T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 2, Yıl: 1987

EUCLID UZAKLIKLI YERLEŞTİRME SORUNLARI

M. Hulûsi DEMİR (*)

Ö Z E T

Fabrika yerleşim düzeni, bölümlerin, iş merkezlerinin ve araç-gerecin düzenlenmesi ile ilgilidir ve özellikle, işin sistem doğrultusunda hareketi üzerinde durur. Yerleşim düzeni kararları, işletme giderleri ve verimliliği etkileyerek, verimli sistemlerin dizaynında anahtar rol oynar. Ancak yerleşim sorunlarının hepsi ALDEP, CORELAP veya CRAFT gibi bilgisayar algoritmalarının kullanımını gerektirmez. Örnek olarak; bazı yerleşim ve kuruluş yeri problemleri, var olan bir yerleşimde bir tek yeni tesisin yer seçimi veya tek bir bölümün yerleşim dizaynı ile ilgilidir.

Bu makale, Euclid veya Düz hat modelini kullanarak var olan çok sayıda tesise karşı, bir tek yeni tesisin yerinin saptanması sorununu tanımlar. Bu modelde maliyet fonksiyonunun enküçüklenmesi amaçlanmıştır.

Konunun Genel Olarak Açıklanması

Yakın zamanlarda işletmecilik bilimindeki çalışmaların ve araştırmaların gittikçe artan oranda girişimlerin kararlarıyle ilintili olduğu gözlemlenmektedir. Bu araştırmaların başında girişimlerin işlev bölümlerine göre planlarının hazırlanması, geliştirilmesi ve kısmî planların yönetilen örgütün birliği ve bütünlüğü içinde entegre edilmesi gelir. Böyle bir sistemi geliştirebilmek için, kısmî plânlar arasında bulunan ve her plân içinde çok yönlü ve karmaşık ilişkileri olan durumu bilmek ve anlamak ge-

(*) Doç. Dr., D.E.Ü.İ.İ.B.F., İşletme Bölümü reklidir. Bu ilişkilerin saptanması, model çözümlemesinin temelini oluşturur ki, böylelikle işletmecilikte yalın anlatım biçiminden ve tanımlamalardan kısmen de olsa uzaklaşılarak, görgül gerçeklerin sistemleştirilmesinin sağlanması yoluna gidilebilir. Öngörülerin işlenmesi ve en iyi duruma getirilmesi yoluyla soyutluk derecesi her zaman daha da düşürülmüş, sonunda bu ölçü karar yardımcı araçları olarak pratik seçim sorunlarına uygulanabilmiştir.

Sürekli ya da geçici her işletmenin belirli bir yerde kurulmasına gereksinim vardır, çünkü bir üretim sisteminin tasarımında fabrikaların kurulacağı yerin saptanması öncelik taşır. Kuşkusuz işletmenin kuruluş yerinin olası olduğu değin en iyi biçimde seçilmesi gerekir. Kuruluş yeri konusunda karar alındıktan sonra, binalar ve bu binalar içindeki araçların yerleşimi için tasarım yapılır.

Endüstri işletmesi, endüstriyel mal üretiminin yapılabilmesi için anamal, insangücü, makine, araç-gereç v.b. öğelerin arsa, bina ile biraraya getirilerek kolay, ekonomik ve başarılı biçimde işletilmesi amacıyle örgütlenen bir işyeridir. Bu işyerinde, üretim ile ilgili işlemlerin yapılabilmesi için tüm fiziksel olanakların belli bir plâna göre düzenlenmesi zorunludur. Endüstri işletmesinde öngörülen iş akışı ile örgütün eksiksiz biçimde uygulanabilmesi, işyeri düzeninin bu uygulamaya olanak verebilmesine bağlıdır. Endüstri işletmesinin arsası üzerinde ya da binası içerisinde yer alacak birimlerin servislerin gelişigüzel yerleştirilmesi, işin akışını engeller ve zaman kayıbı nedeniyle maliyet giderlerinde artışa yol açar.

