

Çok Amaçlı Karar Problemlerinin Çözümünde Pratik Yaklaşımlar

Murat KÖKSALAN

Y.Doç.Dr.
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Ankara

Gerek günlük yaşantımızda verdiğimiz basit kararlar, gerekse iş hayatında karşılaştığımız karmaşık karar problemleri, çoğunlukla, birden fazla kriterin değerlendirilmesini gerektirir. Bu makalede, bu tip karar problemlerine örnekler verilecek ve bazı pratik çözüm yöntemleri tartışılacaktır.

GİRİŞ

Gerçek hayatta tek kriterin değerlendirilip karar verildiği durumlara çok az rastlanır. Karar problemlerinin büyük bir çoğunluğunda birden fazla kriteri değerlendirmek gerekmektedir. Bir giyim eşyası alırken fiyatını ve yakışıp yakışmadığını; taksi ve otobüs arasında seçim yaparken fiyat, rahatlık ve zaman faktörlerini değerlendirmek günlük yaşantımızdaki tipik **çok amaçlı karar verme** (ÇAKV) örnekleridir. Bu kararları, yukarıda bahsedilen ve/veya diğer bazı faktörleri de değerlendirerek kolayca verebiliriz. Otomobil veya ev satın almak gibi daha büyük yatırım gerektiren (ve çoğu insan için ömür boyu bir kez verilebilecek) kararlarda, değerlendirme ve sonuca ulaşma daha zorlaşır.

Çok daha karmaşık konularda ise, yöneticiler sık sık karar vermektedirler. Enerji üretimi ve dağıtımı, su kaynaklarının değerlendirilmesi, toplu taşımacılık, sağlık sistemleri planlaması, fabrika yer seçimi, ürün tasarımı, yatırım planlaması ÇAKV konusunda örnek olarak verilebilecek konulardır. ÇAKV teknikleri bu ve benzeri konularda çok sayıda uygulama alanı bulmuştur.

Örneğin bir toplu taşımacılık planlaması probleminde aşağıdaki amaçlar gözetilebilir:

- a) hava kirlenmesinin azaltılması,
- b) gürültünün azaltılması
- c) trafik kazalarının azaltılması,
- d) ulaşımın kolaylaşması,
- e) maliyetin azaltılması.

Her ne kadar ÇAKV yaklaşımlarının kullanımı artıyorsa da, bir çok karar probleminde hala tek amaç gözetilen çözüm yöntemleri kullanılmaktadır. Bunun nedeni, büyük ölçüde, çok amaç gözetilmesi

halinde çözümün zorlaşmasıdır. Örneğin A ve B ürünlerinin fiyatları, sırasıyla 1000 ve 2000 TL ise, sadece fiyatı gözeterek A ürününü alacağımız açıktır. Fakat B ürünü daha kaliteli ise, hangi ürünün seçileceği konusunda bir şey söylenemez. Sonuç kişiden kişiye değişir ve kişinin B ürünündeki kalite farkı için fazladan 1000 TL ödeyip ödemeyeceğine bağlıdır.

Doğal olarak, kriter sayısı arttıkça problemin çözümü de zorlaşmaktadır. İkinci bölümde ÇAKV problemlerine genel olarak nasıl yaklaşılacağı konusunda bir öneri getirilmektedir. Üçüncü bölümde bazı tanımlar yapılmakta ve dördüncü bölümde bir kaç pratik çözüm yöntemi tartışılmaktadır.

ÇAKV PROBLEMİNE GENEL YAKLAŞIM

ÇAKV çözüm yöntemleri probleme genel yaklaşımın yalnızca bir bölümüdür. Problemin tanımlanması, karar verici ve fiziksel çevrenin etkileriyle çözüm yöntemi etkileşim halindedir. Şematik olarak bir yaklaşım önerisi Şekil 1'de verilmiştir.

Amaçların tanımlanması tüm yaklaşımın başarısını etkileyecek en önemli faktördür. Bu nedenle amaçların tanımlanması konusunun biraz daha detaylı incelenmesinde yarar vardır.

Amaçların Tanımlanması

Amaçların tanımlanmasında bize yardımcı olacak bazı kaynaklar kullanabiliriz:

1. Yayınlar: Daha önce benzeri bir problemle

uğraşmış kişilerin yayınlanmış deneyimleri çok yararlı olabilir. Fakat, kendi problemimizin söz konusu problemlerden farklılıklarının belirlenmesine de özen göstermelidir.

