

KAPASİTENİN MEKANSAL DAĞITIMININ VERİMLİLİK VE KARLILIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Prof. Dr. Tamer MÜFTÜOĞLU

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi optimum kuruluş yerinin belirlenmesine ilişkin klasik kuruluş yeri modelleri tek konumlu kuruluş yeri modelleri olarak adlandırılır. Bu modellerde optimum kuruluş yeri olarak toplam taşıma maliyetinin minimum kılındığı tek bir coğrafi konum aranır. Bu modellerdeki tek bir coğrafi konum şartı esasen bu modellerde kullanılan hesap tekniğinin tabii bir sonucudur. Bu modellerde optimum kuruluş yerinin belirlenmesi diferansiyel hesaplama tekniği ile, amaç fonksiyonunun (toplam taşıma maliyeti) birinci türevini sıfır kılan değişken (koordinat) değerleri belirlenmek suretiyle saptanmaktadır. (M. Tamer Müftüoğlu, 1983).

Kapasitenin mekansal dağılımında ise kuruluş yeri modelinde yukarıdaki tek konumluk şartından kurtulmak, böylece modelin gerçek kuruluş yeri şartlarını daha iyi bir şekilde sağlaması amaçlanmaktadır. Zira belirli bir talep seviyesini karşılamak üzere gerçekleştirilecek toplam kapasite büyüklüğü tek bir konumda kurulacak nisbeten büyük ölçekli tek bir üretim ünitesi ile gerçekleştirilebileceği gibi, farklı konumlarda kurulacak nisbeten küçük ölçekli çok sayıda üretim üniteleri ile de gerçekleştirilebilir. Bu ikinci alternatifin gerçek problemlerin çözümüne yönelik bir kuruluş yeri modelinde muhakkak dikkate alınması gerekir. Bu tür, mekanda kapasite dağılımını mümkün bir alternatif olarak içeren kuruluş yeri modelleri literatüründe çok konumlu kuruluş yeri modelleri olarak adlandırılmaktadır (Tamer Müftüoğlu, 1983).

Böyle bir mekansal kapasite dağıtımını esas alan kuruluş yeri problemlerinin çözümünde, kuruluş yeri ile birlikte, her konumda kurulacak üretim ünitesinin ölçek büyüklüğü (kapasitesi) de eşanlı olarak belirlenmektedir. Bu tür çok konumlu kuruluş yeri modellerinin çözümüne ilişkin olarak kullanılan başlıca yöneylem araştırması metodları:

- ulaştırma modeli (taşıma veya transportasyon modeli),
- doğrusal olmayan programlama modeli,

- dinamik programlama modeli,
- stokastik programlama modelleri ve
- simülasyon modelleri

olarak ortaya konabilir. Bu metodlardan ulaştırma metodu uygulanabilirlik ve uygulama etkinliği açısından diğer metodlara nazaran rakipsiz bir üstünlüğe sahiptir. Ayrıca ulaştırma modelinde yapılan birtakım küçük değişiklikler ve eklemelerle kapasitenin mekansal dağıtımında (veya kuruluş yeri ve ölçek büyüklüğünün eşanlı belirlenmesi) ortaya çıkabilecek bazı özel durumlar da uygulama etkinliği açısından başarılı bir şekilde dikkate alınabilmektedir.

Aşağıda önce ulaştırma modelinin esas alınarak geliştirildiği sıfır/bir tam sayılı programlama tekniğine dayanan çok konumlu kuruluş yeri modellerine yer verilmektedir. Daha sonra da yukarıda uygulanabilirlik ve uygulama etkinliği açısından rakipsiz olarak nitelendirdiğimiz ulaştırma modeline dayalı çözüm örnekleri ele alınmıştır. Bu tür problemlerde sadece açık ulaştırma modellerinin uygulanması söz konusudur.

2. ULAŞTIRMA MODELİ OLARAK KURULUŞ YERİ PROBLEMİ (KAPASİTENİN MEKANSAL DAĞILIMI)

Bu tür kuruluş yeri problemleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir: Talep merkezlerinin (B_j , $j=1, 2 \dots n$) konumları ile bu konumların talep seviyeleri (b_j , $j=1, 2 \dots, n$) bilinmektedir. Ayrıca söz konusu kuruluş yeri problemine konu alan işletmenin (veya işletmelerin) kuruluş yeri şartlarını sağlayan sınırlı sayıdaki mümkün kuruluş yerlerinin coğrafi konumları (A_i , $i=1, \dots, m$) bellidir. Problem belli bir amaç fonksiyonunu belirli sınırlayıcı şartlar altında optimize etmek üzere, i) hangi mümkün kuruluş yerlerinde hangi işletmelerin kurulacağını ve ii) bu işletmelerden hangi talep merkezlerine ne kadar ürün sevkedileceğinin belirlenmesi (optimum dağıtım planı) şeklinde ortaya konmaktadır.

2.1. Klasik Ulaştırma Modeli

Klasik ulaştırma modelinde, toplam taşıma maliyetini minimum kılmak üzere (amaç fonksiyonu), herbirinde belirli miktarlarda (a_i , $i=1, 2, \dots m$) mal bulunan sevk yerlerinden (A_i , $i=1, 2, \dots, m$), talep seviyeleri (b_j , $j=1, 2, \dots, n$) bilinen talep merkezlerine (B_j , $j=1, 2, \dots, n$) ne kadar mal gönderilmesi gerektiğinin, optimum dağıtım planı olarak belirlenmesi söz konusudur. A_i den B_j ye birim mal sevkiyatının taşıma maliyeti (taşıma ücreti) olan C_{ij} sabit kabul edilmektedir. Bu şartlar altında optimum dağıtım planı, A_i lerden B_j lere taşınacak mal miktarları

olan X_{ij} lerin belirlenemsi şeklinde ortaya konmaktadır. Buna göre klasik ulaştırma modeli aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

— Amaç Fonksiyonu:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij} \longrightarrow \text{Min} \quad (1.1)$$

— Sınırlayıcı şartlar:

i) Her boşaltma merkezinin talep seviyesi tamamen karşılanmalıdır.

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad (1.2)$$

ii) Her sevk yerinden çeşitli boşaltma merkezlerine sevk edilen mal miktarı, sevk yeri kapasitesine eşittir.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \quad (1.3)$$

iii) Sevk yerlerinin toplam kapasitesi boşaltma merkezlerinin toplam talep seviyesine eşittir.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (1.4)$$

Bu sınırlayıcı şart tutarlılık veya denge şartı olarak adlandırılır. Bu sınırlayıcı şartla klasik ulaştırma modeli kapalı ulaştırma modeli veya dengeli ulaştırma modeli olarak ifade edilmektedir.