Burada sorulacak sorular; «İşyeri düzeni ne tür olacaktır?» ve «Düzenleme sorunu nasıl çözümlenecektir?» gibi olmalıdır. Kuşkusuz bir işletmenin iyi ya da kötü bir tür yerleşim düzeni vardır ve bu, üretim sistemi tasarımının tamamlayıcı aşamasını oluşturmaktadır. Düzenin temel amacı, sığa ve kalite gereksinmelerini en ekonomik biçimde karşılayacak üretim sistemi geliştirmektir. Ne yapılacağı (Çizimler ve özellikler), nasıl yapılacağı (akış çizemleri) ve ne kadar yapılacağı (öngörüler, ısmarlamalar) düzenin gerekli temelini oluştururlar. Kaynaşmış sistem; iş istasyonları, depo yerleri v.b. sağlamalıdır ki, türlü parçalar ve yapınlar arasında bir ulaşım sistemi, bakım ve onarım gibi üretime gerekli yardımcı hizmetler ve işgören için sosyal hizmetler (revir ve kafeterya) saptanabilsin.

Ekonominin devimsel özelliğinden ötürü kaynaşmış üretim sistemi yapın tasarımlarında, yapın karışımlarında ve niceliklerinde ileride ortaya çıkabilecek değişikliklere ve ilerleyen teknolojiye uyum gösterebilecek esnekliğe sahip olmalıdır. Gerek konum ve gerekse bina durumları, var olan işlemlere uyacak biçimde ileride işlemlerin genişletilmesine olanak sağlamalıdır. Kimi finansal ve fiziksel sınırlamalar, işyeri düzeni sorununun normal dilimlerini oluştururlar.

O halde neden işyeri düzeni sorunları ortaya çıkmaktadır? Yapın değişikliği ya da yepyeni bir yapının yapılması gereksinimi veya eski bir yapının yapımına son verilmesi durumu, işyeri düzeni sorunlarını ortaya çıkarır ve çözüm ister. İstemin artması ya da azalması, ek bir işletmenin kurulmasını ya da var olan işletmenin yeniden düzenlenmesini gerektirebilir. Endüstriyel araç-gereç ve binaların eskimesi, modasının geçmesi işyeri düzeninde köklü değişiklikler yapılmasına yol açabilir.

İşyeri düzeni sorunlarının büyük çoğunluğunun aşağıdaki gelişmeler sonucu ortaya çıktığı ileri sürülebilir:

i. Yapın projesi değişiklikleri,
ii. Yeni yapın üretimi,
iii. Mevcut yapınlardan birinin üretimine son verilmesi,
iv. İstem hacminde değişiklik,
v. Tesislerin eskimiş ya da modasının geçmiş olması,
vi. İş kazalarının artması,
vii. Kötü çalışma ortamı ve moral sorunları (örneğin, yüz yüze ilişki yokluğu gibi),
viii. Pazar yeri ve yoğunluğunda değişiklik,
ix. Maliyet giderlerini düşürme çabası,
x. Yetersiz işlemler (örneğin; yüksek maliyetler, darboğazlar v.b. gibi)
xi. Çevresel ya da öteki yasal zorunluluklarda değişiklikler.

Yukarıdaki gelişmelerin sonucunda ortaya çıkan işyeri düzeni sorunlarını yapılacak işin niteliğine göre dört sınıfa ayırmak olasıdır:

i. Yeni bir fabrikanın (işletmenin) kurulması,
ii. Mevcut tesislere taşınma,
iii. Mevcut düzenlemenin yeniden ele alınması,
vi. Mevcut düzenlemede değişikliklerin yapılması,

Aşağıda mevcut düzende değişiklik yapılması konusunun özel bir durumu incelenecektir.

Tek Tesis Yerleştirme Sorunu

İşyeri düzeni ve yerleştirilmesi sorunlarının çözümlenmesinde nicel öğelerin yanı sıra nitel öğelerin de gözönünde bulundurulması zorunludur. Ne var ki en iyi çözümlerin geliştirilmesinde hem nitel hem nicel öğelerin gözönüne alınması çok güç bir iştir. Nitel öğeler, örneğin; bir orantı ölçeğinde kolaylıkla ölçülemez. Böylece nitel ve nicel öğelerin seçenekli çözümlerin yeterli değerlendirilebilmesi için nicel biçimde birleştirilmesi zor olmaktadır.

