Öneri.C.5.S.20.
Haziran 2003.ss.225-230.

ÜSTEL PROGRAMLAMA İLE PERSONEL ATAMA PROBLEMİNİN ANALİZİ

Tuncay CAN

Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, Yardımcı Doçent Dr.

ANALYSIS OF PERSONNEL ASSIGNMENT PROBLEM WITH EXPONENTIAL PROGRAMMING

***Abstract:** Industrial firms are always confronted with the problem of selecting the best – qualified applicants to fill company positions. The cost of such personnel selection processes increases as finer selections are made. Consequently, the firm must develop a personel assignment process that meets certain requirements at minimum cost. Such a problem is formulated this paper as the problem of minimizing a exponential subject to a exponential inequality constraint, and the techniques of exponential programming are applied to solve it. A posynomial geometric programming model is reached by applying a basic transformation on the exponential programming problem. So personel assignment problem is solved through primal-dual of the geometric programming problem.*

Keywords: ***Exponential Programming, Geometrical Programming, Personnel Assignment***

ÜSTEL PROGRAMLAMA İLE PERSONEL ATAMA PROBLEMİNİN ANALİZİ

***Özet:** İşletmeler, sık sık bünyelerindeki boş kadrolara en iyi adayları yerleştirme problemi ile karşılaşırlar. Seçimler özenle yapıldığı için bu tür personel seçim süreci maliyeti arttırır. Sonuç olarak, firma minimum maliyetle belirli gereksinmeleri karşılayan bir personel atama sürecini gerçekleştirmelidir. Bu makalede, üstel eşitsizlik kısıtları ile üstel amaç fonksiyonunu minimize etme problemi formüle edilmiş ve üstel programlama tekniği ile çözülmüştür. Basit bir dönüşüm uygulanarak üstel programlama tekniği posynomial geometrik programlamaya dönüştürülmüş ve geometrik programlama tekniğindeki priaml-dual bağlantısı kullanarak personel atama probleminin optimal çözümü bulunmuştur. Personel atama probleminin amaç fonksiyonu ve kısıtlarının yapısı modelin bir üstel programlama metodu ve çözümünü gerektirmiştir. Üstel programlamanın çözümü için geometrik programlama metodu kullanılmıştır.*

Anahtar Kelimeler: ***Üstel Programlama, Geometrik Programlama, Personel Atama***

I. GİRİŞ

İşletmelerin varlığını koruyabilmesi ve ilerleyebilmesi için alanı ile ilgili gelişmeleri yakından izlemesinin yanı sıra çalışan veya atanacak personelin nitelikli olması zorunludur. İşletmeler personele ihtiyaç duyulan kadrolarını doldurabilmek için iyi eğitim görmüş, yetenekli, kaliteli, işini seven, sosyal kişilere her zaman ihtiyaç duyar. Firmanın ilgili alanda karı maksimize etme veya maliyeti minimize etme asıl amacı olduğu için firma minimum maliyette belirli gereksinmeleri karşılayan bir personel atama sürecini geliştirmeli ve uygulamaya geçirmelidir. Bu çalışmada böyle bir problem ele alınıp "üstel programlama" tekniği ile analiz edilecektir.

II. MODELİN KURULMASI

Personel atama problemi işletmenin ihtiyacı olan kadrolarına yetenekli, iyi eğitim görmüş, tecrübeli şahısları optimal bir şekilde atama problemi ile ilgilidir [1]. Örneğin işletmenin boş "n" kadrosu olduğunu düşünelim. Bu kadroların hepsi kadroların iç dinamikleri sebebiyle her biri farklı yetenek ve eğitim görmüş "n" aday ile maliyeti minimum olacak şekilde optimal bir şekilde doldurulması amaçlanıyor. Farklı yetenek, eğitim ve deneyime sahip "n" aday aynı maaş ile ücretlendirilecekse, bu "n" adayın firmaya katacağı kazanç atanacakları işe bağlıdır. "n"adayın her birinin "n" işin her birinde başarılı olamama olasılığının ve bu durumda her bir işin şirkete maliyetinin bilinmesi amaçlanıyor. Böylece firma n! olası alternatif atamanın gerçekleşmesi halinde firmanın beklenen kaybını minimize etmeyi planlıyor.

