

BÜTÇE KISITI HALİNDE, KAMU YATIRIM PROJELERİNİN YILLIK YATIRIM PROGRAMINA ALINMASINDA ÇOK ÖLÇÜTLÜ BİR KARAR MODELİ

Hüseyin GENCER¹

SUMMARY

In this study; considering budget constraint and with using Cook&Seifford multi purpose decision making method, a trial case is created to decide on which projects to put in for the yearly investment program.

ÖZET

Bu çalışmada, çok amaçlı karar verme tekniklerinden, Cook&Seifford Sırasal Kesişim Yöntemi ile bütçe kısıdı dikkate alınarak, hangi projelerin yıllık yatırım programına alınacağına, örnek bir uygulama ile karar verilecektir.

1. GİRİŞ

Yıllık yatırım programına alınması teklif edilen yatırım projelerinin toplam maliyeti tutarı, bütçede o projeler için ayrılan ödeneği aştığı takdirde, hangi projelerin yatırım programına alınacağı, ülkemiz kıt kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı ve yatırımlardan elde edilecek sosyal faydanın toplumla zamanında kazandırılması açısından son derece önemlidir.

2. COOK ve SEİFORD'UN SIRASAL KESİŞİM YÖNTEMİ

Sırasal Kesişim Yöntemi, Cook ve Seiford'un eldeki toplam kaynak miktarının karşılayabildiği seçeneklerin seçilmesi için geliştirdikleri bir yöntemdir [1], [2].

Bu yöntemde, önce projeler; uzmanlar tarafından, kaynak kısıdı göz önüne alınmadan, kriterlere göre değerlendirilir. Her uzman kendi görüşleri doğrultusunda projeleri her bir kritere göre sıralar. Cook ve Seiford Fonksiyonu uygulanarak kriterler bazında en iyi uzlaşık sıralamalar elde edilir. Tercihsel sıralamada son sırada olan projeye 0 puan, sondan bir önceki sıradakine 1 puan ve benzer şekilde devam ederek m proje içinde 1. olan projeye m-1 puan vererek projelerin uzmanlardan aldığı puanlar toplanarak her bir projenin Borda Puanı hesaplanır. Projeler, Borda Puanlarına göre sıralanarak tercihsel sıralamalar bulunur. Daha sonra bu sıralamadaki projeler, eldeki toplam kaynak miktarına göre, karşılanabilir ve karşılanamayan projeler kümesi olarak ikiye ayrılır.

Sırasal Kesişim Yönteminin adımları aşağıdaki gibidir.

1. k adet karşılanabilir kümenin kesişimi alınarak kesişim kümesi bulunur.

$$g_1 = \bigcap_{i=1}^k f_i$$

Boş küme de olabilecek g_1 kümesini oluşturan projeler eldeki kaynak miktarını bitiriyor ya da artı kalan miktar başka bir proje için yeterli değilse en iyi çözüme ulaşılmış demektir. Aksi takdirde 2. adıma geçilir.

2. f_i kümelerinden $k-1$ adeti seçilerek kesişimi alınır.

$$f_i = \bigcap_{i=1}^{k-1} f_i$$

Eğer kriterlere ağırlık verilmişse bu kesişim kümelerinin değerlendirilmesi kümeyi oluşturan kriterlerin toplam ağırlığına göre yapılır. Kriterler kendi içlerinde sıralanmışlarsa kriter sıra no toplamları en küçük olan kesişim kümesi en önce değerlendirilir. Kesişim kümesi g_1 ile aynı ise bir sonraki küme değerlendirilir; farklı ise bu kümeler sırası ile g_2, g_3, \dots, g_k olarak adlandırılır. Yeni adlandırılan küme (g_y) ile daha önceki kümelerin (örneğin g_2 ile g_1) birleşim kümesi bulunur.

$$g = \bigcup_{i=1}^y g_i$$

Birleşim kümesinin elemanı olan projeler kaynak miktarını geri kalan projeler için yetersiz hale getiriyorsa en iyi çözüm bulunmuştur. Aksi takdirde bir sonraki küme değerlendirilir veya tüm kümeler değerlendirilmiş ise 3. adıma geçilir.

3. Bir önceki adımdaki işlemler aynen uygulanır. Tek fark $k-1$ yerine $k-2$ adet f_i kümesinin seçilmesidir. Benzer şekilde gerekirse bir sonraki adım(lar)a geçilir [3].