— Negatif olmama şartı:

$$X_{ij} \geq 0 \quad (1.5)$$

Klasik ulaştırma modelinde, tüm sınırlayıcı şartların katsayıları 0 veya 1 olduğundan, değişkenlerin çözüm değeri muhakkak bir tamsayıdır. Böylece klasik ulaştırma modelinde, kuruluş yeri problemleri için çok önemli olan bazı değişkenlerin tam sayı olma şartı otomatikman sağlanmaktadır.

Klasik ulaştırma modeli sadece sevk ve boşaltma yerlerini kapsayan iki aşamalı bir modeldir. Burada sevk yerleri, mümkün kuruluş yerleri, boşaltma yerleri de talep merkezleri olarak yorumlanabilir. Buna göre kuruluş yeri probleminin klasik ulaştırma modeli olarak ifadesinde, B kümesi (B_1, B_2, \dots, B_n) sadece talep merkezlerini kapsayacak biçimde tanımlanmalıdır. Ancak çok aşamalı (boyutlu) ulaştırma modellerinde, tedarik merkezleri de modele dahil edilebilir. Diğer yandan, klasik ulaştırma modelinin üçüncü sınırlayıcı şartı (1.4), bu modelin kuruluş yeri problemlerine uygulanmasını imkânsız kılar. Zira tutarlılık veya denge şartı

olarak ifade edilen bu sınırlayıcı şartla, her mümkün kuruluş yerinde bir işletme kurmak gerekmektedir. Dolayısıyla mümkün kuruluş yerleri arasından optimum kuruluş yeri veya optimum kuruluş yeri sistemi olarak ekonomik bir seçim yapmak imkânı kalmamaktadır. Kapalı (dengeli) ulaştırma modeli olarak ifade edilen model, kuruluş yeri seçimine değil, sadece optimum dağıtım planına ilişkin bir optimizasyon modeli olarak değerlendirilmelidir. Ancak tutarlılık veya denge şartının (1.4) kaldırıldığı açık (veya dengesiz) ulaştırma modellerinde, kuruluş yeri seçimi bir optimizasyon problemi olarak ele alınabilir.

2.2. Açık Ulaştırma Modeli Olarak Kuruluş Yeri Problemi

Kapalı (dengeli) klasik ulaştırma modelinin tutarlılık veya denge şartı olan (1.4) sınırlayıcı şartındaki eşitlik kaldırılırsa, açık ulaştırma modeli elde edilir:

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \quad (1.4.1)$$

Toplam arz kapasitesinin ($\sum a_i$), toplam talep seviyesinden ($\sum b_j$) daha büyük olarak tanımlandığı, yani kapalı ulaştırma modelindeki (1.4) sınırlayıcı şartının

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad (1.4.2)$$

şeklinde ifade edildiği açık ulaştırma modelleri, kuruluş yeri problemlerinin çözümünde büyük önem taşır. Burada kuruluş yeri problemi açık ulaştırma modeli olarak aşağıdaki şekilde yorumlanabilir: Tüm mümkün kuruluş yerlerine, toplam arz kapasitesi toplam talep seviyesini aşacak şekilde (1.4.2.) belirli kapasite büyüklüklerinde (a_i , $i = 1, 2, \dots, m$) işletmeler kurulduğu varsayılmaktadır. Her mümkün kuruluş yerinde kurulduğu varsayılan işletme için herhangi bir üst kapasite sınırı verilmiş ise, çözüm sonunda elde edilecek optimum kuruluş yeri sisteminin tek bir kuruluş yerini de —optimum kuruluş yeri olarak— kapsayabilmesi için, her aday kuruluş yerindeki (A_i , $i = 1, 2, \dots, m$) kapasite büyüklüğü olarak, modele

$$a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

büyüklükleri esas alınır. A_i ' de kurulacak işletme için herhangi bir üst kapasite sınırının öngörülmüş olması durumunda ise, tabiatıyla bu üst kapasite sınırı modele dahil edilmelidir.

Açık ulaştırma modelinin çözümü, bu modeli kapalı ulaştırma modeli şekline dönüştürmek suretiyle kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Bunun için

(1.4.2.) eşitsizliği eşitliğe dönüştürülmelidir. Bu eşitliği sağlamak üzere açık ulaştırma modeline, talep seviyesi

$$b_{n+1}^0 = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j \quad (1.4.3)$$

olan hayali (fiktif) bir talep merkez (B_{n+1}^0) ilave etmek yeterlidir. Böylece hayali talep merkezinin hayali talep seviyesi (b_{n+1}^0) toplam arz kapasitesi ile toplam gerçek talep seviyesi arasındaki farkı kapatacak ve böylece toplam arz kapasitesi ile toplam talep seviyesinin eşitliği —klasik ulaştırma modelinin tutarlılık veya denge şartı olarak— sağlanmış olacaktır. A_i mümkün kuruluş yerinden hayali talep merkezinde (B_{n+1}^0) sevkedilen ürün miktarı $X_{i,n+1}$ ile gösterilirse,

$$b_{n+1}^0 = \sum_{i=1}^m X_{i,n+1} \quad (1.4.4)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Böylece açık ulaştırma modelinin klasik ulaştırma modeli olarak çözümlenmesi sonucunda elde edilen çözüm değerleri (X_{ij} değerleri), kuruluş yeri problemi açısından aşağıdaki şekilde yorumlanabilir:

i) Gerçek talep merkezlerine (B_j , $j=1, 2, \dots, n$) ürün sevkiyatı yapılan mümkün kuruluş yerlerinde (A_i), bu ürün sevkiyatını karşılayacak

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (1.4.5)$$

kapasite büyüklüğünde işletmeler kurulmalıdır. Ayrıca $X_i < a_i$ olup, $a_i - X_i = X_{i,n+1}$ dir. $\lambda_i > 0$ olması halinde A_i de X_i kapasiteli bir işletme kurulmakta veya A_i "optimum kuruluş yeri sistemine" girmektedir.

ii) Sadece hayali talep merkezine (B_{n+1}^0) ürün sevkiyatı yapılan mümkün kuruluş yerlerinde, yani $X_i = 0$ ve $X_{i,n+1} = a_i$ olan mümkün kuruluş yerlerinde, işletme kurulmamakta, başka bir deyimle bu tür mümkün kuruluş yerleri "optimum kuruluş yeri sisteminde" yer almaktadır.