p ($0 \leq p \leq 1$), adaylardan birinin işlerin birinde başarılı olmama olasılığını gösterirse; p = 0 ise adayın başarısız olma olasılığı yoktur. Yani aday % 100 başarılıdır. p = 1 ise adayın başarısız olma olasılığı % 100 dür. p, 0 ve 1 aralığında artan değerler aldıkça adayın başarısız olma olasılığı artacaktır. Atama probleminin firmaya maliyetinin c birim olduğunu varsayarsak, cp firmanın personel ataması durumunda beklenen kaybını gösterir.

p=1 ise yani aday işte tamamen başarısız olmuşsa firmanın beklenen kaybı c birim, p = 0 ise yani aday tamamen başarılı ise firmanın beklenen kaybı 0 birim olacaktır. p olasılığı 1 den 0 a doğru azaldıkça firmanın beklenen kaybı da azalacaktır. "n" adayın her birinin "n" işin her birinde başarısız olmasının olasılıklarının

$$P=\{p_{ij}\}=\begin{array}{c} \\ 1.aday \\ 2.aday \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ n.aday \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 1.\text{iş} & 2.\text{iş} & \ldots & n.\text{iş} \end{array} \\ \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdot\;\cdot\;\cdot & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdot\;\cdot\;\cdot & p_{2n} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdot\;\cdot\;\cdot & p_{nn} \end{bmatrix} \end{array}$$

şeklinde verildiğini varsayalım. Aday sayısı ile bu adayların yerleştirilmesi planlanan kadrolardaki işlerin sayısının birbirine eşit olması zorunluluğu yoktur. Her bir satırdaki başarısız olma olasılıklarının en küçüğü firmanın ilgili adayın ilgili kadroya personeli ataması anlamına gelir. Bu olasılıkların bazılarının birbirine eşit olması durumunda ilgili aday eşit olan bu kadrolardan herhangi birine atanabilir. Her bir personel atamasının firmaya bir maliyeti olacağına göre firmanın beklenen kaybı başarısız olma olasılıkları ile bunun firmaya getirdiği maliyetlerin çarpılıp toplanması ile minimize edilebilir. Örneğin, 1. adayın 3. işe yerleştirilmesi durumunda başarısız olmasının olasılığının 1. adayın 3. iş dışındaki işlere yerleştirilmesi durumundaki başarısız olma olasılıklarından daha fazla olduğunu (en küçük olasılık değeri) varsayalım. Bu atamanın firmaya maliyetinin c_1 olduğu düşünülürse c_1p_{13} firmanın kaybını gösterir. Benzer şekilde 2. adayın 4. işe atanması durumunda başarısız olma olasılığının en fazla olduğu ve firmaya maliyetinin c_2 olduğu ve bu şekilde giderek n. adayın 8. işe atanması durumunda başarısız olma olasılığının en fazla ve firmaya da maliyetinin c_n olduğu varsayılırsa firmanın beklenen kaybı

$$c_1p_{13}+c_2p_{24}+\ldots+c_np_{n8}$$

şeklinde minimize edilir. Her bir adayın ilgili işe yerleştirilmesi durumunda başarısız olma olasılıklarının bilinmesi durumunda yukarıda anlatılanların ışığı altında firmanın beklenen kaybının minimize edilmesinde bir problem yoktur. Çünkü kadrolara atanacak olan adaylar tektir. Ancak bu analiz daha genel personel atama problemleri için bir temel oluşturur.