Genellikle kimi işyeri düzeni ve yerleştirme sorunlarının nicel amaç kullanılarak çözüldüğü, daha sonra çözümün nitel incelemelere dayanılarak değiştirildiği gözlemlenir. Normal koşullar altında bu süreç oldukça yeterlidir ve nitel incelemeleri gözönüne almayan bir yaklaşımdan daha üstündür. Bu açıdan konuya değinildiğinde analitik çözüm, öteki çözümlerin karşılaştırılabileceği bir mihenk taşı olarak görev yapar.

Uygulamada sık sık karşılaşılan iş yeri düzeni sorunlarından biri de, belli sayıda mevcut tesislere göre tek bir yeni tesisin yerinin nasıl belirleneceğidir. Kuşkusuz aranılan yer, uygun biçimde tanımlanmış bir toplam maliyet işlevini enküçükleyen yerdir.

İlginç kimi tek tesisin yerleştirilmesi sorunları vardır. Tek tesisin eldeki tesisler arasına yerleştirilmesi sorunlarına bir kaç yalın örnek olarak şunlar verilebilir.

i. Fabrika/işletme içinde yeni bir makine,
ii. Fabrika/işletme içinde yeni bir takım odası,
iii. Ofis binasında yeni bir su soğutucusu,
iv. Kütüphanede fotokopi makinesi,
v. Yeni depo,
vi. Bir depo için yükleme rampası,
v.b.

Genel Modelin Kurulması

İşletmenin yerleştirme düzeni sorunuyla karşı karşıya bulunan bölümün koordinat sisteminin bir çeyreğinde gösterildiği ve bilinen belirli P_1 , P_2 , ... , P_m noktalarında şu anda «m» adet tesis bulunduğu varsayılsın. Yeni bir tesis bir «x» noktasına yerleştirilecektir ve taşıma niteliğinde maliyetler yeni tesis ile mevcut «i» tesisi arasında uygun biçimde belirlenmiş yol ile doğrudan orantılı olarak oluşmaktadır. Yeni tesis ile tüm mevcut tesisler arasında gidişlerden doğan toplam yıllık materyal aktarma maliyeti

$$f(X)_{enk} = \sum_{i=1}^{m} w_i \cdot d(X, P_i)$$

formülünün yardımı ile hesaplanabilir (Watson-Gandy, s. B-478). Burada; $d(X, P_i)$ = «X» ve «P_i» noktaları arasındaki her gidişte alınan uzaklığı, w_i = Ağırlık. Belirli dönemde «x» ve «P_i» noktaları arasındaki gidiş sayısı'nı simgelemektedir. Tek tesis yerleştirme sorunu, yeni tesisin toplam maliyet gideri «f(X)» i enküçükleyen yerini «x_0» belirlemektedir. «w_i» Terimi, ağırlıklar olarak nitelendirilmiştir. Yeni tesisle, eski tesisler arasındaki gidiş sayısı, birim uzaklığı taşıma maliyetleriyle ağırlandırıldığından bu kavram kullanılmıştır. Boyutsal olarak; f(x) terimi «TL/yıl», «w_i» terimi (TL/uzaklık). (Gidişler/Yıl)» ve «d(x,P_i)» de «(Uzaklık/Gidiş)» olarak birimlendirilir. Böylece; eğer d(x,P_i) her gidişte 5 km ve W_i, 10 TL/Km ile 700 Gidiş/Yıl'ın çarpımına eşitse, $w_i \cdot d(X,P_i)$ yılda 35000 TL. ye eşit olur.

Birçok uygulamada her birim uzaklık için maliyet değişmez bir değer olduğundan; enküçükleme sorunu çoğunlukla uzaklığı enküçükleyen yeri belirlemeye indirgenir.

