

# UZUN DÖNEM SULAMA PROJELERİNİN EKONOMİK VE MALİ FİZİBİLİTELERİNİN HESABINDA KULLANILAN BİR PROGRAMLAMA MODELİ

Yüksel İşyar 1/

## ÖZET

*Bölgesel sulama projeleri, genel olarak, uzun bir dönem içerisinde kendisinden beklenen yapısal değişimleri sağlayarak tarımsal bir bölgenin kalkınmasında etkin bir rol oynarlar. Böyle bir projenin ekonomik ve mali fizibilitesinin hesaplanması, ancak çok devreli (multiperiod) bir modelle türetilen sıhhatli bilgilere dayandırılabilir.*

*Bu makalede, özellikle kalkınma süresinin zaman bakımından kritik bir durum arzettiği, oldukça büyük bir sulama projesi için çok devreli doğrusal bir programlama modeli formüle edilerek sözkonusu projenin ekonomik ve mali fizibilitelerinin hesaplanması için gerekli bilgilerin nasıl elde edilebileceği gösterilmeye çalışılmıştır.*

## A. G İ R İ Ő

Bir sulama projesinin fizibilitesi, fayda — masraf analizlerine (benefit — cost analysis) konu olan ve projenin ekonomik etkinliğini belirleyen ekonomik fizibilite ve projenin ödeme kapasitesini belirleyen mali fizibilite olmak üzere iki bölümde incelenebilir. Makalenin organizasyonu bu ayırımı uygun olarak sulama projelerinin ekonomik ve mali fizibilitelerinin hesaplanması için uygun bir programlama modelini teorik ve matematiksel olarak takdim etmek şeklindedir.

## B. T E O R İ K E S A S L A R

Matematiksel model kurmaya geçmeden önce, ekonomik ve mali analizleri tanımlayıcı nitelikte bazı teorik esaslardan kısaca bahsetmek faydalı olacaktır.

Analizlerin mümkün olduğu kadar basit kalması için, burada tek gayeli bir sulama projesi farzedilerek proje outputu için sabit fiyatlar öngörülmüştür. (2)

1/ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Ekonomisi Bölümü Doçenti,

2/ Projenin toplam arz miktarına yapacağı output katkısı ihmal edilebilir.

Misal olarak, üretim faktörlerinden arazinin, sulama projesinin yapıldığı bölge için sabit varsayılabilceği durumda üretim fonksiyonunun kapalı şekli aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$F(q_1, \dots, q_n, X_1, \dots, X_m, S, A^\circ) = 0$$

Burada;

$q_1, \dots, q_n$  : n adet ürünü,

$x_1, \dots, x_m$  : Sulama suyu dışında m adet değişken kaynağı,

S : Sulama suyunu

$A^\circ$  : Sabit arazi faktörünü ifade eder.

Ekonomik ve mali fizibilitenin hesaplanmasında kullanılan diğer tanımlar aşağıda verilmiştir:

$$G_C = \sum_{i=1}^n \bar{F}_i q_i$$

Burada;

$G_C$  : Toplam çiftlik gelirini,

$\bar{F}_i$  : Sabit ürün fiyatını,

$q_i$  : Outputu ifade eder.

$$M_C = \sum_{j=1}^m \bar{F}_j X_j$$

Burada;

$M_C$  : Sulama suyu masrafı dışında kalan çiftliğin toplam değişken masraflarını,

$\bar{F}_j$  : Sabit input fiyatını,

$X_j$  : İntutu ifade eder.

$$M_S = F_S S$$

Burada;

$M_S$  : Sulama suyu masrafını,

S : Sulama suyu miktarını

$F_S$  : Sulama suyunun birim fiyatını ifade eder.

$$M_A = G_A A^\circ$$

Burada;

$M_A$  : Arazinin yıllık toplam sabit masrafını,

$G_A$  : Arazinin projeden sonraki birim başına kira değerini ifade eder.

$$A_G = G_C - M_C - M_S$$

Burada;

$A_G$  : Sabit arazi faktörü için artık geliri ifade eder.

Yukarıdaki genel tanımlar yapıldıktan sonra herhangi bir sulama projesinin ekonomik ve mali fizibilitelerini hesaplamada karşılaşılan iki durumun birbirinden ayırılması faydalı mütalaa edilmektedir.

*Durum 1:* Söz konusu sulama projesinden önce bölgede tarımsal üretimde bulunulmamaktadır; yani tarımsal üretim sulama projesi ile başlamaktadır.

*Durum 2:* Söz konusu sulama projesinden önce de bölgede tarımsal üretimde bulunulmaktadır; ancak, proje bölgeye ilave sulama suyu sağlamaktadır.