2. Halen bu tür kararları belli metodlar kullanılarak veya kullanmadan, veren kişiler varsa, onların deneyimlerinden, göz önüne aldıkları faktörlerden yararlanılabilir.

3. Verilecek kararların sonuçlarından etkilenecek kişilerle anket yapıp onlar için hangi faktörlerin önemli olduğu saptanabilir.

4. Çözmeye çalıştığımız konuda uzman olan kişilerin fikri alınıp, gerekirse onlarla birlikte çalışılabilir.

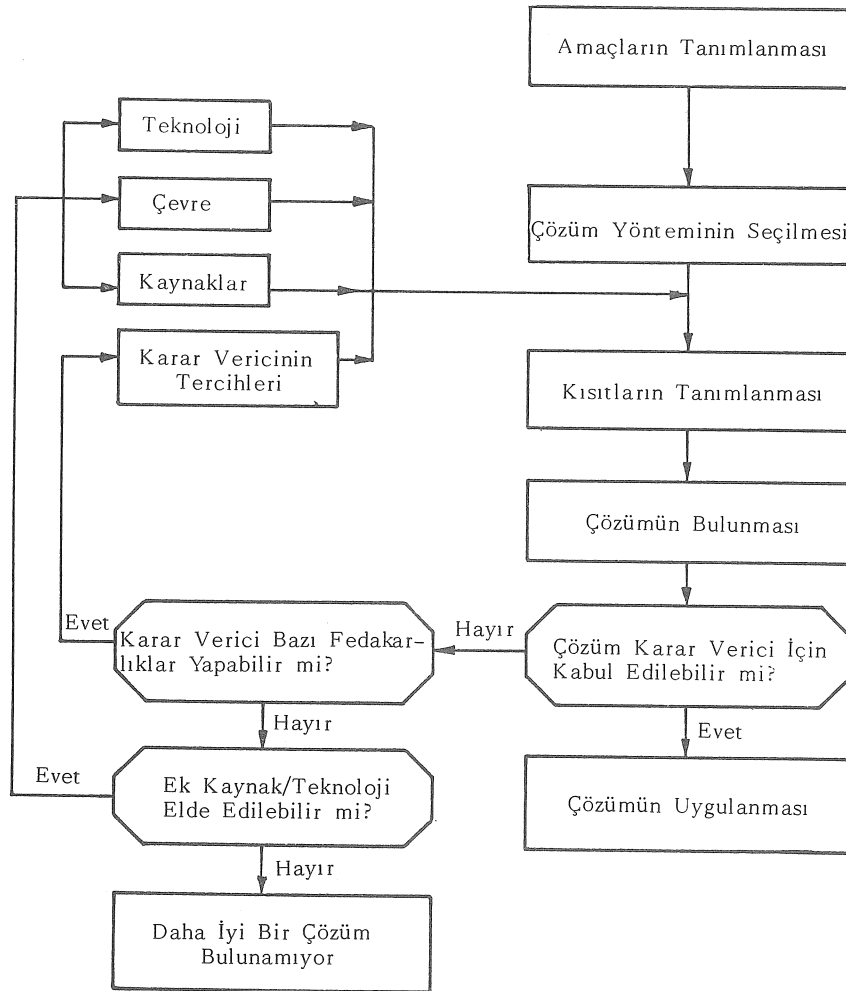
Amaçların tanımlanması de kendi başına yeterli değildir. Tanımlanan amaçların operasyonel olması,

yani ölçülebilir bir hale getirilmesi gerekir. Örneğin, **iyi bir yaşam** amacı çok geçerli bir amaç olmasına rağmen ölçülemeyeceği için operasyonel değildir. Bu nedenle bu amacı daha işe yarar hale getirebilmek için alt seviye amaçları tanımlamak gerekmektedir. Bu konuyu bir örnek üstünde daha detaylı inceleyelim.