Amacımızı daha rahat anlatabilmek için toplam aday sayısının, adayların yetenek, eğitim ve tecrübelerine göre iki gruba ayrıldığını kabul edelim ve iki grup içerisindeki adayların iki işten birine atanması problemini analiz edelim. Firmanın beklenen kaybını en aza indirmek asıl amaç olduğu için işlerin her birine atanacak her bir gruptaki adayların sayısı belirlenmelidir. Her bir aday, adayların yetenek, eğitim ve tecrübelerine göre iki gruptan birine atanılacaktır. Herhangi bir gruptaki herhangi bir adayın 1. ve 2. işlerde başarısız olma olasılıklarının

$$\begin{array}{cc} & \text{İş} \\ & \begin{array}{cc} 1 & 2 \end{array} \\ \textit{Aday Grubu} \begin{array}{c} 1 \\ \\ 2 \end{array} & \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} \\ & \\ p_{21} & p_{22} \end{pmatrix} \end{array}$$

şeklinde verildiğini varsayalım. Bu durumda, örneğin, 1. gruptaki bir adayın 1. işe atanması durumunda başarısız olma olasılığı p_{11} dir. Gruplardaki adayların kaç tanesinin 1. ve 2. işe yerleştirileceğinin bilinmemesi ve her bir gruptan 1. ve 2. işlere yerleştirilecek aday sayısının firmaya en az kayıp verecek şekilde bulunması istendiğinden i. gruptan (i = 1,2) j. işe (j = 1,2) atanacakların sayısı x_{ij} ile gösterilsin. Şu halde 1. gruptan 1. işe yerleştirilecek adayların sayısı x_{11} olduğundan bu adayların 1. işe atanmaları durumunda hepsinin başarısız olma olasılığı

$$p_{11}^{x_{11}}$$

dir. 1. gruptan 1. işe yerleştirilecek adayların sayısı arttıkça, 1. gruptaki bütün x_{11} adaylarının 1. işte başarısız olma şansı azalır. Benzer şekilde 2. gruptaki bir adayın 1. işe atanması durumunda başarısız olma olasılığı p_{21} iken, x_{21} adaylarının 1. işte başarısız olma olasılığı

$$p_{21}^{x_{21}}$$

dir. 1. gruptan 1. işe ve 2. gruptan 1. işe atanacak adayların toplamının 1. işe atanması da söz konusu olduğundan x_{11} + x_{21} adaylarının aynı anda 1. işe atanması durumunda başarısız olma olasılığı

$$p_{11}^{x_{11}}p_{21}^{x_{21}}$$

olacaktır. Yine x_{11} ve x_{21} arttıkça tüm (x_{11} + x_{21}) adaylarının başarısız olma olasılığı azalacaktır. Bu işin firmaya maliyeti c_1 ise bu personel atanmasının beklenen kaybı,

$$c_1p_{11}^{x_{11}}p_{21}^{x_{21}}$$

olacaktır. Benzer şekilde 1. gruptaki adaylar ile 2. gruptaki adayların aynı anda 2. işe atandıklarını düşünürsek tüm (x_{12}+x_{22}) adaylarının başarısız olma olasılığını göz önüne alıp, bu atamanın da firmaya maliyetinin c_2 olduğunu kabul edersek bu personel atanmasının firmaya beklenen kaybı

$$c_2p_{12}^{x_{12}}p_{22}^{x_{22}}$$

olacaktır. Personel atanmasının toplam beklenen kaybı ise

$$g_o(\mathbf{x}) = c_1 p_{11}^{x_{11}} p_{21}^{x_{21}} + c_2 p_{12}^{x_{12}} p_{22}^{x_{22}}$$

şeklindedir. x_{ij} (i, j = 1,2) sayısının artması ile $g_o(\mathbf{x})$ ile gösterilen beklenen toplam kayıp azalmasına rağmen aday sayılarının sonlu olması nedeniyle 1. gruptan en fazla w_1 ($\in Z^+$), 2. gruptan da en fazla w_2 ($\in Z^+$) adayın bu iki işe atandığını varsayalım. Ayrıca firmanın ilk işte en az w_3 ($\in Z^+$) adaydan yararlanma gereğinin olduğunun da varsayımı altında aşağıdaki kısıt koşulları oluşur:

$$x_{11} + x_{12} \leq w_1 \quad (1)$$

$$x_{21} + x_{22} \leq w_2 \quad (2)$$

$$x_{11} + x_{21} \geq w_3 \quad (3)$$

Şu halde (1), (2) ve (3) kısıtlarını sağlayan ve $g_o(\mathbf{x})$ fonksiyonunu yani işten çıkarmadan kaynaklanabilecek olan beklenen kaybı minimize eden x_{ij} (i, j = 1,2) değerlerini bulma problemi aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$[\text{Min}]: g_o(\mathbf{x}) = c_1 p_{11}^{x_{11}} p_{21}^{x_{21}} + c_2 p_{12}^{x_{12}} p_{22}^{x_{22}}$$