3. ÖRNEK UYGULAMA

İstanbul ilindeki çeşitli ilçelerde yapımı planlanan ilköğretim okullarının 2002 yılı yatırım programına alınmasında bu yöntem örnek uygulama olarak yapılmıştır. İlköğretim okullarının yapımı için Özel İdare Bütçesinden 2.000.000.000.000,-TL ödenek ayrılmıştır. Hâlbuki çeşitli ilçelerde yapılması teklif edilen 12 projenin tahmini maliyeti ise 4.330.000.000.000,-TL'dir [6]. (Çizelge 1)

Çizelge 1. Yapımı teklif edilen ilköğretim okul inşaatları

Proje No	Projenin Adı	Derslik Sayısı	Maliyeti (Milyar TL)
1	Ümraniye Kazım Karabekir İ.Ö.O.	21	360
2	G.O.Paşa Arnavutköy İ.Ö.O.	21	360
3	B.Çekmece Sefaköy İ.Ö.O.	12	230
4	Bağcılar Narlıpınar İ.Ö.O.	30	460
5	Beşiktaş Akatlar İ.Ö.O.	30	460
6	Fatih Atikali İ.Ö.O.	21	360
7	Sarıyer Dumlupınar İ.Ö.O.	12	230
8	Eyüp İ.Ö.O.	30	460
9	G.O.Paşa Atatürk İ.Ö.O.	12	230
10	Kadıköy İnönü İ.Ö.O.	21	360
11	Esenler Karabayır İ.Ö.O.	30	460
12	Zeytinburnu Ahmet Merter İ.Ö.O.	21	360
Toplam			4.330

Bu projelerden hangilerinin yatırım programına alınacağını Vali ve İl Daimi Encümeni üyeleri belirleyecektir. Projeler; Vali ve İl Daimi Encümeni üyeleri tarafından aşağıdaki onaylanmış kriterlere göre değerlendirilecektir.(Çizelge 2)

Çizelge 2. Yatırım projelerini değerlendirme kriterleri

Kriter No	Kriterin Adı
K1	O bölgede derslik başına düşen öğrenci yoğunluğu
K2	O bölgede arsa bulma gücü
K3	O bölgedeki nüfus artış hızı

Projelerin değerlendirilmesinde; Vali ve İl Daimi Encümeni üyelerinin oy ağırlıklarının ve belirlenen kriterlerin görece önemlerinin eşit olduğu kabul edilmiştir. (Çizelge 3, 4, 5, 6,7,8)

Çizelge 3. Vali'nin, bütçe kısıtı dikkate alınmadan projeleri kriterlere göre değerlendirmesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K1	11	12	1	2	4	6	8	9	10	3	5	7
K2	11	12	4	6	1	2	8	9	10	7	5	3
K3	11	1	12	2	8	4	9	6	3	7	10	5

Çizelge 4. (I.) Encümen üyesinin, bütçe kısıtı dikkate alınmadan projeleri kriterlere göre değerlendirilmesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K1	9	1	11	2	4	12	8	6	3	7	10	5
K2	11	1	2	12	4	9	8	6	3	7	10	5
K3	11	4	12	1	9	2	6	8	7	10	5	3

Çizelge 5. (II.) Encümen üyesinin, bütçe kısıtı dikkate alınmadan projeleri kriterlere göre değerlendirilmesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K1	4	11	1	2	12	8	9	6	10	7	3	5
K2	11	12	1	2	4	9	6	8	10	3	7	5
K3	12	11	1	4	9	2	8	6	10	5	7	3

Çizelge 6 (III.) Encümen üyesinin, bütçe kısıtı dikkate alınmadan projeleri kriterlere göre değerlendirilmesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K1	9	4	11	12	1	2	8	6	10	7	5	3
K2	11	12	9	1	4	8	2	6	10	3	7	5
K3	11	12	4	1	9	2	6	8	7	10	5	3

Çizelge 7 (IV.) Encümen üyesinin, bütçe kısıtı dikkate alınmadan projeleri kriterlere göre değerlendirilmesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K1	11	4	1	9	2	12	8	6	7	10	5	3
K2	11	9	1	2	4	12	6	8	7	10	3	5
K3	4	11	1	9	2	12	6	8	10	7	3	5

Çizelge 8 (V.) Encümen üyesinin, bütçe kısıtı dikkate alınmadan projeleri kriterlere göre değerlendirilmesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K1	11	4	9	1	12	2	8	6	7	10	5	3
K2	11	4	12	1	2	9	6	8	10	7	3	5
K3	12	11	1	9	2	4	8	6	10	7	3	5

Her bir kriterle göre projelerin sıralamalarını belirleyebilmek için Borda fonksiyonu ile Borda puanları hesaplanacaktır.

