

38929

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK AMAÇLI KARAR VERMEDE
ETKİLEŞİMLİ BEKLENTİ DÜZEYİ YAKLAŞIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisi Rukiye DEMİR

Ana Bilim Dalı: ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

TEMMUZ 1994

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK AMAÇLI KARAR VERMEDE
ETKİLEŞİMLİ BEKLENTİ DÜZEYİ YAKLAŞIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisi Rukiye DEMİR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 20.07.1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 28.09.1994

Tez Danışmanı

Yrd.Doç.Dr.Zerrin ALADAĞ



Üye

Prof.Dr.Ramazan EVREN



Üye

Prof.Dr.Alptekin GÜNEL



TEMMUZ 1994

ÇOK AMAÇLI KARAR VERME DE ETKİLEŞİMLİ BEKLENTİ DÜZEYİ

YAKLAŞIMI

Rukiye DEMİR

Anahtar Kelimeler: Çok Amaçlı Karar Verme, Karar Verici, Bileşenler, Amaçlar, Hedefler, Kriterler, Beklenti Düzeyi

Bu tezin ana konusu, Zionts and Lofti (1992) tarafından öne sürülen Çok Amaçlı Karar Verme(ÇAKV) 'de yeni bir yaklaşımın incelenmesidir. Yaklaşım ÇAKV'de Etkileşimli yöntemler içersinde yer aldığı için, ÇAKV nedir, sınıflandırılması ve etkileşimli yöntemler hakkında bilgi vermeye çalıştım. Asıl inceleme konum olan Etkileşimli Beklenti Düzeyini inceledim. Uygulama ve sonuç bölümü ile tezimi tamamladım.

ÇAKV, birden fazla amacı içeren karar problemleridir. Karar Verici (KV), çevrenin, sürecin, kaynakların oluşturduğu kısıtları tatmin eden bir çözüme ulaşmada, birden fazla kriteri göz ömünde bulundurma, durumundadır.

ÇAKV modellerinin genel yapısı,

$$\max(f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x))$$

Kısıtlar:

$$g_i(x) \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$
$$x \geq 0$$

Burada x , n -boyutlu karar değişkeni vektörüdür. Bu problem literatürde vektör maksimizasyon problemi (VMP) olarak bilinir. m -tane amaç içeren vektörün optimumuna ulaştırılması söz konusudur. Amaçlar birbirleri ile negatif yönde etkileşimli olduklarından, çözüme ulaşmak çok zordur.

Etkileşimli Beklenti Düzeyi yaklaşımı, Zionts and Lofti (1992), tarafından öne sürülmüştür. Eklektik yaklaşım felsefesi kullanılmıştır. Birçok ÇAKV için yöntem geliştirilmiştir, ancak ev alımı, araba alımı gibi özel problemler için yöntemler yaygın değildir. Etkileşimli Beklenti Düzeyi bu tür problemler için oluşturulmuştur. Bu yaklaşım alternatif ve kriterlerden oluşan $n \times p$ 'lik matrisle sahiptir. Karar Vericiye başlangıç çözüm seti sorulur. Her bir kriter için beş notasyon tanımlanmıştır: İdeal nokta, kötü nokta, beklenti düzeyi, beklenti düzeyine yakın en iyi ve en kötü değerler. Bu değerler arasında mevcut alternatiflerden, beklenti düzeyine en uygun olan seçenek bulunmuş olur. Bu yöntemin katı kurallara dayanmaması, esnek oluşu iyi tarafıdır.

Karar verme, hiçbir zaman son bulan bir işlem değildir. Karar Verme için son sözün, "Daha etkin kararlar için daha çok bilgi edinme " olduğuna inanıyoruz.

AN ASPIRATION-LEVEL INTERACTIVE MODEL FOR MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING

Rukiye DEMİR

Keywords: Multiple Criteria Decision Making, Decision Maker, Attributes, Objectives, Goals, Criteria, Aspiration Level

The main subject of this thesis is the studying of a new approach by Zionts and Lofti (1990) in Multiple Criteria Decision Making. Because the approach takes place in Multiple Criteria Decision Making Interactive Methods, I tried to give information about what the Multiple Criteria Decision Making is, and about its classification and interactive methods. I studied aspiration level interactive model which is my real subject and I completed my thesis with practise.

Multiple Criteria Decision Making are the problems containing more than one objective. When there are more than one objective, the method which will be applied is very important. As in one criteria decision making, multiple criteria model which will be used, in solution will change according to the objective of decision, the situation of decision, the type of the problem, the kind of data, their being obtained and to the decision maker.

Decision maker, wants to attain more than an objective or goal selecting the course of action while satisfying the constraints dictated by environment, processes and resources. Mathematically, these problems can be represented as:

$$\max [f_1(\underline{x}), f_2(\underline{x}), \dots, f_k(\underline{x})]$$

Subject to:

$$g_i(\underline{x}) \leq 0, i = 1, 2, 3, \dots, m$$

Where \underline{x} is an n dimensional decision variable vector. The problem consists of n decision variables, m constraints. This problem is often referred to as a vector maximum problem VMP.

An Aspiration Level Interactive Model (AIM) was put forward by Zionts and Lofti (1990). Eclectic approach was used. AIM, is a new method for special problems like buying a car and a house. This approach has a $n \times p$ matrix consisting of criteria and alternatives. Five points were defined for each criteria: Ideal point, nadir point, current goal, next better, next worse.

Decision making has a dynamic structure. We believe that "More information for more effective decision."

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günlük yaşantımız içersinde her an karar vermek zorundayız. Daha etkin karar vermek için daha çok bilgi gerekmektedir. İkinci Dünya Savaşı sıralarında ve sonrasında, tek amaç fonksiyonunun optimizasyonuna dayanan Yöneylem Araştırması teknikleri başarıyla ortaya çıkarılmıştır. Ancak yaşam standartlarının artması, istek ve amaçların çoğalması nedeniyle çok amaçlı problemler üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Çok Amaçlı Karar Verme döngüsü içersinde, karar verici, karar ortamı, amaçlar, alternatifler yer almaktadır. Görüldüğü üzere, çevrenin, sürecin ve kaynakların oluşturduğu kısıtları tatmin eden bir çözüme ulaşmada birden fazla kriteri göz önünde bulundurma durumundayız.

Bu alanda birçok yöntemler geliştirilmiştir. Ancak araba satın alımı, ev satın alımı gibi alternatif ve amaçlardan oluşan özel problemler için, oluşturulmuş yöntemler üzerinde çalışılmamıştır. Bu düşünceden yola çıkarak Zions and Lofti (1992) tarafından Etkileşimli Beklenti Düzeyi yaklaşımı ortaya atılmıştır. Çok Amaçlı Karar Verme de eski yöntemleride unutmuyarak, yeni yöntemlerin oluşturulması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Benim Etkileşimli Beklenti Düzeyini incelememdeki temel amaç budur. Tez çalışmamda ÇAKV'nin genel yapısı, Çok Amaçlı Karar problemleri ve etkileşimli yöntemleri tanıttıktan sonra, Etkileşimli Beklenti Düzeyini anlatıp bir örnekle sonuca bağladım.

Bu çalışmalarım sırasında, bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Zerrin ALADAĞ'a, yoğun çalışmaları arasında bana da zaman ayırıp büyük destek sağlayan Sakarya Üniversitesi Rektörü sayın Prof. Dr. Ramazan Evren'e ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Endüstri Mühendisi sayın Hasan EKŞİ ve Öğr. Gör. Semra BORAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Rukiye DEMİR.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
BÖLÜM 1. ÇOK AMAÇLI KARAR TEORİSİNE GİRİŞ	1
1.1. Çok Amaçlı Karar Verme Problemlerinin Genel Yapısı	1
1.2. Karar Verme Süreci	3
1.2.1. Sistem Analisti Karar Verici Diyalogu	3
1.2.2. Karar Verme Sürecinin Yapısı	6
1.3. Terminoloji	7
1.3.1. Bileşenler (Attributes)	7
1.3.2. Amaçlar (Objectives)	8
1.3.3. Hedefler (Goals)	9
1.3.4. Kriterler (Criteria)	9
1.4. ÇAKV Matematiksel Yapısı	9
1.4.1. $x < y$ Şeklindeki İki Vektör	10
1.4.2. Olurlu Bölge (Feasible Region)	10
1.4.3. Fonksiyonel Değerler Kümesi	10
1.5. Çok Amaçlı Karar Sorunu	17
1.5.1. Amaç ve Niteliklerin Tanımlanması	17
1.6. Çok Amaçlı Karar Verme Yaklaşımları	20
1.6.1. Karşılama Modeller	21
1.6.2. Karşılama Modeller	28
1.6.3. Matematiksel Programlama Modelleri	32
1.6.4. Uzaysal Yakınlık Modelleri	33
1.7. Çok Amaçlı Yöntemlerin Kullanımı	35
1.8. Karar Vermede Son Söz	37
BÖLÜM 2. ÇAKV YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	38
2.1. Giriş	38
2.2. ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması (Evren, 1992)	41
2.3. Etkileşimli Metodların Avantaj ve Dezavantajları	43
2.4. Etkileşimli Metodların Yapısı	45
2.5. Etkileşimli Metodların Sınıflandırılması	45
2.5.1. Açık Değişim Bilgisinin Verildiği Metodlar	46
2.5.2. Kapalı Değişim Bilgisinin Verildiği Metodlar	46
BÖLÜM 3. ETKİLEŞİMLİ BEKLENTİ DÜZEYİ (AN ASPIRATION LEVEL INTERACTIVE MODEL-AIM)	48
3.1. Giriş	48
3.2. Kapsam ve Amaç	48
3.3. AIM Metodolojisi	49
3.3.1. Problemin Tanımlanması	50
3.3.2. Çözüm Yaklaşımı	51

3.3.3. Çözüm Algoritması	53
3.4. Metodun Test Edilmesi	55
3.4.1. Karar Problemlerin Tanımlanması	55
3.4.2. Deneysel Tasarım	57
3.5. Analiz Sonuçları	57
3.5.1. Çözümün Niteliği	58
BÖLÜM 4. UYGULAMA	59
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	68



SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

- A : Alternatifler uzayı
A_i: i. kriter için istenilen seviye
g_i: Kısıt denklemleri
I_i: i.kriter için ideal seviye
N_i: i. kriter için kötü seviye
S : Fonksiyonel değerler kümesi
T_i: i. kriter için memnun edici başlangıç değerinin simgesi
X: Olurlu bölge
w_i: Ağırlık değeri
z_i^k: i. kritere dayanan k. alternatifin değeri

- AHP: Analitik Hiyerarşi Proses
AIM: Aspiration Level Interactive Model
ÇAKV: Çok Amaçlı Karar Verme
ÇAMP: Çok Amaçlı Matematik Programlama
EC: Expert Choose
FC: Final Choose
KV: Karar Verici
VMP: Vektör Maksimizasyon Problemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Karar Sürecinin Bileşenleri	6
Şekil 1.2. Karar Verme Sürecinde Üç Uzay Arasındaki İlişki	11
Şekil 1.3. Karar Değişkenleri Uzayı	14
Şekil 1.4. Problem 1 İçin Amaç Fonksiyonları Uzayı	15
Şekil 1.5. Problem 2 İçin Amaç Fonksiyonları Uzayı	15
Şekil 1.6. Korunma Niteliği Ölçeği	25
Şekil 1.7. Ulaştırma Örneği İçin Kayıtsızlık Eğrileri	35
Şekil 3.1. Artan Kriter	52
Şekil 3.2. Başlangıçta Artan Kriter	52
Şekil 3.3. Azalan Kriter	52
Şekil 3.4. Bitişte Azalan Kriter	52
Şekil 3.5. Aralık Değerleri	52
Şekil 3.6. Makina Problemi İçin AHP Yapısı (Zionts,1992)	56
Şekil 3.7. PC Problemi İçin AHP Yapısı (Zionts, 1992)	56

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Alternatif Taşıma Biçimi İçin Nitelik Değerleri	19
Tablo 1.2. Sayısal Olmayan Nitelikleri Sayısal Değere Atama	26
Tablo 1.3. Nitelikler İçin Karşılaştırılabilir Sayısal Değerler	26
Tablo 2.1. ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması	42
Tablo 2.2. ÇAKV Yöntemlerini Genel Gösterimi	42
Tablo 3.1. Metodun Kararlılığı ve FC (Zionts,1992)	58
Tablo 3.2. FC-AIM, FC-EC Arasındaki İlişki (Zionts,1992)	59
Tablo 3.3. Her Metotta Her Problem İçin Harcanan Süreler İçin Veriler (Zionts,1992)	60
Tablo 4.1. Kriterler İle İlgili Veriler	61
Tablo 4.2. Problem İçin Alternatifler	62
Tablo 4.3. Mutlak Sınıra Uygun Alternatifler	63
Tablo 4.4. Başlangıç Değerleri Listesi	63
Tablo 4.5. Kriterler İçin İdeal Değer, Beklenen Değer, Kötü Değer Listesi	64
Tablo 4.6. Sınıflandırılmış Alternatifler Listesi	65
Tablo 4.7. Ağırlıklandırılmış Alternatifler Listesi	66
Tablo 4.8. Karar Vericiye Sunulacak Alternatif Listesi	66

1. ÇOK AMAÇLI KARAR TEORİSİNE GİRİŞ

1.1. Çok Amaçlı Karar Verme Problemlerinin Genel Yapısı

Karar verme mevcut karar seçenekleri arasından, amaçlara uygun olanlarını seçme işlemidir. Bu tür problemlerde karar verici birden fazla amaçla karşı karşıyadır. Çevre, yöntem ve olanakların meydana getirdiği kısıtları tatmin ederken, seçtiği yolun tek bir amaç yada hedeften daha fazlasına ulaşmasını ister. Bu tür problemler matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\max [f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)] \quad (1.1)$$

$$g_i(x) \leq 0, \quad i=1,2,3,\dots,m$$

x , n boyutlu karar değişkeni vektörüdür. Problem n karar değişkeni, m kısıt, k amacı içerir. Fonksiyonlardan bazıları veya tümü lineer olmayabilir. Literatürde bu tür problemler Vektör Maksimizasyon Problemi (VMP) olarak bilinir. Modelde de belirtildiği gibi k tane amaç fonksiyonu ihtiva eden bir vektörün maksimize edilmesi söz konusudur. Problemin optimum çözümü tüm amaç fonksiyonlarını birlikte en büyükleyen çözümdür. Böyle bir çözüme ulaşmak genelde çok zordur. Çünkü amaçlar birbirleri ile çelişkili ve zıt yönde etkileşimli olabilir.

İşletmelerde ve günlük yaşamımızda sürekli birden fazla amacı gerçekleştirmek için uğraşırız. Dolayısı ile çok amaçlı karar problemlerinin ortaya çıkışı da buna dayanmaktadır.

Örneğin bir işletmede, kaliteyi arttırmak, kalite kontrol maliyetlerini azaltmak verimliliği yükseltmek gibi amaçlar söz konusudur. İşletmenin bunları simültane olarak maksimize etmesi güçtür. Her bir amaç için, karar vericinin tercihlerindeki dikkate alarak uzlaştırılması en çıkar yol olarak gözükmektedir. Çözüme de en iyi uzlaşık çözüm denir.

Genel olarak VMP için iki yaklaşım vardır. Bunlardan biri diğer amaçları kısıt kümesine ilave ederken, amaçlardan birini optimize etmektir. Böylece optimum çözüm bu amaçları en azından önceden saptanmış bir seviyede tatmin edecektir. Bu problem;

$$\max f_1(\underline{x}) \quad (1.2)$$

$$g_j(\underline{x}) \leq 0, j=1,2,3,\dots,m$$

$$f_\ell(\underline{x}) \geq a_\ell, \ell=1,2,3,\dots,k \text{ ve } \ell \neq i$$

a_ℓ , ℓ amacı için önceden belirlenmiş seviyedir.

Diğer yaklaşım, her amaç faktörünün uygun ağırlıkla çarpılıp daha sonra bu değerlerin toplanması ile elde edilen süper amaç fonksiyonunun optimize edilmesidir. Bu problem aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\max \sum_{i=1}^k w_i f_i(\underline{x}) \quad (1.3)$$

$$g_j(\underline{x}) \leq 0, \quad j=1,2,3,\dots,m$$

Ağırlıklar genelde normalize edilmiştir. $\sum w_i = 1$

Yukarıdaki her iki yaklaşım şimdiye kadar ki en iyisidir. En iyi veya en çok memnun edici çözüm (optimum çözüm) olmayabilir. Çünkü ölçülemez oluşu, çok amaçlı problemin doğası gereğidir. Problemler komplekstir. Kabul edilebilir seviyeyi belirlemek zordur.

Yaklaşımında f_1 ve f_2 arasında ki ödünleşim değerleri aşağıdaki gibi verilir:

$$\text{Ödünleşim değerleri} = \begin{cases} 0, f_1 \geq a_1 \\ \infty, f_1 < a_1 \end{cases}$$

Bu karar vericinin gerçek değer yapısı olmayabilir. Bu değer yapısı a_1 seviyesinde duyarlı olabilir.