Bu şartlar altında kuruluş yeri problemi (açık modelden kapalı modele dönüştürülmüş haliyle), kapalı ulaştırma modeli olarak aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

— Amaç fonksiyonu:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \longrightarrow \text{Min!} \quad (2.1)$$

— Sınırlayıcı şartlar:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + X_{i,n+1} = a_i \quad (2.3)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j + b_{n+1}^0 \quad (2.4)$$

— Negatif olmama şartı:

$$X_{ij} \geq 0 \quad (2.5)$$

$$X_{i,n+1} \geq 0$$

2.2.1. Değişken ve Sabit Maliyet Unsurlarının Modele Dahil Edilmesi

Çok konumlu kuruluş yeri modellerinde homojen alan varsayımı kaldırıldığından, taşıma maliyetleri yanında kuruluş yeri seçimine bağlı diğer maliyet unsurları da kuruluş yeri seçiminde dikkate alınmalıdır. Böylece kuruluş yeri probleminin daha gerçekçi bir biçimde, toplam maliyet minimizasyonu kriterine göre, ulaştırma modeli çerçevesi içinde ele alınması mümkün olmaktadır. Kuruluş yerine bağlı olmayan maliyet unsurlarının (M_c) modele dahil edilmesine gerek yoktur. Buna göre modelin amaç fonksiyonu, taşıma maliyetleri (M_t) yanında kuruluş yerine bağlı değişken maliyet (M_d) ve sabit maliyet (M_s) unsurlarını da kapsayacak biçimde tanımlanmalı, ayrıca bu yeni model unsurlarına ilişkin sınırlayıcı şartlara modelde yer verilmelidir (Burada değişken maliyetler en basit şekliyle üretim seviyesinin doğrusal bir fonksiyonu olarak, sabit maliyetler ise üretim seviyesinden bağımsız, bir blok halinde ortaya çıkan maliyetler olarak, değişken üretim maliyeti ve sabit üretim maliyeti şeklinde yorumlanmaktadır.)

$M_{st} = A_i$ ($i = 1, 2, \dots, m$) mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletme için kuruluş yerine bağlı sabit üretim maliyetleri

$m_{dt} = A_i$ ($i = 1, 2, \dots, m$) mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletme için kuruluş yerine bağlı birim değişken üretim maliyeti

$M_{dt} = m_{dt} \cdot X_i = A_i$ ($i = 1, 2, \dots, m$) mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletme için kuruluş yerine bağlı toplam değişken üretim maliyeti. Bu fonksiyon, m_{dt} nin sabit olarak kabul edilmesi nedeniyle, birinci dereceden homojen doğrusal bir fonksiyondur. Bu varsayımla modelin doğrusallık şartı yerine getirilmektedir.

Böylece, kuruluş yerine bağlı maliyet fonksiyonu, A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) mümkün kuruluş yeri için,

$$M_i = M_{ti} + M_{di} + M_{si} \text{ veya}$$

$$M_i = \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} + m_{di} \cdot X_i + M_{si} \quad (3.1.1.)$$

şeklinde; modelde minimizasyonu söz konusu olan kuruluş yerine bağlı toplam maliyet fonksiyonu (amaç fonksiyonu) ise

$$M = \sum_{i=1}^m M_i = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij} + \sum_{i=1}^m m_{di} \cdot X_i + \sum_{i=1}^m M_{si} \longrightarrow \text{Min!} \quad (3.1.2.)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Her mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletmenin üretim seviyesi (kapasite büyüklüğü) olan X_i ,

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \text{ olmak üzere} \quad 1.4.5.)$$

$$0 \leq X_i \leq a_i$$

arasında tanımlanmaktadır. $X_i = 0$ olması, A_i mümkün kuruluş yerinde işletme kurulmayacağını (veya A_i nin optimum kuruluş yeri sistemine girmediğini) ifade etmektedir. Bu durumda A_i mümkün kuruluş yerindeki toplam maliyet fonksiyonunda (3.1.1.) $X_i = 0$ olması halinde, M_{ti} ve M_{di} nin otomatikman sıfır olmasına karşılık, M_{si} nin sıfır olması otomatikman sağlanamamaktadır. Zira M_s maliyet unsurunda bunu sağlayacak bir X_i veya X_{ij} değişkeni mevcut değildir.

Bu nedenle, $X_i = 0$ olması halinde —ki bunun anlamı A_i de işletme kurulmamaktadır—, M_{si} nin sıfır olmasını sağlamak, buna karşılık $X_i > 0$ olması halinde —ki bunun anlamı A_i de X_i kapasiteli bir işletme kurulmaktadır— ise, M_{si} nin X_i üretim seviyesine bağlı olmadan bir blok halinde ortaya çıkmasını garanti edebilmek için, modele bir 0; 1 tamsayı değişkeni (λ_i) ilave etmek yeterlidir. Buna göre, kuruluş yerine bağlı toplam maliyetin minimizasyonu kriterinin esas alındığı ulaştırma modeli (açık model olarak) aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

— Amaç fonksiyonu:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij} + \sum_{i=1}^m m_{di} \cdot X_i + \sum_{i=1}^m M_{si} \cdot \lambda_i \longrightarrow \text{Min!}$$

veya ikinci terimde (1.4.4)e göre

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \text{ konursa}$$

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} (C_{ij} + m_{ci}) + \sum_{i=1}^m M_{si} \cdot \lambda_i \longrightarrow \text{Min!} \quad (3.1)$$

— Sınırlayıcı şartlar:

$$i) \sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad (\text{tüm } j = 1, 2, \dots, \text{ için}) \quad (3.2)$$

$$ii) \sum_{j=1}^n X_{ij} \leq a_i \cdot \lambda_i \quad (\text{tüm } i = 1, 2, \dots, m \text{ için}) \quad (3.3)$$

$$iii) \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad (3.4)$$

ayrıca 0; 1 tamsayı değişkeni λ_i için,

$$iv) \lambda_i = 0 \text{ veya } 1 \text{ tamsayı olma şartını sağlamak üzere} \\ \lambda_i = \lambda_i^2 \quad \text{tüm } i = 1, 2, \dots, \text{ için} \quad (3.5) \text{ ve}$$

— Negatif olmama şartı:

$$X_{ij} \geq 0, \lambda_i \geq 0 \quad (3.6)$$

Burada λ_i 0;1 tamsayı değişkeni sadece 0 ve 1 değerlerini alabilmektedir (3.5 sınırlayıcı şartı). $\lambda_i = 1$ olması A_i mümkün kuruluş yerinde bir işletmenin kurulması durumunu (ve dolayısıyla M_{si} sabit maliyet unsurunun ortaya çıkmasını); $\lambda_i = 0$ olması ise, A_i mümkün kuruluş yerinin "optimum kuruluş yeri sistemine" girmediğini (ve dolayısıyla $M_{si} = 0$ olması durumunu) ifade etmektedir. (3.3) sınırlayıcı şartındaki λ_i ile de, optimum kuruluş yeri sistemine girmeyen mümkün kuruluş yerlerinden ($\lambda_i = 0$) gerçek talep merkezlerine sevkiyat yapılmaması, gerçek talep merkezlerine ürün sevkiyatının sadece optimum kuruluş yeri sistemine giren mümkün kuruluş yerlerinden ($\lambda_i = 1$) yapılması garanti edilmektedir.

