, tesislerin bir alt kümesi tarafından kapsanan talep noktalarının bir alt kümesini temsil eder. Guden [33], klasik *p-hub* medyan probleminde ulaşım modu ve akışı bağlı maliyet yapılarının kullanılması doğrusal maliyet fonksiyonunu etkilediğini belirtmiştir. Literatürde bu konu hakkında çok sayıda çalışma olsa da doğrusal maliyet fonksiyonu için yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Bu çalışmada özellikle yük taşımacılığında kullanışlı olan tüm birim iskonto modeli, modifiye tüm birim iskonto modeli, araba yük iskonto modeli ve konteyner maliyet yapıları gibi çeşitli maliyet yapıları ele alınmıştır. Maliyet fonksiyonlarının doğrusallığı kaybolduğunda bazı basit klasik problemlerin NP-zor hale geldiği gösterilmiştir. Zaferanieh [34], çalışmasında minimum bilgi teorisiyle kapasitesiz p-medyan tesis yeri problemi için en olası atama modeli çözümüyle karar vermeye çalışmıştır. Sınırsız kapasiteli tesis yeri için iki seviyeli p-medyan modeli araştırılmıştır. Üst seviyede tesis kurma ve talep tahsis maliyetlerinin en aza indirilmesi düşünülürken, müşteriler açısından en olası tahsis çözümü alt kademede belirlenmiştir. Önerilen modelde Kuhn-Tucker optimallik koşulları değerlendirilerek iki aşama, tek aşamalı karma tam sayılı modele indirgenmektedir. Önerilen modelin katkısı farklı örnekler ile değerlendirilmektedir.

Literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde, p-medyan probleminin özellikle acil servis istasyonu, depo yer seçimi, banka şubesi yer seçimi, afet lojistiği ve eğitim sektöründe okul ulaşım ağının optimizasyonunda kullanıldığı gözlenmiştir [1], [3]–[5]. Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı olarak Konya ilinde bir gıda işletmesinin şehir içindeki bayi konumlarının belirlenmesinde çok aşamalı bir yaklaşımla en uygun tesis yeri seçiminin yapılması amaçlanmaktadır. GAMS yazılımının CPLEX çözücüsü ile optimal çözüme ulaşılması amaçlanmıştır.

#### IV. PROBLEM TANIMI VE UYGULAMA

Konya, Türkiye'nin en geniş yüzölçümüne sahip ili olup (38.873 km<sup>2</sup>), ülkenin en kalabalık altıncı şehridir [35]. Bu çalışmada, bir gıda işletmesinin satış merkezlerinin (satış bayilerinin) konumlarının uygun biçimde belirlenmesi amaçlanmaktadır. Buna göre, nüfus yoğunluğu en yüksek olan Selçuklu merkez ilçesi üzerinde satış merkezlerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Şekil 1'de Konya'nın Türkiye

haritasındaki konumu ve ele alınan Selçuklu ilçesinin Selçuklu ilçesinin kapsadığı mahalleler detaylı biçimde gösterilmiştir.

Çalışmada öncelikle 72 mahalleden oluşan Selçuklu ilçesinin her bir mahallesi için nüfus bilgisine ulaşılmış buna göre talep yoğunluklarına ulaşılmıştır. İşletmeyle olan görüşmelerde satış merkezlerinin genel olarak nüfusun yoğunlukta olduğu hareketli bölgelerde kurulmaya çalışıldığı bilgisi alınmıştır. Bu bilgiden hareketle nüfusun daha az olduğu noktalar göz ardı edilerek en önemli ihtiyaç noktaları ortaya konulmuştur. Çalışmada mahallerin nüfus oranı dikkate alınarak sıralandığında % 1,25 ve üzerindeki mahaller yer seçiminde kullanılmıştır.

Buna göre çalışmada üç aşamalı bir yaklaşım izlenmiştir. Şekil 3'te problemde kullanılan çözüm yaklaşımı ayrıntılı biçimde sunulmaktadır. Öncelikle problem küme kapsama problemi olarak ele alınmış, mahallerin komşuluk yapısı değerlendirilerek kaç adet bayinin kurulması gerektiği araştırılmıştır. Küme kapsama problemi ile kaç adet bayinin açılması gerektiğine karar verildikten sonra, problem bir p-medyan problemi olarak değerlendirilmiş ve nüfus bilgisi ağırlık olarak (ağırlıklı ortalama şeklinde) yansıtılarak model çözülmüştür.

Mesafe hesaplamalarında mahalle muhtarlıkları merkez kabul edilerek hizmet noktaları (satış merkezleri-bayi) ve talep noktaları arasındaki mesafeler Öklid uzaklığı kullanılarak hesaplanmıştır. Gerekli mesafe bilgileri Google Maps (<https://www.google.com.tr/maps>) ve Selçuklu Belediyesi Netgis (<https://keos.selcuklu.bel.tr/HARITA/>) hizmet haritası aracılığıyla temin edilmiştir.

Oluşturulan matematiksel modeller GAMS 23.5 paket programı kullanılarak çözülmüş, elde edilen sonuçlar aşağıdaki bölümlerde detaylıca paylaşılmıştır.

Tablo 1'de kurulması beklenen mahalleler ve ilgili komşuluklar yer almaktadır. Buna göre problem *küme kapsama* analizi ile değerlendirildiğinde, sekiz adet tesisin kurulması yeterli görünmektedir. Ardından *p-medyan* yaklaşımıyla modelin ikinci aşamasına geçildiğinde Tablo 2'de kurulacak tesis yerleri ve buna göre hizmet alacak talep noktaları bulunmaktadır. Toplam otuz üç adet hizmet noktası sekiz adet bölgeden hizmet almaktadır. Bu sayı değiştirildiğinde ortaya çıkan senaryolar izleyen tablolarda sunulmaktadır. Genel olarak açılacak tesis

Konya ilindeki yeri paylaşılmış ayrıca Şekil 2'de sayısı arttığında maliyet-amaç fonksiyonun düştüğü gözlenmiştir.

$$\min Z_1 = \sum_{j=1}^n x_j \quad (11)$$

$$\sum_{j \in J} x_j \geq 1 \quad \forall_i i = 1, \dots, 33 \quad (12)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad j = 1, \dots, 33 \quad (13)$$