Kısıtlar:

$$x_{11} + x_{12} \leq w_1$$

$$x_{21} + x_{22} \leq w_2 \quad (4)$$

$$x_{11} + x_{21} \geq w_3$$

$x_{ij} \geq 0$ ve tamsayı (i, j = 1,2)

III. ÜSTEL PROGRAMLAMA

Üstel programlama,

$$[\text{ Min }] : g_o(\mathbf{x})$$

Kısıtlar:

$$g_1(\mathbf{x}) \leq 1$$

$$g_2(\mathbf{x}) \leq 1$$

$$\vdots$$

$$g_p(\mathbf{x}) \leq 1$$

şeklinde tanımlanır. Burada $g_o(x), g_1(x), ..., g_p(x)$ fonksiyonları $c_i \geq 0,\ a_{ik} \geq 0,\ i=1,2,...,n,\quad k=1,2,...,m$ olmak üzere

$$\sum_{i=1}^{n} c_i \prod_{k=1}^{m} a_{ik}^{x_k}$$

şeklindedir. Bu türden optimizasyon problemleri "Üstel Programlama" olarak adlandırılır [2]. Üstel programlama üstel geometrik programlamanın özel bir halidir [3].

Üstel programlama problemlerinin çözümü $t_i = e^{x_i}$ (i = 1,2, ... , n) dönüşümü ile

$$\sum_{i=1}^{n} c_i \prod_{k=1}^{m} t_k^{\ln a_{ik}}$$

posynomial (pozitif katsayılı polinom) formuna indirgenerek "geometrik programlama" tekniği yardımıyla çözüm irdelenir [4,5].

IV. PERSONEL ATAMA PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ

Üstel programlama bir geometrik programlama olmamasına rağmen $t_{ij} = e^{x_{ij}}\ (i, j = 1, 2)$ değişken dönüşümü ile (4) ile ifade edilen problem geometrik programlama problemine dönüştürülebilir ve geometrik programlama yardımıyla çözülebilir. İlk önce $c_1 p_{11}^{x_{11}} p_{21}^{x_{21}}$ terimini t_{11} ve t_{21} cinsinden yazalım:

$$c_1 p_{11}^{x_{11}} p_{21}^{x_{21}} = c_1\, e^{lnp_{11}^{x_{11}}} e^{lnp_{21}^{x_{21}}}$$

$$= c_1\, e^{x_{11} lnp_{11}} e^{x_{21} lnp_{21}}$$

$$= c_1 (e^{x_{11}})^{lnp_{11}} (e^{x_{21}})^{lnp_{21}}$$

$$= c_1\ (t_{11})^{lnp_{11}} (t_{21})^{lnp_{21}}$$

Benzer şekilde diğer terime benzer dönüşüm uygulanarak beklenen kaybı veren $g_o(\mathbf{x})$ fonksiyonu

$$g_o(\mathbf{t}) = c_1 (t_{11})^{lnp_{11}} (t_{21})^{lnp_{21}} + c_2 (t_{12})^{lnp_{12}} (t_{22})^{lnp_{22}}$$