2.2.2.Kapasite Sınırlamalarının Modele Dahil Edilmesi

Ulaştırma modellerinde çeşitli kapasite sınırlamaları modele ilave edilecek sınırlayıcı şartlarla göz önünde tutulabilir. Bu kapasite sınırlamalarının başlıcaları aşağıdaki şekillerde ortaya çıkar:

i) A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletme için belirli bir kapasite büyüklüğünde (k_i) olma şartı. Bu şart modele dahil edilecek,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = k_i \quad (k_i = \text{sabit}) \quad (3.8.1)$$

sınırlayıcı şartı ile sağlanabilir. Şayet A_1 de, (k_1) kapasite büyüklüğünde muhakkak bir işletmenin kurulması öngörülüyorsa, A_1 den hayali talep merkezine (B_{n+1}^o) ürün sevkiyatını önlemek üzere, A_1 den B_{n+1}^o e taşıma ücreti olarak —çok büyük bir değeri ifade eden— M değerini koymalıdır. Böylece A_1 de kurulacak (k_1) kapasite büyüklüğündeki işletmeden yapılacak ürün sevkiyatının sadece gerçek talep merkezlerine yapılması ve dolayısıyla gerçek talebi karşılamak üzere A_1 de bir işletme kurulması garanti edilir.

ii) Bazı mümkün kuruluş yerlerinde kurulacak işletmeler için alt (minimum) ve/veya üst (maksimum) kapasite sınırları, k_1^{\min} alt kapasite sınırını ve k_1^{\max} üst kapasite sınırını ifade etmek üzere, bu tür kapasite sınırlamaları modele ilave edilecek aşağıdaki sınırlayıcı şartlar vasıtasıyla garanti edilebilir.

Şayet A_1 mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletmenin hem alt ve hem de üst kapasite sınırlamasına uyması öngörülüyorsa, sınırlayıcı şart

$$k_1^{\min} \geq X_1 \leq k_1^{\max} \quad (3.8.2)$$

şeklinde, şayet sadece alt veya üst kapasite sınırlamasına uyması öngörülüyorsa, sınırlayıcı şart

$$X_1 \geq k_1^{\min} \text{ veya} \quad (3.8.3)$$

$$X_1 \leq k_1^{\max} \text{ şeklinde ifade edilmelidir.} \quad (3.8.4)$$

3. AÇIK ULAŞTIRMA MODELİNİN KURULUŞ YERİ SEÇİMİNE UYGULANMASI

3.1. Sadece Taşıma Maliyetinin Dikkate Alınması

Yukarıda ifade edildiği üzere kuruluş yeri seçimine konu olan ulaştırma modeli her hal ve kârda açık bir modeldir. Bu açık modeldeki toplam arz toplam talep eşitsizliği de her zaman,

$$\text{toplam arz} > \text{toplam talep}$$

şeklinde ortaya çıkar. Aksi halde,

$$\text{toplam arz} = \text{toplam talep}$$

şeklinde belirlenen bir ulaştırma modeli optimum kuruluş yerinin belirlenmesinde değil, ancak optimum dağıtım sisteminin belirlenmesinde bir araç olarak kullanılabilir.

Ulaştırma modelinin kuruluş yerinin seçimine uygulanmasına ilişkin olarak aşağıdaki basit örneği esas alabiliriz: Sadece Trakya Bölgesinde

aşağıdaki talep merkezlerinde mevcut çimento talebini karşılamak üzere bir veya daha çok sayıda çimento fabrikasının kurulması düşünülmektedir. Adı geçen talep merkezleri ve karşılanması öngörülen talep seviyeleri bilinmektedir:

<u>Talep Merkezi</u>	<u>Talep Seviyesi/Yıl (ton)</u>
Edirne	800 ton
Kırklareli	400 ton
Tekirdağ	600 ton
İstanbul	2000 ton

Ulaştırma modelinin kuruluş yeri seçimine uygulanmasında en önemli konulardan biri de mümkün (aday) kuruluş yerlerinin saptanmasıdır. Zira optimum kuruluş yeri bu aday kuruluş yerlerinden sadece biri, birkaçı veya tümünden oluşacaktır. Başka bir deyişle aday kuruluş yerleri arasında yer almayan bir coğrafi konumun optimum kuruluş yeri olarak seçilmesi de söz konusu değildir. Bu itibarla aday kuruluş yerlerinin seçiminde azami dikkat gösterilmesi, seçilme şansı bulunan her konumun aday kuruluş yerleri arasında bulunması gerekir. İlk bakışta bu sorunun çok sayıda konumu aday kuruluş yerleri içinde mütalaa etmek suretiyle halledilebileceği düşünülür. Bu yola gidilmesi hakikaten doğrudur. Fakat bu yolun önemli bir uygulama zorluğu vardır: aday kuruluş yeri sayısı arttıkça problemin çözümü güçleşecek, en azından çözüm için —artan hesap hacminin bir sonucu olarak— daha uzun bir süre gerekecektir. Çözümün bilgisayarlarla yapılacağı göz önüne alınırsa, hesap hacminin artmasının ve çözüm süresinin uzamasının maliyet yönünden taşıdığı önem hemen anlaşılır. Bilgisayar maliyetinin belirli bir seviyeyi aşması halinde ulaştırma modelinin kuruluş yeri seçiminde uygulanması ekonomik olmayacaktır.

Yukarıdaki açıklamalardan dolayı aday kuruluş yerlerinin hesap hacminin azaltılması yönünden mümkün olduğunca düşük tutulması istenmekte, fakat diğer yandan da seçilme şansı bulunan her konumun muhakkak aday kuruluş yerleri arasında bulunması gerekmektedir. Bu itibarla aday kuruluş yerlerinin belirlenmesi uygulamada büyük önem taşır.

Örnek problemimizde bu sorunun tatmin edici bir şekilde çözüldüğünü ve yapılan araştırmalar sonucunda yine Trakya Bölgesinde bulunan A, B ve C coğrafi konumlarının aday kuruluş yerleri olarak belirlendiğini kabul ediyoruz. Burada A, B ve C aday kuruluş yerleri Çorlu, Babaeski, Saray veya Kırklareli gibi belirli bir coğrafi konum olarak düşünülmelidir.

Aday kuruluş yerlerinin belirlenmesinden sonra, aday kuruluş yerleri ile talep merkezleri arasındaki birim taşıma maliyetlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu taşıma maliyetlerinin aşağıdaki tabloda verildiğini kabul edelim.