Yeni tesis ile mevcut tesisler arasındaki uzaklığın ölçülüş biçimine göre model üç değişik biçimde incelenebilir:

i. Düz uzaklık modeli,
ii. Zikzaklı uzaklık modeli,
iii. Ağırlık merkezi modeli,

«Uygun biçimde belirlenmiş uzaklık» kavramı ile ne kasdedildiği sorusunda ilk akla gelen uzaklık; düz uzaklık (doğru-çizgi) ya da Euclid (Öklid) uzaklığıdır. Yeni tesisin koordinatları «x» ve «y» olarak ve mevcut «i» tesisinin koordinatları «a_i» ve «b_i» olarak alındığında, yani X(x,y) ve P_i (a_i, b_i) olduğunda «X» ve «P_i» arasındaki uzaklık Öklid uzaklığı olarak şöyle ifade edilebilir.

$$d(X,P_i) = \sqrt{(x-a_i)^2+(y-b_i)^2} \qquad (1)$$

Euclid uzaklığı, bazı şebeke yerleştirme sorunlarının yanı sıra ileteçler (konveyör) ve tesisat döşenmesi gibi sorunların çözümlenmesinde yardımcı olur.

Ancak birçok makine yerleştirme sorunlarında hareket, binanın duvarlarına parelel olan birbirine dikey koridorlar boyunca yapılır. İki nokta arasındaki uzaklığın zikzaklı olarak değerlendirilmesi nedeniyle, yabancı literatürde «Metropolitan», «Manhattan», «Rectangular» ya da «Rectilinear» uzaklık adları verilmektedir. «X» ve «P_i» arasındaki zikzaklı uzaklık;

$$d(X,P_i) = |x-a_i| + |y-b_i| \qquad (2)$$

ile hesaplanır. Kimi ofislerde işgören hareketini sağlamak için zikzaklı koridorlar ve holler kullanılır.

Ne var ki bazı yerleştirme sorunlarında maliyet gideri, uzaklığın yalın doğrusal işlevi değildir. Yerleştirme sorununa göre «f(X)» değişik biçimlerde formüle edilebilir. Maliyetin, «x» ve «P_i» arasındaki uzaklığın karesi ile orantılı olduğu varsayıldığında, formül

$$f(X) = \sum_{i=1}^{m} w_i \left((x-a_i)^2+(y-b_i)^2\right) \qquad (3)$$

biçimini alır. Bu tür sorunlar «ağırlık merkezi» ya da «çekim» sorunları olarak adlandırılır.

Düz Uzaklık Modeli ya da Euclid Uzaklıklı Yerleştirme Sorunları

Euclid sorunu, türlü biçimlerde Steiner-Weber sorunu ya da genel Fermat sorunu olarak deyimlendirilir ve geçmişi çok eskiye dayanır. Gerçekten de, $m=3$, $w_i=1$ biçiminde $i=1,2,3$ için Fermat tarafından 17. yüzyılın ilk başlarında bir geometri sorunu olarak kurulmuş ve Toricelli tarafından 1640 dan önce çözülmüştür. Bu sorunda, bir düzlemdeki üç noktaya uzaklıklar toplamı en küçük olan dördüncü noktanın saptanması söz konusudur. Bundan sonra W. Launhardt 1629 da Fermat tarafından formüle edilen sorunu türevler yolu ile çözme yerine geometrik açıdan ele alarak geliştirmiştir (Launhard, 1882, s. 105-116), Sorun bir İsviçreli matematikçi olan J. Steiner tarafından 14. yüzyılda ve Alman ekonomisti A. Weber tarafından yirminci yüzyılın ilk yıllarında incelenmiştir. Sorunun «w_i» değerlerini de içeren biçimine çözüm getiren bir yaklaşım Kuhn tarafından yapılmıştır. (Kuhn, 1967, Bölüm 3 S. 39-40)

Euclid uzaklıklı sorunlar kimi değişik durumlarda ortaya çıkar. Sorunlar aşağıdaki biçimde kurulabilir.

$$\operatorname*{Enk}_{x,y} f(x,y) = \sum_{i=1}^{m} w_i \left[(x-a_i)^2+(y-b_i)^2\right]^{1/2} \qquad (4)$$