Birinci durumda, fayda—masraf analizlerine konu olan sulama projesinden sağlanan faydalar söz konusu projeden faydalananların global ödeme arzuları ile ifade edilir ve proje suyu için çizilen talep eğrisinin altında kalan alan ile ölçülür. Başka bir ifadeyle, proje suyu için talep eğrisi  $= G_C - M_C = M_S + A_G$  dir.

Herhangi bir sulama projesinin mali bakımdan fizibil olabilmesi, “geriye ödeme kapasitesi” olarak tanımlanan sulama suyu dışındaki üretim faktörleri için artık gelirin sulama suyu masrafindan uygun bir oranda büyük olmasını gerektirir. Misal olarak; şayet sulama

su fiyatı  $\bar{F}_s$  projenin yıllık masraflarını tam olarak karşılayacak seviyede sabit edilmiş ise, (Yani;  $\bar{M}_s = \bar{F}_s S_1 = M_s$ ) söz konusu projenin mali fizibilitesi aşağıdaki şartın gerçekleşmesini gerektirir;

$$\frac{M_s}{g} = \frac{M_s}{(G_s - M_c) - M_A}$$

$$= \frac{M_s}{(M_s + A_G) - M_A} \leq k \quad (1)$$

Burada;

- : Geriye ödeme kapasitesini,
- : Riske karşı konan uygun bir oranı (1) ifade eder.

İkinci durumda vukuu muhtemel bir alt durum sözkonusudur. Bunlardan ilkinde, yeni sulama projesi bölgede halen mevcut olan su kaynaklarını tüketmeye eder; ikincisinde ise, bölgede mevcut su kaynaklarının yerine geçer.

Birinci alt durumda, bölgede halen kullanılan kaynaklardan elde edilen sulama suyu, söz konusu kaynakların kapasite noktası olan  $S_1$  seviyesine kadar sabit marjinal masrafla temin edilebilir(2). Bu durumda, proje suyunun marjinal masrafı bölgede halen kullanılan kaynakların marjinal masrafından büyüktür. Bu nedenle, ekonomik analizlerde yeni projenin sağladığı fayda, sulama suyunun talep eğrisi altında kalan alanda husule gelen değişime eşittir (yani; proje suyu masrafı + sabit arazi faktörünün artık gelirindeki değişime =  $M_P + \Delta A_G$ ). Bu durumda, mali fizibilite oranı aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$\frac{M_P}{\delta} = \frac{M_P}{M_P + \Delta A_G + A_G - M_A} \leq k \quad (2)$$

Bu tanıma göre ödeme kapasitesi, mevcut sulama kaynaklarından araziye kalan artık gelirden sulama sonrası arazisinin kira oranı olan  $M_A$ 'nın düşülmesi ile elde edilir.

İkinci alt durumda, proje suyunun marjinal masrafı halen bölgede kullanılan sulama kaynaklarının marjinal masrafından düşüktür. Dolayısıyla, proje suyu halen kullanılan kaynakların yerini alır. Bu durumda proje suyu nedeniyle yaratılan faydalar talep eğrisi altında kalan alanda meydana gelen artışla ölçülür. Mali fizibilite oranı ise aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\frac{M_P}{\delta} = \frac{M_P}{M_P + \Delta A_G + A_G - M_A} \leq k \quad (3)$$

Yukarıda görüldüğü gibi, her iki alt durumda da mali fizibilite oranları aynı formülle ifade edilmektedir.

Buraya kadar verilen çeşitli durumları özetleyecek olursak, herhangi bir sulama projesinin mali fizibilitesi aşağıdaki şartları gerektirir;

$$\frac{\text{Proje suyunun masrafı}}{\text{Ödeme kapasitesi}} \leq k, \text{ veya}$$

Genel olarak ifade edersek;

$$\frac{M_s}{M_s + A_G - M_A} \leq k \quad (4)$$

Son ifadeyi  $A_G$  için çözecek olursak, Mali fizibilite :

$$A_G \geq [(1-k)/k] M_s + M_A \quad (5)$$

Yukarıdaki kısa teorik tanımlardan anlaşılacağı gibi, ekonomik ve mali fi-

1/ Bu oran A.B.D.de genel olarak 0.75 olarak alınır.

2/ Yer altı suyundan faydalanılan bir bölgede marjinal sopolama masrafı kuyunun kapasite seviyesine kadar sabit kabul edilebilir.

zibilite hesaplamalarında kullanılan fayda—masraf analizleri ve gelir ödeme kapasitesi analizleri birbirleri ile çok yakından ilgili analizlerdir.