TABLO : 1

Aday Kuruluş Yerleri \ Talep Merkezleri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL
A	28	12	7	3
B	10	14	22	28
C	14	8	12	20

Bu verilere dayanarak ulaştırma modeli tablosunun taşıma maliyetlerini ve talep seviyelerini gerekli yerlere yerleştirebiliriz. Buna karşılık tabloda yer alması gereken başka bir bilgi, aday kuruluş yerlerinin kapasite büyüklükleridir. Bu konuda elimizde henüz bir bilgi bulunmamaktadır. Aday kuruluş yerlerinin kapasitelerine ilişkin bilgi için de aşağıdaki şekilde bir yol izleyebiliriz. Dört talep merkezinin toplam talep seviyesi olan

$$800 + 400 + 600 + 2000 = 3800 \text{ ton/yıl}$$

çimentoyu üretmek üzere kurulacak toplam kapasitenin coğrafi dağılımına ilişkin olarak geçerli alternatif sayısı

$$a = 2^n - 1$$

formülüne göre hesaplanabilir. Burada (n) aday kuruluş yerlerinin sayısını ifade etmektedir. Buna göre örnek problemimizdeki alternatif sayısı

$$a = 2^3 - 1$$

$$a = 7$$

olarak saptanır. Bu alternatifler örneğimizde aşağıdaki şekilde ortaya çıkar:

1. Alternatif : 3800 tonluk kapasite sadece A konumunda kurulacak tek bir fabrika ile karşılanabilir.

2. Alternatif : 3800 tonluk kapasite sadece B konumunda kurulacak tek bir fabrika ile karşılanabilir.
3. Alternatif : 3800 tonluk kapasite sadece C konumunda kurulacak tek bir fabrika ile karşılanabilir.
4. Alternatif : 3800 tonluk kapasite A ve B konumlarında kurulacak iki fabrika ile karşılanabilir.
5. Alternatif : 3800 tonluk kapasite A ve C konumlarında kurulacak iki fabrika ile karşılanabilir.
6. Alternatif : 3800 tonluk kapasite B ve C konumlarında kurulacak iki fabrika ile karşılanabilir.
7. Alternatif : 3800 tonluk kapasite A, B ve C konumlarında kurulacak üç fabrika ile karşılanabilir.

Bu yedi alternatifin ilk üçünün gerçekleştirilebilir (uygulanabilir) alternatifler olması için A, B ve C konumlarında kurulacak fabrikaların en az 3800 ton/yıl kapasiteli olması gerekir. Aksi takdirde bu üç alternatifin pratik açıdan anlamı yoktur. Bu itibarla A, B ve C aday kuruluş yerlerinin kapasiteleri tabloda 3800 ton/yıl olarak yer almalıdır. Bunun tek istisnası, herhangi bir nedenle belirli bir aday kuruluş yerinde kurulacak fabrika için üst (maksimum) kapasite sınırı konması olabilir. Örneğin A konumunda kurulacak fabrikanın çevre kirlenmesini önlemek için en fazla 200 ton/yıl kapasiteli olması şartı geçerli ise, tablodaki ilgili aday kuruluş yerinin kapasitesi olarak bu maksimum kapasite sınırı konur.

Yukarıdaki örneğimizde böyle bir kısıtlamanın olmadığını kabul edelim ve her aday kuruluş yeri için toplam talebi karşılayabilecek kapasite büyüklüğü olan 3800 ton/yıl değerini yerleştirelim. Bu durumda ulaştırma tablomuzun değerleri aşağıdaki gibi olacaktır.

TABLO : 2

Talep Merkezleri Talep Kuruluş Yeri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	KAPASİTE
A	28	12	7	3	3800
B	10	14	22	28	3800
C	14	8	12	20	3800
Talep Seviyesi	800	400	600	2000	$\Sigma=11400$ $\Sigma=3100$

Bu durumda tablonun toplam talebi

$$800 + 400 + 600 + 2000 = 3800 \text{ ton/yıl}$$

buna karşılık toplam kapasitesi

$$3180 + 3800 + 3800 = 11400 \text{ ton/yıl}$$

olmaktadır. Başka bir deyişle ulaştırma modelimiz

$$\text{toplam kapasite} > \text{toplam talep}$$

eşitsizliğinin geçerli olduğu açık bir modeldir. Yukarıdaki modeli çözmek için bu açık modelimizi kapalı modele dönüştürmemiz, bunun için de modele kapasite büyüklüğü

$$\text{toplam kapasite} - \text{toplam talep}$$

olan bir fiktif (hayali) pazar ilave etmemiz gerekir. Buna göre yukarıdaki tabloya talep seviyesi

$$11400 - 3800 = 7600 \text{ ton/yıl}$$

olan bir fiktif pazar ilave ettiğimizde aşağıdaki tabloyu elde ederiz (Gerçekte böyle bir pazar yoktur. Herhangi bir aday kuruluş yerinden fiktif pazara mal sevk edilmesi demek, aslında böyle bir sevk olmadığı anlamına gelir. Dolayısıyla herhangi bir aday kuruluş yeri ile fiktif pazar arasındaki birim taşıma maliyeti de sıfır olacaktır).

TABLO : 3

Aday Merkezleri Kuruluş Yerleri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	HAYALİ PAZAR	KAPASİTE
A	28	12	7	3	0	3800
B	10	14	22	28	0	3800
C	14	8	12	20	0	3800
Talep Seviyeleri	800	400	600	2000	7600	$\Sigma = 11400$ $\Sigma = 11400$

Görüldüğü üzere Tablo 3'de

$$\text{toplam kapasite} = \text{toplam talep}$$

olup, fiktif pazar vasıtasıyla açık model kapalı modele dönüştürülmüştür. Problemin çözümü için başlangıç tablosu metodlarından (kuzey/batı köşesi metodu, minimum satır metodu, minimum sütun metodu, minimum matris metodu, VAM metodu) ve çözüm metodlarından (atlama taşı veya basamak metodu, MODİ metodu) biri kullanılarak problem çözülebilir. Örneğin VAM metodu ile aşağıdaki çözüm tablosu elde edilmiştir. Burada çözüm aşamaları ayrı ayrı verilmemekte, sadece VAM metodu uygulamasının son tablosu (çözüm tablosu) verilmektedir. Ayrıca sonuç atlama taşı veya MODİ metoduyla optimum sonuç olup olmadığı konusunda kontrol edilmemiştir. Bu konularda artık Türkçe literatürde de çok sayıda kaynak eser bulunmaktadır. Çözümün nasıl yapıldığına ilişkin olarak mevcut kaynaklardan birine başvurulabilir.

TABLO : 4

Aday Kuruluş Yerleri \ Talep Merkezleri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	HAYALİ PAZAR	KAPASİTE
A	28	12	7	3	0	3800
B	10	14	22	28	0	3800
C	14	8	12	20	0	3800
Talep Seviyesi	800	400	600	2000	7600	

Yukarıdaki tablo kuruluş yeri seçimi açısından aşağıdaki şekilde yorumlanır:

- 1 — Şayet bir aday kuruluş yerinden sadece fiktif pazara mal sevk ediliyorsa, o aday kuruluş yerine fabrika kurulmayacaktır,
- 2 — Şayet bir aday kuruluş yerinden sadece gerçek pazarlara mal sevk ediliyorsa, o aday kuruluş yerine sevk edilen mal miktarları toplamı büyüklüğünde bir fabrika kurulacaktır.
- 3 — Şayet bir aday kuruluş yerinden hem gerçek pazarlara ve hem de fiktif pazara mal sevk ediliyorsa, o aday kuruluş yerine sadece gerçek pazarlara sevk edilen mal miktarı büyüklüğünde bir fabrika kurulacaktır.