Euclid uzaklıklı sorunları çözmek için ilk akla gelen yaklaşım yukarıdaki denklemin kısmi türevlerini hesaplamak ve sıfıra eşitlemektir. $(x,y) \neq (a_i, b_i)$ varsayıldığında, $i=1, \ldots, m$ için kısmi türevler şöyledir:

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = \sum_{i=1}^{m} \frac{w_i(x-a_i)}{\left((x-a_i)^2+(y-b_i)^2\right)^{1/2}}$$

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial y} = \sum_{i=1}^{m} \frac{w_i(y-b_i)}{\left((x-a_i)^2+(y-b_i)^2\right)} \qquad (5)$$

Eğer herhangi bir «i» için $(x,y)=(a_i, b_i)$ ise (4) ve (5) in tanımlanmamış olduğuna dikkat edilmelidir. Demek ki, yeni tesisin yeri matematiksel olarak var olan bir tesisin yeri ile çakıştığında ortaya zorluklar çıkar. Eğer, yeni tesis için herhangi bir eniyi yerin mevcut tesislerden birinin yeri ile asla çakışmıyacağı güvencesi olsa idi (4) ve (5) ifadeleri, yeni tesisin gerekli ve yeterli koşullarını sağlamış olurdu. Ne yazık ki, böyle bir güvence mevcut değildir. Sonuç olarak, kısmi türev yaklaşımının bir uyarlaması gerekli olur. Kuhn'a göre uyarlama, iki boyutlu $R(x,y)$ ye dayanmakta ve şöyle tanımlanmaktadır; eğer $(x,y)\neq(a_i, b_i)$, $i=1, \ldots, m$ ise (Kuhn, Bölüm 3);

$$R(x,y) = \left(\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \; ; \; \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \right)$$

ve eğer $(x,y)=(a_k, b_k)$, $k=1, \ldots m$ ise

$$R(x,y)=R(a_k, b_k) = \begin{cases} \dfrac{u_k-w_k}{u_k} s_k , \; \dfrac{u_k-w_k}{u_k} t_k & u_k>w_k \text{ ise} \\ (0,0) & u_k\leq w_k \text{ ise} \end{cases}$$

burada

$$s_k = \sum_{\substack{i=1 \\ \neq k}}^{m} \frac{w_i(a_k-a_i)}{((a_i-a_k)^2+(b_i-b_k)^2)^{1/2}}$$

$$t_k = \sum_{\substack{i=1 \\ \neq k}}^{m} \frac{w_i(b_k-b_i)}{((a_i-a_k)^2+(b_i-b_k)^2)^{1/2}}$$

$$u_k = \sqrt{(s_k^2+t_k^2)}$$

İki boyutlu $R(x,y)$, düzlemdeki bütün noktalar için tanımlanmıştır. Kuhn, (x_0, y_0)'ın yeni tesis için enküçük maliyetli yer olabilmesinin gerekli ve yeterli bir koşulunu $R(x_0, y_0)=(0,0)$ olarak belirler. Sonuç olarak, bir mevcut tesisin (a_k, b_k) yeri, yeni tesisin eniyi yeri olabilmesi yalnızca ve yalnızca $u_k\leq w_k$ ile olasıdır. Böylece, eğer mevcut tesis «k» nın yeri yeni tesisin eniyi yeri ile çakıştığından kuşkulanıldığında, «u_k» değeri hesaplanıp «w_k» değeri ile karşılaştırılmalıdır.

Her ne kadar, Euclid sorununa en iyi çözüm için gerekli ve yeterli koşullar elimizde varsa da, (x_0, y_0)'ı belirlemenin yolu halen yoktur. Daha önce Kuhn'un uyarlanmış eğilimi (gradient) olarak isimlendirilen iki boyutlu $R(x,y)$ de, (x_0, y_0) yerini bulmaya yarayan hesaplama yordamına temel oluşturmak üzere değiştirilebilir. Eğer (4), sıfıra eşitlenirse aşağıdaki ifade elde edilir.

$$0 = x \sum_{i=1}^{m} \frac{w_i}{((x-a_i)^2+(y-b_i)^2)^{1/2}} = \sum_{i=1}^{m} \frac{w_i a_i}{((x-a_i)^2+(y-b_i)^2)^{1/2}}$$