İlk modelden Eşitlik 11- Eşitlik 13 formülasyonuna göre elde edilen toplam tesis sayısı sekiz olarak bulunmuş ve ikinci modelde  $p=8$  olarak (Eşitlik 17) alınmıştır. P-medyan problemindeki amaç fonksiyonu talep-nüfus ağırlıklı mesafenin en küçüklenmesine (Eşitlik 14) dayanmaktadır. Çalışmada oluşturulan modeller Eşitlik 14-18 formülleri kullanılarak çözülmüş ve ilgili mahalle nüfusları normalize edilerek ağırlıklandırılmıştır. Talep ağırlıkları Tablo 2'de ve mahallelerin birbirine olan uzaklığı Tablo 3'te sunulmuştur.

$$\min Z_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i d_{ij} x_{ij} \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall_i i = 1, \dots, 33 \quad (15)$$

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall_{i,j} \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = 8 \quad (17)$$

$$x_{ij}, y_j \in \{0,1\} \quad (18)$$

Üçüncü modelde ise, kısıtlı sayıdaki tesis ile en çok hizmet noktasına erişimin/ulaşımın sağlanması yani kapsanacak bölgelerin en büyüklenmesi amaçlanmıştır (Eşitlik 19). Modelde talep noktalarının tamamının kapsanması yerine belirli sayıdaki hizmet verecek tesisle ( $p$ ) en fazla talep noktasına (Eşitlik 20 ve Eşitlik 21 kullanılarak) hizmet verilmesi amaçlanmaktadır. Eşitlik 22-23, 0-1 tamsayı değişkenleri göstermektedir.

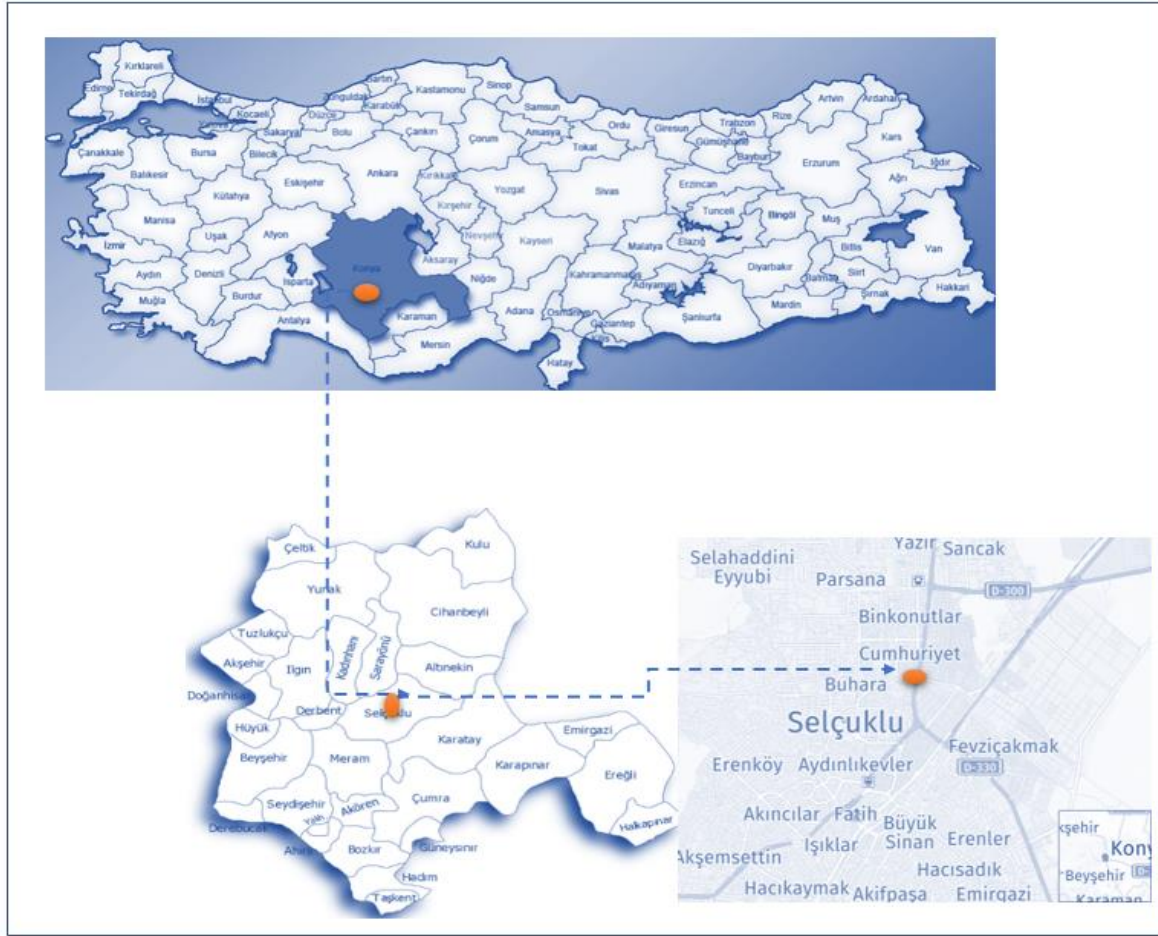
$$\max Z_3 = \sum_{j \in J} a_i d_j Y_j \quad (19)$$

$$Y_j \leq \sum_{i \in I} x_i \quad \forall_j \in J \quad (20)$$

$$\sum_{i \in I} x_i \leq P \quad (21)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall_i \in I \quad (22)$$