1. (K1) Derslik başına düşen öğrenci sayısı kriterine göre Borda Puanlarının hesaplanması:

Çizelge 9. Uzmanların K1 Kriterine Göre Tercihsel Sıralaması

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Vali	11	p 12	p 1	p 2	p 4	p 6	p 8	p 9	p 10	p 3	p 5	p 7
I. Enc. üyesi	9	p 1	p 11	p 2	p 4	p 12	p 8	p 6	p 3	p 7	p 10	p 5
II. Enc. üyesi	4	p 11	p 1	p 2	p 12	p 8	p 9	p 6	p 10	p 7	p 3	p 5
III. Enc. üyesi	9	p 4	p 11	p 12	p 1	p 2	p 8	p 6	p 10	p 7	p 5	p 3
IV. Enc. üyesi	11	p 4	p 1	p 9	p 2	p 12	p 8	p 6	p 7	p 10	p 5	p 3
V. Enc. üyesi	11	p 4	p 9	p 1	p 12	p 2	p 8	p 6	p 7	p 10	p 5	p 3

Borda puanları;

$$fB(1) = (11-1)*1 + (10-1)*3 + (9-1)*1 + (8-1)*1 = 52$$

$$fB(2) = (9-1)*3 + (8-1)*1 + (7-1)*2 = 43$$

$$fB(3) = (4-1)*1 + (3-1)*1 + (2-1)*1 + (1-1)*1 = 6$$

$$fB(4) = (12-1)*1 + (11-1)*3 + (8-1)*2 = 55$$

$$fB(5) = (2-1)*4 + (1-1)*2 = 4$$

$$fB(6) = (7-1)*1 + (5-1)*5 = 26$$

$$fB(7) = (4-1)*2 + (3-1)*3 + (1-1)*1 = 12$$

$$fB(8) = (7-1)*1 + (6-1)*5 = 31$$

$$fB(9) = (12-1)*2 + (10-1)*1 + (9-1)*1 + (6-1)*1 + (5-1)*1 = 48$$

$$fB(10) = (4-1)*3 + (3-1)*2 + (2-1)*1 = 14$$

$$fB(11) = (12-1)*3 + (11-1)*1 + (10-1)*2 = 61$$

$$fB(12) = (11-1)*1 + (9-1)*1 + (8-1)*2 + (7-1)*2 = 44$$

Projelerin K1 kriterine göre hesaplanan Borda puanlarına göre sıralaması aşağıdaki gibi oluşur.

{11 p 4 p 1 p 9 p 12 p 2 p 8 p 6 p 10 p 7 p 3 p 5}

2. (K2) Arsa bulma zorluğu kriterine göre Borda Puanlarının hesaplanması;

Çizelge 10. Uzmanların K2 Kriterine Göre Tercihsel Sıralaması

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Vali	11	p 12	p 4	p 6	p 1	p 2	p 8	p 9	p 10	p 7	p 5	p 3
I. Enc. üyesi	11	p 1	p 2	p 12	p 4	p 9	p 8	p 6	p 3	p 7	p 10	p 5
II. Enc. üyesi	11	p 12	p 1	p 2	p 4	p 9	p 6	p 8	p 10	p 3	p 7	p 5
III. Enc. üyesi	11	p 12	p 9	p 1	p 4	p 8	p 2	p 6	p 10	p 3	p 7	p 5

IV. Enc. üyesi	11 p 9 p 1 p 2 p 4 p 12 p 6 p 8 p 7 p 10 p 3 p 5
V. Enc. üyesi	11 p 4 p 12 p 1 p 2 p 9 p 6 p 8 p 10 p 7 p 3 p 5