## C. M A T E M A T İ K S E L M O D E L

Makalenin teorik esasları kısmında tanımları yapılan projenin faydasının ölçülmesi ve geriye ödeme kapasitesi analizlerinin hesaplanması için lüzumlu olan  $M_S$  ve  $A_C$  gibi elemanların tahmini işleminde kullanılmak üzere çok devreli bir doğrusal programlama (MPLP) modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bir model aşağıda verilmektedir. Bu model küçük birtakım tadilatla uğratarak çeşitli fiziksel ve kurumsal durumlara intibak ettirilebilir (1).

Geriye ödeme kapasitesi ve fayda—masraf analizleri, statik doğrusal programlama neticelerine dayanan genel uygulamalarda, bölgenin kalkınmasının tamamlandığı (full—development) bir “ $t_f$ ” yılına modelin uygulanması ile yetinilir (Bak. Hedges ve Moore, 1965; Gisser, 1970). Bu tip analizler, kalkınmanın tam olarak tamamlandığı “ $t_f$ ” yılına kadar gecen ve genel olarak 10-20 yıl süren devreyi ihmal ederler. Bu gibi uygulamalardan doğacak hata, özellikle tam üretime başlamaları için uzun dönem gerektiren meyve ağaçları ve bağlık durumlarda çok önemlidir.

Aşağıda matematiksel olarak ifade edilen MPLP modeli, tam kalkınmanın bir zaman süresini gerektirdiğini, dolayısıyla fayda ve geri ödeme kapasitesi hesaplamalarının herhangi bir yılı yerine projenin başlangıç

yılından itibaren bir zaman akışı içinde ele alınması gerçeğinden hareket etmektedir. Başka bir deyişle, MPLP modeli, statik doğrusal programlama modelinin bünyesinde zaman faktörü “ $t$ ” ye yer verecek şekilde tadil edilmiş şeklidir.

1. Değeri maksimum kılınacak gaye fonksiyonu :

$$Z = [C_1 C_2 \dots C_j \dots C_t] \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_j \\ \vdots \\ X_t \end{bmatrix}$$

2. Gerekli şartlar :

$$\begin{bmatrix} A_{11} & 0 & \dots & 0 \\ A_{21} & A_{22} & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ A_{i1} & A_{i2} & & A_{ij} \\ \vdots & & & \vdots \\ A_{t1} & A_{t2} & \dots & A_{tt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_j \\ \vdots \\ X_t \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_i \\ \vdots \\ B_t \end{bmatrix}$$

$$i, j = 1, \dots, t$$

$$X_j \geq 0$$

Sütun vektörü  $X_j$  aşağıdaki şekilde açılabilir ;

$$X_j^T = [x_{j1} \ x_{j2} \ \dots \ x_{j^{n-1}} \ x_{jn}]^T$$

Burada;

$x_{j1} \ \dots \ x_{j^{n-1}}$  :  $j$  yılındaki üretim faaliyetlerini,

- $x_j^n$  : j yılındaki sulama suyu satın alma faaliyetini,  
 T : Sözkonusu vektörün devriğini (transpozunu) ifade eder.

Gaye fonksiyonunda görülen sıra vektörü  $C_j$  aşağıdaki gibi açılabilir;

$$C_j = [ c_j^1 \quad c_j^2 \quad \dots \quad c_j^{n-1} \quad c_j^n ]$$

Burada:

- $c_j^1 \dots c_j^{n-1}$  : j yılındaki üretim faaliyetlerinden dolayı arazi ve sulama suyuna kalan artık gelirin iskonto edilmiş (zaman faktörüne göre) değerlerini, yani  $(G_c - M_c)$ ,

- $c_j^n$  : j yılındaki sulama suyunun iskonto edilmiş negatif fiyatını ifade eder.

- $B_j$  : Kapital, arazi, sulama suyu. herhangi bir ürünün talep kısıtlaması vs. gibi kısıtların j yılına ait sütun vektörüdür.

- $A_{ij}$  : j yılının üretim faaliyetlerini i yılının üretim faktörlerine bağlayan teknik katsayılar matrisidir.

Yukarıdaki tanımları ile MPLP modelinin gaye fonksiyonu, üretimde kullanılan sabit kaynakların (arazinin) planla-

ma periyodu süresince artık gelirinin bugüne irca edilmiş (iskonto edilmiş) değerini  $(A_G - M_S)$  maksimum kılar. Eşitlik (1) ve (5) deki fayda ve geriye ödeme ölçülerinin hesaplanması için lüzumlu bilgiler ( $M_A$  ve  $k$  veri iken) gaye fonksiyonundan temin edilebilir.

Sulama projesinden faydalanacak olan bölge üreticilerinin sulama suyu için ödeme istekleri (yani, sulama suyuna olan talep eğrisinin altında kalan alanın iskonto edilmiş değeri) tek bir sulama suyu fiyatı yerine bir seri fiyat kullanılarak elde edilen parametrik programlama ile hesaplanabilir (1).