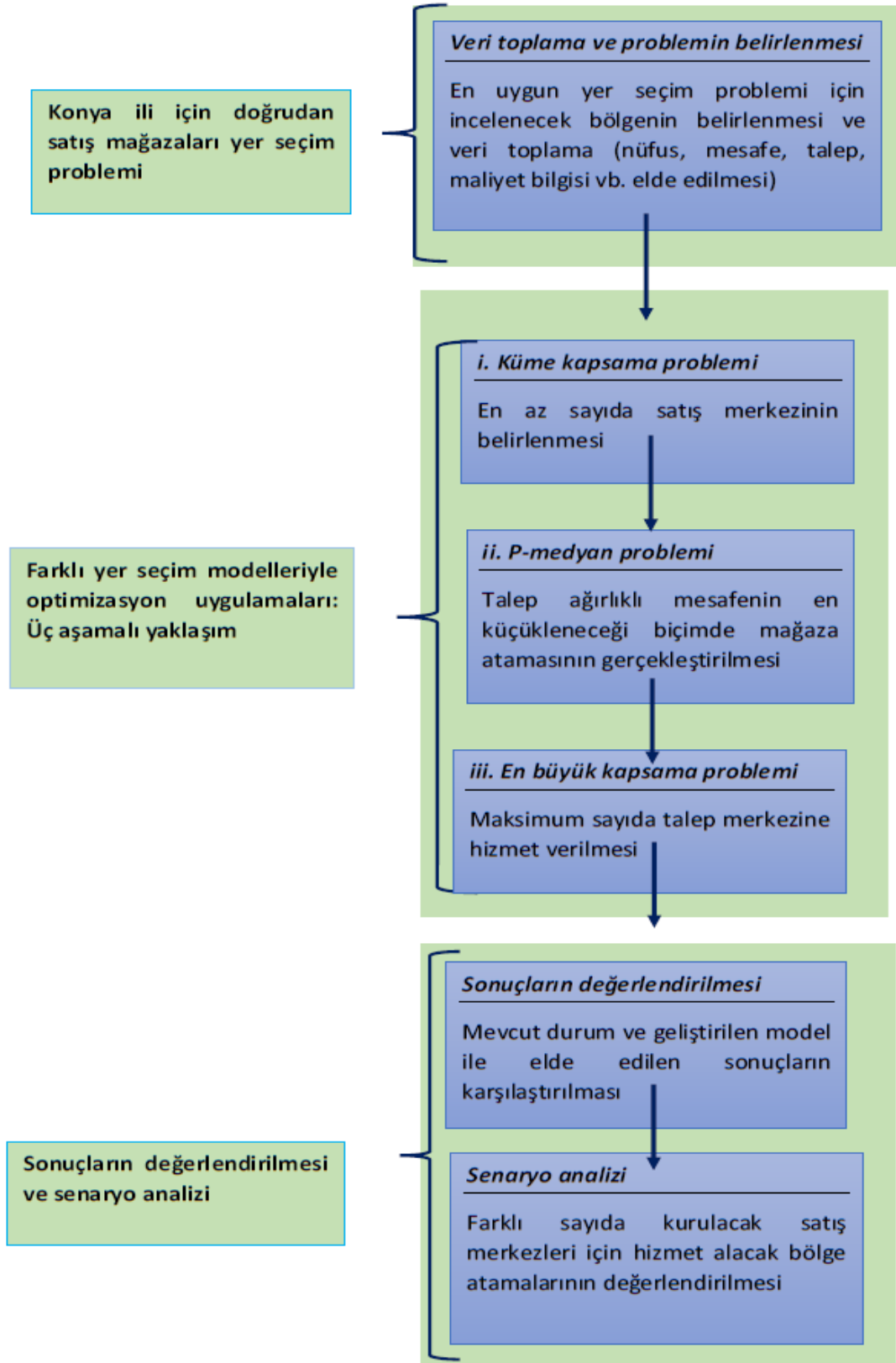
$$Y_j \in \{0,1\} \quad \forall_j \in J \quad (23)$$



Şekil 1. Konya ili ve Selçuklu merkez ilçe konumu



Şekil 2. Selçuklu ilçesi ve kapsanan mahalleler



Şekil 3. Önerilen model aşamaları

**Tablo 1.** Kapsanan komşuluklar

Sıra	Mahalle	Komşuları						
1	Yazır Mahallesi	Şeyh Şamil	Binkonutlar	Parsana	Selahaddin Eyyubi	Beyhekim	Kosova	Sancak
2	Bosna Hersek Mahallesi	Kosova						
3	Sancak Mahallesi	Kosova	Yazır					
4	Kosova Mahallesi	Sancak	Yazır	Beyhekim	Bosnahersek			
5	Mehmet Akif Mahallesi	Akıncılar	Bedir	Işıklar	Erenköy	Hüsametdin Çelebi		
6	Beyhekim Mahallesi	Yazır	Selahaddin Eyyubi	Kosova				
7	Akşemsettin Mahallesi	Şeker	Hocacihan	Hanaybaşı	Esenler	Erenköy		
8	Kılıçarslan Mahallesi	Hacıkaymak	Şeker	Esenler	Işıklar			
9	Işıklar Mahallesi	Feritpaşa	Hacıkaymak	Kılıçarslan	Akıncılar	Mehmet Akif	Fatih	
10	Buhara Mahallesi	Dumlupınar	Malazgirt	Parsana	Şeyh Şamil	Hüsametdin Çelebi		
11	Parsana Mahallesi	Buhara	Yazır	Selahaddin Eyyubi	Şeyh Şamil			
12	Hüsametdin Çelebi Mahallesi	Aydınlık Evler	Bedir	Mehmet Akif	Buhara	Sakarya	Dumlupınar	
13	Binkonutlar Mahallesi	Cumhuriyet	Şeyh Şamil	Yazır				
14	Şeyh Şamil Mahallesi	Malazgirt	Binkonutlar	Buhara	Parsana	Yazır		
15	Hanaybaşı Mahallesi	Hocacihan	Akşemsettin	Erenköy				
16	Selahaddin Eyyubi Mahallesi	Parsana	Beyhekim	Yazır				
17	Şeker Mahallesi	Selçuk	Nişantaş	İhsaniye	Hacıkaymak	Kılıçarslan	Akşemsettin	
18	Hocacihan Mahallesi	Selçuk	Akşemsettin	Hanaybaşı				
19	Feritpaşa Mahallesi	Işıklar	Nişantaş					
20	Sakarya Mahallesi	Aydınlık Evler	Hüsametdin Çelebi	Dumlupınar				
21	Malazgirt Mahallesi	Cumhuriyet	Dumlupınar	Buhara	Şeyh Şamil			
22	Dumlupınar Mahallesi	Sakarya	Hüsametdin Çelebi	Buhara	Malazgirt	Cumhuriyet		
23	Bedir Mahallesi	Fatih	Hüsametdin Çelebi	Mehmet Akif	Aydınlık Evler			
24	Aydınlık Evler Mahallesi	Bedir	Fatih	Hüsametdin Çelebi	Sakarya			
25	Erenköy Mahallesi	Akşemsettin	Hanaybaşı	Akıncılar	Mehmet Akif			
26	Esenler Mahallesi	Kılıçarslan	Akıncılar	Akşemsettin				
27	Nişantaş Mahallesi	Feritpaşa	Hacıkaymak	Şeker	İhsaniye			
28	Hacıkaymak Mahallesi	Nişantaş	Şeker	Kılıçarslan	Işıklar			
29	Akıncılar Mahallesi	Işıklar	Esenler	Erenköy	Mehmet Akif			
30	Fatih Mahallesi	Işıklar	Bedir	Aydınlık Evler				
31	Cumhuriyet Mahallesi	Dumlupınar	Binkonutlar	Malazgirt				
32	İhsaniye Mahallesi	Nişantaş	Şeker					
33	Selçuk Mahallesi	Şeker	Hocacihan					