Eğer $g_i(x,y) = \frac{w_i}{((x-a_i)^2+(y-b_i)^2)^{1/2}}$, $i=1, \ldots, m$

kabul edilirse,

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{m} a_i g_i(x,y)}{\sum_{i=1}^{m} g_i(x,y)} \qquad (6)$$

elde edilir. Aynı biçimde (5) sayılı eşitlikten de;

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{m} b_i g_i(x,y)}{\sum_{i=1}^{m} g_i(x,y)} \qquad (7)$$

sağlanır. $g_i(x,y)$ tanımlandığı sürece, aşağıdaki yinelemeli yordam kullanılır.

$$x^{(k)} = \frac{\sum_{i=1}^{m} a_i g_i(x^{(k-1)}, y^{(k-1)})}{\sum_{i=1}^{m} g_i(x^{(k-1)}, y^{(k-1)})} \qquad (8)$$

$$g^{(k)} = \frac{\sum_{i=1}^{m} b_i g_i(x^{(k-1)}, y^{(k-1)})}{\sum_{i=1}^{m} g_i(x^{(k-1)}, y^{(k-1)})} \qquad (9)$$

Üstsel ifadeler yineleme sayısını belirtmektedir. Böylece, $(x^{(1)}, y^{(1)})$; belirlemek için bir $(x^{(0)}, y^{(0)})$ başlangıç değeri gereklidir. $(x^{(1)}, y^{(1)})$ değeri $(x^{(2)}, y^{(2)})$ değerini belirlemek için kullanılır ve böylece sürdürülür. Yinelemeli yordam, yeni tesisin eniyi yerinde ayda değer bir iyileşme olmayana değin ya da Kuhn'un değiştirilmiş eğilim koşulunu sağlayan bir yer bulunana değin sürdürülür. Yinelemeli yordamın eniyi yere konverj etmesi güvence altına alınmıştır.

Tipik olarak, ağırlık merkezi çözümü, yinelemeli yordam için başlangıç değeri olarak kullanılır. Yinelemeli yordamın bir örneği olarak

$$P_1=(0,0)\ ,\ P_2(0,10)\ ,\ P_3(5,0)\ ,\ P_4=(12,6)$$

olduğu düşünülsün ve bütün w_i değerlerinin eşit olduğu kabul edilsin. Ağırlık merkezi formülleri

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^{m} w_i a_i}{\sum_{i=1}^{m} w_i} \qquad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{m} w_i b_i}{\sum_{i=1}^{m} w_i}$$

kullanılarak, sorunun çözümü (4.25, 4.00) olduğu kolayca gösterilebilir. (8) ve (9) ile verilen yinelemeli yordam kullanıldığında aşağıdakiler elde edilir:

$(x^{(1)}, y^{(1)})=(4.023\ ,\ 3.111)$ $\qquad$ $(x^{(6)}, y^{(6)})=(3.971\ ,\ 2.074)$

$(x^{(2)}, y^{(2)})=(3.949\ ,\ 2.267)$ $\qquad$ $(x^{(7)}, y^{(7)})=(3.981\ ,\ 2.045)$

$(x^{(3)}, y^{(3)})=(3.935\ ,\ 2.358)$ $\qquad$ $(x^{(8)}, y^{(8)})=(3.987\ ,\ 2.028)$

$(x^{(4)}, y^{(4)})=(3.944\ ,\ 2.209)$ $\qquad$ $(x^{(9)}, y^{(9)})=(3.992\ ,\ 2.017)$

$(x^{(5)}, y^{(5)})=(3.958\ ,\ 2.124)$ $\qquad$ $(x^{(10)}, y^{(10)})=(3.995\ ,\ 2.011)$

Kuhn'un değiştirilmiş eğilimini kullanarak $(x_0, y_0)=(4.0, 2.0)$ noktasının en küçük maliyetli yeni tesis yeri olduğu kanıtlanabilir. Son beş değerin en küçük maliyetle yeni tesis yerine değin yakın olduğuna dikkat edilmelidir.