İkinci yaklaşımda büyük problem w_i uygun ağırlık değerlerini belirlenmelidir. w_i ler ağırlık değerlerini belirlemelidir. w_i 'ler diğer bütün amaç seviyelerinde olduğu kadar, söz konusu amaç seviyesinde de hassastır.

Literatürde her ne kadar terimler eş anlamda kullanılsa da, çok ölçütlü karar verme problemleri iki kategoride sınıflandırılır.

- Çok nitelikli karar verme (ÇNKV)
- Çok amaçlı karar verme (ÇAKV)

Çok nitelikli karar vermenin özelliklerini ayırt etmede genellikle önceden belirlenmiş alternatiflerin sınıflandırılmış (sayılabilir küçüklükte) bir sayısı vardır. Alternatifler en son verilmesi gereken kararda esas alınan nitelikleri başarı seviyelerine göre birleştirirler. (Bu niteliklerin ölçülebilir olması gerekmez.) Bir alternatifin seçiminindeki son karar niteliklerin kendi içinde ve birbirleri ile kıyaslanmalarından yararlanarak verilir.

Çok amaçlı karar verme problemlerine ilişkin modellerin hedefi bazı ölçülebilir amaçların kabul edilebilir seviyelerine erişmek yolu ile KV'yi en çok tatmin eden model kısıtları içindeki çeşitli etkiler göz önüne alınarak en iyi alternatifi oluşturmaktır.

1.2. Karar Verme Süreci

İşletmelerde, her an amaca yönelik olarak karar verme süreci içindeyiz. Bu süreçte karar verici, sistem analisti ve araçlardan söz edilir.

1.2.1. Sistem Analisti Karar Verici Diyalogu

Sistem Analisti, bir problemi çözmekten ziyade toparlamaktadır. Yani sistem analisti, karar vermez, karar verme durumunda olanlara yardım eder. Onları kritik noktalara yöneltir.

Genelde karar vericinin düzeyi, politik yada yargısaldır. Sistem analizi hiçbir zaman politik karar sürecinin yerini alamaz. Ancak bu süreç içinde belli bir yeri vardır. Karar Vericinin amaçlarını gerçekleştiren sistem analisti de bu işte danışmanlık eden bir rol üstlenir (Bocchino,1972)

Karar verici, sonuçları değerlendirmede, sistem analisti ise sonuca giden yolları bulmada uzmandır.(Root,1970)

Karar verici eylem, sistem analisti ise düşünce ve buluşların adamıdır. Karar verici sonuçların riskine girer. Sistem analisti ise bunun dışında kalır.

Bu örneklerden anlaşılacağı üzere sistem analisti karar vericinin emrinde gözüktüğü halde diğer taraftan karar vericiyi yönlendiren bir danışmandır da. Yani, sistem analisti ve karar verici ilişkileri aynı zamanda önemli bir çelişki içindeymiş gibi gözükmemektedir. Aslında bu çelişki veya çatışmanın bilincinde olunması, sakıncaları önlemenin ve işbirliğini sağlamanın temelini teşkil eder. Özellikle sistem analisti matematik kesinlik ve verimlilik üstünde ısrar etmediği, karar vericinin eğer ve tercihlerini göz önünde tuttuğu sürece başarılı olacaktır. Diğer taraftan karar verici de kişisel yargı ve taktirlerinin, tercihlerinin sistem analizi teknikleri ile daha iyileştireceğine ve sağlamlaştıracağına gerçekten inandığı sürece uyumlu bir sistem analisti-karar verici işbirliğinin gerçekleşmemesi için bir sebep yoktur. Sistem analisti ile karar verici işbirliği özellikle aşağıdaki noktalarda yoğunlaşmıştır.

Sistemi içine alan ilgili daha büyük sistemin amaçlarının belirlenmesi ve sistem amaçlarının buna göre açık olarak tanımlanması gerekir. Bazen karar vericinin bildirdiği amaçlar açık ve tutarlı olmayabilir. Bunlar açık hale getirilirken KV amaçlarında değişiklik yapmak zorunda kalabilir. Bu gayet doğaldır. Sistem analistinin çözüm alternatifleri, karar vericinin önceden kestiremeyeceği nitelikte çıkabilir. Bu halde karar verici doğal olarak başka amaçlara kayabilir.

Gerekli bilgilerin yeterli ve güvenli olarak temini, analize başlarken, devam ederken ve sonuca ulaşırken kullanılan ölçü ilgileri, işlenmiş bilgiler, tahmin ve sentez bilgileri hatalı olabilir. Karar verici çok değerli bir bilgi kaynağı, belki en değerli kaynaktır. ortaya çıkan sorunları yaşayan, bu konuda en fazla tecrübesi bulunan genellikle karar vericidir. Bu nedenle karar vericinin sağladığı çevre ve kaynak bilgilerinin yeterlilik ve güvenilirliklerini araştırmak, güveni artırıcı tedbirleri almak ancak bir sistem analisti - karar verici işbirliği ile Sistem analistinin asıl görevlerinden biri karar vericinin amaçlarına uygun alternatifler geliştirmektir. Alternatiflerin sayıca çok olması arzu edilir. Sistem analisti karar vericinin ne gibi çözüm yollarını daha çok tercih edebileceğini kestirebiliyorsa işi daha çok kolaylaşır. Bu ise, karar vericinin değer yargılarının sürekli izlenmesi ile mümkün olabilir.

Sistem çalışmalarının sonuçlarını büyük ölçüde etkileyecek olan belirsizlik ve beklenmeyen olayların sisteme nasıl dahil edileceği konusunda karar verici ile

sistem analisti arasında işbirliği sağlanmalı, hatta gerekirse yetki işbirliğine gidilmelidir.

KV analizi daha iyi kavrayabilmek için aşağıdaki beş temel noktaya dikkat etmelidir.

- Problem nedir?
- Analist probleme nasıl yaklaşıyor.?
- Seçenekler nelerdir?
- En cazip gözükken seçenek hangisidir?
- Neden?

Kuşkusuz analist ile KV'nin soruna bakış açıları arasında farklılık olacaktır. Bu büyük sorun teşkil etmez. Ancak, analistin probleme bakış açısının belirlenmesi önem taşır.

Analizde, kullanılan model incelenmelidir. Model açık ve elden geldiğince basit olmalıdır. Böylece modelin temel değişkenleri ve bunlar arasındaki ilişkiler kolaylıkla anlaşılabilir. Model gerçek hayatın karmaşıklıklarından kaynaklanan önemsiz noktalardan ziyade problemle ilgili önemli etkenleri göz önüne almalıdır. Bazen gerçek hayatta az ilgisi olan bir model, en doğru tahmini yapmaya imkan verebilir.

Analizde dikkate alınan seçenekler incelenmelidir. Seçenekler mevcut sistemin geliştirilmiş şekilleri olabileceği gibi yeni öneriler de olabilir.

Analizde maliyet ve etkinliklerin nasıl ele alınacağını incelemek gerekir. Buradaki her iki kavramda çok önemlidir. Bu incelemede genel olarak iki yol izlenir.

- Eşit etkinlikleri olan çeşitli seçenekler maliyetler açısından incelenir.
- Eşit maliyetli çeşitli seçenekler etkinlikleri açısından incelenir.

Etkinlik ölçülerinin seçimi, değişik sonuçlara varılmasına yol açar. Örneğin murat otomobil ile mercedes otomobili 1 litre benzinle kat ettiği yol ölçüsüne göre karşılaştırılırsa murat seçilir. Ölçü konfor veya prestij olsaydı diğeri seçilecekti. Ölçülemeyen veya aynı ölçülerle karşılaştırılmayan değerler de incelenmelidir. Yani seçeneklerin önceden düşünülmemiş özelliklerinin getirdiği faydalar da incelenmelidir.

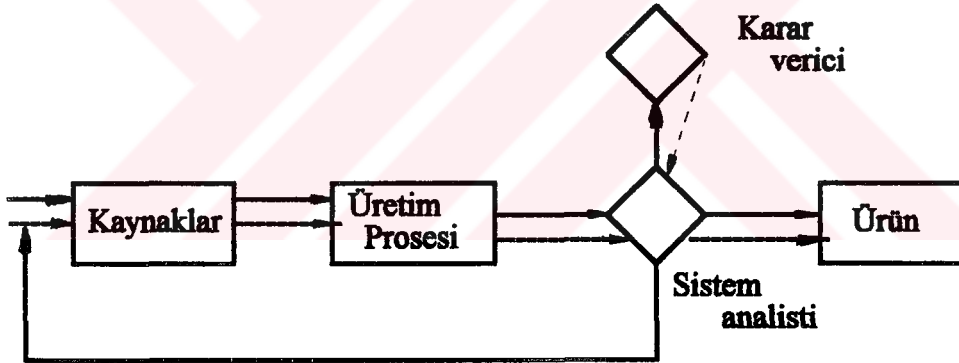
Sistem analizinin uygulanacağı sistem yada tasarımılanacak sistem karmaşık değilse, açık karakterlerde ise çok kere bir sistem analisti işleri gerçekleştirmeye yeter. Ancak sistem analizi, güç ve karmaşık problemlerin yaklaşımı olması nedeni ile çoğu kez bir grup tarafından yapılır, uygulanır.

1.2.2. Karar Verme Sürecinin Yapısı

Bu sürecin bileşenlerini şöyle ifade edebiliriz(Evren,1992).

- Karar sürecinin mekaniği
- Araştırma veya sistem analizi
- Karar verici

Karar verme sürecinin bu şekilde tanımlanan yapısı bileşenleri arasında ilişkiyi gösterecek biçimde şekildeki gibi ifade edilir.



Şekil 1.1. Karar Sürecinin Bileşenleri

Şekilde noktalı hatlarla gösterilen akış, sistem analistinin karar verici ile etkileşimli olarak, mekanik prosesi yönetme biçimini göstermektedir. Normal hatlarla belirtilen akış ise karar vermenin mekaniğini göstermektedir. Sistem analisti, kaynaklardan optimal ürünü elde etmeyi sağlayacak, sistem tasarımını yapan, dolayısı ile karar verme sürecinin mekaniğini işleten karar vericinin tercihleri doğrultusunda süreci yönetirken, dolayısı ile gerekli bilimsel yöntemleri kullanan kimsedir. Tek amaçlı karar verme problemlerinde, karar vericinin tercihleri bu süreçte yer almamasına karşılık çok amaçlı karar verme problemlerinde büyük önem kazanmaktadır.

1.3. Terminoloji

ÇAKV problemlerinde sık sık kullanılan ve yakın anlamsal ilişki içinde olan bileşenler (attributes), amaçlar (objectives), hedefler (goals) ve kriterler (criteria)'i aşağıdaki gibi açıklayabiliriz:

1.3.1. Bileşenler (Attributes): Bu kavram gerçek amacımızın tanımlayıcısıdır. Bunlar amacın gerçek özellikleri veya onların yerine atanan özellikler olabilir. Fakat bunlar kurmuş olduğumuz bölgenin dışından gelen yani etki edemediğimiz kavramları kapsar. Böylece KV tarafından değerleri değerleri değiştirilmez, KV istek ve taleplerinden bağımsız olarak tanımlanmalı ve ölçülmelidir.

Bir şehir komisyonu şehrin gelecekte büyüme yönünü seçme problemi ile karşı karşıyadır. Coğrafi bölge koşullarından dolayı, planlayıcılar şehrin yalnızca şu üç yönde büyüebileceğini saptamışlardır. Doğu, kuzeydoğu, batı. Bu durumda KV üç alternatifle karşı karşıyadır. Şehir için en iyi olacağını düşündükleri birisini seçmek zorundadırlar. Alternatifler komisyonlar tarafından belirlenen bileşenlere göre kıyaslanmaktadır. Bu bileşenler hizmet büyümesinin maliyeti, şehir merkezindeki hareketliliğin etkisi, sel baskını olasılığı, şehirdeki komşuluğu korumak, civardaki dinlenme yerlerinin bulunmasıdır.

En genel halde karar bileşenleri, alternatiflerin temel özellikleri olarak tanımlanabilir. Bir karar verme probleminde karar değişkenleri arasındaki ilişkiyi yukarıdaki tanım çerçevesinde sağlarlar. Bu nedenle bazı problemlerde amaç fonksiyonları, bazılarında kısıt denklemleri olarak bazılarında her iki şekilde kabul edilirler. ÇAKV problemlerinde "kriter" ile eş değerde kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekilde formüle edilmiş iki kriteri esas alan, lineer kısıtlara sahip bir problemi göz önüne alalım.

$$1.\text{kriter: } \min f_1(\underline{x})$$

$$2.\text{kriter: } \max f_2(\underline{x})$$

Kısıtlar:

$$\underline{g}(\underline{x}) \leq 0$$

Buradaki tüm eşitlik, eşitsizlik ve fonksiyonlar birer karar bileşeni olarak göz önünde tutulmalıdır.

1.3.2. Amaçlar (Objectives)

Amaçlar, KV arzularının bir yansımasıdır ve KV işi organize etmek istediği yönü gösterir. Bileşenleri tanımladıktan ve ölçtükten sonra KV hangi bileşenleri hangi seviyede maksimize veya minimize edeceğine karar vermelidir. KV istek veya ihtiyaçları burada devreye girer.

Amaçlar KV istek ve ihtiyaçlarını yakından tanımlar. Amaçlar hangi yöne doğru ilerleyeceğimizi veya bireysel tercih edilen bileşenlerin neler olduğunu bize gösterir. Burada sadece iki türlü seçim vardır: Maksimize veya minimize

$$\min f_1(x)$$

$$\max f_2(x)$$

veya,

$$\max -f_1(x)$$

$$\max f_2(x)$$

şeklinde olacaktır.

Burada $\min f_1(x)$ maliyet, $\max f_2(x)$ verimlilik olarak örnek verilebilir.

Amaçları ortaya konulabilmesi için bileşenler girdi işlevini yerine getirmektedir. İlginç ve önemli olan bir husus, amaçlarında bir hiyerarşi içinde sıralanmasıdır. Böylece amaçlar bir hiyerarşi içinde sıralanırsa, meydana gelen pramitte, herhangi bir düzeydeki amaçlar bir üst düzey için bileşenin gördüğü işlevi yerine getirirler. Gelişmekte olan bir ülke hükümeti için, kalkınma planları yapma problemini düşünelim. Yapılan kabul edilebilir planda hükümetin amaçları, ulusal geliri en büyükmek, yabancı yardıma bağılılığı en azlamak, işsizlik oranını en azlamak olacaktır.

1.3.3. Hedefler (Goals)

Bir adım daha ilerleyerek, problemde ki amaçlar daha kesin olarak ifade edilir. Her bir amaç için, erişilmesini arzu edilen birer değer belirlenir. Örneğin, ulusal gelir M seviyesine, yabancı yardıma bağlılığı %K'ya, işsizlik oranının %L'ye düşürmek gibi.

Hedefler amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şekilleri olarak tanımlanır (Evren,1992). Everestin tepesine mümkün olan en kısa zamanda ulaşmak bir amaçtır. Bir günde ulaşmak bir hedeftir. Veya yapılan yatırımların en az %16 oranında gelir getirmesi bir hedeftir.

1.3.4. Kriterler (Criteria)

Kriterler yada diğer adı ile ölçütler, karar verirken kullanılan ölçümler, kurallar ve standartlardır. Değişik bileşenler, amaçlar veya hedefler formüle edilerek veya seçilerek karar verilir. Bir grup içinde veya bağımsız olarak KV tarafından kararın durumuna etki eden bütün bu bileşenler, amaçlar veya hedefler kriterlerdir. Değişik kriterleri birbirinden ayıran tek şey, onları sınıflandırabileceğimiz, sayabileceğimiz, kullanabileceğimizdir.

Tüm bu terimleri özetlemek gerekirse, karar bileşenleri veya kriterler, kararda esas alınacak temel kuralları karar değişkenleri arasında ilişki şeklinde belirler. Bu ilişkinin arzu edilen daha iyi bir yöne doğru yönlendirilmesi, bunları amaçlara, amaç fonksiyonlarına dönüştürürler. Amaçlar için sabit değerleri belirlemek hedefleri tanımlanır.

1.4. ÇAKV Matematiksel Yapısı

$$\begin{aligned} \max & [f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)] \\ g_i(x) & \leq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, \rho \end{aligned} \quad (1.4)$$

veya, vektör notasyonu olarak,

$$\begin{aligned} \max & \underline{f}(\underline{x}) \\ \underline{g}(\underline{x}) & \leq \underline{0} \end{aligned}$$

Gösterilir. Burada x , n -boyutlu karar değişkeni vektörüdür. Problem, en büyüklenecek m - tane amaç, p -tane kısıt olduğunda göstermektedir.