**Tablo 2. Mahallerin talep ağırlıkları(%)**

Mahalle	Talep ağırlıkları	Mahalle	Talep ağırlıkları
M1	0.1033	M18	0.024
M2	0.0632	M19	0.0236
M3	0.0577	M20	0.0236
M4	0.0515	M21	0.0232
M5	0.0462	M22	0.0214
M6	0.0433	M23	0.0211
M7	0.0376	M24	0.0205
M8	0.0336	M25	0.0202
M9	0.0316	M26	0.0197
M10	0.0305	M27	0.0193
M11	0.0296	M28	0.0169
M12	0.0289	M29	0.0161
M13	0.0288	M30	0.0159
M14	0.0287	M31	0.0152
M15	0.0271	M32	0.0144
M16	0.0256	M33	0.0126
M17	0.025		

**Tablo 3. Mahalleler arası mesafe matrisi (km)**

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33					
M1	0	5.79	1.37	3.68	6.2	3.41	4.88	8.03	7.57	2.63	2.37	5.33	1.59	1.73	7.79	9.2	9.97	8.63	4.57	3.33	3.65	6.22	7.75	7	7.38	8.78	8.92	7.43	6.84	4.12	9.67	9.36	9.45				
M2	5.79	0	5.32	11.85	4.05	10.65	13.75	13.35	8.2	7.61	11.26	7.37	7.33	12.94	8.29	14.89	15.76	14.21	10.33	9.15	9.42	11.95	13.56	12.79	12.99	14.51	14.97	13.18	12.5	9.71	15.5	15.12	15.18				
M3	1.37	5.32	0	2.19	4.12	5.73	8.93	8.37	3.69	3.75	5.98	2.42	2.86	8.77	8.26	10.08	11	8.06	5.15	4.01	4.23	6.85	8.16	8.09	8.24	9.05	9.38	8.23	7.41	4.61	10.3	10.09	10.07				
M4			0	8.89	2.88	7.48	10.74	10.35	5.22	4.71	7.95	4.14	4.33	10.21	6.5	11.85	12.54	10.96	7.11	5.9	6.22	8.7	10.31	9.76	9.98	11.27	11.45	10.07	9.35	6.67	12.22	11.93					
M5			0	8.9	1.32	1.98	1.87	3.67	4.63	1.33	4.67	4.54	2.16	5.43	2.99	4	3.35	2.38	3.04	3.04	3.04	1.34	2.75	1.37	1.17	1.36	3.02	1.3	1.65	2.77	3.94	3.27					
M6			0		11	10.5	10.39	5.15	4.05	8.14	4.72	9.43	9.53	4.67	11.49	11.84	11.56	7.58	6.32	6.77	9.08	10.67	7.55	9.8	11.73	11.62	9.66	9.58	7.22	12.3	11.92						
M7			0	1.53	2.06	5.78	6.51	3.5	6.85	6.87	1.39	3.35	1.27	1.82	3.37	4.53	5.3	5.25	3.04	3.38	1.45	1.28	2.85	2.3	1.4	2.93	5	3.14	2.01								
M8			0	0.588	5.6	6.58	2.81	6.48	6.14	2.66	1.87	1.29	3.08	1.87	3.74	4.78	4.62	2.04	1.85	2.22	0.935	1.44	1.06	0.726	1.65	4.21	1.98	1.28									
M9			0	5.28	6.35	2.44	6.12	5.83	3.01	1.32	1.88	3.68	1.56	3.27	4.42	4.17	1.56	1.3	2.46	1.1	1.32	1.19	0.87	1.11	3.74	2.08	1.85										
M10			0	1.31	2.97	1.29	0.794	5.05	5.6	6.62	7.32	6.45	2.58	1.32	1.84	3.94	5.64	4.43	4.8	6.53	6.47	4.91	4.48	2.19	7.27	6.93											
M11			0	4.14	1.89	1.53	5.57	6.78	7.54	8.04	7.61	3.89	2.63	3.14	5.1	6.81	5.11	5.75	7.6	7.61	5.88	5.66	3.48	8.42	7.85												
M12			0	3.7	3.41	3.46	5.59	4.02	5.3	3.46	1.05	2	1.79	0.96	2.67	2.66	2.28	3.58	3.64	2.28	1.52	1.48	4.42	4.09													
M13			0	0.509	6.27	6.21	7.61	8.54	7.04	3.02	1.71	2.08	4.66	6.15	5.61	5.85	7.22	7.34	5.82	5.12	2.48	8.1	7.77														
M14			0	5.82	6	7.3	8.06	6.78	2.79	1.51	1.95	4.36	5.92	5.15	5.45	6.95	7.01	5.53	4.92	2.33	7.85	7.42															
M15			0	4.3	2.67	2.41	4.51	4.48	4.91	4.98	3.4	3.71	0.795	1.94	4.08	3.64	2.15	3.5	4.78	4.46	3.4																
M16			0	2.93	4.94	0.858	3.14	4.5	4.09	1.76	8.18	3.69	2.38	1.27	1.68	2.14	1.2	3.72	2.09	2.43																	
M17			0	2.04	2.62	5	5.97	5.82	3.32	2.96	2.65	1.82	2	1.42	1.78	2.96	5.48	2	0.835																		
M18			0	4.66	6.35	7.05	7.12	4.87	4.92	2.93	3.09	4.04	3.45	3.19	4.69	6.78	3.94	2.81																			
M19			0	4.02	5.35	4.94	2.51	0.873	4.05	2.66	0.753	1.24	2.43	1.94	4.58	1.31	1.95																				
M20			0	1.34	0.935	1.72	3.19	3.69	3.29	4.25	4.4	3.26	2.21	0.542	5.12	7.7																					
M21			0	0.514	2.92	4.48	4.16	4.19	5.51	5.63	4.25	3.46	0.866	6.42	6.04																						
M22			0	2.59	4.1	4.22	4.04	5.15	5.29	4.07	3.14	0.408	6.04	5.84																							
M23			0	1.74	2.65	1.77	2.62	2.69	1.67	0.572	2.24	3.48	3.23																								
M24			0	3.7	2.36	1.27	1.7	2.16	1.2	3.68	2.11	2.43																									
M25			0	1.36	3.65	3.25	1.6	2.78	4.02	4.17	3.21																										
M26			0	0	2.3	1.96	0.228	1.66	3.78	2.92	2.12																										
M27			0	0.6	2.09	2.06	4.76	0.879	1.31																												
M28			0	1.79	2.19	4.94	0.925	0.734																													
M29			0	151	3.75	2.71	1.97																														
M30			0	2.76	2.93	2.77																															
M31			0	5.67	5.49																																
M32			0	1.16																																	
M33			0																																		

## V. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, öncelikle küme kapsama modelinden hareketle ideal tesis sayısı 8 olarak bulunup ardından ikinci modelde (p-medyan modeli) 8 tesise atanacak 33 bölgenin değerlendirilmesi Tablo 4'te sunulmaktadır. Üçüncü model olan en büyük kapsama modeline göre Tablo 5'te sunulduğu gibi 7 satış merkezi için atamalar yapılmaktadır. Diğer durumların detaylı biçimde değerlendirilebilmesi için farklı sayıda satış merkezi kurulması durumunda ortaya çıkacak ideal atamalar duyarlılık analizi çalışmaları ile gösterilmektedir.