Borda puanları;

$$fB(1) = (11-1)*1 + (10-1)*2 + (9-1)*2 + (8-1)*1 = 51$$

$$fB(2) = (10-1)*1 + (9-1)*2 + (8-1)*1 + (7-1)*1 + (6-1)*1 = 43$$

$$fB(3) = (4-1)*1 + (3-1)*2 + (2-1)*2 + (1-1)*1 = 9$$

$$fB(4) = (11-1)*1 + (10-1)*1 + (8-1)*4 = 47$$

$$fB(5) = (2-1)*1 + (1-1)*5 = 1$$

$$fB(6) = (9-1)*1 + (6-1)*3 + (5-1)*2 = 31$$

$$fB(7) = (4-1)*1 + (3-1)*3 + (2-1)*2 = 11$$

$$fB(8) = (7-1)*1 + (6-1)*2 + (5-1)*3 = 28$$

$$fB(9) = (11-1)*1 + (10-1)*1 + (7-1)*3 + (5-1)*1 = 41$$

$$fB(10) = (4-1)*4 + 3-1)*1 + (2-1)*1 = 15$$

$$fB(11) = (12-1)*6 = 66$$

$$fB(12) = (11-1)*3 + (10-1)*1 + (9-1)*1 + (7-1)*1 = 53$$

Projelerin K2 kriterine göre hesaplanan Borda Puanlarına göre sıralaması aşağıdaki gibi oluşur.

{11 p 12 p 1 p 4 p 2 p 9 p 6 p 8 p 10 p 7 p 3 p 5}

3. (K3) O bölgedeki nüfus artış hızı kriterine göre Borda Puanları hesaplanması;

Çizelge 11. Uzmanların K3 Kriterine Göre Tercihsel Sıralaması

	12	11	10.	9.	8	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1
Vali	11 p 1 p 12 p 2 p 8 p 4 p 9 p 6 p 3 p 7 p 10 p 5											
I. Enc. üyesi	11 p 4 p 12 p 1 p 9 p 2 p 6 p 8 p 7 p 10 p 5 p 3											
II. Enc. üyesi	12 p 11 p 1 p 4 p 9 p 2 p 8 p 6 p 10 p 5 p 7 p 3											
III. Enc. üyesi	11 p 12 p 4 p 1 p 9 p 2 p 6 p 8 p 7 p 10 p 5 p 3											
IV. Enc. üyesi	4 p 11 p 1 p 9 p 2 p 12 p 6 p 8 p 10 p 7 p 3 p 5											
V. Enc. üyesi	12 p 11 p 1 p 9 p 2 p 4 p 8 p 6 p 10 p 7 p 3 p 5											

Borda puanları;

$$fB(1) = (11-1)*1 + (10-1)*3 + (9-1)*2 = 53$$

$$fB(2) = (9-1)*1 + (8-1)*2 + (7-1)*3 = 40$$

$$fB(3) = (4-1)*1 + (2-1)*2 + (1-1)*3 = 5$$

$$fB(4) = (12-1)*1 + (11-1)*1 + (10-1)*1 + (9-1)*1 + (7-1)*2 = 50$$

$$fB(5) = (3-1)*1 + (2-1)*2 + (1-1)*3 = 4$$

$$fB(7) = (4-1)*2 + (3-1)*3 + (2-1)*1 = 13$$

$$fB(8) = (8-1)*1 + (6-1)*2 + (5-1)*3 = 29$$

$$fB(9) = (9-1)*2 + (8-1)*3 + (6-1)*1 = 42$$

$$fB(10) = (4-1)*3 + (3-1)*2 + (2-1)*1 = 14$$

$$fB(11) = (12-1)*3 + (11-1)*3 = 63$$

$$fB(12) = (12-1)*2 + (11-1)*1 + (10-1)*2 + (7-1)*1 = 56$$

Projelerin K3 kriterine göre hesaplanan Borda Puanlarına göre sıralaması aşağıdaki gibi oluşur.

$$\{11 p 12 p 1 p 4 p 9 p 2 p 8 p 6 p 10 p 7 p 3 p 5\}$$

4. COOK&SEIFFORD SIRASAL KESİŞİM YÖNTEMİ

Bütçeden karşılayabileceğimiz projeler kümesi f ise, K1 kriterine göre f_1 kümesi, K2 kriterine göre f_2 kümesi, K3 kriterine göre f_3 kümesi bütçeden karşılayabileceğimiz projeler kümesi olsun. Buna göre;

$$f_1 = \{11,4,1,9,12\}, f_1 \text{ kümesi projelerinin toplam maliyeti } 1.870.000.000,-\text{TL'dir.}$$

$$f_2 = \{11,12,1,4,2\}, f_2 \text{ kümesi projelerinin toplam maliyeti } 2.000.000.000,-\text{TL'dir.}$$

$$f_3 = \{11,12,1,4,9\}, f_3 \text{ kümesi projelerinin toplam maliyeti } 1.870.000.000,-\text{TL'dir}$$