Buradaki fonksiyonların, $[f_i(x), g_i(x)]$ tümü veya bir kısmı nonlineer olabilir. Kısıtlar setinin belirlediği bölgeye genel olarak klasik matematik programlama problemlerinde olduğu gibi, "olurlu bölge" (feasible region) denmektedir.

ÇAKV problemlerinde bu bölge şu şekilde tanımlanmaktadır:

1.4.1. $x < y$ şeklindeki iki vektör:

\underline{x} ve \underline{y} gibi iki vektör arasında her ikisi için tanımlanan bütün f 'ler için, $x_i \leq y_i$ ise $\underline{x} \leq \underline{y}$ 'dir. Aynı şekilde benzer olarak $\underline{y}_i > \underline{x}_i$ için $\underline{y} > \underline{x}$ ' dir. VMP için $g(\underline{x}) \leq 0$ şeklindeki kısıtlar, kabul edilebilir bir x kümesini tanımlar.

1.4.2. Olurlu Bölge (Feasible Region)

Olurlu bölge kısıtlar setini tatmin eden, karar değişkenleri setidir. Yani,

$$X = \{ \underline{x} \mid g(\underline{x}) \leq 0 \} \quad (1.5)$$

X deki her noktaya bir $f(\underline{x})$ vektör karşı gelir. Böylece x amaç fonksiyonu alanındaki bir S kümesi içinde yer alabilir.

1.4.3. Fonksiyonel Değerler Kümesi(S):

Karar değişkenleri uzayında X olarak belirlediğimiz olurlu bölgeye karşı amaçlar uzayında S ile göstereceğimiz olurlu bölge aşağıdaki gibi olacaktır.

$$S = \{ f(\underline{x}) \mid \underline{x} \in X \} \quad (1.6)$$

Sonuç olarak VMP aşağıda üç değişik notasyondan biri ile gösterilebilir:

1)

$$\max_{\underline{x}} f(\underline{x}) \quad \text{veya,} \quad \max[f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)] \quad (1.7)$$

$$g(\underline{x}) \leq 0 \quad g_k(x) \leq 0 \quad k=1,2,3,\dots,p$$

$$x \geq 0$$

2)

$$\max_{\underline{x}} f(\underline{x}) \quad \text{veya,} \quad \max[f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)] \quad (1.8)$$

$$\underline{x} \in X$$

$$x \in X$$

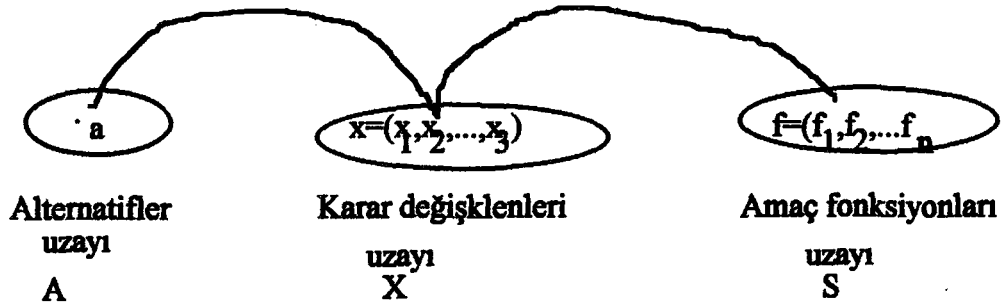
3)

$$\max_{\underline{x}} f(\underline{x}) \quad \text{veya,} \quad \max f(x) = \max[f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)] \quad (1.9)$$

$$f(\underline{x}) \in S$$

$$f(x) \in S$$

En genel halde birbirine tekabül eden olurlu bölgelerin bulunduğu, üç temel uzay arasındaki ilişki şekil 1.2.'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 1.2. Karar Verme Sürecinde Üç Uzay Arasındaki İlişki

ÇAKV problemlerinde ilgi sahasını sonuç uzayı diye nitelendirilen X ve S uzayları oluşturacaktır.

Optimal Çözüm (Optimal solution): VMP için optimal çözüm her amaç fonksiyonunun aynı anda max. değerini veren çözümdür. Yani,

$$\begin{aligned} x^* &\in X \\ f_i(x^*) &\geq f_i(x) \quad i=1,2,3,\dots,m \\ x &\in X \text{ (Tüm } x\text{'ler için)} \end{aligned}$$

ise, x^* VMP optimum çözümdür. Veya,

$\underline{x}^* \in X$ ve $\underline{x} \in X$ için $\underline{f}(\underline{x}^*) \geq \underline{f}(\underline{x})$ ise, \underline{x}^* , VMP için optimum çözümdür.

ÇAKV problemlerinin yapısından dolayı, amaçlar birbirine aykırı olabileceğinden genellikle VMP için bir optimal çözüm yoktur.

Baskın Çözüm (Nondominated or Efficient Solution): Baskın çözüm, herhangi bir amaç fonksiyonu sağladığı anda, VMP'nin diğer amaç fonksiyonlarından en az birine ters düşen çözümdür. Diğer bir deyişle VMP 'nin diğer amaç fonksiyonları arasında en az birinde gerilemeye sebep olmaksızın, diğer bir amaç fonksiyonunda gelişme sağlanamayan çözümlerine baskın çözüm denir(Evren,1992).

Literatürde "nondominated", "efficient", "pareto optimal", "noninferior" terimlerinde kullanılır.

Matematiksel olarak bu çözüm şöyle tanımlanmaktadır.

$$\begin{aligned} x \in X, \quad f_i(x^*) &\leq f_i(x) \text{ bütün } i\text{'ler için} \\ f_j(x^*) &< f_j(x) \quad \text{en az bir } j \text{ için} \end{aligned}$$

şartlarını sağlayan herhangi bir diğer çözüm $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ yoksa $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ çözümü baskındır. Diğer bir şekilde,

$$\begin{aligned} f_i^*(\underline{x}) &\leq f_i(x) \text{ ve en az bir } j \text{ için} \\ f_j^*(\underline{x}) &< f_j(x) \text{ şeklinde herhangi bir } \underline{x} \in X \text{ mevcut değildir.} \end{aligned}$$

VMP'nin çoğunda baskın çözüm kümesindeki çözüm sayısı oldukça fazladır. Bu nedenle KV, diğer kriterleride kullanarak en başarılı çözümler içinde bir son seçim yapmalıdır. Bu şekilde belirlenen kesin çözüm, tercih edilen çözüm olarak bilinir.

Tercih Edilen Çözüm (A Preferred Solution): Tercih edilen çözüm, KV tarafından ilave kriterler de göz önüne alınarak, bunların arasında kesin olarak belirlenen baskın çözümdür. Bu çözüm probleminin bütün kriter değerlerinin olurlu bölgesinde yer alır. Tercih edilen çözüm en iyi çözüm olarak bilinir.

Tatmin Edici Çözüm (A Satisfying Solution): Tatmin edici çözüm, her amacın istenen bütün hedeflerini aşan, olurlu çözüm kümesinin indirgenmiş bir alt kümesidir. Tatmin edici çözümün baskın olması gerekmez. Bu çözüm bilgisi veya yeteneği sınırlı KV'nin davranış yöntemlerini kararlaştıran sadeliğinden dolayı, garanti edilir.

En İyi Uzlaşık Çözüm (The Best Compromise Solution): En iyi uzlaşık çözüm, sonuç karar olarak, ilave bazı kriterlerde kullanılarak, KV tarafından seçilen bir baskın çözümdür.

Tüm bu anlatılanları örnek üzerinde gösterelim:

Örnek:

$$\max f_1 = x_1 + x_2$$

$$\max f_2 = x_2 - x_1$$

Kısıtlar:

$$x_1 \leq 3$$

$$x_2 \leq 3$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Örnek:

$$\max f_1 = x_2$$

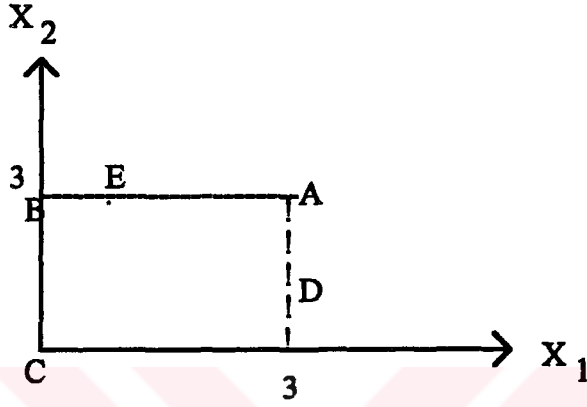
$$\max f_2 = x_2 - x_1$$

Kısıtlar:

$$x_1 \leq 3$$

$$x_2 \leq 3$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$



Şekil 1.3. Karar Değişkenleri Uzayı

Örnek 1 :

Olurlu X kümesinin koordinatları:

$$X = [A(3,3), B(0,3), C(0,0), D(3,0), E(1,3)]$$

$$F = (f_1, f_2) = [(x_1 + x_2), (x_2 - x_1)]$$

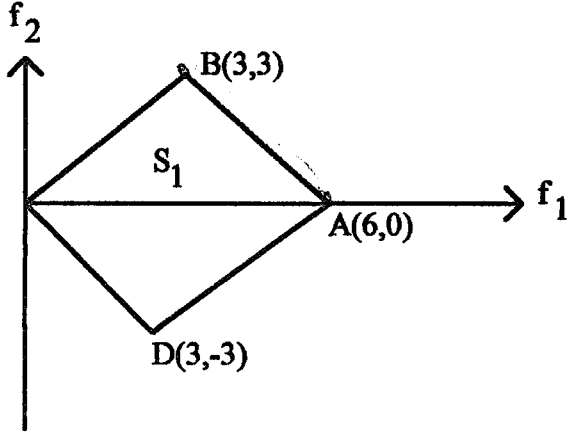
$$F(3,3) = [f_1(3,3), f_2(3,3)] = (6, 0)$$

$$F(0,3) = [f_1(0,3), f_2(0,3)] = (0, 3)$$

$$F(0,0) = [f_1(0,0), f_2(0,0)] = (0, 0)$$

$$F(3,0) = [f_1(3,0), f_2(3,0)] = (3, -3)$$

$$F(1,3) = [f_1(1,3), f_2(1,3)] = (4, 2)$$



Şekil 1.4. Problem 1 için Amaç Fonksiyonları Uzayı

Örnek 2:

Olurlu X kümesinin koordinatları:

$$X = [A(3,3), B(0,3), C(0,0), D(3,0), E(1,3)]$$

$$F = (f_1, f_2) = [(x_2), (x_2 - x_1)]$$

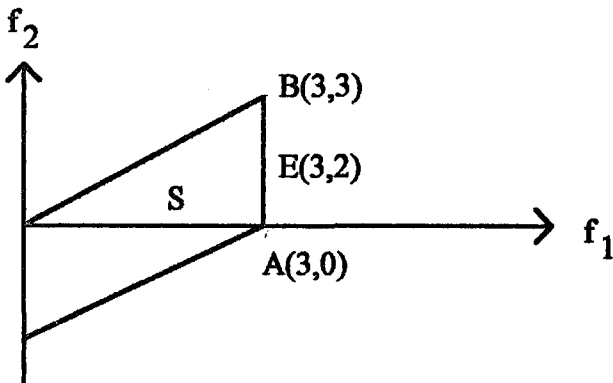
$$F(3,3) = [f_1(3,3), f_2(3,3)] = (3,0)$$

$$F(0,3) = [f_1(0,3), f_2(0,3)] = (3, +3)$$

$$F(0,0) = [f_1(0,0), f_2(0,0)] = (0,0)$$

$$F(3,0) = [f_1(3,0), f_2(3,0)] = (0, -3)$$

$$F(1,3) = [f_1(1,3), f_2(1,3)] = (3,2)$$



Şekil 1.5. Problem 2 için Amaç Fonksiyonları Uzayı

Optimum Çözüm: Optimum çözüm, amaç fonksiyonlarını birlikte en büyükleyen çözümdür. Yani, VMP'nin optimum çözümü her bir amaç fonksiyonunu birlikte en büyükleyen çözümdür. Matematiksel olarak şöyle ifade edilir:

Yalnız ve yalnız,

a) $x^* \in X$

b) $f_i(x^*) \geq f_i(x)$, $i=1,2,3,\dots,m$ ve $x \in X$ ise, x^* , VMP optimum çözümüdür.

VMP'nin optimum çözümü $x^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*, \dots, x_n^*)$ öyle bir çözüm ki yalnız ve yalnız, bunun olurlu bölge içinde olması ve amaç fonksiyonlarında yerine konduğu zaman mümkün (olurlu) içinde olan diğer tüm çözümlerin konması ile elde edilen değerlerden daha büyük değerler vermesi gerekir.

Bu durumda örnek 2 için B(3,3) noktası optimumdur. B(3,3) noktası,

- Kısıt denklemleri sağlıyor. O halde olurlu bölge içinde
- Olurlu bölge içinde ki tüm çözüm alternatifleri amaç fonksiyonlarında yerlerine konduğu zaman $f^*(3,3)$ değerinden daha küçük değerler vermektedir.

Oysa örnek 1'de bu iki şartı sağlayan nokta bulunamamıştır. Bu durumda birden fazla nokta için uzlaşık çözümler aranacaktır.

Baskın çözümlerin sayısının oldukça fazla olduğu daha önce anlatılmıştı. KV diğer kriterleride kullanarak en başarılı çözümler içinde son seçimi yapmalıdır. Baskın çözüm tanım dikkate alındığında örnek problem 1 ile ilgili BA hattı " baskın çözüm" niteliğini taşımaktadır.

Şekil 1.3'de BA hattının baskın çözümler kümesi olduğu aşikardır. Çünkü X olurlu bölgesi içinde ki herhangi bir nokta bu bölgeyi sınırlayan BA hattı üzerindeki en az bir nokta tarafından geçilir. Bu tür çözümlere " basılgın çözüm" adı verilir.

BA hattı üzerindeki çözümler, bir amaç fonksiyonu sağladığı anda, diğer amaç fonksiyonuna ters düşmektedir.

KV en iyi uzlaşık çözümü belirlemelidir.

1.5. Çok Amaçlı Karar Sorunu (Tüfek,1985)

Burada ÇAKV teknik ve modellerinin anlaşılmasını kolaylaştırmak üzere, çok amaçlı bir sorun ele alınacaktır. Bu sorun meyva üreticisinin İzmir'den İstanbul'a taze meyva ulaştırma sorunu olsun. Meyvaların İzmir'den İstanbul'a taşınmasında dört olanak mevcuttur. Bunlar, karayolu, havayolu, denizyolu ve demiryolu-denizyolu seçenekleridir.

1.5.1. Amaç Ve Niteliklerin Tanımlanması

Örgütteki amaçlar hiyerarşisine paralel olarak, karar sorununda amaçlar daha alt düzeyde amaçlara bölünerek, amaçlar hiyerarşisi oluşturulabilir. Amaçlar hiyerarşisinin oluşturulması, en üst amaç oldukça geneldir. Yalnızca sorunla ilgilenilme nedenini gösterir. Daha alt düzeydeki amaçlar ise, daha soyuttur. Bu nedenle en üst amaç için rasyonel ve ölçülebilir ölçütler oluştururlar. Amaçlar, alt amaçlara bölünürken her düzeyde, daha üst düzeydeki amacın tam olarak kapsanmasını garantilemelidir. Ancak bunu yaparken hem dikey, hem yatay yayılmayı önlemeye özen göstermek gerekir. Çünkü, çok fazla bölünme çözümlenmeyi olanaksız biçime dönüştürülebilir. Fazla bölünmeyi önlemek için karar verici önemlilik testi uygulayabilir. Test uygulanırken, tek olarak önemlilik testini geçememelerine karşın, birlikte önemli olan amaçları hiyerarşi dışında bırakmaya özen gösterilmelidir. Çözümleme ilerleyip, karar verici sorun hakkında daha geniş bilgi sahibi oldukça, önemlilik testini, dışarıda bırakılan amaçlar için tekrarlamakta fayda vardır.

Burada ele alınan sorun için en üstün amaç, meyvaların en etkin biçimde taşınmasıdır. Bu üst amacın sağlanması için üretici, üç alt amacı belirler:

- En küçük maliyetle
- En kısa zamanda
- En güvenilir biçimde

Daha sonra bu alt amaçların nitelikleri belirlenmelidir. Niteliklerde olması gereken bazı özellikler vardır.

i. Tamlik: Tamlik ölçüsü, sorunun önemli yanlarının kapsanması ile ilgilidir. Bir nitelik seti, amacın erişilme derecesini belirtmede yeterli ise tamdır. Bu koşul,

hiyerarşideki en alt amaç düzeyi eldeki sorunun tüm önemli yanlarını kapsadığında ve alt amaç düzeyinin nitelikleri daha önce konu edilen kapsamlılık ölçütünü sağladığında yerine getirilir.

ii.İşlemsellik: Nitelikler, en etkin kararın seçilmesi için yapılan çözümlemede anlamlı biçimde kullanılabilirdir. Nitelikler, karar verici için anlamlı olduğunda ve başkalarına açıklama yapmayı kolaylaştırdığında işlemseldir.

iii.Ayrıştırılabilirlik (Decomposition): Nitelikler, çözümülemeyi yalınlaştırmak için bölünebilir olmalıdır.

iv.Gereklilik (Non-redundancy): Belirlenen nitelik setinde gerekmeyen nitelikler bulunmamalıdır.

v.Enküçük Boyut: Çözümlemenin etkin biçimde yapılabilmesi için nitelik sayısı en azda tutulmalıdır.