ÖRNEK Toplu Taşıma Sistemi Seçimi [1]

Kurulan sistemin genel amacının etkilenecek insanlara **rahat bir yaşam** sağlamak olduğunu varsayalım. Yukarıda bahsettiğimiz nedenlerden, bu amacın daha işe yarar şekilde tanımlanması gerekmektedir. Rahat bir yaşama yönelik üç alt seviye amacı tanımlayabiliriz:

1. en rahat ulaşımın sağlanması
2. en güvenli ulaşımın sağlanması
3. sistem maliyetinin en düşük seviyede tutulması



Şekil 1 ÇAKV problemine genel yaklaşım

Bu seviyedeki amaçlar da, bir üst seviyeden daha belirgin olmakla beraber, operasyonel değildir. Bunlardan birincisini, daha alt seviye amaçlar cinsinden şu şekilde tanımlayabiliriz:

- en kısa seyahat süresinin sağlanması,
- kalkıştaki gecikmelerin önlenmesi,
- varıştaki gecikmelerin önlenmesi,
- ulaşım ücretlerinin en aza indirilmesi,
- sisteme ulaşımın kolay olması.

Bu kez de amaçların çok detaylı tanımlandığı düşünülebilir. Kalkıştaki ve varıştaki gecikmeleri seyahat süresi içinde düşünürsek (b) ve (c)'den vazgeçebiliriz. Ayrıca (a) ve (e) yerine **kapıdan kapıya en kısa seyahat süresinin sağlanması** amacını tanımlayabiliriz ve bu amacı dakika cinsinden ölçebiliriz. Kalan diğer amacı (d) ise parasal olarak ölçebiliriz. Böylece **en rahat ulaşımın sağlanması** amacını ölçülebilir iki alt düzey amaç ile tanımlamış olduk. Benzeri bir yaklaşımla diğer iki üst düzey amacın da alt düzey amaçlar cinsinden tanımlanması gerekir.

TANIMLAR

Çok amaçlı karar problemleri iki genel başlık altında toplanabilir:

- Sürekli seçeneekli problemler,
- Ayrık seçeneekli problemler.

Birinci tip problemlerde kısıtlar matematiksel denklemlerle (eşitsizliklerle) tanımlandığı için sonsuz sayıda seçenek olabilir. Bu problemlerin tanımlanması ve çözüm teknikleri (2)'de detaylı olarak incelenmiştir. Ayrık seçeneekli problemlerde ise, problem doğrudan seçenekler cinsinden tanımlanır; biz tartışmamızı bu problemler üstünde yoğunlaştıracaktır.

Problemimizde k tane amaç (kriter) varsa her hangi bir seçeneği $X_i = (x_{i1}, \dots, x_{ik})$ olarak tanımlayabiliriz. Burada, i seçeneğinin j kriterindeki değeri x_{ij} olarak tanımlanmaktadır.

Örneğin problemimiz otomobil satın alma problemi, kriterlerimiz de fiyat (lira cinsinden) ve benzin harcaması (km/litre) cinsinden olursa:

$$X_1 = (3.000.000, 10)$$

fiyatı 3 milyon TL olan ve bir litre benzinle 10 km yol giden bir otomobili sembolize eder.

Herhangi bir seçenekten, bütün kriterlerde daha kötü olan bir seçeneği etkin olmayan seçenek olarak tanımlıyoruz. Örneğin, X_1 seçeneğinin yanı sıra $X_2 = (3.500.000, 7)$ ve $X_3 = (4.000.000, 15)$ seçeneklerine tanımlayalım. X_2 , X_1 'e göre etkin olmayan bir seçenektir, çünkü hem daha pahalı hem de benzin harcaması daha fazladır. Buna karşı X_1 ve X_2 etkin seçeneklerdir. Problemin çözümü olarak bulunacak seçenek etkin seçeneklerden birisi olacaktır. Problemde sadece bir tane etkin seçenek varsa, o seçenek en iyi çözümdür. Karar problemlerinde tek bir etkin seçeneğin olması durumuna rastlamak pek mümkün değildir. Çünkü bu, kabaca **en iyinin en**

ucuza satılması demektir. Başka bir deyişle karar problemlerinde değişik amaçlar birbirleriyle genellikle çelişirler.

ÇAKV problemlerinde seçenek sayısını azaltmak için ilk iş olarak etkin olmayan seçenekleri eleyebiliriz. Böylece seçim sadece etkin seçenekler arasında yapılacaktır.