Buna göre örnek probleminizin çözümü olarak kabul ettiğimiz Tablo 4'ün sonuçlarını aşağıdaki şekilde yorumlayabiliriz:

— A aday kuruluş yerine

$$600 + 2000 = 2600 \text{ ton/yıl}$$

kapasite büyüklüğünde bir fabrika kurulacaktır.

— B aday kuruluş yerine 800 ton yıl

kapasiteli bir fabrika kurulacaktır.

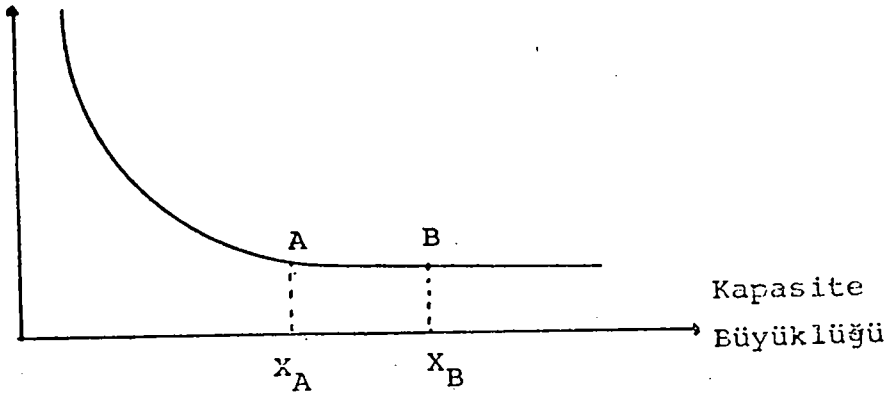
— C aday kuruluş yerine 400 ton/yıl

kapasiteli bir fabrika kurulacaktır.

3.2. Üretim Maliyetinin Dikkate Alınması Gereği

Problemin yukarıdaki gibi çözümünde optimizasyon kriteri toplam taşıma maliyetinin minimizasyonudur. Halbuki kuruluş yeri problemlerinde sadece taşıma maliyeti değil, üretim maliyeti de dikkate alınmalıdır. Zira kurulacak fabrikanın kapasitesi büyütüldükçe, büyüklüğün sağladığı maliyet tasarruflarının (ölçek ekonomilerinin) bir sonucu olarak, ilgili sektörü temsil eden ölçek eğrisine bağlı bir biçimde birim üretim maliyeti düşer. Aşağıda tipik bir ölçek eğrisi gösterilmektedir.

Birim Maliyet



Kapasite büyütüldükçe elde edilen ölçek ekonomileri gittikçe azalmakta, X_A kapasite büyüklüğünden itibaren ihmal edilebilir seviyeye inmekte, X_B kapasite büyüklüğünden itibaren de tamamen ortadan kalkmaktadır. Dolayısıyla fabrika kapasitesinin X_A seviyesine kadar büyütülmesi ölçek ekonomilerinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır (Bu konuda geniş bilgi için bkz. : M. Tamer Müftüoğlu, 1983).

Ölçek ekonomileri taşıma maliyetleri ile ilişkili olduğu için, kuruluş yeri seçiminde ayrıca dikkate alınmalıdır. Burada problemin **çözümünde** ulaştırma modeli **çözüm** metodları kullanılarak aşağıdaki pratik yola gidilebilir: Ölçek eğrisi üzerinde X_A büyüklüğünden itibaren ölçek ekonomilerinin etkisi çok azaldığından, aday kuruluş yerleri için ulaştırma modeli çerçevesinde belirlenen kapasite büyüklükleri bu sınırı (X_A) aşıyor da, sonuç uygulanabilir olarak kabul edilir. Örneğin yukardaki örnekte B aday kuruluş yeri için belirlenen 800 ton/yıl kapasite çimento sanayiine ilişkin ölçek eğrisinde X_A seviyesini aşıyorsa, sonuç sadece **toplam** taşıma maliyeti minimizasyonu için değil, toplam taşıma maliyeti + toplam üretim maliyeti minimizasyonu amacı içinde geçerli kabul edilir (Literatürde X_A kapasite seviyesi "minimum etkin ölçek büyüklüğü" olarak adlandırılmaktadır).

3.3. Üretim Maliyeti Artı Taşıma Maliyetinin Modele Esas Alınması

Yukarıda ifade edildiği gibi üretim ve taşıma maliyetleri birbirlerinden bağımsız olmayıp, aralarında ters yönlü bir ilişki vardır. Bu nedenle kapasitenin mekansal dağıtımında her iki maliyet unsurunu birlikte mütalaa etmek, modelin amaç fonksiyonunu tek başına taşıma maliyetinin veya tek başına üretim maliyetinin minimizasyonu olarak değil, taşıma ve üretim maliyetleri toplamının minimizasyonu olarak tanımlamak gerekir. Fakat bu durumda problemi ulaştırma modeli çerçevesinde, bilinen ulaştırma modeli çözüm teknikleriyle çözmek imkansız hale gelmekte, zira ölçek eğrisinin devreye girmesi ile modelin amaç fonksiyonu doğrusallık özelliğini kaybetmektedir. Bu durumda geliştirilen çeşitli çözüm metodları (sıfır bir tam sayılı programlama tekniği, karmaşık tam sayılı programlama tekniği v.d.) matematiksel mükemmelliklerine karşılık uygulama etkililiği açısından yeterli olamamaktadırlar. Bu nedenle uygulamada problemin oldukça etkin çözüm metodlarına sahip olan ulaştırma modeli çerçevesinde çözümü tercih edilmektedir.

Bu durumda problem ulaştırma modeli çerçevesinde aşağıdaki şekilde ele alınmaktadır. Başlangıç tablosundaki maliyet değerleri sadece taşıma maliyetleri olarak değil, taşıma maliyeti ile üretim maliyeti toplamı olarak yazılmaktadır. Burada taşıma ve üretim maliyetleri aynı birim esas alınarak belirlenmektedir. Birim üretim maliyeti ölçek eğrisine uygun olarak kapasite büyütüldükçe düşeceğinden, her satırdaki birim üretim maliyetleri, ilgili satır (aday kuruluş yeri) için öngörülen kapasite büyüklüğüne göre ölçek eğrisi üzerinde belirlenmektedir.