Niteliklerin bu özellikleri de göz önünde alınarak, birinci alt amacın niteliği olarak her taşıma biçiminin, taşınan birim başına maliyeti seçilmiş ve TL. ile ölçülmüştür.

İkinci alt amacın niteliği olarak ise, her taşıma biçiminin süresi alınmış ve birim olarak saat kullanılmıştır.

Üçüncü amaç olan güvenilirlik amacı ise, daha alt amaçlara bölünebilir. Üreticinin güvenilirlik ölçütü olarak,

- Kaza olasılığı
- Gecikme olasılığı
- Meyvaların korunma derecesini

göz önüne alındığı varsayılın. Her taşıma biçimi için kaza ve gecikme olasılığı, araç ve gecikme koşulları değerlendirilerek geçmiş kayıtlardan elde edilebilir. Korunma derecesi ise, meyvaların araçta taşınması sırasında hava koşullarından etkilenmesi, gerek taşıma gerek indirip bindirme sırasında sarsılması ve ezilmesi göz önüne alınarak saptanabilir. Meyvaların korunma derecesi niteliğinin ölçülmesinde iki yol izlenebilir. İlk olarak yönetici deneyim ve yargısına dayanarak her taşıma biçimini,

meyvaların korunması açısından; çok iyi, iyi, orta, kötü, çok kötü olarak değerlendirilebilir. İkinci yol, korunma derecesi için bir yaklaşık nitelik kullanmaktır. Korunma derecesi için, objektif olarak ölçülebilen kilogram başına fire, yaklaşık nitelik olarak alınabilir. Ancak burada da göz önünde tutulacak nokta, taşıma biçiminden kaynaklanan fireyi (eğer ayırt edilebiliyorsa) göz önüne almaktır.

Yukarıda ki tartışmaya bağlı olarak, bu aşamada vurgulanması gereken bir nokta da niteliklerin seçimi sırasında gerekmeyen niteliklerin seçilmemesine özen gösterilmesidir. Örneğin çürüme ve bozulmanın en aza indirgenmesi dördüncü bir amaç olarak ele alınsaydı, zamanın çürüme ve bozulmada birinci derecede etken olması nedeni ile ve ikinci amaç olarak zamanın en küçüklenmesi seçildiğinden, bu son amaç gereksiz bir amaç olacaktı.

Yöneticinin ayrıntılı olarak düşündükten sonra çözümlenmede kullanacağı nitelikler aşağıdaki gibi belirlesin:

- Maliyet
- Zaman
- Kaza olasılığı
- Korunma

Korunma subjektif olarak ordinal ölçülsün. Nitelik değerlerinin tümünün kesin olarak bilindiği varsayıldığında, alternatif taşıma biçimleri için nitelik değerleri Tablo.1.1 gibi hesaplanmış olsun.

Tablo 1.1. Alternatif Taşıma Biçimi İçin Nitelik Değerleri

Nitelik	Hava Yolu	Deniz yolu	Kara yolu	D.mir+D.y.
Maliyet(TL/kasa)	160	110	80	90
Zaman(saat)	3	18	8	15
Kaza olasılığı	0.05	0.01	0.25	0.07
Korunma	çok iyi	çok iyi	orta	iyi

Her alternatif taşıma biçimi, her nitelik için verilen değerlerden oluşan bir sonuç vektörü ile gösterilebilir. Örneğin, hava yolu ile taşıma $a_1 = (160, 3, .05, \text{çokiyi})$ vektörü ile simgelenir.

Tablo 1.1. 'de ki bilgilere göre bir taşıma biçiminin seçiminin amaca bağlı olduğu açıktır. Karar vericinin amacı, maliyeti en küçükleme ise karayolunu, taşıma süresini en küçükleme ise hava yolunu, kazaları en küçükleme ise deniz yolunu seçmelidir. Ancak meyvaların etkin biçimde taşınmaya başlaması bu dört niteliğin tümüne bağlı olduğundan, karar verirken dört nitelikte göz önüne alınmalıdır. Karar vericinin çok nitelikli sorununa yaklaşım yapabilmesi için kullanabileceği değişik modeller vardır.

1.6. Çok Amaçlı Karar Verme Yaklaşımları

Karar Verici, genel anlamda çok nitelikli taşıma sorununa iki biçimde yaklaşabilir.

- Her alternatif taşıma biçiminin vektör biçiminde gösterilen sonuç değerlerini, o taşıma biçiminin değerini gösterecek biçimde tek sayıya indirgeyerek seçim yapmak.
- Nitelikler arası karşılaştırmalar gerektirmeden, niteliklerin bireyselliğini koruyarak seçim yapmak.

Birinci durumda, her niteliğe bir önem katsayısı (ağırlıklandırma) verilir. Her niteliğe bir değer atandığında, bu ağırlıklar kullanılarak, nitelik değerlerinin ağırlıklı ağırlıklı doğrusal kombinasyonları alınıp, her alternatif için toplam değer (etkenlik ölçütü) elde edilebilir.

$$V(a_i) = \sum_{j=1}^m w_j(a_{ij}) \quad (i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,3,\dots,m) \quad (1.10)$$

Burada verilen örnek için $i=4$, $j=4$ 'tür. Bu modeller, nitelikler arası takasa (ödünleşime) yer verirler. Bir nitelikteki değişme, çok küçük olsa bile, diğer bir nitelikteki ters bir değişmeyi karşılayabilir. Bu nedenle, böyle modellere karşılayan (compensatory) modeller denir

İkinci yaklaşım da, her nitelik için sağlanması gereken eşik değerleri (threshold values,

cut-off values) verilmelidir. Örneğin, verilen örnekte en düşük (en yüksek) kabul edilebilir değerler, maliyet için 150 TL/kasa, zaman için 10 saat, kaza olasılığı için 0.25 ve korunma için iyi derecede korunma alındığında, hiç bir taşıma biçiminin bu en düşük(en yüksek) kabul edilebilir değerleri karşılamadığı, yani tatmin edemediği görülür. Bu durumda, kabul edilebilir değerlerden bir yada bir kaçını gevşetilmelidir. Örneğin en yüksek zaman 10 saat'ten 15 saat'e çıkarıldığında, demiryolu-denizyolu seçeneğinin kabul edilebilir olduğu gözlemlenir. İki yada daha çok seçenek kabul edilebilir olduğunda ise seçim, kabul edilebilir eşik değerleri sıkıştırarak ya da başka yöntemler kullanılarak yapılır. Bu yöntemde, niteliklerin bireyselliği korunmuştur. Diğer bir deyişle, karşılaştırmalar her nitelik için ayrı ayrı gerçekleştirilir. Nitelikler arası değişime izin verilmez. Bir seçenek için bir niteliğin değerinin yüksek olması (havayolu seçeneğinde zaman); aynı seçeneğin diğer bir niteliğinin düşük olmasını (havayolunda maliyet) karşılayamaz. Bu nedenle, böyle modeller karşılamayan (non-compensatory) modeller adı verilir.

ÇAKV modelleri dört gruba ayrılabilir(Zeleny,1973):

- Karşılamayan modeller
- Karşılayan modeller
- Matematiksel programlama modelleri
- Uzaysal yakınlık modelleri

Matematiksel programlama ve uzaysal yakınlık modelleri içerikleri ayrı olarak ele alınmalarını gerektirdiklerinden, ayrı birer grup olarak tartışılmıştır.

1.6.1. Karşılamayan Modeller

Sırayla eleme yöntemi (Sequential elimination methods): adını alan bu modeller, belirlenmiş nitelikleri ve nitelik değerleri olan seçenekler setini, niteliklerin bazen, yalnızca ordinal olan ölçeklemesini, nitelikler arası kısıtlar setini, nitelik değerlerine göre sırayla karşılaştıracak bir süreci içerirler

Karşılamayan çok nitelikli modeller şöylece sıralanabilir:

- Baskınlık modelleri
- Yetinme modelleri
- Leksikografik modeller

- Maksimin ya da minimaks
- Maksimaks

i.Baskınlık Modelleri: Seçenek sayısı, seçeneklerin nitelikleri arasında karşılaştırma yapılması ve baskın olmayan seçeneklerin ayıklanması ile azaltılabilir. a_1, a_2 seçenekleri için,

$$a_{1i} \geq a_{2i} \quad (\text{tüm } i \text{ nitelikleri için})$$

$$a_{1i} > a_{2i} \quad (\text{en az bir } i \text{ niteliği için})$$

olduğunda a_1 seçeneği, a_2 seçeneğine baskındır. Diğer bir anlatımla, her bir seçenek bir diğeri ile karşılaştırıldığında, eğer bir seçenek (a_1), her nitelik için en az diğeri kadar iyi yada daha iyi ise, bu seçenek diğere (a_2) baskındır. Yani bu seçeneğin değeri, öteki seçeneklerden daha fazladır. Teknik anlamda,

$$u(a_1) > u(a_2) \text{ 'dir.}$$

Bu durumda a_1, a_2 'ye yeğlenir. Ve a_2 daha sonraki çözümlenmeye alınmaz. Bu biçimde karşılaştırmalarla, yalnızca üstün olan (pareto optimal) seçenekler son çözümlenmede yer alırlar. Tablo 1.1'de dört seçenek taşıma biçiminden hiçbirinin baskın olmadığı gözlemlenmelidir. Örneğin, denizyolu ve karayolu seçenekleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, karayolu maliyet ve zaman açılarından denizyoluna göre baskın olmasına karşın, denizyolunun kaza olasılığı ve korunma açılarından karayoluna baskın olduğu görülmektedir. Baskınlık, son kararı vermede kullanışlı bir yöntem değildir. Ancak, çok sayıda alternatif davranış biçimi bulunduğu, seçenek sayısını azaltarak, sorunun çözümünü kolaylaştırır. Baskınlık ölçütü uygularken;

- Nitelik değerleri için sayısal bilgi gerekmemekte
- Karar vericinin belirli nitelik yeğleri ile ilgilenilmemekte
- Karar vericinin, niteliklerin göreceli önlemlerini belirleme zorunluğu olmamaktadır.

ii.Yetinme Modelleri: Bu modellerde, seçeneklerin nitelikleri ile (bir kısıtlar seti ile) karşılaştırılır. Başka bir anlatımla, yetinmez modelleri, seçenekleri, kabul edilebilir ve kabul edilemez olarak iki gruba ayrılmaktadır.

- Konjonktif
- Disjonktif

olmak üzere, iki tip yetinme modeli vardır.

Konjoktif Modeller: Her nitelik için bir standart değer (g_1) saptanır. Bu standart değere literatürde; beklenti düzeyi (Aspiration level), kesme değeri (cut-off value), eşik değeri (treshold value), amaç değeri (goal value) de denmektedir. Konjoktif model "ve" ilişkisi ile nitelenebilir. Bir seçeneğin kabul edilebilir olması, bütün standartların sağlanması yada aşılması ile olanaklıdır. Teknik bir deyişle a_i seçeneğinin kabul edilebilir olması için her niteliğinin g_1, \dots, g_m 'den daha iyi olması yada en az g_1, \dots, g_m 'i karşılaması gerekmektedir.

Örnek sorunda karar verici, eşik değerleri olarak, maliyet için 100TL/kasa, zaman için 15 saat, kaza olasılığı için 0.16, korunma için "iyi" değerleri saptanmış olsun. Bu durumda yalnız demiryolu-denizyolu seçeneğinin bu değerleri sağladığı görülür.

Disjonktif Modeller: "Veya" ilişkisi ile nitelendirilebilir. Disjonktif modelde, her kritik m niteliği için bir standart saptanır. a_i seçeneği, bu kritik değerlerden birini aştığında kabul edilebilir.

Yine örnek olarak alınan sorunda, karar verici kritik standart olarak, maliyet için 80 TL/kasa ve zaman için 10 saat saptanmış ise; her taşıma seçeneği bu standartlarla karşılaştırıldığında, kara yolunun her iki standardı; hava yolunun ise zaman standardını karşıladıkları gözlemlenmektedir. Konjoktif modelde seçeneklerin standartların tümünü aşması gerektiğinden, standartlar kabul edilebilir en düşük düzeylerde saptanmış ise, çok az sayıda seçenek standartları aşabilir. Karşıt olarak, disjonktif modelde, yalnızca bir standartın aşılması gerektiğinden, standartlar en yüksek düzeylerde saptanmadığında, pek çok seçenek kabul edilebilir olacaktır. Genellikle, seçenekler standartlarla karşılaştırıldığında; baskınlık modellerinde olduğu gibi yetinme modellerinde de elde bir kaç olurlu seçenek kalacaktır. Yine de, yetinme modelleri, kalan seçenekleri elemek için standartları yükseltti, alçaltarak, etkileşimli biçimde kullanabildiklerinden baskınlık modellerinden biraz daha üstündür. Yine baskınlık modellerinde olduğu gibi, yetinme modellerinde de, nitelikler arası karşılaştırmalarda nitelik hakkında bilginin sayısal değer olarak belirlenmesi gerektirmezler. Yalnızca hangi değer in yeğlendiğinin bilinmesi yeterlidir. Ayrıca bu modelde de baskınlıkta olduğu gibi niteliklerin önemleri hakkında bilgi gerekmemektedir. Ancak yetinme modellerinin bilgi gereksinimleri, baskınlık

modellerinden daha fazladır. Çünkü yetinme modellerinde en büyük (yada en küçük) kabul edilebilir değerlerin bilinmesi gerekmektedir. Yine de, seçeneklere çok iyi (kötü) nitelik değerlerinden dolayı ödül yada ceza verilmemektedir.

Baskınlık ve yetinme modellerinde karar sorunu çok boyutluluğunu korur. Ancak bu modeller, seçenekleri son seçim için belirli bir seçenekler setine indirgemede etkin olmalarına karşın, son seçimi yapmada etkisiz kalırlar.

iii.Leksikografik Modeller: Leksikografik modeller, nitelik değerlerini sırayla tek tek ele alınarak seçenekler arasında karşılaştırmalar yapması açısından, daha önce tartışılan modellerden ayrılır. Seçenekler önce en önemli niteliğe göre sıraya konur. Eğer buna göre bir seçenek seçilebilirse, diğer nitelikler dikkate alınmaz. İki ya da daha çok seçenek en önemli nitelik değeri açısından eşit ise, ikinci en önemli niteliğe geçilir. Süreç tüm seçenekler sıraya konuluncaya ya da m sayıda nitelik elde edilinceye kadar sürere. Sözlük oluşturmada, kelimelerin sıraya konma yöntemine olan benzerliği nedeni ile, bu yöntemle Leksikografi adı verilmiştir. Teknik olarak, leksikografik model şöyle tanımlanabilir: m nitelikli bir problemde, birinci nitelik en önemli nitelik; ikinci nitelik ikinci önemli nitelik, üçüncü nitelik üçüncü önemli nitelik olsun. Aşağıdaki a_1, a_2 seçenekleri karşılaştırılsın.

$$a_1 = (a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1m})$$

$$a_2 = (a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2m})$$

Leksikografik sıralamada, $a_{11} \geq a_{21}$ olduğunda, a_{11} ve a_{21} arasındaki ilişkiye bakılmaksızın, a_1, a_2 'ye tercih edilir ($a_1 \geq a_2$). $a_{11} = a_{21}$ ise, seçim a_{12} ve a_{22} karşılaştırarak gerçekleştirilir. $a_{12} = a_{22}$ ise, bu kez a_{13} ile a_{23} karşılaştırılır.

Yine taşıma probleminde, niteliklerin en önemliden başlamak üzere; maliyet, zaman, korunma, kaza olasılığı olduğu var sayılsın. Bu durumda, en düşük maliyeti seçenek olan karayolu seçilir. Ancak, karayolu maliyeti 80 TL/kasa yerine 90 TL/kasa olsaydı, karayolu ve demiryolu-denizyolu seçeneklerinden birini seçebilmek için ikinci önemli nitelik olan zaman niteliğinin değerleri karşılaştırılacaktı.