#### D. S O N U Ç

Sulama projelerinin ekonomik ve mali fizibilitelerinin hesaplanmalarında konvansiyonel bütçe metodu veya statik programlama metodu kullanılması halinde (yani fayda - masraf ve geri ödeme kapasitelerinin kalkınmanın tamamlandığı bir "t<sub>r</sub>" yılına göre hesaplanmaları) ödeme kapasiteleri oldukça yüksek bulunur (overestimation). Halbuki, MPLP metodu ile hesaplanan artık gelirin planlama horizonu boyunca akışı metodu (discounted cash flow method) meyve ağaçları ve bağ gibi çok yıllık ürünlerin tam olarak ürüne yatınca-ya kadar geçen devre zarfındaki masraflarını da dikkate alır. Bu iki metoddan dolayı ödeme kapasitesi hesaplarında görülen fark kalkınma devresinin uzunluğu ve kullanılan iskonto oranına bağlı olarak çok önemli olabilir. Meselâ, tam olarak ürüne yatırım dönemi nisbeten kısa olan bağıcılık durumunda 0,06 iskonto oranı ile hesaplamalarda ödeme kapasitesi MPLP ile 106/ acre, konvan-

siyonel metodla 160/acre bulunmuştur (1). Bu durum, konvansiyonel metodla hesaplanmalarda ödeme kapasitesinin % 50 oranında yüksek hesaplandığını ifade eder.

Fizibilite hesaplamalarında kullanılması önerilen MPLP modeli aleyhinde söylenebilecek en önemli husus, modelin matematiksel ifadesinde görüldüğü gibi, birçok stokastik eleman ihtiva eden bir probleme deterministik bir modelle yaklaşımdır. Modelin bu yöndeki tenkidine de ürün verimi ve ürün fiyatları gibi stokastik elemanların varyanslarını gaye fonksiyonuna dahil eden risk programlaması (quadratic programing) uygun bir cevap verebilir. (Bu konuda bak. Markowitz, 1959; Halter ve Dean, 1971). Şayet, kaynak kısıtları,  $B_i$ , ve teknik katsayılar,  $A_{ij}$ , de stokastik eleman ihtiva ediyorlarsa bu takdirde MPLP modeli stokastik doğrusal programlama şeklinde tadil edilebilir (Bu konuda bak. Cocks, 1968; Rae, 1971). Mâmafih, pratikte risk programlaması ve stokastik doğrusal programlama gibi modeller yerine stokastik elemanların seviyeleri birkaç seviyede alınarak parametrik programlama kullanılarak deterministik MPLP'nin mahzurları giderilebilir. Böylece, fizibilite hesaplarında sulama suyu, iklim ve fiyatlardan dolayı meydana gelen belirsizliklerin, nüfus, teknolojik değişme ve diğer uzun dönem trendlerine nisbetle önemsiz olduğu hallerde parametrik programlama ile takviye edilmiş MPLP modelinden, statik konvansiyonel modellerden daha sihatli neticeler beklenebilir.

#### L İ T E R A T Ü R

Cock, K.D., Discrete Stochastic Programming, Manage. Sci., 15, 72-79, 1968.

Gisser, M., Linear Programming Models for Estimating the Agricultura Demand Function for Imported Water in the Pecos River Basin, Water Resour. Res. 6 (4), 1025 - 1032, 1970

Halter, A.N., and G.W. Dean, Decisions Under Uncertainty: With Research Applications, South - Western Publishing, Cincinnati, Ohio, 1971.

Hedges, T.R. and C.V. Moore, Economics of on - Farm Irrigation: Water Availability and Cost, and Related Farm Adjustments, Res. Rep. 286, Giannini Found., Berkeley, Calif., Dec. 1965.

İşyar, Y., The Potential Agricultural Development of the West Side of the San Joaquin Walley, California, (Ph. D. dissertation,) Dept. of Agr. Econ., Uni. of Calif., Davis, Dec. 1970.

İşyar, Y., C.V. Moore, and G.W. Dean, Financial Analysis of Potential Agricultural Development on the San Joaquin Walley Westside, Res. Rep. 316, Giannini Found., Berkeley, Calif., July., 1971.

Markowitz, H.M., Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments, Mongr. 16, John Wiley, New York, 1959.

Prest, A.R., and R. Turvey, Cost - Benefit Analysis: A survey, Econ. J., 75 (300), 683 - 735, 1965.

Rae, A.N., Stochastic Programming, Utility, and Sequential Decision Problems in Farm Management. Amer. J. Agr. Econ., 53 (3), 448 - 460, 1971.

Takayama, T., and G.C. Judge, Spatial Equilibrium and Quadratic Programming, J. Farm Econ., 46 (1), 67 - 93, 1964.