Konu yakın bir örnekle daha iyi açıklanabilir,

Örnek

Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü dört yeni binadan oluşan Buca Kampüsü için merkezi sistem ısıtma tesisinin yerini saptamak istemektedir ve bunun için de İ.İ.B.F. İşletme Bölümü'ne başvurmuştur. İşletme Bölümü, tesis ve ısı kayıbı maliyetlerini, değerlendirme ölçütü olarak seç-

miştir. Sistem için maliyetin herbir binayla ısıtma tesisi arasındaki Euclid uzaklığın karesiyle orantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Merkezi ısıtma sistemiyle ısıtılacak binaların konumları ise
$P_1 = (18,5)$, $P_2 = (13,9)$, $P_3 = (23,11)$ ve $P_4 (7,11)$ dır. Merkezi ısıtma tesisi için en küçük maliyet giderli konum aranmaktadır ve Euclid uzaklık modeline göre çözülmesi istenmektedir.

Çözüm için önce ağırlıklar bulunmalıdır ki, ağırlık merkezi modeline göre çözüm başlangıç için bulunabilsin. Ağırlıklı yük değerleri (sabit orantılılık) her binada 1 saatte tüketilen kilokalori niceliğidir ve örnek için 12, 5, 4 ve 15 kabul edilsin. Böylece ağırlık merkezi sonucu

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^{4} w_i a_i}{\sum_{i=1}^{4} w_i} = \frac{12(18) + 5(13) + 4(23) + 15(7)}{12 + 5 + 4 + 15} = 13,28$$

$$y_0 = \frac{12(5) + 5(9) + 4(11) + 15(11)}{36} = 8,7$$

olarak elde edilir.

Euclid uzaklığına göre çözüm ise aşağıdaki yolla bulunur.

$$g_1(x^{(0)}, y^{(0)}) = \frac{w_i}{((x^{(0)} - a_1)^2 + (y^{(0)} - b_1)^2)^{1/2}} =$$

$$\frac{12}{((13.3 - 18)^2 + (8.7 - 5)^2)^{1/2}} = 2.006$$

$$g_2(x^{(0)}, y^{(0)}) = \frac{5}{((13.3 - 13)^2 + (8.7 - 9)^2)^{1/2}} = 11.792$$

$$g_3(x^{(0)}, y^{(0)}) = \frac{4}{((13.3 - 23)^2 + (8.7 - 11)^2)^{1/2}} = 0.401$$

$$g_4(x^{(0)}, y^{(0)}) = \frac{15}{((13.3 - 7)^2 + (8.7 - 11)^2)^{1/2}} = 6.706$$

(8) ve (9) no'lu denklemden yararlanılarak;

$$x^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^{4} a_i\, g_i(x^{(0)}, y^{(0)})}{\sum_{i=1}^{4} g_i(x^{(0)}, y^{(0)})} =$$

$$\frac{(18)(2.006) + (13)(11.792) + (23)(0.401) + (7)(6.706)}{2.006 + 11.792 + 0.401 + 6.706} = 11.747$$

ve

$$y^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^{4} b_i\, g_i(x^{(0)}, y^{(0)})}{\sum_{i=1}^{4} g_i(x^{(0)}, y^{(0)})} =$$

$$\frac{(5)(2.006) + (9)(11.792) + (11)(0.401) + (11)(6.706)}{2.006 + 11.792 + 0.401 + 6.706} = 9.296$$

bulunur. Daha sonra $(x^{(1)}, y^{(1)})$ değerleri benzer biçimde kullanılarak $(x^{(2)}, y^{(2)})$ değerleri bulunur ve yinelemeler sürdürülerek aşağıdaki değerler elde edilir.