şeklinde yazılır. Şu halde üstel fonksiyon, posynomial fonksiyona dönüşür. (4) bağıntısındaki ilk kısıta değişken dönüşümünü uygulayarak geometrik programlama kısıtı elde edilir:

$$t_{ij} = e^{x_{ij}}$$

$$x_{ij} = \ln t_{ij}$$

bağıntıları yardımıyla

$$\ln t_{11} + \ln t_{12} \leq w_1$$

$$\ln (t_{11} t_{12}) \leq w_1 \quad (5)$$

elde edilir. Üstel fonksiyon monoton artan olduğu için (5) eşitsizliği ancak ve ancak eğer

$$e^{ln(t_{11}t_{12})} \leq e^{w_1}$$

veya

$$t_{11}\, t_{12} \leq e^{w_1}$$

olduğu zaman sağlanır. Şu halde bu kısıt

$$e^{-w_1}\, t_{11}\, t_{12} \leq 1$$

geometrik programlama kısıtına denktir. Benzer dönüşümler (4) ile ifade edilen problemdeki diğer kısıtlar için yapılırsa yine (4) ile ifade edilen optimizasyon problemi aşağıdaki geometrik programlama problemine denktir:

[Min]: $g_0(t) =$

$$c_1(t_{11})^{lnp_{11}}(t_{21})^{lnp_{21}} + c_2(t_{12})^{lnp_{12}}(t_{22})^{lnp_{22}}$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} &e^{-w_1}\, t_{11}\, t_{12} \leq 1 \\ &e^{-w_2}\, t_{21}\, t_{22} \leq 1 \qquad (6) \\ &e^{w_3}\, t_{11}^{-1}\, t_{21}^{-1} \leq 1 \end{aligned}$$

$t_{ij} > 0 \quad i, j = 1,2$

(6) ile ifade edilen "posynomial geometrik programlama" problemi $g_o(\mathbf{t})$ fonksiyonu ve kısıtlarla birlikte 5 terim ve 4 değişkene sahip olduğu için zorluk derecesi[1] sıfırdır ve aşağıdaki "dual programlama" probleminin tek bir çözümü vardır. T amaç fonksiyonundaki ve kısıtlardaki terim sayısını ve N değişken sayısını göstermek üzere problemin zorluk derecesi $\Lambda = T - (N+1)$ dir

[Mak]:M=

$$\left(\frac{c_1}{\delta_1}\right)^{\delta_1}\left(\frac{c_2}{\delta_2}\right)^{\delta_2}\left(\frac{e^{-w_1}}{\delta_3}\right)^{\delta_3}\left(\frac{e^{-w_2}}{\delta_4}\right)^{\delta_4}\left(\frac{e^{w_3}}{\delta_5}\right)^{\delta_5}\delta_3^{\delta_3}\delta_4^{\delta_4}\delta_5^{\delta_5}$$

Kısıtlar:

$$\begin{array}{ccccccccccc} \delta_1 & + & \delta_2 & + & 0\delta_3 & + & 0\delta_4 & + & 0\delta_5 & = & 1 \\ (lnp_{11})\delta_1 & + & 0\delta_2 & + & \delta_3 & + & 0\delta_4 & - & \delta_5 & = & 0 \\ (lnp_{21})\delta_1 & + & 0\delta_2 & + & 0\delta_3 & + & \delta_4 & - & \delta_5 & = & 0 \\ 0\delta_1 & + & (lnp_{12})\delta_2 & + & \delta_3 & + & 0\delta_4 & + & 0\delta_5 & = & 0 \\ 0\delta_1 & + & (lnp_{22})\delta_2 & + & 0\delta_3 & + & \delta_4 & + & 0\delta_5 & = & 0 \end{array} \qquad (7)$$

Yukarıda oluşan dual probleminde maksimize edilen M değeri işe atama problemi sonucu maksimum beklenen kazancı temsil etmektedir. Üstel bir amaç fonksiyonuna sahip olarak kurulan personel atama probleminin üstel programlama ile çözümü yukarıda açıklanmıştır.