8 satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 4'te gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 8 satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 1,1274 olarak elde edilmiştir. Analiz sonuçları daha detaylı değerlendirildiğinde, Yazır Mahallesi kurulacak satış merkezinden, Yazır (Y1) ve Sancak (Y3) bölgeleri hizmet almaktadır. Bosna-Hersek Mahallesi (Y2) kurulacak satış merkezinden, yine Bosna- Hersek bölgesi hizmet almaktadır. Kosova Mahallesi (Y4) kurulduğunda, Kosova Mahallesi hizmet almaktadır, satış merkezi Akşemsettin Mahallesi (Y7) kurulduğunda, Akşemsettin (Y7), Mehmet Akif (Y5), Hanaybaşı (Y15), Şeker (Y17), Hocacihan (Y18) ve Erenköy (Y25) Mahalleleri hizmet almaktadır. Işıklar Mahallesi kurulacak satış merkezinden (Y9), yine Işıklar Mahallesi (Y9), Kılıçarslan (Y8), Selahaddin Eyyubi (Y16), Feritpaşa (Y19), Bedir (Y23), Aydınlikevler (Y24), Hacıkaymak (Y26), Esenler (Y27), Nişantaşı (Y28), Akıncılar (Y29), Fatih (Y30), İhsaniye (Y32) ve Selçuk Mahalleleri (Y33) hizmet almaktadır. Şeyh Şamil (Y14) Mahallesi tesis kurulduğunda, Şeyh Şamil (Y14), Buhara (Y10), Parsana (Y11), Binkonutlar (Y13) Mahalleleri hizmet almaktadır. Satış merkezi, Cumhuriyet Mahallesi (Y31) kurulduğunda, Cumhuriyet (Y31), Hüsametdin Çelebi (Y12), Sakarya (Y20), Malazgirt (Y21), Dumlupınar Mahalleleri (Y22) hizmet almaktadır.

En büyük kapsama modeli sonuçlarına göre, en fazla sekiz adet tesis kısıtı konulduğunda bunlardan yedi tanesine (6, 9, 11, 22, 29, 30, 31) tesis kurulabilmektedir. Elde edilen amaç fonksiyonu değeri 0,999'dur. 33 hizmet noktasının ilgili 7 satış mağazasının talep yoğunluklarına göre atama tablosu Tablo 5'te sunulmaktadır. Analiz sonuçları daha detaylı değerlendirildiğinde, Beyhekim Mahallesi (Y6) kurulacak satış merkezinden, Yazır (Y1), Parsana (Y11), Hanaybaşı (Y15), Sakarya (Y20) ve Selçuk Mahalleleri (Y33) hizmet almaktadır. Işıklar Mahallesi (Y9) kurulacak satış merkezinden, Şeker (Y17) ve Hacıkaymak (Y28) Mahalleleri hizmet almaktadır. Parsana Mahallesi (Y11) kurulacak satış merkezinden, Mehmet Akif (Y5) ve Cumhuriyet

(Y31) Mahalleleri hizmet almaktadır. Dumlupınar Mahallesi (Y22) kurulacak satış merkezinden, Hüsametdin Çelebi (Y12), Binkonutlar (Y13), Hocacihan (Y18), Malazgirt (Y21) Mahalleleri hizmet almaktadır. Akıncılar (Y29) Mahallesi kurulacak satış merkezinden, Akıncılar (Y29), Işıklar (Y9), Dumlupınar (Y22), Esenler (Y26) Mahalleleri hizmet almaktadır. Fatih Mahallesi (Y30) kurulacak satış merkezinden, Sancak (Y3), Akşemsettin (Y7), Aydınlikevler (Y24) ve İhsaniye (Y32) Mahalleleri hizmet almaktadır. Cumhuriyet Mahallesi (Y31) kurulacak satış merkezinden, Bosna Hersek (Y2), Kosova (Y4), Beyhekim (Y6), Kılıçarslan (Y8), Buhara (Y10), Şeyh Şamil (Y14), Selahaddin Eyyubi (Y16), Feritpaşa (Y19), Bedir (Y23), Erenköy (Y25), Nişantaşı (Y27) ve Fatih (Y30) Mahalleleri hizmet almaktadır.

İki model karşılaştırıldığında hem amaç fonksiyonu değerleri hem de kurulan satış merkezlerinin kapsadığı mahallelerdeki farklılıklar Tablo 4 ve Tablo 5'te görülmektedir. İlk model satış merkezleri ve hizmet noktaları arasındaki mesafeye dayandığı için elde edilen amaç fonksiyonu bunu sağlayacak biçimde elde edilmektedir. Yani 8 satış merkezi kurulduğunda, en yakın mesafe ölçütüne göre (maliyetin en küçüklenmesi) kurulan satış merkezinden hizmet alacak mahallelere karar verilmektedir. En büyük kapsama modelinde ise, 7 satış merkezinden hizmet alacak merkez sayısını en büyüleyecek biçimde bir atama modeli oluşturulmaktadır. Modellerin çalışma prensiplerindeki farklılığa bağlı olarak ortaya çıkan durumlardaki farklılıklar paylaşılmıştır. İşletme, içinde bulunduğu koşullara göre bu iki modele bakarak, ilkinde mesafeye minimizasyonu (maliyet min.) ikincisinde kapsanan bölgenin en büyüklenmesi olacağı için, yatırım politikalarına en uygun olacak yer seçim modelini değerlendirebilir. Farklı modellerle en uygun yer seçimine karar verilmesi bu açıdan işletme yöneticilerine hem esneklik sağlamakta hem de karşılaştırma imkanı sunmaktadır. Bu biçimiyle aslında iki farklı amaca yönelik olarak geliştirilen yatırım planları ortaya konulmaktadır.

Bu kısımdan itibaren p-medyan modeli için senaryo analizleri (farklı sayıda satış merkezleri kurulması durumunda ortaya çıkacak atama tabloları) paylaşılmaktadır. Beş adet satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 6'da gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 5 satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 1,532 olarak elde edilmiştir.