PRATİK ÇÖZÜM TEKNİKLERİ

ÇAKV problemlerinin çözümü için, özellikle son 25 yılda, çok sayıda teknik önerilmiştir. Bu teknikler gerek öğrenebilme, gerekse uygulanabilme açısından çok değişik zorluk derecelerindedir [1,3,4,5,6,7]. Burda karmaşık olmayan tekniklerden bir kaçını tartışacağız.

Amaçları Önem Sırasına Dizme

Bu yaklaşım iki aşamalı, pratik bir yaklaşımdır. Birinci aşamada hedef, kabul edilemez özellikleri olan seçenekleri elemektir. İkinci aşamada ise, **en iyi** seçenek bulunur.

Karar verici, istediği her kriter için kabul edemeyeceği seviyeleri belirler. Seçenekler taranır ve bu durumda olanlar elenir. Karar verici daha sonra kriterleri önem sırasına dizer. Seçenekler en önemli kriterlere göre değerlendirilir. Bu kriterlere göre en üstün seçeneklerin dışında kalan seçenekler elenir. Tek bir seçenek kalıncaya kadar, önem derecesi bir seviye düşük olan kriter ile bu işlem tekrarlanır.

ÖRNEK

Daha önceki otomobil satın alma problemindeki kriterleri kullanarak aşağıdaki seçenekleri tanımlayalım:

$$X_1 = (3.000.000, 10)$$

$$X_2 = (4.000.000, 15)$$

$$X_3 = (5.000.000, 17)$$

$$X_4 = (1.000.000, 1)$$

$$X_5 = (1.500.000, 8)$$

Karar verici satın alacağı otomobilin 3.500.000 TL'den ucuz olmasını ve bir litre benzinle 5 km'den az gitmemesini istesin. Otomobilin satış fiyatının benzin harcama kriterinden daha önemli olduğunu varsayalım.

Birinci aşamada, fiyatının 3.500.000 TL'den yüksek olduğu için X_2 ve X_3 seçeneklerini, bir litre benzinle 5 km'den az yol kat ettiği için de X_4 seçeneğini eleriz. İkinci aşamaya X_1 ve X_5 seçenekleri kalır. Bu iki seçeneği, daha önemli kriter olan, fiyat cinsinden karşılaştırdığımız zaman, daha ucuz olan X_5 seçeneğini seçeriz.

Ağırlıklı Yarar Fonksiyonu

Çok amaçlı problemlerde çözümün zorluğu değişik amaçların değişik ölçülerde ölçülmesinden kaynaklanmaktadır. Bütün amaçlar aynı ölçek ile

Çizelge 1 Şehirlerin kriter değerleri

Seçenek	Ağırlık			Toplam Yarar
	0.35	0.40	0.25	
	Kriter	Ham maddeye Yakınlık	Teşvik	Kalifiye İşçi
Adana	6	0	4	6.35
Ankara	10	3	9	6.95
Antalya	2	0	6	2.20
Bilecik	7	6	6	6.35
Erzurum	0	10	1	4.25
İstanbul	9	3	10	6.85

ölçülebilse idi problem tek amaçlı probleme dönüşürdü. Örneğin, bütün amaçları parasal olarak ölçebilesek, her seçeneğin toplam maliyetini hesap edip, en düşük maliyetli seçeneği seçebilirdik.

Ağırlıklı yarar fonksiyonu ile yapılmak istenilen, bütün amaçları ölçebilecek suni bir fayda ölçüğü yaratmaktır. k kriterli bir problem için X_i seçeneğinin getirdiği toplam yarar

$$f(X_i) = w_1 x_{i1} + w_2 x_{i2} + \dots + w_k x_{ik}$$

olarak bulunur. Burada w_i , i kriterinin diğer kriterlere göre önemini gösteren ağırlık katsayısıdır. Bu katsayılar karar verici ile etkileşerek bulunur.

Değerlendirilecek bütün seçenekler için toplam yarar bulunduktan sonra, en yüksek toplam yararı sağlayan seçenek en iyi seçenek olarak seçilir.