Örneğin yukarıdaki problemde kapasite büyüklüğüne göre birim üretim maliyetlerinin aşağıdaki şekilde değiştiğini varsayalım:

<u>Kapasite Büyüklüğü</u>	<u>Birim Üretim Maliyeti (TL)</u>
1. 500 ün altı	1000
2. 500 — 1000	70
3. 1000 — 2000	40
4. 2000 — 3000	30
5. 3000 — 4000	25
6. 4000 — 5000	23
7. 5000 ve yukarısı	21

Her satır (aday kuruluş yeri) için öngörülen kapasite büyüklüğüne ilişkin birim üretim maliyeti başlangıç tablosunda yer alan taşıma maliyetlerine eklenerek, problem ulaştırma modeli teknikleri kullanmak suretiyle çözümlenebilir.

TABLO : 5

Talep Merkezleri Aday Kuruluş Yerleri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	HAYALİ PAZAR	KAPASİTE
A	(28)	(12)	(7)	(3)	(0)	3800
B	(10)	(14)	(22)	(28)	(0)	3800
C	(14)	(8)	(12)	(20)	(0)	3800
Talep Seviyesi	800	400	600	2000	7600	

Başlangıç tablosunda her aday kuruluş yeri için öngörülen kapasite büyüklüğü aynıdır (3800). Bu kapasite büyüklüğüne ilişkin birim maliyet olan 25 değeri yukarıdaki tabloda yer alan taşıma maliyetlerine eklenerek problem çözümlenmelidir. Bu durumda optimum çözüm değerleri aşağıdaki şekilde belirlenmektedir (Tablo 6):

TABLO : 6

Talep Merkezleri Aday Kuruluş Yerleri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	HAYALI PAZAR	KAPASİTE
A	53 (800)	37 (400)	32 (600)	28 (200)	0	3800
B	35	39	47	53	0 (3800)	3800
C	39	33	37	45	0 (3800)	3800
Talep Seviyeleri	800	400	600	2000	7600	

Buna göre taşıma ve üretim maliyetlerinin minimizasyonuna yönelik optimum düzenlemede sadece A aday kuruluş yerine 3800 birim kapasiteli bir işletme kurulacaktır. B ve C aday kuruluş yerlerine işletme kurulmayacaktır.

Burada A aday kuruluş yerinden sadece gerçek pazarlara, B ve C aday kuruluş yerlerinden ise sadece hayali pazara sevkiyat yapılması problemin ilk etapta bir çözüme ulaştırılmasını mümkün kılmıştır. Gerçek problemlerde aday kuruluş yeri sayısının çok daha fazla olması sonucu, çokça ilk etapta sonuca ulaşılmaz. Bazı aday kuruluş yerlerinden hem gerçek pazarlara ve hem de hayali pazara sevkiyat yapılması ilk adımda sonuca ulaşmayı engeller. Bu durumlarda aşağıdaki yöntem uygulanır. Söz konusu yöntemi bir örnek vasıtasıyla açıklamaya çalışalım. Varsayalım ki, optimum çözüm tablosu sadece taşıma maliyeti minimizasyonuna yönelik çözümde olduğu gibi, aşağıdaki şekilde belirlenmiş olsun. (Tablo 7):

TABLO : 7

Talep Merkezleri Aday Kuruluş Yeri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	HAYALI PAZAR	KAPASİTE
A	53	37	32 (600)	28 (200)	0 (1200)	
B	35 (800)	39	47	53	0 (200)	3800
C	39	33 (400)	37	45	0 (3400)	3800
Talep Seviyesi	800	400	600	2000	7600	

Buna göre A aday kuruluş yerine 2600 birim ve kapasiteli B aday

kuruluş yerine de 800 birim kapasiteli ve C aday kuruluş yerien de 400 birim kapasiteli birer işletme kurulacaktır. Fakat Tablo 5'deki kapasite değerleri (3800) burada geçerliliğini kaybetmektedir. Aday kuruluş yerleri için ortaya çıkan bu yeni kapasite değerlerine göre birim üretim maliyetleri revize edilmelidir. Buna göre, kapasite büyüklüğü ile birim üretim maliyeti tablosunda yer alan değerler esas alınarak, A satırında taşıma maliyetine yine 30 eklenirken, B satırında 500-1000 arasındaki kapasiteler için geçerli olan 70 değeri ve C satırına da 500 birimin altındaki kapasite büyüklükleri için geçerli maliyet değeri olan 100 eklenmelidir. Bu değerlerle problem çözüldüğünde aşağıdaki Tablo elde edilmektedir (Tablo 8):

TABLO : 8

Talep Aday Merkezleri Kuruluş Yerleri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	HAYALI PAZAR	KAPASİTE
A	800 ⁵³	400 ³⁷	600 ³²	2000 ²⁸	0	3800
B	105	117	123		3800 ⁰	3800
C	139	133	137	145	3800 ⁰	3800
Talep Seviyeleri	800	400	600	2000	7600	

Bu çözüme göre sadece A aday kuruluş yerinde 3800 birim kapasiteli bir işletme kurulacak, B ve C aday kuruluş yerlerinde işletme kurulmayacaktır.

Bu örnek çözüm esas alınarak, taşıma maliyeti yanında üretim maliyetinin de dikkate alınması halinde, kapasitenin mekansal dağıtımının ulaştırma modeli çerçevesinde çözülmesinde aşağıdaki yolun izlenmesi tavsiye edilmektedir. Önce farklı kapasite büyüklüklerindeki birim üretim maliyetleri belirlenir. Başlangıç tablosunda yer alan kapasite büyüklükleri esas alınarak her satırdaki (aday kuruluş yerindeki) taşıma maliyetlerine birim üretim maliyetleri eklenir. Sadece hayali pazarlar için maliyetler yine hep sıfırdır. Bu verilere göre problem ulaştırma modeli çerçevesinde çözülür. Çözüm aşağıdaki şekilde yorumlanır.

- Şayet tüm aday kuruluş yerlerinden ya sadece gerçek pazarlara ya da sadece hayali pazara mal sevkediliyorsa, problemin optimum çözümüne ulaşılmıştır.