6 satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 7'de gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 6 satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 1,4615 olarak elde edilmiştir.

7 satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 8'de gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 7 satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 1,2056 olarak elde edilmiştir.

9 satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 9'da gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 9 satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 1,0594 olarak elde edilmiştir.

10 satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 10'da gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 10

satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 1,0154 olarak elde edilmiştir.

11 satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 11'de gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 11 satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 0,9874 olarak elde edilmiştir.

12 satış merkezi kurulduğunda, yakınlık mesafesine göre ilgili merkezlerden hizmet alacak bölgeler Tablo 12'de gösterilmiştir. 33 hizmet noktasının, ilgili 12 satış mağazasına yakınlıklarına göre atama tablosu yer almaktadır. Buna göre amaç fonksiyonu değeri 0,9594 olarak elde edilmiştir.

**Tablo 4.** 8 satış merkezi için p-medyan modeli analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X												Amaç Fonksiyonu	
8 satış merkezi için	Y1	1	3												1,1274
	Y2	2													
	Y4	4													
	Y6	6													
	Y7	5	7	15	17	18	25								
	Y9	8	9	16	19	23	24	26	27	28	29	30	32	33	
	Y14	10	11	13	14										
	Y31	12	20	21	22	31									

**Tablo 5.** 7 satış merkezi için en büyük kapsama modeli sonucu

Analiz sonucu	Y	X												Amaç Fonksiyonu
7 satış merkezi için	Y6	1	11	15	20	33								0,999
	Y9	17	28											
	Y11	5	31											
	Y22	12	13	18	21									
	Y29	9	22	26	29									
	Y30	3	7	24	32									
	Y31	2	4	6	8	10	14	16	19	23	25	27	30	

**Tablo 6.** 5 satış merkezi için analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X												Amaç Fonksiyonu	
5 satış merkezi için	Y1	1	3	4	6	11	13							1,5318	
	Y2	2													
	Y7	5	7	15	17	18	25								
	Y8	8	9	16	19	23	24	26	27	28	29	30	32		33
	Y21	10	12	14	20	21	22	31							

**Tablo 7.** 6 satış merkezi için analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X													Amaç Fonksiyonu	
6 satış merkezi için	Y1	1	3	4	6	11	13	14								1,4615
	Y2	2														
	Y7	5	7	15	17	18	25									
	Y9	8	9	16	19	23	24	26	27	28	29	30	32	33		
	Y22	10	21	31												
	Y31	12	20	22												

**Tablo 8.** 7 satış merkezi için analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X													Amaç Fonksiyonu
7 satış merkezi için	Y2	2													1,2056
	Y3	1	3	4											
	Y6	6													
	Y7	5	7	15	17	18	25								
	Y9	8	9	16	19	23	24	26	27	28	29	30	32	33	
	Y14	10	11	13	14										
	Y31	12	20	21	22	31									

**Tablo 9.** 9 satış merkezi için analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X											Amaç Fonksiyonu
9 satış merkezi için	Y1	1	3	16	19	24	27	28	32	33			1,0594
	Y2	2											
	Y4	4											
	Y6	6											
	Y7	7	15	17	18	25							
	Y14	10	11	13	14								
	Y27	16	19	24	27	28	32	33					
	Y29	5	8	9	23	26	29	30					
	Y31	12	20	21	22	31							

**Tablo 10.** 10 satış merkezi için analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X											Amaç Fonksiyonu
10 satış merkezi için	Y1	1	3										1,0154
	Y2	2											
	Y4	4											
	Y6	6											
	Y7	7	15	17	18	25							
	Y14	10	11	13	14								
	Y23	12	23	30									
	Y27	16	19	24	27	28	32	33					
	Y29	5	8	9	26	29							
	Y31	20	21	22	31								

**Tablo 11.** 11 satış merkezi için analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X					Amaç Fonksiyonu
11 satış merkezi için	Y1	1	3				0,9874
	Y2	2					
	Y4	4					
	Y6	6					
	Y7	7	15	17	18	25	
	Y14	10	11	13	14		
	Y19	16	24	27			
	Y23	12	23	30			
	Y27	19	28	32	33		
	Y29	5	8	9	26	29	
	Y31	20	21	22	31		

**Tablo 12.** 12 satış merkezi için analiz sonucu

Analiz sonucu	Y	X					Amaç Fonksiyonu	
12 satış merkezi için	Y1	1	3				0,9594	
	Y2	2						
	Y4	4						
	Y6	6						
	Y14	10	11	13	14			
	Y18	18						
	Y19	16	19	24	27			
	Y23	12	23	30				
	Y25	15	25					
	Y29	5	7	8	9	26		29
	Y31	20	21	22	31			
	Y33	17	28	32	33			

## VI. SONUÇ VE GELECEK ARAŞTIRMALAR

İşletmeler, değişen rekabet koşullarında varlıklarını etkin biçimde sürdürebilmek için pazarlama faaliyetlerini doğru bir şekilde belirlemelidir. Bu durum tedarik zinciri faaliyetleri kapsamında dağıtım ve/veya lojistik merkezlerinin etkin biçimde belirlenmesi ile mümkündür. Tesis yerinin belirlenmesi, tüm tedarik zinciri faaliyet akışını etkileyeceği için stratejik bir aşama olarak gözükmektedir. Bu çalışmada hizmet noktalarının belirlenmesinde gözetilen esas yaklaşım, en az sayıda tesisin maksimum sayıda hizmet sahasına ulaştırılmasıdır. Çünkü kurulacak tesis yerinin belirlenmesinde, işletmenin değerlendirmesi gereken bütçe, tesis açma maliyeti, işçi kısıtı, alınacak izin ve anlaşmalar, aynı lokasyonda benzer hizmet merkezlerinin varlığının değerlendirilmesi ve bazı fizibilite hazırlıkları gibi faaliyetlerin tamamlanması beklenmektedir. Problem çok boyutlu ve kritik bir yapı sergilemektedir. Tesis yeri seçim problemi çok sayıda kriter, alternatif ve karar verici bileşenlerinden oluşan zaman zaman çok amaçlı yapı sergileyen karmaşık bir karar problemidir.