Bu üç kümenin kesişim kümesini hesaplayacak olursak;

$$\bigcap_{i=1}^3 f_i = \{11,4,1,12\} = g_1 \quad \text{kümesini elde ederiz.}$$

$$f_1 \cap f_2 = \{11,4,1,12\} = g_1$$

$$f_2 \cap f_3 = \{11,4,1,12\} = g_1$$

$$f_1 \cap f_3 = \{11,1,4,9,12\} = g_2$$

g_1 ve g_2 kümelerinin birleşim kümesi $\{g\}$ olsun.

$$g = g_1 \cup g_2$$

$g = \{11,4,1,12,9\}$ (Bütçe sınırları içinde kalarak kriterleri en iyi gerçekleyen projeler kümesi)

5. SONUÇ

Bütçe sınırları içinde kalarak kriterleri en iyi gerçekleyen projelerin yatırım programına alınmasına karar verilmiştir. (Çizelge 12)

Çizelge 12. Yatırım programına alınmasına karar verilen projeler

Proje No	Proje Adı	Derslik Sayısı	Maliyeti Milyar TL
11	Esenler Karabayır İ.Ö.O.	30	460
4	Bağcılar Çınar Mah. İ.Ö.O.	30	460
1	Ümraniye Kazım Karabekir İ.Ö.O.	21	360
12	Zeytinburnu Ahmet Merter İ.Ö.O.	21	360
9	G.O.Paşa Atatürk İ.Ö.O.	12	230
Toplam		114	1.870<2.000

Yatırım programına alınmasına karar verilen beş projenin toplam maliyeti 1.870.000.000.000,- TL'dir. Bu projeler hem kriterleri en iyi gerçekleyen hem de toplam maliyetleri ile bütçe sınırı içinde kalan projelerdir. Bu projelerin gerçekleştirilmesi ile kamu kıt kaynakları etkin ve verimli kullanılarak maksimum sosyal fayda elde edilecektir.

KAYNAKLAR

1. Evren, R. ve Ülengin, F., (1992a), Yönetimde Karar Verme, Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
2. Evren, R. ve Ülengin, F., (1992b), Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme, Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
3. Topçu, İ., (2000), "Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli" Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).
4. Gencer, H., (1996), "Kamu Yatırımlarında Proje Yönetimi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).
5. Gencer, H., (2000), "Kamu Yatırımlarında Proje Yönetimi Değerlendirilmesi", TİM-SE Sayı:197, İstanbul.
6. Gencer, H., (2001), "Kamu İhalelerinde Proje Yönetiminin Yeniden Yapılanmasında Sonuç ve Öneriler", TİM-SE Sayı: 202, İstanbul.
7. Gencer, H., (2002), "Türkiye Kamu Yatırım İhalelerinde İndirim Oranlarını Etkileyen Faktörler ve Sistemin İyileştirilmesine Yönelik Yaklaşımlar", Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış).
8. Hendrickson, C. ve Au, T., Project Management for Construction, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
9. Hwang, C.L.ve Lin, M.J., (1987), Group Decision Making under Multiple Criteria, Springer -Werlag, Heidelberg.
10. Ireland, V., (1983), "The Role of Managerial Actions in The Cost, Time and Quality Performance of High Rise Commercial Building Projects", PhD Thesis, University of Sydney, N.S.W.
11. Kaka, A. ve Price, A.D.F., (1991), "Relationship Between Value and Duration of Construction Projects", Construction Management and Economics, vol. 9, pp.383-400.
12. Naoum, S.G., (1994), "Critical Analysis of Time and Cost of Management and Traditional Contracts" Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, vol. 120, 4 December 1994.
13. Neil, J. M., (1982), Construction Cost Estimating for Project Control, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
14. Odusote, O.O. ve Fellows, R.F., (1992), "An Examination of The Importance of Resource Considerations When Contractors Make Project Selection Decisions", Construction Management and Economics, 10, 137-151.
15. Walker, D.H.T., (1994), "An Investigation Into Factors That Determine Building Construction Time Performance", Thesis submitted for the Degree of Doctor of Philosophy, Royal Melbourne Institute of Technology, Faculty of Environmental Design&Construction, Department of Building and Construction Economics.
16. Walker, D.H.T., (1995), "An Investigation Into Factors That Determine Building Construction Time Performance", Construction Management and Economics, vol.13, pp. 236-274.
17. Wanous, W., Boussabaine, A.H., ve Lewis, J., (2000), "To Bid Or Not To Bid : A Parametric Solution", Construction Management and Economics, v. 18, 457-466.