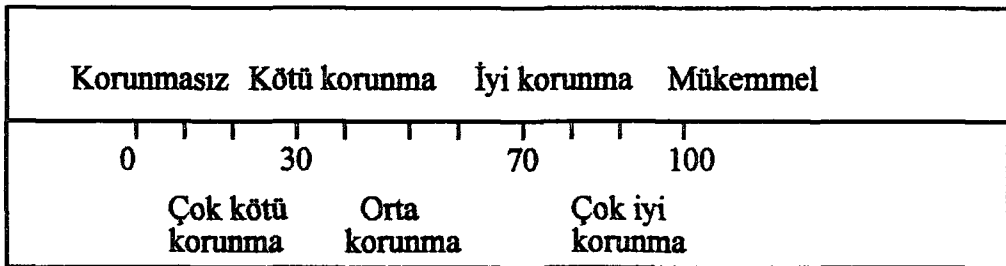
Tartışılan iki modelden farklı olarak bu yaklaşım, niteliklerin önemlerine göre ordinal olarak ölçülmelerini (sıraya konulmalarını) gerektirmektedir. Her üç modelde de,

nitelikler arası karşılaştırmalar yapılmadığından, nitelik ölçeklerinin diğerleri ile kıyaslanabilir. Ve uyumlu olması gerekmektedir. Bir nitelik TL, diğer nitelik saat olarak gösterilebilir. Ek olarak nitelik değerlerinin sayısal olma zorunluğu yoktur.

Bir karar probleminde tartışılan bu üç modelin değişik kombinasyonları kullanılabilir. Örneğin; yine leksikografide olduğu üzere, nitelikler tek tek ele alınıp, seçenekler arası karşılaştırma yapılır. Ancak eleme, belli bir standartı aşım aşımaya göre gerçekleştirilebilir (Tversky,1972). Bu yöntemde görünüşe göre eleme (elimination by aspect) adı verilir.

Karşılamayan modellerden aşağıda tartışılacak olan ve her seçeneği tek etkinlik ölçüsü ile (değer) nitelendiren maksimin ve maksimaks yöntemlerinde nitelik değerlerinin niteliklerarası karşılaştırmaları olanaklı kılmak amacı ile uyumlu olma zorunluğu vardır. Bu nedenle, tüm nitelik değerleri karşılaştırılabilir ölçekle gösterilmelidir.

Verilen örnekte korunma niteliğini sayısal ölçeğe dönüştürmek için; çok iyi, iyi, orta olarak saptanmış sayısal olmayan değerler sayısal olarak açıklanabilir. Örneğin; 100 noktalık bir ölçek seçilebilir. Önce uç noktadan başlanarak, ölçekteki en büyük sayıya fiziksel olarak gerçekleştirilecek en yüksek nitelik değeri (örnekte mükemmel korunma), en küçük sayıya da fiziksel olarak olanaklı en düşük nitelik değeri verilebilir (örnekte korumasız). Ölçeğin orta noktası, niteliğin başabaş değerini simgelemelidir. Başabaş noktasının üstünde olanlar tercih edilir. Altındakiler ise tercih edilmez.



Şekil 1.6 : Korunma niteliği ölçeği

Örnekte karar verici, korunma niteliğinin ölçeğini şekil görüldüğü üzere saptamıştır. Bu değerler Tablo 1.1 'da yerine konduğu zaman Tablo 1.2 oluşur.

Tablo 1.2. Sayısal Olmayan Nitelikleri Sayısal Değere Atama

	a_1	a_2	a_3	a_4
Maliyet (TL/kasa)	160	110	80	90
Zaman(Saat)	3	18	8	15
Kaza olasılığı	.05	.01	.25	.07
Korunma	85	85	70	50

Bu sayısal atamaların rastgele olduğu ve başka ölçeklerin kullanılabilceği gözden kaçmamalıdır. Sayısal olmayan niteliklerin, sayısallaştırılmaları çözümlene yapabilmek için yetersizdir. Tüm sayısal değerlerin karşılaştırılabilir olması gerekmektedir. Yukarıda açıklanan biçimde örnekleme yöntemi ile karar vericinin diğer niteliklere de Tablo 1.3 'de karşılaştırılabilir değerleri atadığı varsayalım.

Tablo 1.3. Nitelikler İçin Karşılaştırılabilir Sayısal Değerler

Önem Ağırlıkları	Nitelikler	a_1	a_2	a_3	a_4
.4	Maliyet	30	50	85	75
.3	Zaman	90	60	30	20
.1	Kaza olasılığı	90	95	60	85
.2	Korunma	85	85	50	70

Şimdi maksimin ve maksimaks yöntemleri uygulanabilir.

iv. Maksimin Modeller: Maksimin Modeller: Maksimin yönteminde en küçük nitelik değeri içinde en büyük nitelikli seçenek seçilir. Simgesel olarak:

$$\text{maks}(a_i) \text{ min}_j a_{ij}$$

Maksim'in yöntemi, sorunun niteliklerin ancak, oldukça karşılaştırılabilirliği yüksek olması durumunda kullanılabilir. Yöntem; her seçenek için farklı olabilen dejenere bir ağırlıklandırma kullanılarak, her seçenek için en düşük değerli niteliğe 1, diğer tüm niteliklere 0 katsayısı atar. Her seçenek için nitelik değerleri karşılaştırılarak en kötü değer bulunur. Çözümlemenin bundan sonraki bölümünde, bu değer o seçeneği simgeler. Karar verici, bu en kötü değer en büyüğünü seçer.

Bu yöntem, yalnızca seçeneğin toplam performansı; bir zincirde en dayanıksız halka gibi en zayıf nitelikle belirlendiğinde geçerlidir. Örneğin; uçak tasarımı seçiminde ve genelde güvenlik sistemlerinin tasarımında, en kötü nitelik belirlenerek bunlar arasında en az kötü olan tasarım seçilebilir.

Maksim'in yöntem, burada ele alınan sorunun yapısına uygun düşmemekle beraber, yöntemin işleyişi açısından bakıldığında Tablo 1.3'deki değerler içinde, havayolu seçeneği için en kötü değer 30, denizyolu seçeneği için 50, karayolu için 30, demiryolu-denizyolu için 20'dir. Bu değerler içinde en büyüğü olan denizyolu seçilecektir. Görüldüğü gibi, bu yöntemde, son seçimi yaparken, eldeki bilgilerin yalnız bir kısmı, her seçenek için yalnızca bir nitelik değeri kullanılmaktadır. Bir seçenek diğer tüm değerlerden üstünde olsa, tüm niteliklerde ortalama değerlere sahip bir başka seçenek seçilir. Bu da maksimum yöntemin en büyük sakıncasını oluşturmaktadır.

v. Maksimaks Modeller: Maksimaks yöntemi, en büyük nitelik değerleri arasından en büyük nitelikli seçeneği seçer. Sembol olarak aşağıdaki biçimde açıklanır.

$$\text{maks}(a_i) \text{maks}_{i,j}$$

Maksim'in yöntemine karşıt olarak, maksimum yöntemi; seçeneği en büyük nitelik değerleri ile simgeler. Bu yöntem de, dejenere ağırlıklandırma kullanılarak, en iyi nitelik değerlerine 1, diğer tüm nitelik değerlere 0 ağırlığı atar. Bu nedenle, yine niteliklerin karşılaştırılabilme dereceleri yüksek olan durumlarda kullanılmalıdır. Söz konusu yöntemde de, son seçim, yalnızca seçeneklerin tek nitelik değeri göz önüne alınarak yapıldığından, bu yöntem sakıncalıdır.

Bu yöntem, verilen örneğe uygulandığında; a_1 seçeneği için en yüksek değer 90, a_2

için 95, a_3 ve a_4 için 85 olduğundan, en yüksek değerlerin en büyüğü 95'tir. Bu nedenle a_2 seçeneği seçilir.

1.6.2. Karşılıyan Modeller

Karşılıyan Modellere girmeden önce; niteliklerin birbirini karşılması, birbirinin yerine geçmesi açısından önemli bir kavram olan ödünleşim (trade-off) üzerinde durmakta yarar vardır. Çok nitelikli bir karar sorununda yöneticinin temel işlevi, nitelikler arasında ödünleşim değerlerini belirlemektir. Örneğin, yeni bir yatırım kararında, risk ile kazançlılık; yeni bir savunma sistemi kararında, güvenilirlik ile maliyet; yeni bir ilacın pazara sürülmesinde, ilacın yan etkileri ile hastalığın kısa süreli tedavisi arasında takaslar yapmak durumundadır. Ödünleşim, karar vericinin bu nitelikten daha fazla kazanmak için, diğer bir nitelikten ne kadar vaz geçeceğini belirlemesidir. Takas yapmak ve bu yoldan seçenekleri değerlendirmek için karar vericiden gerçek bir seçenek (0_1) ile tanımlanmış bir referans (sonuç seti) seçenek $(0'_1)$ arasında kayıtsız olduğu noktayı belirlenmesini istemektedir. Kayıtsızlık durumu $0_1 \propto 0'_1$ ile simgelenabilir. Daha sonra karar verici, karar durumunda her seçenek için böyle bir kayıtsızlık noktası belirleyebilir. Örneğin karar durumunda iki seçenek varsa, karar verici ödünleşim ile $0_2 \propto 0'_2$ noktayı belirler. Bu ödünleşim süreci, $0'_1$ ve $0'_2$ referans sonuç seti, yalnızca bir nitelik dışında eşit olacak biçimde kurulabilir. Bu durumda, $0'_1$ ve $0'_2$ 'den birini tercih etmek kolay olacaktır. Eğer $0'_1, 0'_2$ 'e tercih ediliyorsa, bu 0_1 'in de 0_2 'e tercih edileceği anlamına gelir. Çünkü $0_1 \propto 0'_1 \geq 0_2 \propto 0'_2$ olmaktadır.

Bu süreç, Tablo 1.2' deki değerleri gözönüne alınarak yalnızca a_1 ve a_3 seçenekleri değerlendirilsin. Referans sonuç seti olarak $(x, 8, 0.05, \text{orta})$ değerleri seçilmiş olsun. Maliyetin x olarak simgelenmesi, her seçenek için, referans sonuç setindeki değerleri elde etmede maliyette ödünleşim uygulanacağı anlamına gelmektedir. Sonuçta, genellikle seçenekler arasında yalnızca maliyet niteliği farklı olacaktır.

Birinci seçenek (a_1) için karar vericiye $(160, 3, 0.05, \text{çok iyi})$ ile $(x, 8, 0.05, \text{çok iyi})$ arasında kayıtsız olması için maliyetin ne kadar düşük olması gerektiği sorulur. Karar verici bu miktarı 60 TL olarak belirlemiş olsun. Bu durumda karar verici için $(160, 3, 0.05, \text{çok iyi}) \propto (100, 8, 0.05, \text{çok iyi})$ 'dir. Daha sonra karar vericiye $(100, 8, 0.05, \text{çok iyi})$ ve $(x, 8, 0.05, \text{çok iyi})$ arasında kayıtsız olması için maliyetin ne

kadar düşük olması gerektiği sorulur. Karar vericinin yanıtı 15 olduğunda (100,8,0.05,çok iyi) \succ (85,8,0.05,orta) 'dır. Kayıtsızlık belirlemelerinin geçişme (transitivity) özelliği varsayıldığında,

Kayıtsızlık	Ödünleşim
(160,3,0.05,çok iyi) \succ (100,8,0.05,çok iyi)	Maliyette 60 TL.'lik azalmaya karşı zaman 5 saat arttır.
(100,8,0.05,çok iyi) \succ (85,8,0.05,orta)	Korunmayı çok iyiden ortaya düşürmek maliyeti 15 TL düşürür.

Aynı süreç a_3 seçeneği içinde tekrarlanır. Karar vericiye (80,8,0.25,orta) ile (x,8,0.05,orta) seçeneği arasında kayıtsız olması için maliyetin ne kadar artmasına izin verdiği sorulur. Karar verici bunu 10 TL'lik olarak saptamış olsun. Bu durumda (80,8,0.25,orta) \succ (90,8,0.05,orta) olur. (85,8,0.05,orta) \geq (90,8,0.05,orta) olduğundan $a_1 \geq a_3$ dır. Yani, a_1 seçeneği tercih edilir.

Bu takas süreci kavramsal olarak yalın bir süreç olup, belirlilik ve belirsizlik durumlarının her ikisi içinde geçerlidir. Çok amaçlı seçeneklerin değerlendirilmesinde kullanışlı bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Karar vericinin tercihleri hakkında belirli bir varsayım gerekmez. Gerekli olan, takasların yapılabilmesi için en az bir niteliğin sayısal ölçekte ölçülebilmesidir. Ancak bu süreç, özellikle seçenek sayısı fazla olan sorunlarda, uygulanması özen gerektiren, zaman alıcı bir süreçtir. Böyle durumlarda kullanılacak daha formel modeller aşağıda tartışılacaktır.

Bu formel modellerde de, maksimin ve maksimaks modellerinde olduğu üzere, her seçenek tek etkinlik ölçüsü ile belirtilir. Karşılayan modeller, nitelik değerleri ile ilgili bilgilerin birbirleri ile kıyaslanabilir olmalarının yanısıra, sayısal ölçekte ölçülmelerini gerektirmektedir. Ayrıca her niteliğin görelî önemide dikkate alınmalıdır. Bu yöntemin temel aşamaları şunlardır:

- Her seçenek için tüm nitelik ölçüklerinin karşılaştırılabilir sayısal ölçekte sayısal değerlerle ifade etmek

- Her niteliğin görelî önemini toplam içinde yüzde olarak belirleyen veya niteliklerin toplam etkinlik ölçüsüne etkilerini belirleyen görelî önemlilik katsayısını atamak.
- Her seçenek için, nitelik değerlerini toplayıp ve/veya çarparak, tek bir toplam etkinlik ölçüsü elde etmek.

Bu modellerin karşılayan modeller olarak nitelendirilmesi, modellerde, bir niteliğin düşük değerinin, diğeri bir niteliğin yüksek değeri ile karşılanmamasındandır. Niteliklerin birbirini karşılama biçimleri modelleri birbirinden ayırt etmeye yarar.

Karşılayan modeller şunlardır:

- Toplamlı etkinlik ölçüsü (Fayda modeli)
- Doğrusal olmayan (yarı-toplamalı, çarpımlı) etkinlik ölçüsü modeli,

i. Toplamlı Model: Bu model, en çok dikkat çeken ne en geniş biçimde kullanılan çok amaçlı modellerden biridir. Daha öncede tartışıldığı üzere matematiksel olarak, bu model;

$$V(a_i) = \sum_{j=1}^m (w_j)(u(a_{ij})) \quad (i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,3,\dots,m) \quad (1.10)$$

w_j , j niteliğinin görelî önemini $w_i u(a_{ij})$ de, bu niteliğin toplam etkinlik ölçüsünde payını göstermektedir. Diğeri bir deyişle;

$$v_{ij} = w_i (v_{ij}) \quad \text{olduğunda,} \quad (1.11)$$

$$V(a_i) = \sum_{j=1}^m v_{ij} \quad \text{olmaktadır.}$$

Bu model, ele alınan ulaştırma probleminde uygulanabilir. Problemede toplamlı modelin geçerli olduğu ve niteliklerin görelî ağırlıklarının karar verici tarafından Tablo 1.2'deki gibi belirlendiği saptanmış olsun. Denklem 1.10 kullanılarak her seçenek için Tablo 1.2 'deki nitelik değerleri görelî ağırlıkları ile çarpılıp toplandığında ;

$$\begin{aligned} u(a_1) &= 56 & u(a_2) &= 64.5 \\ u(a_3) &= 59 & u(a_4) &= 58.5 \end{aligned}$$

bulunur ki, en yüksek etkinlik a_2 seçeneğini olduğundan, bu seçenek seçilir.

ii. Doğrusal Olmayan Modeller: Doğrusal olmayan modeller; yalın doğrusal toplamı modellerden daha karmaşık fonksiyonları içerir. Örneğin, yalnızca iki nitelikli bir karar sorunu ele alındığında ve nitelik değerleri birbirleri ile etkileşimli olduğunda, aşağıdaki doğrusal olmayan model geçerli olur.

$$v(a_i) = w_1 v(a_{i1}) + w_2 v(a_{i2}) + w_3 v(a_{i1}, a_{i2}) \quad (1.12)$$

Burada, a_{i1} ve a_{i2} , i 'inci seçeneğin birinci ve ikinci niteliğinin değerleridir. Denklem (1.12) şöyle de yazılabilir.

$$v(a_i) = v_{i1} + v_{i2} + v_{i1,2} \quad (1.13)$$

Burada, v_{i1} ve v_{i2} birinci ve ikinci niteliğin etkinlik ölçüsüne tek başına katkısını, $v_{i1,2}$ ise iki niteliğin etkileşim etkisinden dolayı etkinlik ölçüsüne katkısını göstermektedir.

Etkileşim etkisi; niteliklerin tek başına değerlendirilemeyecekleri, diğer bir deyişle tek tek niteliklerin etkinlik ölçüsüne ayrıştırılmayacakları anlamına gelmektedir. Açıklanan örnekte; korunma, kaza olasılığı, zaman ve maliyetten bağımsız olarak değerlendirilmeyebilir. İyi bir korunma; zaman çok uzun ve maliyet çok yüksekse, bir anlam ifade etmeyebilir. Bu durumda, doğrusal model gerçekçi olmayabilir.