Bu çalışmada bir gıda işletmesine ait Konya ili içinde doğrudan satış merkezlerinin tesis yeri optimizasyonu farklı tesis yerleşim modelleriyle değerlendirilmektedir. Buna göre öncelikle küme kapsama modeliyle, aday

tesislerin komşulukları değerlendirilerek en az sayıda tesis belirlenmiştir. İlk modelden elde edilen bilgi ile de ikinci modelde p-medyan modeli geliştirilmiştir. Talep ağırlıklı mesafe minimizasyon modeli oluşturularak, kurulacak minimum tesis sayısı belli iken hangi bölgelerde yer alması gerektiği bulunmuştur. Bu sayede maliyet azaltılırken etkin hizmet seviyesinin sağlanması beklenmektedir. Üçüncü model olan en büyük kapsama probleminde, tesis sayısı ayarlanarak kapsanan talep sayısının en büyüklüğüne hedeflenmektedir. Bu çalışma kapsamında literatürdeki farklı yer seçim modelleri için analizler gerçekleştirilerek işletme için en ideal model belirlenmiştir. Bu şekilde en büyük kapsama modelinde amaç kapsanan talep sayısının en büyüklüğüne iken p-medyan modelinde amaç  $p$  adet hizmet noktası için hizmet noktası ile talep noktaları arasındaki toplam maliyetin en küçüklenmesidir. Ortaya çıkan model sonuçları işletme yöneticileri tarafından incelenerek, amaçlarına en uygun seçenek/seçenekler çok boyutlu biçimde değerlendirilebilmektedir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, öncelikle küme kapsama modeli ile ideal tesis sayısı 8 olarak bulunup ardından ikinci model olan p-medyan modeli için sekiz tesise atanacak otuz üç bölgenin değerlendirilmesi sunulmaktadır. Ardından, farklı sayıda kurulabilecek satış merkezi için ideal atamaların yer aldığı senaryo analizleri ile ortaya çıkan durumlar değerlendirilmiştir.

Gelecek araştırmalar için model biraz daha geliştirilerek tüm ilin ihtiyacını değerlendirecek bazı özel kısıtlar da eklenerek kapsamlı hale getirilebilir. Kar amaçlı yatırım yapan işletmeler için maliyet unsuru önemli bir faktör olduğu için sabit ve değişken maliyet kalemlerine ulaşılabiliyorsa gerçek değerleri modele eklenerek daha geniş çerçeveden incelemeler yapılabilir. Ayrıca talepteki belirsizliği dikkate alan bir stokastik yaklaşımla model revize edilebilir. Gelecek araştırmalar için geliştirilecek coğrafi bilgi sistemler tabanlı bir karar destek sistemi aracılığıyla mahalleler/bölgeler arası mesafe ölçümünün daha sistematik biçimde elde edilmesi beklenmektedir. Geliştirilen mevcut matematiksel modelin boyutu optimum çözümü elde etmek için yeterlidir ancak geliştirilecek modelin NP-zor yapı sergilemesi durumunda yer seçim problemlerinde başarılı sonuçlar sağlayan bazı meta sezgisel yaklaşımlarla (genetik algoritmalar, tabu arama, parçacık sürü optimizasyonu vb.) çözüm sunulması beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] J. C. Williams, "Optimal reserve site selection with distance requirements," *Comput. Oper. Res.*, vol. 35, no. 2, pp. 488–498, Feb. 2008, doi: 10.1016/J.COR.2006.03.012.
- [2] Z. G. Rahmat *et al.*, "Landfill site selection using GIS and AHP: a case study: Behbahan, Iran," *KSCE J. Civ. Eng. 2017 211*, vol. 21, no. 1, pp. 111–118, Jun. 2016, doi: 10.1007/S12205-016-0296-9.
- [3] A. Ahmadi-Javid, P. Seyedi, and S. S. Syam, "A survey of healthcare facility location," *Comput. Oper. Res.*, vol. 79, pp. 223–263, Mar. 2017, doi: 10.1016/J.COR.2016.05.018.
- [4] A. Alhothali *et al.*, "Location-Allocation Model to Improve the Distribution of COVID-19 Vaccine Centers in Jeddah City, Saudi Arabia," *Int. J. Environ. Res. Public Heal.* 2022, Vol. 19, Page 8755, vol. 19, no. 14, p. 8755, Jul. 2022, doi: 10.3390/IJERPH19148755.
- [5] Z. Namazian and E. Roghanian, "A decision problem for bank branch site selection: A GIS Mapping perspective with Maximal Covering Location Problem: A case study of Isfahan, Iran," *Int. J. Serv. Oper. Manag.*, vol. 39, no. 3, pp. 337–361, Aug. 2019, doi: 10.1504/IJSOM.2021.116106.
- [6] E. A. Adalı and A. Tuş, "Hospital site selection with distance-based multi-criteria decision-making methods," <https://doi.org/10.1080/20479700.2019.1674005>, vol. 14, no. 2, pp. 534–544, 2019, doi: 10.1080/20479700.2019.1674005.
- [7] H. Güden and H. Süral, "The dynamic p-median problem with mobile facilities," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 135, pp. 615–627, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.CIE.2019.06.024.
- [8] M. S. Daskin, "Network and discrete location : models, algorithms, and applications," p. 498, 1995.
- [9] D. R. Sule, "Logistics of Facility Location and Allocation," *Logist. Facil. Locat. Alloc.*, Mar. 2001, doi: 10.1201/9780203910405.
- [10] J. Current, M. Daskin, and D. Schilling, "Facility Location: Applications and Theory," in *Discrete Network Location Model*, Z. Drezner and H.W. Hamacher, Ed. 2001, pp. 83–120. Accessed: Mar. 03, 2022. [Online]. Available: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2455195/mod\\_resource/content/1/Daskin-discrete\\_location\\_models.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2455195/mod_resource/content/1/Daskin-discrete_location_models.pdf)
- [11] M. Basti, "P-medyan Tesis Yeri Seçim Problemi ve Çözüm Yaklaşımları The P-median Facility Location Problem and Solution Approaches," *Online Acad. J. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 7, p. 7, 2012, doi: 10.5824/1309-1581.2012.2.004.x.
- [12] R. Church and C. ReVelle, "The maximal covering location problem," *Pap. Reg. Sci. Assoc. 1974 321*, vol. 32, no. 1, pp. 101–118, Dec. 1974, doi: 10.1007/BF01942293.
- [13] S. L. Hakimi, "Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph," *Oper. Res.*, vol. 12, no. 3, pp. 450–459, Jun. 1964, doi: 10.1287/opre.12.3.450.
- [14] C. S. ReVelle and R. W. Swain, "Central Facilities Location," *Geogr. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–42, Jan. 1970, doi: 10.1111/J.1538-4632.1970.TB00142.X.
- [15] R. S. Garfinkel, A. W. Neebe, and M. R. Rao, "An Algorithm for the M-Median Plant Location Problem," <https://doi.org/10.1287/trsc.8.3.217>, vol. 8, no. 3, pp. 217–236, Aug. 1974, doi: 10.1287/TRSC.8.3.217.
- [16] P. Avella and A. Sassano, "On the p-Median polytope," *Math. Program. 2000 893*, vol. 89, no. 3, pp. 395–411, 2001, doi: 10.1007/PL00011405.
- [17] S. Elloumi, "A tighter formulation of the p-median problem," *J. Comb. Optim. 2008 191*, vol. 19, no. 1, pp. 69–83, May 2008, doi: 10.1007/S10878-008-9162-0.
- [18] S. García, M. Labbé, and A. Marín, "Solving Large p-Median Problems with a Radius Formulation," <https://doi.org/10.1287/ijoc.1100.0418>, vol. 23, no. 4, pp. 546–556, Dec. 2010, doi: 10.1287/IJOC.1100.0418.
- [19] K. E. Rosing, C. S. Revelle, and H. Rosing-Vogelaar, "The p-Median and its Linear Programming Relaxation: An Approach to Large Problems," <https://doi.org/10.1057/jors.1979.192>, vol. 30, no. 9, pp. 815–823, 2017, doi: 10.1057/jors.1979.192.