- Şayet bazı veya tüm aday kuruluş yerlerinden hem gerçek pazarlara ve hem de hayali pazara mal sevk ediliyorsa, problem yeniden gözülecektir. Yeni çözümde her aday kuruluş yerinin kapasitesi aynen kalacak, birim üretim maliyeti ise sadece gerçek pazarlara sevk edilen mal miktarları toplamına eşit ölçek (kapasite) büyüklüğünün ölçek eğrisi üzerindeki birim maliyeti esas alınarak yeniden düzeltilecektir. Problem yeni veriler çerçevesinde tekrar gözülecektir. Yeni çözümde yine bazı aday kuruluş yerlerinden hem gerçek pazarlara ve hem de hayali pazara mal sevkiyatı öngörülyorsa, kapasite değerleri ve buna uygun olarak birim üretim maliyetleri yeniden düzeltilecektir. Bu işleme tüm aday kuruluş yerlerinden ya sadece gerçek pazarlara ya da sadece hayali pazara mal sevkiyatı veren bir çözüm tablosuna ulaşıncaya kadar devam edilecektir.
- Burada, hem gerçek pazarlara ve hem de hayali pazara mal sevkiyatı yapılan satırlara (aday kuruluş yerlerine) karmaşık satır, sadece gerçek pazarlara veya sadece hayali pazara mal sevkiyatı yapılan satırlara (aday kuruluş yerlerine) saf satır denmektedir. Buna göre yukarıdaki işleme tablonun tüm satırları saf satır oluncaya kadar devam edilecektir. Optimum çözüme tablodaki tüm satırların saf satır haline gelmesi durumunda ulaşılabacaktır. Zira bu durumdan tablonun sonuçları üretim ve taşıma maliyetleri toplamının minimum kılındığı kapasitenin mekansal dağıtım tablosunu (veya kuruluş yeri düzenlemesini) vermektedir.
- Çözüm tablosundaki herhangi bir satırın karmaşık satır durumunda olması ise, üretim ve taşıma maliyetleri toplamının minimum kılındığı düzenlemeye henüz ulaşılmadığını gösterir. Bu durumda ilgili karmaşık satırın (aday kuruluş yerinin) veya karmaşık satırların (aday kuruluş yerlerinin) kapasiteleri başlangıç tablosundaki durumlarında aynen bırakılırken, tablodaki birim üretim maliyetler sadece gerçek pazarlara sevk edilen bu yeni kapasiteye göre tekrar çözülür. Bu işleme bütün satırlar saf satır durumuna gelinceye kadar devam edilir.

3.4. Modelde Bazı Özel Durumların Dikkate Alınması

3.4.1. Belirli Bir Aday Kuruluş Yerine Belirli Ölçekte Bir İşletmenin Kurulması Şartı

Böylesi bir şart genellikle politik olarak gerekçelendirilebilir. Bu durumda planın bu şartı bir veri olarak kabul edilmeli, optimum çözüm

bu veri çerçevesinde geliştirilmelidir. Bu durumda yapılacak iş tablodaki maliyeti sıfır yerine M gibi çok yüksek bir maliyet olarak koymak, bu aday kuruluş yerine ilişkin kapasiteyi de öngörülen büyüklük şeklinde belirlemektir. Böylece söz konusu aday kuruluş yerinden hayali pazara mal sevkiyatı çok yüksek taşıma maliyeti (M) nedeni ile imkansız hale gelecek, tüm kapasite gerçek pazarlara sevkedilecek ve buraya gerçek pazarlara sevkedilen mal miktarı toplamına eşit (yani öngörülen kapasite büyüklüğünde) bir işletmenin kurulması sağlanmış olacaktır.

Örneğin yukarıdaki problemin aşağıdaki öncelik kararıyla verilmiş olduğunu varsayalım: C aday kuruluş yerine 300 birim kapasiteli bir işletmenin muhakkak kurulması öngörülmektedir. Bu durumda yapılacak işlem C aday kuruluş yeri ile hayali pazar arasındaki birim taşıma artı üretim maliyetini M gibi çok yüksek bir değerde göstermek; ve ayrıca C aday kuruluş yerine ilişkin kapasiteyi de başlangıç tablosunda diğer aday kuruluş yerleri gibi 3800 değil, buraya kurulması öngörülen işletme kapasitesi olan 300 olarak belirlemektir. Böylece C aday kuruluş yerinden hayali pazara mal sevkiyatı imkansız hale getirilmekte ve 300 birimlik kapasitenin tümünün gerçek pazarlara sevki sağlanmaktadır.

TABLO : 9

Aday Kuruluş Yerleri	Talep Merkezleri	EDİRNE	KIRKLARELİ	TEKİRDAĞ	İSTANBUL	HAYALİ PAZAR	KAPASİTE
A		53 300	37 100	32 600	28 2000	0 300	3800
B		35	39	47	53	0	3800
C		39	300 33	37	45	M	300
Talep Seviyeleri		800	400	600	2000	4100	

3.4.2. Belirli Bir Aday Kuruluş Yerine Kurulacak İşletme Büyüklüğü İçin \geq Şartının Konması

Böyle bir şartın mevcudiyeti halinde problem sanki hiçbirşey yokmuş gibi çözülür. Sonuçta adı geçen aday kuruluş yerinde \geq şartını sağlayan bir işletmenin kurulması gerektiği görülüyorsa, bu sonuç aynen kabul edi-

lir. Aksi halde yapılacak şey 3.4.1. de anlatılan yolu uygulamak ve (=) şartını sağlayan düzenlemeyi çözüm olarak sunmaktır.

3.4.3. Minimum Ölçek Büyüklüğünün Modelde Dikkate Alınması

Şayet optimum çözüm tablosunda herhangi bir aday kuruluş yerinde kurulacak işletme kapasitesi minimum ölçek büyüklüğünün altına düşerse ne yapılacaktır? Bu durumda yapılacak iş burada bir işletme kurmaktan vazgeçerek bu aday kuruluş yerinden talep merkezlerine sevk edilen malın başkaca yerlerden sevk edilmesini sağlamaktır. Bunun için ilgili satırın tüm maliyetleri belirli bir oranda artırılmak suretiyle bu aday kuruluş yerine tahsis edilen malların başkaca yerlere kaydırılması yoluna gidilir. İlgili satırda maliyetlerin hangi oranda artırılacağı ise, bu aday kuruluş yerine ilk etapta tahsis edilen (ve minimum ölçek büyüklüğünün altında bulunan) sevkiyat miktarına bağlıdır. Bu miktar azaldıkça ilgili satır maliyeti daha yüksek oranlarda artırılmalıdır.

3.4.4. Mevcut İşletmelerde Tevsii Yatırımları Veya Başka Konumlarda Yeni İşletme/İşletmeler Kurma Kararı

Bu tür problemlerde mevcut işletmelerdeki mevcut kapasitelerde sadece birim değişken maliyetler dikkate alınmalı, taşıma maliyeti artı üretim maliyetini belirlerken üretim maliyetleri içinde sabit maliyetlere yer verilmemelidir. Zira mevcut işletmelerin mevcut kapasitelerine ilişkin sabit maliyetler yukarıdaki alternatifin değerlendirilmesinde batık maliyet durumuna gelmiştir.

Yeni kurulacak işletmelerde ve mevcut işletmelerde tevsii yatırımlarına gidilmesi halinde ise, bu işletmelerin sabit maliyetleri veya sadece tevsii kapasitesine ilişkin sabit maliyetleri problemin çözümünde dikkate alınmalıdır.

KAYNAK :

M. Tamer Müftüoğlu: Sanayi İşletmelerinde Kuruluş Yeri Seçimi ve Ölçek Sorunu, Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları: 530, Ankara, 1983.
(Konuya İlişkin Geniş Literatür Yukarıda Adı Geçen Eserde Yer almaktadır).