Doğrusal olmayan modeller için çarpımlı yada başka modeller kullanılabilir. Konunun oldukça uzun olması nedeni ile burada üzerinde fazla durulmayacaktır. Ancak, bu modellerin parametrelerinin iki yöntemle hesaplanabileceği belirtilmelidir.

- Regrasyon analizi gibi istatistiksel yöntemlerle geçmiş verilerden yola çıkarak
- Doğrudan sorgulama ile (Huber,1974)

1.6.3. Matematiksel Programlama Modelleri

Matematiksel programlama modelleri en çok dikkati çeken modellerdir. Bu modellerin bazı ortak özellikleri vardır.

- Sonsuz (Sayılabilir) ya da çok büyük sayıda seçenekler seti
- Teknolojik kısıtlar
- Genel ya da yerel, karşılayan biçimde olan bir amaç fonksiyonu
- En iyi noktaya yakınsamak için daha çok tercih edilen noktalar oluşturacak bir algoritma

i. Doğrusal Programlama: Klasik doğrusal programlama modelleri çok amaçlı karar modeli olarak ele alınabilir. Modelin değişkenleri, nitelikler, doğrusal kısıtlar, nitelik kombinasyonlarının doğrusal toplamı (konjaktif) kısıtları olup, ayrıca karşılayan bir amaç fonksiyonu vardır. Doğrusal programlama modelinde amaç, niteliklerin en iyi kombinasyonunu biraraya getirerek, amaç fonksiyonunu en küçükmek yada enbüyükmektir. Simpleks yöntem gibi etkin çözüm algoritmaları vardır. Amaç fonksiyonunun birden çok olduğu çok amaçlı doğrusal programlama sorunlarında ise, bazıları etkin olmayan yaklaşımlar yapılmaktadır. Bunlar her amaç için belli bir düzey saptamak, bir amaç dışında tüm amaçlara en düşük düzeyler saptamak, tüm baskın uç noktaları saptamak ve amaçları ağırlık katsayıları ile birleştirmektir. Son yaklaşım çekici olmakla birlikte, ağırlıkların saptanması güç bir iştir. Ağırlıkların saptanmasında bir yöntem, az sayıda etkin çözümler oluşturmak ve karar vericiye sorular sorularak, ağırlık koniğini daraltan etkileşimli yaklaşımda bulunmaktadır (Steuer,1977). Bir başka yaklaşım, rastgele bir çözümle başlanarak, karar vericinin bu çözüm için ilgili ödünleşim ile ilgili yeni katsayılar ve çözümler getiren etkileşimli yaklaşımdır (Zionts,1976). Ağırlıklar, doğrusal programlama sorununun her amaç için tek tek çözülerek bu çözümlerin her amaç için oluşturduğu matrisin iki kişilik sıfır toplamı oyun olarak çözülmesi ile elde edilebilmektedir.

ii. Amaç Programlama: Amaç programlama temel olarak, doğrusal programlamanın bir uzantısıdır. Amaç fonksiyonu niteliklerin karar verici tarafından saptanan hedef düzeylerinden olan sapmalardan oluşur. Modelin amacı, bu sapmaları en küçükmektir. Karar vericinin ayrıca her sapma için tercihini belirlemesi gerekmektedir. Başka bir deyişle, amaç fonksiyonu önceliklendirilmiştir. Modelin çözümü için standart programlama yöntemleri kullanılır.

Amaçlar için hedef düzeylerinin saptanmış olması modelin bir bakıma karşılanamayan model biçimine sokmaktır. Ayrıca sapmalar için öncelik kullanılmasında modeli leksikografik bir yapıya dönüştürmektir. Amaçların en iyilenmesi yerine, sapmaların enküçüklenmesi ile karar verici amaçlara yeterli düzeyde erişilmesini ister. Yani, amaç programlama bir yetinme yaklaşımı olmaktadır.

Amaç programlamada karar vericinin tercihleri hakkında kesin bilgiler elde etme zorunluğudur. Bu bilgiler; beklenti düzeyleri, öncelik sınıflamaları, bu sınıflama içindeki ağırlıklardır. Bu sapıncaları ortadan kaldırmak üzere etkileşimli yorumlar geliştirilmiştir. Önceliklerin saptanmasında, daha önce doğrusal programlamada amaçların ağırlıklarını saptamak için tartışılan etkileşimli yaklaşımlardan yararlanılabilir.

Etkileşimli programlama, genel bir amacı açıkça saptamak yerine, karar vericiden olurlu bir seçeneğin etrafında yerel takaslarını belirlemesini ister. Bu ödünleşim değerleri, yerel bir amaç fonksiyonunda bir matematiksel programlama algoritması ile, o amaç için en iyi çözüm geliştirmede kullanılır. Bu noktada karar verici, yine algoritmaya girdi oluşturmak üzere yeni ödünleşim değerleri belirtme hakkına sahiptir. Bu süreç karar verici ödünleşim değerlerini düzeltme gereği duymayınca ve en iyi çözüme ulaşıncaya değin sürdürülür. Etkileşimli yöntemler, bilgisayarlarında gelişmesi ile, çözümlere karar verici-bilgisayar etkileşimi ile çabuk ulaşması ve karar vericinin tercihlerini gerçek karar durumlarına uygun biçimde dikkate alması nedeni ile, üzerinde çok çalışılan ve gelecekte çok kullanılacak olan yaklaşımlardır.

1.6. 4. Uzaysal Yakınlık Modelleri

Uzaysal yakınlık modellerinin özellikleri şunlardır:

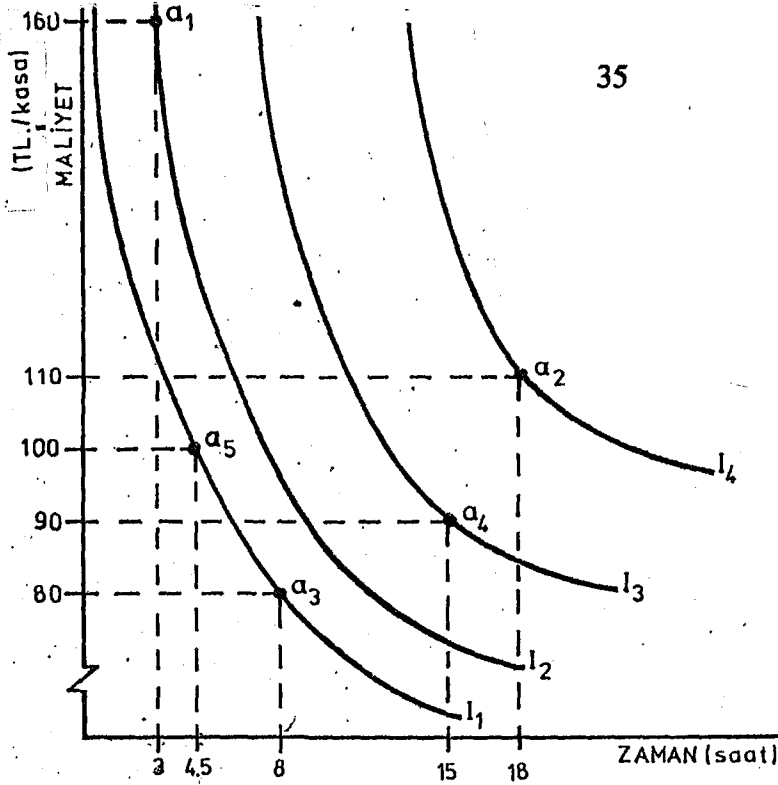
- Bazı durumlar için fazla belirgin olmayan nitelik değerlerini kapsayan seçenekler seti
- Nitelikler arası ve aynı nitelik için seçenekler arası yargıya varmada kullanılan bir süreç
- Uzaysal gösterme
- İdeal durumların görünümünün belirlenmesi ve seçeneklerin bu ideal durumlara yakınlık derecelerine göre bir seçim kuralı

i. Kayıtsızlık Eğrileri: Ekonomi biliminde uzun süreden beri kullanılan kayıtsızlık eğrileri, aynı düzeyde tercih edilen nitelik değerleri kombinasyonunu gösterir. Değerlendirilecek seçenekler, bu kayıtsızlık eğrileri üzerindeki noktalardır. Her noktanın hangi kayıtsızlık eğrisi üzerinde bulunduğu saptandığında, seçeneklerin tam bir sıralaması gerçekleştirilebilir. Esas olarak bu yaklaşım ödünleşim değerlerini grafiksel olarak gösterimdir.

Kayıtsızlık eğrilerinin kullanımı, örnek olarak alınan ulaştırma sorunu ile açıklanabilir. Gösterim kolaylığı açısından sorundaki amaçların maliyet ve zaman olmak üzere iki amaca indirgeneceği ve karar vericinin tercihlerini simgelemek üzere. Şekildeki kayıtsızlık eğrilerinin geliştirildiği varsayalım (Crimmon,1969). Belli bir zaman için daha küçük bir maliyet ve belli bir maliyet içinde daha kısa zaman tercih edildiğinden kayıtsızlık eğrisi orijine yakın olduğu oranda iyidir. Böylece, I,II,III,IV ile simgelenen kayıtsızlık eğrileri için I>II>III>IV'dür. Buna göre, seçenekler ise, $a_3 > a_1 > a_4 > a_2$ olmaktadır.

100TL/kasa maliyetli ve 4,5 saat zamanlı beşinci bir seçenek olduğu varsayalım. Bu durumda, a_5 seçeneği a_3 seçeneği ile aynı kayıtsızlık eğrisi üzerinde olduğu için a_5 seçeneği de a_3 seçeneği kadar tercih edilir. Karar verici zamanda 3,5 saatlik bir azalma için 20 TL/kasa fazla ödemeye hazırdır.

ii. İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma: Karar verici, seçenek çiftlerinin yakınlıklarını ortaya koyduğunda , bu sıralamada çok boyutlu bir uzaysal gösterimin kurulmasında kullanılabilir. Seçenekler, bu uzayda birer nokta olarak gösterilirler ve noktaların birbirine yakın olmaları tercih açısından yakın olmaları anlamına gelir. Karar verici, bu uzayda ideal seçeneği de yerleştirdiğinde, diğer seçeneklerin bu ideal nokta ile olan uzaklıkları (Euclidean uzaklığı ya da başka bir uzaklıkla) bulunabilir. Bu uzaklıklara göre tercihlerin sıralaması yapılabilir.



Şekil 1.7.Ulaştırma Örneği İçin Kayıtsızlık Eğrileri

iii. Grafıksel Çakıştırma: Niteliklerin açıkça grafik grafik yorumlarının yapılabileceği durumlarda (işyeri seçimi ve işyeri düzeni aralarında), çizgesel çakıştırma yöntemi kullanılabilir. Her bir amacı en iyileyen çözümler birer saydam kağıda çizilip, bütün kayıtlar üst üste konulup, çakıştırması ile birleştirilebilir. Böylelikle karar verilir.

1.7. Çok Amaçlı Yöntemlerin Kullanımı

Kişiler ve yöneticiler geçmişte kararlarını anımsadıklarında, kuşkusuz gerçek karar sorunlarının tek değil çok amaçlı olduğunu kabul edecektir. Öyleyse, eldeki karar sorununun çözümlenmesini çok amaçlı olarak yapmak daha gerçekçi olacaktır. Ne var ki, çok amaçlı çözümlenmede hangi yöntemlerin kullanılacağı sorunu ortaya çıkar. Çözümlenmede kullanılacak çok amaçlı model, tek amaçlı karar vermede olduğu gibi; kararın amacına, karar ortamına, sorunun yapısına, verilerin türüne ve elde edilebilirliklerine, karar vericiye göre değişecektir. İlk olarak bu kararın verilmesinde amacın ne olduğu belirlenmelidir. Örneğin işgöreni işe alma sorununda amaç, işgören işe alınmasında gerçekte nasıl davranıldığını görmek ya da işgören işe alınmasının geliştirilmesi olabilir. Amaç işgörenin işe alınmasında, karar vericinin yalnızca nasıl seçim yaptığını öğrenmek olup, ulaştığı bu seçime süreç ile ilgilenilmiyorsa, yeterli geçmiş verilerle regresyon analizi yaparak, karar vericinin hangi değişkenlere önem verdiğini belirten, önem katsayılarında yer aldığı, açık bir doğrusal model geliştirilebilir. Eğer karar vericinin karar süreci hakkında bilgi isteniyorsa, karar

vericinin işe alınacak adayları bir standartla mı, yoksa birbirleri ile mi karşılaştırılacağı araştırılır. Böyle bir karşılaştırma süreci, modelin temelini oluşturur. Eğer seçenekler standart ile karşılaştırılıyorsa, disjonktif ve konjonktif modeller uygun olabilir. Adaylar bir standartla değil de birbirleri ile karşılaştırılıyorsa, leksikografi kullanılabilir. Nitelikler tek tek ele alınıp, karşılaştırma yapılırken belli bir nitelik değerini karşılamayan aday, çözüm dışı bırakılabilir.

Kararın verilmesindeki amaç normatif ise; diğer bir deyişle, işe almak daha etkinleştirmek isteniyorsa, bu aşamada karar vericinin tercihlerinin doğrudan belirlenmesinin geçerli olup olmadığı saptanmalıdır. Geçerli olmadığında karar vericinin geçmiş seçimleri kullanılarak, regrasyon ile bu verilerden tercihleri öngörülebilir. Regrasyon modelinin katsayıları belirlendikten sonra, karar vericiye, bu modelin kendi seçimlerini tamamlamada ya da ikame etmede nasıl kullanılacağına ilişkin açıklama yapılır.

Geçerli doğrudan tercihlerinin belirlenmesi olanaklı olduğunda, seçim en iyi ya da en kötü niteliğe dayanıyorsa, maksimums veya maksimumun kullanılabilir. Ancak işgörenin işe alma sorununda maksimums ya da maksimumun uygun değildir. Ne kadar iyi olursa olsun, tek bir nitelik adayın iyi olup olmadığını belirleyemez. Dolayısı ile maksimums kullanılmaz. Diğer yandan her ne kadar düşük bir nitelik, adayın işe alındığında performansını etkileyecekse de, bu düşük nitelikli adaylar arasından, en büyüğüne sahip olanı seçmek de anlamsızdır. Bu na göre de maksimumun de uygun düşmemektedir. Bu aşamada şu soru sorulabilir. Seçenekler bir listeden mi seçilecek yoksa tasarılacak mı? İşgörenin işe alınma sorununda, seçenekler aday listesinden seçilecektir. Şimdi, sıra en uygun tercih girdilerinin belirlenmesindedir. Eğer nitelikler içi ya da nitelikler arası, sayısal ağırlıklar verilebiliyorsa, toplamlı ya da çarpımlı ağırlıklı tercih modelleri kullanılabilir. Bu da eğitim, deneyim, dilbilgisi, adayın yaşı gibi niteliklere ağırlıklar atayarak gerçekleştirilebilir. Bu tür bilgiler anlam taşımadığında bazı sayısal takaslar yapılabilir. Örneğin adayda daha iyi bir eğitim için, kaç yıllık deneyimden vazgeçileceği gibi. Sayısal değerler verilemiyorsa, ordinal ölçekte çalışarak sırayla eleme (Örneğin; leksikografi ya da görünüşe göre eleme) yöntemleri kullanılabilir. Yalnızca, nitelikler arası sıralamalar elde edilebildiğinde, baskınlık modeli kullanılabilir. Her nitelik açısından öteki adaylardan kötü olan aday elenir.

Karar sorunun yapısına göre, yukarıda tartışılan modellerden biri veya birkaçı bir arada kullanılabilir. Geçmiş aday seçimlerine dayalı regrasyondan elde edilecek

model, baskınlık modeli ilk gözden geçirme ve ön eleme için uygun olacaktır. Daha sonra karar vericinin en önemli ve en belirleyici niteliği ele alması gereklidir. Burada doğrudan leksikografi yerine, ödünleşim değerleri ile çalışmakta fayda olabilir.

1.8. Karar Vermede Son Söz

Karar vermede sistemler yaklaşımı ile bir açık sistem olarak belirlenmesi ve süreçler topluluğu biçiminde işleyiş mekanizmasına sahip olması uygun bir görüştür. Karar verme; bir bütün olarak görülmeli ve bütüne ulaşmada, yine bütünden başlanmalıdır. Ancak açık sistem olarak kabul edilen karar vermenin açık model olarak şematize edilmesi ideal olmakla birlikte, uygulamada bu tür modellemenin olanağından söz etmek, olası değildir. Karar verme sistemindeki tüm öğelerin birbirleri ile karşılıklı ve düzenli tüm ilişkileri ve onların sistemle olan etkileşimleri ayrıca sistemin çevre ile olan etkileşimin kurulacak karar modeline tüm olarak yansıtılması düşünülemez. Bu nedenle, kurulan model yarı açık model niteliğinde olacaktır. Geri besleme işlevinin karar vermede vazgeçilmez bir öğe olduğu gerçektir. Bu öğe yardımıyla, karar sistemi çevreden gelen düzenli bilgileri, yeniden bir girdi olarak sisteme almakta, böylece çevre ile olan etkileşimini sürdürmektedir.