ÖRNEK

Basitleştirilmiş bir fabrika yer seçimi problemi ele alalım. Göz önüne almak istediğimiz kriterler:

1. Hammaddeye yakınlık,
2. Teşvik kredileri,
3. Kalifiye işçi sayısı

olsun. Fabrika yeri olarak seçeneklerimiz ise, Adana, Ankara, Antalya, Bilecik, Erzurum ve İstanbul olsun. Hammaddeye yakınlık, yıllık gerekli tonxkm taşıma cinsinden, teşvik, değişik bölgelere verilen kredi cinsinden, kalifiye işçi sayısı ise, iş için müracaat eden Endüstri Meslek Lisesi Mezunları sayısı cinsinden ölçülebilir. Çizelge 1'de bu kriterlerin her bir seçenek için değerleri 0-10 arasında kalibre edilmiş olarak verilmiştir. Ayrıca, kriterlerin önem derecesini gösteren ağırlıklar da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi en fazla toplam yarar sağlayan Ankara seçeneğidir. Fakat, İstanbul, Bilecik ve Adana seçe-

nekleri de toplam yarar açısından pek farklı görünmemektedir. Özellikle kriter değerlerinin ve ağırlıkların fazla hassas seçilemediği göz önüne alınırsa bu seçeneklerin birbirinden fazla farklı olmadığı sonucuna varılacaktır. Bu nedenle, bu dört seçenek üstünde daha detaylı ve hassas bir araştırma yapmak yararlı olabilir. Örneğin daha az önemli olan ve önceden kullanılmayan bazı faktörler (kriterler) de bu aşamada göz önüne alınabilir.

SONUÇ

Bu makalede, karar problemlerinin genelde birden fazla amacın değerlendirilmesini gerektirdiğini vurguladık. Ayrıca, ÇAKV probleminin çözümü için bazı pratik yaklaşımları tartıştık.

Önerilen çözüm yöntemlerinin işlevi sadece probleme bir çözüm bulmak değildir. Tersine, karar verici ile birlikte problemi daha iyi tanımak, seçenekleri ve aralarındaki farkları ortaya çıkarmak, önceden karar verici tarafından ifade edilen tercihleri yeniden gözden geçirmek için kullanılabilir. Örneğin, karar vericinin verdiği bilgiler ışığında bulunan sonuç karar vericiyi tatmin etmeyebilir. Bu süreçte karar verici başta verdiği bilgilerin tercihlerini tam ifade etmediğini öğrenip bu bilgileri değiştirebilir. Bunun yanı sıra karar vericiye değişik verilerle elde edilmiş değişik sonuçlar gösterilip, verilerle sonuçlar arasındaki ilişki kavranmaya çalışılabilir.

Sonuç olarak, elimizdeki yöntemleri ancak verilecek kararlara destek olarak kullanabiliriz. Bu yöntemlerin karar vericinin yerine geçmesi düşünülemez. Değişik problemlerde çok değişik şekillerde destek sağlayabiliriz bu yöntemlerle. Bu desteğin detayları ise, probleme özeldir ve problem çözmenin sanatsal yanındır.

**PRACTICAL APPROACHES TO THE SOLUTION
OF MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING
PROBLEMS**

In almost any decision making situation we have to evaluate multiple criteria. We routinely make such decisions in our daily life using our judgment and common sense. For complex systems, however, we need to use a decision aid to guide our judgment in order to cope with the complexity of the problem. A large number of Multiple Criteria Decision Making methods have been developed. In this paper we introduce the problem, discuss various application areas and briefly mention several practical methods that can be easily used by practitioners.

KAYNAKÇA

- 1 Keeney,R.L. ve Raiffa,H., *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, Wiley, New York, 1976.
- 2 Cohon, J.L., *Multiobjective Programming and Planning*, Academic Press, New York, 1978.
- 3 Goicoechea,A., Hansen,D.R. ve Duckstein,L., *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Bussiness Applications*, Wiley, New York, 1982.
- 4 Zeleny, M., *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw Hill, New York, 1982.
- 5 Zionts, S., *Multiple Criteria Decision Making: An Overview and Several Approaches*, Working Paper No. 454, SUNY, Buffalo, 1982.
- 6 MacCrimmon, K., An Overview of Multiple Objective Decision Making, in Cochrane, J.L. and Zeleny, M. (eds.), *Multiple Criteria Decision Making*, University of South Carolina Press, 1973.
- 7 Roy, B. and Vincke, P., Multicriteria Analysis: Survey and New Directions, *European J. of Op. Res.* 8, (1981) 107-218.