V. UYGULAMA

Problemin çözümünün görülmesi amacıyla varsayımsal personel atama problemi oluşturulmuş ve problemin kısıtları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

i) Personel alınacak iki iş vardır.Bunlardan birincisine en fazla 10, ikincisine ise en fazla 11 kişi alınacaktır. Herhangi bir gruptan 1. işe yerleştirilecek aday sayısının en az 7 olması öngörülmüştür.

ii) 1. işe yerleştirilecek adayların firmaya olan maliyeti 12.000 \$, 2. işe yerleştirileceklerinin de 14.000\$ oldukları kabul edilmiştir.

iii) Adayların atandıkları işlerde başarılı olmama olasılıkları kurum içi verilere dayalı olarak elde edilmesi gerekir. Geçmiş dönemlerde belli bir işe alınıp daha sonra işten çıkarılanların oranı o işte başarılı olmama olasılıklarını gösterecektir. Aşağıda göstereceğimiz çözümde bu olasılıklar 0-1 arasında rassal sayı üretilerek elde edilmiştir.

1.gruptaki bir adayın 1. işe atanması durumunda başarısız olma olasılığı $p_{11} = 0.1250$ ve benzer şekilde $p_{12} = 0.3341$, $p_{21} = 0.7072$, $p_{22} = 0.5533$ olsun. $c_1 = 12.000$ \$, $c_2 = 14.000$ \$, $w_1 = 10$, $w_2 = 11$, $w_3 = 7$ olarak verildiğinde (7) ile ifade edilen dual programlama problemi;

[Mak]:M=

$$\left(\frac{12.10^3}{\delta_1}\right)^{\delta_1}\left(\frac{14.10^3}{\delta_2}\right)^{\delta_2}\left(\frac{e^{-10}}{\delta_3}\right)^{\delta_3}\left(\frac{e^{-11}}{\delta_4}\right)^{\delta_4}\left(\frac{e^{7}}{\delta_5}\right)^{\delta_5}\delta_3^{\delta_3}\delta_4^{\delta_4}\delta_5^{\delta_5}$$

Kısıtlar:

$$\begin{array}{ccccccccc} \delta_1 & + & \delta_2 & & & & & = & 1 \\ -2.079\delta_1 & & & + & \delta_3 & & - \delta_5 & = & 0 \\ -0,346\delta_1 & & & & & + \delta_4 & - \delta_5 & = & 0 \\ & & -1,096\delta_2 & + & \delta_3 & & & = & 0 \\ & & -,060\delta_2 & & & + \delta_4 & & = & 0 \end{array}$$

$\delta_j \geq 0, j = 1,2,3,4,5$

Dual kısıtın çözümü ile

$$\delta_1^* \cong 0.2225,\ \delta_2^* \cong 0.7774,\ \delta_3^* \cong 0.8521,$$

$$\delta_4^* \cong 0.4664,\ \delta_5^* \cong 0.3894$$

elde edilir. Şu halde firmanın minimum beklenen kaybı min g_0=mak M olduğundan

$$M \cong 0.4132$$

dir. δ_1^* ve δ_2^*, sırasıyla firmanın toplam beklenen kaybına birinci ve ikinci işlerin maliyetinin izafi katkısını gösterir. Yani, birinci iş ile ilgili olarak personel atanırsa beklenen kayıp

$$\delta_1^* M = (0,2225)(0,4132) = 0,091937$$

ve ikinci iş ile ilgili olarak personel atanırsa beklenen kayıp

$$\delta_2^* M = (0,7774)(0,4132) = 0,321221$$

olacaktır. Başarısızlık olasılıkları değiştikçe dual değişkenlerin optimal değerleri de değişecektir. Geometrik programlamada ilk önce ilgilenilen fonksiyonun (genellikle amaç fonksiyonu olarak adlandırılır) optimal değeri bulunur daha sonra değişkenlerin optimal değerleri elde edilir. Şu halde firmanın beklenen toplam kaybını minimize eden optimal personel atama değişkenleri x_{ij}^* (i,j =1,2) belirleyebilmek için önce t_{ij}^* (i,j = 1,2) değişkenleri belirlenmelidir. Geometrik programlamanın dualite teorisine göre t_{ij}^* (i,j = 1,2) aşağıdaki denklemleri sağlamalıdır.