Sonuçta, karar verici karar sorunlarının çözümüne önce sistemin çevre koşullarını dikkate alarak başlamakta, bunu izleyen aşamada, sistemin öğelerinin karakteristiklerini

daha duyarlı biçimde belirleyip, sistem sürecini gerçekleştirmektedir. Sistemin çevre ile ilişkisinin kontrolü de, geri besleme işlevi ile sağlanmaktadır. Bu noktada etkin olmayan bir geri bildirim işlevinin, karar sisteminde istenilen sonuçlara ulaşılmasını önleyeceğide bilinmelidir. Bu nedenle geri beslemenin etkinliğinin sağlanmasına çalışılmalıdır. Bunu sağlarken, bilgi bankası ve yönetim bilgi sisteminde yararlanılması düşünülmelidir.

Karar verme hiçbir zaman son bulan işlem değildir. Sürekli tekrarlanan ve bir sorun için daha alt sorunların çözümünü doğuran bir mekanizmadır. Karar vericinin kişisel sezgisi ve yargısının önemi karar vermede geçerliliğini korumakta ve karar vermenin sanat yönünü oluşturmaktadır.

Karar verme için son sözün; "Daha etkin kararlar için daha çok bilgi edinme olduğuna inanıyoruz"(Tüfek,1985).

2. ÇOK AMAÇLI KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

2.1. Giriş

Yönetim Bilimi (Management Science) ve Yöneylem Araştırması'nın (Operations Research) araştırma alanı yaklaşık 40 senedir süregelmektedir. II. Dünya savaşı sıralarında ve sonrasında, Yöneylem Araştırması Teknikleri başarıyla uygulanmıştır. Yönetim bilimi ve Yöneylem Araştırması kırkıncı yaşgününü birlikte kutlamışlardır. Bu alandaki araştırmalar genelde iyi bir şekilde gelişmektedir. Şimdiye kadar Yöneylem Araştırması teorik ve pratik açıdan yalnız kalmamıştır. Bugünde aynı şekilde iyi durumdadır. Yöneylem Araştırması bu konumunu cesur ve dayanıklı olmasına bağlıdır. Yönetim Biliminin uygulama alanındaki ödüller Lanchester, Edelman Awards gibi ödüllerle her yıl gittikçe artan sayıda projeler ödülendirilecektir.

ÇAKV, Yöneylem Araştırmasının önemli yan alanıdır. Yönetim biliminin ilk çalışmalarının sebebini oluşturmuştur. Örneğin, Charnes and Cooper(1961) tarafından öne sürülen Hedef Programlama ilk ÇAKV yaklaşımıdır.

ÇAKV nedir?. ÇAKV ne olduğu konusunda farklı insanlar, farklı düşünceler öne sürmüşlerdir. ÇAKV'nin genel tanımı, çok amaçlı içeren karar problemlerinin çözümüdür. ÇAKV' dört yan alana bölebiliriz.

- Çok Kriterli Matematik Programlama (Multiple Criteria Mathematical Programming)
- Çok Kriterli Çelişen Alternatifler (Multiple Criteria Discrete Alternatives)
- Çok Bileşenli Fayda Teorisi (Multiattribute Utility Theory)
- Görüşme Teorisi (Negotiation Theory)

Çok Kriterli Matematik Programlama: Birinci grupta ÇAMP, çok amaçlı içeren matematik programlama problemlerinin çözümü için yöntemlerdir. Benzer problemlerin çözümü, onları tanımladığımız gibi öncelikle utilite veya değer fonksiyonu tanımlanarak gerçekleştirilir. (Utility Fonksiyon stokastik problemler için tanımlanır. Değer fonksiyonu sahası genelde deterministik problemler için sınıflandırılmıştır. Burada utility fonksiyon her iki durum içinde kullanılacaktır.)

Çok Amaçlı Matematik Programlama Problemleri, tamamı sayılarak (enümeratingall) veya baskın çözümler seti veya özel çözüm seti tanımlayarak, kullanıcı ile etkileşim içerisinde çözülebilir. Fikirler optimal çözüme yaklaşmak için oluşturulmuştur.

Çok Kriterli Farklı Alternatifler: İkinci sınıflandırma, çok kriterli farklı alternatifleri içeren problemlerdir. Farklı alternatiflere sahip problemler, matris halinde sunulabilir. Matrisin satırı alternatifleri, sütunuda amaçları oluşturur. Verilen alternatifler için her amacın performansı ölçülmüştür. Bu problemler, genelde KV'nin başlangıçta fayda fonksiyonu teşkil etmeksizin çözümlür.

Çok Bileşenli Fayda Teorisi: ÇAKV problemlerinde üçüncü sınıflandırma Çok Bileşenli Fayda teorisini (MAUT) içerir. Genelde probabilistik yapıya sahip problemler için gerçekleştirilmiştir. (Deterministik yapıya sahip problemler içinde düşünülebilir.) Olasılıklar ve utility fonksiyonu içerir. Ardından fonksiyonlar ve olasılıklar kullanılarak alternatiflerin sırası (ranking) oluşturulur. Alternatiflerin sırası ayrıca duyarlılık analizi kullanılarak oluşturulur. Utility fonksiyon alternatifler arasında ardışık karar verme etkileşimi ile oluşturulur. Utility fonksiyon alternatiflerin dizilişini belirler. Böylece kullanıcı alternatiflerle ilgili kararlarını ve seçtiği bir tanesini açıklar. Utility fonksiyon, matematik programlama problemlerinin çözümü için Amaç Fonksiyonu (Objective Function) gibi kullanılabilir.

Görüşme Teorisi (Negotiation Theory): Genelde üç grupta ortak, kararların tek karar vericiden veya aynı konu ile ilgilenen kişilerden oluşmuş gruptan alınmasıydı. Görüşme teorisi çok karar verici için genelleştirilmiştir. Basit olarak, iki veya daha fazla karar vericiye sahip çok amaçlı karar verme gibi düşünülebilir. Alıcı ve satıcını ortak tek bir karar ulaşmaları görüşme teorisine benzer. Karşılıklı iki görüşmeciye sahip bir çok görüşmeler vardır (alıcı-satıcı) gibi. Bunun yanında bir çok görüşmeciye içeren görüşmeler vardır (U.S.A. kongresi gibi). Yani birden fazla karar verici ile etkileşimli savunulan teoridir.

ÇAKV Gelecekle İlgili Bazı Spekülasyonlar: ÇAKV nereye gidiyor?. Bu alanda yerleşmiş bir cevap yoktur. Pratik teori için rehber, teoride pratik için rehberdir. Metodlar daha çok uygulama içindir. Mikro bilgisayar bir çok sayıda kullanıcı için olurlu sonuçlar vermiştir. Araştırmacılar geniş bir sahada yaptıkları çalışmaların

yanında, gelecek araştırmalar içinde verimli sahalarla ilgilenmektedirler. ÇAKV nereye gideceği, gelecekte neler olacağı iki seviyede incelenebilir: Makro seviyede ve mikro seviyede

1) Makro Seviyede: Makro seviye üzerinde iki önemli problem gözükmetedir. Bunlar, görüşme (negotiation) ve çok kriterli karar destek metodları -ÇAKV metodlarının yürütülmesinde mikro bilgisayar.

i. Görüşme (Negotiation): Görüşme hakkında bir çok yazılar, bir çok düşünceler vardır. Görüşme modelleri içindeki teoriler üzerinde çalışıldığından bu alanda hala kat edilecek yollar vardır. Süregelen modeller kurallara bağlı olmaması istenir(primitive). Pratiđin bazı yararlarını kabul etmek ve sağlam dayanaklara sahip olmanın her ikisi görüşme teorisinin gelişmesinde önemli rol oynayacaktır. Bir teoriyi geliştirebilmemiz azmi gerektirir. Hedeflediđimiz amaçlar içinde düşüncelerimiz, basit adımları atarak denemektir. Büyük amaçlarla çalışma yapıncaya kadar, daha iyi fikirlerle küçük amaçlarla çalışma yapılmalıdır. Örneğin görüşmecilerin anlamasına yardımcı olması için protokolün (Uzman sistemler veya karar destek sistemleri) geliştirilmesi yararlı olacaktır. Utilite fonksiyonu belirlenerek alternatiflerle ilgili kararların değerlendirilmesinde faydalı olacaktır.

ii. Çok Kriterli Karar Destek Metodları Ve ÇAKV Metodlarının Yürütülmesinde Mikro Bilgisayar: ÇAKV, BUT (MAUT), Görüşme teorisinde Karar Destek Sistemlerinden Faydalanılır(DSS). Metodolojinin genel fikrini anlamak zor değildir. DSS 'de prosedürün adımlarında elle çalışmada zorluklar oluşur.

2) Mikro Seviyede:

i. Tchebycheff veya L_{∞} normu Gibi Atanmış (Proxy) Fayda Fonksiyonu Kullanma: Maksimizasyon problemlerde L_{∞} veya Tchebycheff hiç bir baskın çözüm noktası oluşturmaz. Bu, bazı yüksek dereceden fonksiyonlar ve lineer fonksiyon gibi diğer benzer konkav fonksiyonlarla aynı durumda olmama gereksinimindedir. Lineer Fonksiyonlarda, ekstrem çözüm noktaları fiilen kısıtlanır. Ve konveks baskın çözümde tanımlanamaz. Özellikle farklı alternatiflere sahip problemlerle ve lineer olmayan sürekli uygun çözümler için pareto-optimal çözüm veya bazı baskın çözüm, yüksek dereceden fonksiyonlarda başarısız olabilir.

ii. Koni Baskınlığı (Cone Dominance): Koni Baskınlığı Korhonen(1984) tarafından geliştirilmiş bir kavramdır. Hazen (1983) ile bağımsızlaştırılmıştır. Bir koniyi ifade etmede tercihleri belirten bir tarzdır. Koninin yapısı basit ve hassastır. Fakat, bunun geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar vardır. Örneğin Köksalan (1984), Breslawski (1986), Prasad (1992)

iii. Çok Kriterli Karar Destek Sistemleri(MCDSS) İçersinde Bilgisayar ile Matematik Problemleri Çözme: Çok Kriterli Karar Destek Sistemleri, bilgisayarda matematik problemleri çözme metodlarını kullanmayı arttırmıştır. Bu, sözde kullanıcıya baskındır, fakat bu sistemlerde bilgisayar ile çalışmak çok önemli olmuştur. Daha hassas sonuçlar elde edilmiştir.

iv. Eklektik(Eclectic) Yaklaşım: Eklektik yaklaşımın süregelen sahası, yeni güzel fikirlere meyillidir. Mikro seviyede olduğu kadar makro seviyede de eklektik yaklaşımdan beklenenler şunlardır: Çeşitli diğer yaklaşımlardan derlenen yaklaşımlar, çok çok faydalı olacaktır. AIM metodunu (Lofti,1992) buna örnek verebiliriz. AIM metodu, beklenti düzeyi (aspiration level), skaler fonksiyon ve diğer görüşlerden derlenmiş, etkilenerek ortaya çıkarılmış bir yaklaşımdır. Yoon (1990) çok amaçlı lineer programlama problemlerinin çözümü için yeni yaklaşımı ile derlediği koni baskınlığı ile birlikte Steuer (1986) fikirlerinden etkilenmiştir. Yeni fikirlerin ortaya atılmasından ziyade, eski fikirlerin yeniden kullanılması, düzenlenmesi önemlidir.

Pratikte oldukça yararlı AHP metodunun doğruluğu ispat edilmiştir. AHP metoduna karşı ne söylenirse söylensin çok iyi tutulmuş, çok iyi kavranmıştır. Akademik sahada pek çok merak, konulara ilgi duyma kabiliyeti vardır. Biri bir fikir öne sürdüğü zaman, o benimsenir ve ardından diğerleri bu alanda çalışmaya başlar. Araştırmacılar eskilerini terk edip, yeni sahalarda çalışma yaparlar. Oysa eski bilgilerin analizinden çok güzel yeni fikirler ortaya atılabilir. Eklektik yaklaşımın temel felsefesi budur (Zionts,1992).

2.2. ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması (Evren,1992):

Problemde kullanılan kısıtların açık olarak yazılabilmesi veya kapalı olarak göz önüne alınmasına göre ÇAKV yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

Tablo 2.1: ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması

KISITLAR	Kapalı	Açık
ÇIKTI	Sonlu Sayıda Alternatif	Sonsuz Sayıda Alternatif
DETERMİNİSTİK I	Zionts-Wallenius Yön. Electre Yöntemi Sirinivasan and Shocker Y.	Çok ölçütlü matematik programlama yöntemleri .KV den bilgi istemeyenler III .KV den ön bilgi isteyenler .KV den etkileşimli olarak bilgi isteyenler
PROBABİLİSTİK II	Değer Fonksiyonu belirleme yöntemleri	IV Stokastik Matematik Programlama Yön.

I kısımda kabul edilen yöntemlerde problem, verilen N sayıda alternatiften, eldeki P tane amacı enbüyükleyen bir veya birkaçını belirlemektedir. Genel olarak problem şu şekilde özetlenebilir.

Tablo 2.2: ÇAKV Problemlerinin Genel Gösterimi

		AMAÇLAR			Alternatifin Değeri
		f_1	f_2	f_p	
A L T E R N A T İ F L E R	1	f_{11}	f_{12}	f_{1p}	S_1
	2	f_{21}	f_{22}	f_{2p}	S_2
	.				
	.				
	n	f_{n1}	f_{n2}	f_{np}	S_p
Amaçların ağırlığı		a_1	a_2	a_p	

Burada ana amaç, en azından N alternatifin "iyi"lik derecesine göre sıralanmasıdır. Bu tür yaklaşımlarda temel ilke, herbir alternatifin, herbir ölçüt açısından aldığı değerleri, diğer alternatifin benzer yolla bulunan değerleri ile ikili olarak karşılaştırmaktır.

$$S_i = \sum_{j=1}^p a_j f_{ij}, \quad \sum_{j=1}^p a_j = 1 \text{ (} a_j \text{ ölçütağırlıklarıdır.)}$$

İkinci kısımda sonlu sayıda alternatif fakat, çıktılar probablistiktir. Burada izlenen yol, herbir alternatifin çeşitli çıktı değerleri için olasılıklar belirlenir. Her bir alternatif için değer fonksiyonu teşkil edilir.

Üçüncü kısımda, kısıtlar açık, çıktılar deterministiktir. Bu tip problemlere literatürde ÇAMP (Çok Amaçlı Matematik Programlama) adı verilmektedir. Bu gruptaki yöntemlerde üç ana yaklaşım tarzı izlenmektedir:

- KV hiç bilgi talep etmeyen yöntemler.
- KV prosesin başında bilgi talep eden yöntemler
- KV karar prosesi sırasında ardışık olarak bilgi talep eden yöntemler.

Dördüncü Bölgede, sonsuz seçenek kümesi ve stokastik problemlerin çözümü için geliştirilen yöntemleri içermektedir. Bunlara stokastik matematik programlama denir.

Tablodaki sınıflandırmadan da görüldüğü gibi KV'den karar prosesi sırasında ardışık olarak bilgi talep eden yöntemlere etkileşimli çok amaçlı karar verme yöntemleri denir. Tezin temel konusunu oluşturan ÇAKV için etkileşimli beklenen seviye (Aspiration Level Interactive Method-AIM) etkileşimli metodlar sınıflandırmasının içine girecektir.

2.3. Etkileşimli Metodların Avantaj Ve Dezavantajları

ÇAKV metodları üç şekilde sınıflandırılmıştı. Bunlar, KV'den ya ön tercih bilgisi istenir, ya da problemin sonunda KV'nin tercihlerine dikkat edilir. Üçüncü olarak da KV'nin tercihlerine ardışık olarak baş vurulur. Bu üçüncü gruptaki sınıflandırmayı etkileşimli metodlar olarak isimlendiriyoruz. Etkileşimli Metodlar, KV'nin

tercihlerine problemin çözüm esnasında ardışık tanımına dayanır. Ardışık tanımlar, her iterasyonda KV-Analist, KV-Bilgisayar diyalogu ile gerçekleştirilir.

Böyle diyaloglarda, yeni çözümü belirlemek için bulunan çözümlere dayanarak KV'nin tercihleri veya erişilen değerlerden bir kısmının lehine, diğerinden yapabileceği fedakarlıklarla ilgili bilgi sorulur. Bu bilginin soruluş şekli yöntemlere bağlı olarak değişmektedir. Bazı yöntemler, her bir adımda amaçların erişilen değerleri arasında birinin lehine diğerinden yapabileceği fedakarlık miktarı açık değiş-tokuş bilgisi talep eder. Bazıları ise KV'nin mevcut erişilen seviyelerinin kabul edilebilirliğini göstermesi ile ilgili kapalı değiş-tokuş bilgisi talep eder.