- 10.1057/JORS.1979.192.
- [20] O. Kariv and S. L. Hakimi, "ALGORITHM APPROACH TO NETWORK LOCATION PROBLEMS - 2. THE p-MEDIANS.," *SIAM J. Appl. Math.*, vol. 37, no. 3, pp. 539–560, 1979, doi: 10.1137/0137041.
- [21] R. A. Whitaker, "ERrata: A Fast Algorithm For The Greedy Interchange For Large-Scale Clustering And Median Location Problems," *INFOR Inf. Syst. Oper. Res.*, vol. 22, no. 1, pp. 70–71, Feb. 1984, doi: 10.1080/03155986.1984.11731914.
- [22] M. Hribar and M. S. Daskin, "A dynamic programming heuristic for the P-median problem," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 101, no. 3, pp. 499–508, Sep. 1997, doi: 10.1016/S0377-2217(96)00218-4.
- [23] J. E. Beasley, "Lagrangean heuristics for location problems," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 65, no. 3, pp. 383–399, Mar. 1993, doi: 10.1016/0377-2217(93)90118-7.
- [24] J. H. Kim and S. Soh, "Designing Hub-and-Spoke School Bus Transportation Network: A Case Study of Wonkwang University," *Promet - Traffic&Transportation*, vol. 24, no. 5, pp. 389–394, 2012, doi: 10.7307/PTT.V24I5.1174.
- [25] F. Ndiaye, B. M. Ndiaye, and I. Ly, "Application of the p-Median Problem in School Allocation," *Am. J. Oper. Res.*, vol. 2012, no. 02, pp. 253–259, Jun. 2012, doi: 10.4236/AJOR.2012.22030.
- [26] "Journal of Applied Operational Research: Volume 4, Number 1, 2012 - Google Kitaplar." [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=bOU\\_EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA37&dq=fo+ve+silva+mota+\(2012\)+p+median&ots=phFqbA\\_3Bu&sig=JyRB8ua1NVgxhfYRtDJqxdulL2U&redir\\_esc=y#v=onepage&q=fo+ve+silva+mota+\(2012\)+p+median&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=bOU_EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA37&dq=fo+ve+silva+mota+(2012)+p+median&ots=phFqbA_3Bu&sig=JyRB8ua1NVgxhfYRtDJqxdulL2U&redir_esc=y#v=onepage&q=fo+ve+silva+mota+(2012)+p+median&f=false) (accessed Mar. 04, 2022).
- [27] M. Goetzinger, T. Brandt, and D. Neumann, "Green Facility Location – A Case Study," *AMCIS 2012 Proc.*, Jul. 2012, Accessed: Mar. 04, 2022. [Online]. Available: <https://aisel.aisnet.org/amcis2012/proceedings/GreenIS/1>
- [28] C. Liu, Z. H. Chen, and Y. Y. Gong, "Site selection of emergency material warehouse under fuzzy environment," *J. Cent. South Univ. 2013 206*, vol. 20, no. 6, pp. 1610–1615, Jun. 2013, doi: 10.1007/S11771-013-1653-1.
- [29] M. Mohammadi, S. A. Torabi, and R. Tavakkoli-Moghaddam, "Sustainable hub location under mixed uncertainty," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 62, pp. 89–115, Feb. 2014, doi: 10.1016/J.TRE.2013.12.005.
- [30] S. Rath and W. J. Gutjahr, "A math-heuristic for the warehouse location–routing problem in disaster relief," *Comput. Oper. Res.*, vol. 42, pp. 25–39, Feb. 2014, doi: 10.1016/J.COR.2011.07.016.
- [31] İ. Akgün and H. Erdal, "Solving an ammunition distribution network design problem using multi-objective mathematical modeling, combined AHP-TOPSIS, and GIS," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 129, pp. 512–528, Mar. 2019, doi: 10.1016/J.CIE.2019.02.004.
- [32] A. Panteli, B. Boutsinas, and I. Giannikos, "On solving the multiple p-median problem based on biclustering," *Oper. Res.*, vol. 21, no. 1, pp. 775–799, Mar. 2021, doi: 10.1007/S12351-019-00461-9/TABLES/3.
- [33] H. Güden, "New complexity results for the p-hub median problem," *Ann. Oper. Res.*, vol. 298, no. 1–2, pp. 229–247, Mar. 2021, doi: 10.1007/S10479-018-2824-0.
- [34] M. Zaferanieh, M. Abareishi, and J. Fathali, "The minimum information approach to the uncapacitated p-median facility location problem," <https://doi.org/10.1080/19427867.2020.1864595>, 2021, doi: 10.1080/19427867.2020.1864595.
- [35] TÜİK, "Türkiye İstatistik Kurumu," 2017. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (accessed Mar. 11, 2018).
- [36] Cayir Ervural, B., "Determination of Strategic Location of UAV Stations." In: Durakbasa, N.M., Gençyılmaz, M.G. (eds) Digitizing Production Systems. Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2022, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90421-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90421-0_14)
- [37] Cayir Ervural, B. "An Integrated Hesitant Fuzzy Decision Model for Sustainable Wind Farm Site Selection: The Case Study in the Central Anatolian Region of Turkey." In: Ren, J. (eds) Energy Systems Evaluation (Volume 2). Green Energy and Technology. 2021, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-67376-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-67376-5_8)
- [38] Hribar, M. and Daskin, M.S. 'A dynamic programming heuristic for the P-median problem', *European Journal of Operational Research*, 101(3), pp. 499–508, 1997. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00218-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00218-4).