$$\begin{aligned}
12.10^3 t_{11}^{*-2.079}\, t_{21}^{*-0.3460} &= (0,2225)(0,4132)\\
14.10^3\, t_{12}^{*-1.096}\, t_{22}^{*-0.60} &= (0.7774)(0.\ 4132)\\
e^{-10} t_{11}^*\, t_{12}^* &= \frac{\delta_3^*}{\delta_3^*} = 1 \qquad (8)\\
e^{-11} t_{21}^*\, t_{22}^* &= \frac{\delta_4^*}{\delta_4^*} = 1\\
e^{7} t_{11}^{*-1}\, t_{21}^{*-1} &= \frac{\delta_5^*}{\delta_5^*} = 1
\end{aligned}$$

(8) ile ifade edilen denklemler doğrusal olmayan bir denklem sistemi olmasına karşın her iki tarafın logaritması alınarak doğrusal bir denklem sistemine dönüştürülerek kolayca çözülebilir.

Bu sistemin çözümü ile

$$t_{11}^* = 221.293085134,\ t_{12}^* = 99.535264653$$

$$t_{21}^* = 4.955564070,\ t_{22}^* = 12082.2051457$$

değerleri ve

$$x_{ij} = \ln t_{ij} \quad (i, j = 1,2)$$

eşitliği ile

$$x_{11}^* = 5.399488,\ x_{12}^* = 4.600512,$$

$$x_{21}^* = 1.600511,\ x_{22}^* = 9.399489$$

optimal değerler elde edilir. Optimal personel atanması bu değerlerin en yakın tamsayı değerlerine yuvarlanması ile belirlenir. Şu halde optimal personel atanması 1. gruptan 1. işe 5 aday, 2. gruptan 1. işe 2 aday, 1. gruptan 2. işe 5 aday, 2. gruptan 2. işe 9 aday şeklinde olacaktır. Sonuçta personel atanmasının firma için beklenen kaybı yaklaşık 0.41 $ dır.

VI. SONUÇ

Bu çalışmada işletmeler için büyük öneme sahip personel atama problemi ele alınarak, boş kadrolara nitelikli elemanların minimum maliyetle yerleştirilmesi üstel programlama ile analiz edilmiş ve uygulama ile çözüm ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.Yapılan çalışmada iki aday grubu ve iki boş kadro alınmıştır. n aday grubu m boş kadro için (n ≥ m veya n < m) bu çalışma genelleştirilebilinir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

[1] HAYES, P, **Mathematical Methods in the Social and Managerial Sciences**, John Wiley & Sons, New York, 1975, s.325.

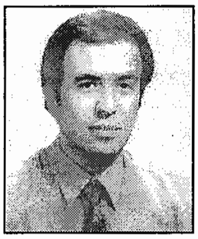
[2] DUFFIN, R.J.; PETERSON, ELMOR L.; ZENER, CLARENCE, **Geometric Programming Theory and Application**, John Wiley & Sons, New York, 1967, ss.81, 82.

[3] JEFFERSON, T.R.; WANG, Y. P.; SCOTT, C. H., *"Composite Geometric Programming"*, **Journal of Optimization Theory and Applications**, vol.64, No.1, January 1990, ss.111–112.

[4] RAJGOPAL, J; BRICKER, D.L., *"On Subsidiary problems in geometric programming"*, **European Journal of Operational Research**, vol.63, 1992, ss.102–103.

[5] BEIGHTLER, C.S.; PHILLIPS, DONALD T., **Applied Geometric Programming**, John Wiley & Sons, New York, 1976, ss.51–106.

Haziran 2003.ss.225-230.



Tuncay CAN

Marmara Üniversitesi,
İ.İ.B.F.Ekonometri Bölümü,
Ressam Namık İsmail Sk. No.1
Bahçelievler – İSTANBUL

Tel: +90 212 507 99 25-1239
tcam@marmara.edu.t

Tuncay CAN has Ph.D. of Quantitative Methods, analysis of marketing mix problem with geometric programming and business application at Marmara University Social Sciences Institute in 1996. His research areas are operational research, mathematics, geometric programming and markov process.