$(x^{(1)}, y^{(1)}) = (11.747\ ,\ 9.296)$	$(x^{(5)}, y^{(5)}) = (12.972\ ,\ 8.956)$
$(x^{(2)}, y^{(2)}) = (12.269\ ,\ 9.037)$	$(x^{(6)}, y^{(6)}) = (12.990\ ,\ 8.980)$
$(x^{(3)}, y^{(3)}) = (12.647\ ,\ 8.933)$	$(x^{(7)}, y^{(7)}) = (12.996\ ,\ 8.991)$
$(x^{(4)}, y^{(4)}) = (12.896\ ,\ 8.923)$	

Son yinelemelerden de anlaşılacağı üzere, eniyi yerleşim noktası $(x_0, y_0) = (13,9)$ olarak çıkmaktadır. Bulunan eniyi yer P_2 tesisi ile çalışmaktadır. Yedi yineleme yapmadan da kestirmeden, Kuhn'un uyarlanmış eğilimi kullanılarak $P_2 = (13.9)$ için «$u_2 < w_2$» koşulunun sağlandığı görülür ve şu sonuçlar bulunur.

$(x_0\ ,\ y_0) = (a_2\ ,\ b_2) = (13,9)$ varsayımı altında,

$s_2 = -1.4342$

$t_2 = 1.9684$

$u_2 = 2.435$

olarak hesaplanır.

$u_2 = 2.435 < w_2 = 5$ olduğundan, $(x_0\ ,\ y_0) = (13,9)$ varsayımı geçerlidir.

SONUÇ

Bu makalede tek-tesisli yerleşim sorunlarına Euclid Modeline göre analitik yaklaşım açıklanmaya çalışılmıştır. Açıklamada bazı bilgilerin mevcut olduğu varsayılmıştır. Özellikle (a_i, b_i) ve w_i değerleri bilinmiyorsa, kestirimler yapılması ve sorunlu olan yerleşim durumu sonuçlanan her kestirim kombinasyonlarına göre çözümlenmesi yoluna gidilir.

Çoğunlukla veri yokluğundan ötürü analitik yaklaşımlar kullanılamaz, o zaman kestirim yapmaktan başka çare kalmıyacak ve model ancak bu yolla kullanılabilecektir.

KAYNAKÇA

DEMİR, M. Hulûsi : «Endüstri İşletmelerinin Kazançlarını Enküçükleştirmeleri Açısından Bir Karar Sorunu Olarak Kuruluş Yeri Seçimi ve Karşılaşılan Güçlükler», Basılmamış Doçentlik Tezi, E.Ü. İşletme Fakültesi, İzmir Eylül-1978.

DEMİR, M. Hulûsi : «Üretim Yönetimi», c.1, Aydın Yayınevi. İzmir, 1984.

FRANCİS, Richard L., John A. White : «Facility Layout and Location; An Analytical Approach», Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 1974.

KUHN, H.W. : «On a pair of Dual Nonlinear Programms», Nonlinear Programming (ed. J. Abadie), John Wiley and Sons Inc. New York 1967.

LAUNHARDT, W. : «Die Bestimmung des zweckmaessigster Standorts einer gewerblichen Anlage, Ztf. VDI, Vol. 26, no. 3, 1982.

NOBLE, B. : «Optimum Location Problems», Applications of Undergraduate Mathematics in Engineering, Bölüm 2, The Macmillan Co., New York 1967.

SİVAZLİAN, B.D., L.E. Stanfel : «Analysis of Systems in Operations Research», Prentice Hall, New York 1975.

WATSON-GANDY, CDT : «A Note on the Centre of Gravity in Depot Location», Management Science, Vol 18, No. 8, USA 1972.

WEBER, Alfred : «Über den Standort der Industrien», 1. Teil: Reine Theorie des Standorts, Erstausgabe, Tübingen 1909.

LAYOUT PROBLEMS WITH EUCLIDIAN DISTANCE

Facilities layout concerns the configuration of departments, work centers and equipment, with particular emphasis on movement of work through the system. Layout decisions play o key role in the design of productive systems, affecting operating costs and efficiency. But not all layout problems justify the use of computerized algorithms such as ALDEP, CORELAP or CRAFT. As an example, some layout and location problems involve the location of a single new facility in an existing layout or the design of a layout for a single department.

This article describes the problem of determining the location of a single new facility with respect to a number of existing facilities, by using Euclidean or Straight Line Model. Here, in this model, the minimization of the defined cost function is aimed.