Etkileşimli metodlar, problemin kompleksliğinden dolayı KV'nin önceden tercih bilgisini göstermeyeceğini fakat özel bir çözüme, yerel düzeyde tercih bilgisini vereceğini kabul eder. Çözüm işlemi ilerlerken KV sadece kendi tercihlerini göstermez. Bu sırada problemi öğrenir. Dolayısı ile ileriki iterasyonlarda tercihleri ile ilgili bilgiyi daha bilinçli olarak verme imkanı doğar. Bazı metodlar, KV kendi tercihlerinin sıralarını veya doğrultusunu değiştirmeye izin verir. Yöntemlerin büyük kısmı nihai karara kaç iterasyondan sonra ulaşabileceği hakkında bilgi verememesine rağmen, bazıları sınırlı iterasyondan sonra tercih edilmiş bir çözüm garanti eder.

Bu yöntemlerin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

- Öncelik tercih bilgisine ihtiyaç yoktur.
- Bu işlemler KV için sistemin davranışını öğrenme işlemidir.
- Sadece genel tercih bilgisine ihtiyaç duyulur.
- KV çözüm işleminin bir parçası olduğundan elde edilen çözüm daha iyi bir uygulama alanına sahiptir.
- Diğer ÇAKV metodları ile mukayese edildiğinde daha az sınırlayıcı kabuller vardır.

Bu yöntemlerin dezavantajlarını ise:

- Çözümler KV gösterebildiği yerel tercihlerin doğrultusuna bağlıdır.
- Bir çok yöntemlerde sınırlı sayıda iterasyondan sonra nihai çözüme ulaşabildiğine dair hiçbir garanti yoktur.

- KV daha fazla gayret göstermesini gerektirmektedir. KV pozisyonunda olan kimselerle sık sık temas etmek zor olabileceği gibi istenilen bilgiyi elde etmekte zor olabilir.

2.4. Etkileşimli Metodların Yapısı

Etkileşimli metodların yapısını başlıca iki grupta inceleyebiliriz:

1. Karar modeli ve karar verici arasındaki haberleşme işlemi
2. Etkileşim işleminin teknik özellikleri

Haberleşme işlemini tanımlamak için aşağıdaki vasıfları verebiliriz:

Karar vericiye sorulan sorular:

- Bu çözümü önceki çözüme tercih eder misiniz. Veya iki çözüm arasındaki ödünleşim miktarı nedir?
- Karar vericiden amaçlar için başarı düzeyleri veya ağırlıkları konusundaki sorulara cevap vermesi istenir.

Karar verici için bilgi:

- Karar vericiye aynı anda bir veya daha fazla çözüm verilir mi ?
- Model, problemin her fazında duyarlılık analizi olasılığını göz önüne alır mı?
- Etkileşim işlemini kontrol etmek için KV sunulan olası tercihler
- Etkileşim işlemi esnasında KV fikrini değiştirirse, çözüm daha erken elde edilebilir mi?
- Ardışık bir çözüm için araştırma işleminin yönünü değiştirmede KV ne kadar bir özgürlüğe sahiptir.
- KV tarafından metodun kavranışı için bilgi verilmelidir.

Etkileşimli metodların değerlendirilmesi ayrıca metodun KV tarafından nasıl algılandığı konusunda bazı fikirleri önceden kabul eder.

Etkileşimli metodların performansı için ölçütler:

- Karar vericinin en iyi çözüme itimadı vardır.
- Metodun kullanım kolaylığı önemlidir.

- Metodun mantığını anlamada kolaylık önemlidir.
- Karar vericiye yardım etmek için sağlanan bilgilerin niteliği önemlidir.

Etkileşimli metodların teknik özellikleri ise şunlardır:

İşlemin hesap fazında kullanılması gereken özel çözüm işlemi veya işlemleri, her iterasyon için bilgisayar zamanı. Bu sadece KV tarafından metodun kabulü için değil, ayrıca bir maliyet faktörü olarak da önemlidir. Şüphesiz bu ölçüm, çözülen probleme, seçilen çözüm işlemine, bilgisayar programının etkinliğine ve kullanılan bilgisayarın tipine bağlıdır.

2.5. Etkileşimli Metodların Sınıflandırılması

Literatürde etkileşimli metodlar iki ayrı şekilde sınıflandırılır. Bunlardan birincisi KV verdiği değişim bilgisinin kapalı veya açık olmasına dayanır. Buna göre,

2.5.1. Açık Değişim Bilgisinin Verildiği Etkileşimli Metodlar

Bu metodlar her bir adımda amaçların erişilen değerleri arasında birinin lehine diğerinden yapabileceği fedakarlık miktarı veya tersi gibi açık ödünleşim bilgisi talep eder. KV'nin amaçlarının özel başarıma düzeyindeki kendi tercih ettiği değişimleri gösterebilmesini gerektirir. Metodların bazıları KV seçim yapabileceği mümkün değişimlerin bir kümesini verir.

2.5.2. Kapalı Değişim Bilgisinin Verildiği Metodlar

KV mevcut erişilen seviyelerini kabul edilebilirliğini göstermesi ile ilgili kapalı ödünleşim bilgisi talep ederler. Kapalı ödünleşim bilgisini talep eden metodlara göre iki önemli avantaj vardır. Açık değişim bilgisinin verildiği metodlardaki değişimler, genellikle KV gösterilmeyen veya tartışması yapılmayan amaç değerlerinin dar bir alanında geçerlidir. Bu, durum değişimlerine yol açar. Oysa burada geçerlilik alanı açıkça tanımlandığından uygunsuz değişim seçimi diye bir problem yoktur.

KV açık değişim bilgisini gerektiren metodlardaki tercih edilmiş çözümleri gösterme olayına göre, buradaki hedeflerin kabul edilebilir erişim düzeylerini belirtme olayında kendisine daha fazla güvenmektedir.

Etkileşimli yöntemlerde amaç sayısı ikiden fazla olduğu zaman ödünleşim oranlarını elde etmek zordur. Fakat karar verici hedeflerin özel bir başarıma düzeyinde iki hedef arasındaki değişime kolaylıkla değer biçebilir. Bundan dolayı, etkin bir etkileşimli optimizasyon tekniği kullanılarak başarılı değişimler yardımı ile tüm yarar fonksiyonunun gelişimi sağlanabilir. Yani ardışık ödünleşim bilgisi kullanılarak bir bütün değer fonksiyonu teşkil edilebilir.

KV tercihleri ile ilgili bilgiyi iki farklı şekilde verebilir:

- Sayısal bilgi
- Sayısal ve sözel bilgi

Sayısal bilgide KV verdiği bilgiler, spesifik tercih seviyeleri şeklinde veya spesifik ödünleşim değerleri şeklindedir. Yani, KV amaçları ile ilgili bilgiyi sayısal olarak verebilir. Öyleki amaçlarla ilgili tercih seviyelerini erişilmesi gereken sabit sayısal hedefler olarak verebilir. Veya bu tercih seviyelerinin üst sınırı ile birlikte alt sınırında beraber olarak verebilir. Bu bilgi bir amaçta yapabileceği fedakarlığa karşı diğer amaçta ne kadar yükselme arzu ettiği veya tersi şeklinde olabilir.

Sayısal ve sözel bilgide KV amaçları ile ilgili tercihsel bilgiyi yarı sayısal yarı sözel olarak verebilir. Örneğin amaçlarını önem sıralarına göre sıralayabilir.

3. ETKİLEŞİMLİ BEKLENTİ DÜZEYİ (ASPIRATION LEVEL INTERACTIVE METHOD-AIM)

3.1.Giriş

AIM, eklektik yaklaşım felsefesi ile ortaya çıkmış bir yaklaşımdır. Yani yeni bir bilgidен çok eski bilgilerin sentezi ve birleştirilmesinden oluşmuştur. Etkileşimli Beklenti Düzeyi (Aspiration Level), skaler fonksiyon ve diğer görüşlerden derlenmiş, etkilenecek ortaya çıkarılmış bir yaklaşımdır.

3.2. Kapsam Ve Amaç: İki yada daha fazla alternatifler arasından amaç veya amaçlara uygun en iyisini seçme işlemi için geliştirilmiş bir methoddur. Yaklaşım kullanıcının seçtiği, başarmayı istediği ve ona çeşitli geri beslemeyi sağlayan amaç seviyelerini içerir. Örneğin kullanıcıya hedeflenen seviyede memnun edici alternatifler sorulur. KV ile sistem analisti sürekli etkileşim içersindedir. Dolayısı ile karar vericiye alternatiflerin sıraları sorulur. Karar verici var olan planlar arasından alternatif sıralarını kullanıcıya sağlar. Sistemde kriterlerin önem sırası son derece önemlidir. Diğer alternatiflere baskın olacak bir alternatif mutlaka vardır.

- Çok amaçlı karar verme problem çözümü için KV kendi inisiyatifi kullanabilir.
- Kullanıcı farklı amaçlar için beklenti düzeyini belirler. Araştırmacının değişik fikirleri ile şekillenir.
- Performans ölçüm veya her bir alternatifin sahip olduğu değer ile oluşmuş alternatifler seti vardır.
- Hedef programlamaya dayanır. Kriterler, zorunluğa veya önem derecelerine göre sıralanır.
- Marjinal fayda ϵ ile ifade edilir. 0-10 arasında değer alır.

Daha önceki çok amaçlı karar verme problemleri için oluşturulan metodlar düşünüldüğü kadar geniş kullanım alanına sahip değildi. Bu yöntemde spesifik konular üzerinde çalışılmıştır. KV her alternatif için tanımlanmış nitelik, kriter ve hedefler setine sahiptir. Bunlardan bir kısmı objektif, bir kısmı subjektiftir. Her alternatif başarı ölçüsüne sahiptir.

Hwang and Masud (1981) ve Ewans (1984) gibi araştırmacılar bir amaçtan daha fazlasını içeren karar problemlerinin üzerinde çalışmışlardır. Ancak bu yöntem

yukarıda da belirtildiği gibi özel ÇAKV problemleri için oluşturulmuştur. Kepner and Tregoe (1965) sistematik karar verme yönteminin analizi için temel çalışma sunmuştur. Newsted and Wynne (1976), Kepner and Tregoe yaklaşımını yapay zeka yaklaşımı ile Basic bilgisayar programında gerçekleştirdi. AIM' deki yaklaşım K&T yaklaşımından etkilenmiştir. Ancak basittir. Kriterler zorunluğa veya önem derecelerine göre sıralanır. Deterministik yapıya sahip ve alternatifler setinden oluşmuştur. Bu metod da, satın almak için ev seçimi, araba seçimi veya makina seçimi gibi örnekler verilebilir. Bu yaklaşımın konusu günlük hayattan seçilmiştir. Bir çok araştırmalarla şekillenir. Hedef programlamaya dayanır. Diğer ÇAKV metodlarına bağlı fikir içerir. AIM' in gelişimi için hedef, dinamik ve etkileşimli prosedüre sahip olmaktır. Herhangi biri kolayca kullanabilmelidir.

AIM deterministik matematik programlama problemlerinin sunulabildiği düşüncesi ile deterministik karar analiz problemlerinin çözümü için dizayn edilmiştir. Alternatiflerden ve amaçlardan oluşan $(n \times p)$ matrisi mevcuttur. Her bir satır bir alternatifi, her bir sütun bir kriteri gösterir. KV kendisi için doğru bulduğu alternatifi seçmek isteyeceğini kabul ederiz.

Amaçlar kardinal veya ordinal olabilir. KV'den amaçların önem derecelerine göre sıralaması istenir her bir amaç için relatif önem ölçüleri gibi bilgiler istenir.

Aşağıda izlenildiği gibi üç çeşit çözüm problemi olabilir.

- Amaçların maksimize edilmesi
- Amaçların minimize edilmesi
- Bir kısmının maksimize, bir kısmının minimize edilmesi

Her üç tip fonksiyon için memnun edici başlangıç noktasıyla çözüme başlanır.

3.3 AIM Metodoloji:

Bu yaklaşım beklenti düzeyine bağlı bir yaklaşımdır (Aspiration Level). Kullanıcı makul geri besleme sağlayarak her kriter için beklenti düzeyini belirler. Ardından Wierzbicki (1979) tarafından tavsiye edildiği gibi kriterlerin sıralaması önemlidir. Yani en sondaki başta gelmemelidir. En önemli duruma sahip olmayan çözüm setinde daha fazla bilgi için Electre metod yaklaşımı ile kapalı bakın çözüme yaklaşık çözüm tanımlanmıştır.

3.3.1. Problemin Tanımlanması

Alternatif ve kriterlere dayanarak problem tarif edilir. Her bir kritere dayanarak alternatifler seti belirlenir. Her kriter için zorunlu seviye kabul edilir. Veya başarı ile bitirilmesi istenen seviyeye getirilmeye çalışılır. Ordinal hedeflere temsil ettikleri seviyeye göre değer verilir. Ordinal hedeflerin sırasından başka her seviyenin temsili değer ataması önemli değildir. Yalnızca metodolojiyi kolaylaştırması açısından her bir hedef değeri için notasyonlar mevcuttur.

- i. Her kriterin başlangıç değeri maksimizasyon yada minimizasyon olarak kabul edilir.
- ii. Her bir kriter için belirlenen aralığın alt ve üst noktalarını aşmayacak şekilde başlangıç değeri belirlenmelidir. Bu yaklaşık başlangıç değeri bir kesin hedefle belirlenir. Örneğin evin içindeki yatak oda sayısı gibi. Hedef aralığındaki eşitsizlik de belirlenebilir. Alışveriş merkezine yakınlık gibi.

Her kriterin başlangıç değeri maksimizasyon yada minimizasyon olarak kabul edilir. Her bir kriterin sahip olduğu aralık değerleri mevcuttur. Bunları formülüze edersek:

T_i : i. kriter için memnun edici başlangıç değerinin simgesi.

Z_i^k : i. kritere dayanan k. alternatifin değeri

A_i : i. kriter için istenilen seviye

i. kriter için alt değer (N_i), üst değer (ideal değer) (I_i) tanımlansın:

$$I_i = \begin{cases} \min[T_i, \max_k \{z_i^k\}], & i \text{ max} \\ \max[T_i, \min_k \{z_i^k\}], & i \text{ min} \end{cases} \quad (3.1)$$

$$N_i = \begin{cases} \min\{z_i^k\}, & i \text{ max} \\ \max\{z_i^k\}, & i \text{ min} \end{cases} \quad (3.2)$$

3.3.2. Çözüm Yaklaşımı

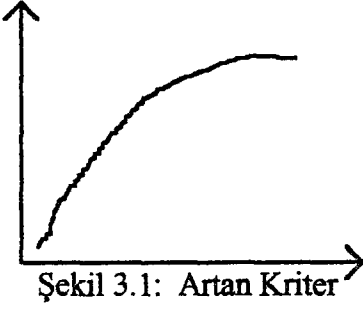
z_i^k değerleri, her i kriteri için en alttan en üst değere kadar sıralanır. Bunun avantajı ortalayan v.b. istatistiksel ölçüleri kolayca elde etmemizi sağlar. KV' ye temel bilgi seti sunulur.

- A_i , i kriteri için istenilen seviye. Bu değer alternatiflerin ortalayan setidir.
- A_i seviyesinden sonra A_i 'ye yakın daha iyi seviye, A_i 'ye yakın daha uzak seviye mevcuttur (next better-next worse).
- İdeal çözüm, başarı ile bitirilen bütün en iyi değerli bir çözüme verilen isimdir. Kötü çözüm bütün en kötü değerli bir uydurulmuş değere verilen isimdir.
- Wierzbicki(1979) tarafından öne sürülen skaler fonksiyona göre en iyi alternatif olarak bir Tchebycheff fonksiyonu kullanılarak $(A_i - N_i)/(I_i - N_i)$ ile verilen i kriteri üzerinde bir ağırlık tanımlanır. Ağırlıklar i kriteri için önemli artışları gösteren değerlerdir. Tchebycheff fonksiyonu yerine diğer ölçüler kullanılabilir. Lineer ölçülerin konveks çözüm vermemesinden dolayı lineer ölçü tavsiye edilmez.

Kullanıcıya seçme hakkı mümkündür. İlk olarak kullanıcı kendisi için hedeflediği seviyeyi değiştirebilir. Her kriter için seviyeler yalnızca uygun değer seti için oluşturulabilir. Hedeflenen seviye değişirken buna bağlı olarak en yakın çözüm seti de değişebilir. İkinci olarak kullanıcı kendi hedeflediği seviyedeki memnun edici çözümleri inceden inceye araştırabilir. Kullanıldığı sayısal fonksiyon ile alternatifleri önem derecelerine göre dizebilir. Kullanıcı yakın çözüm setini dahi isteyebilir.

AIM, farklı alternatiflerden oluşan çok amaçlı karar verme problemlerini çözer. Problem $(n \times p)$ 'lik matristen oluşmuştur. n -alternatif, p -kriter sayısını gösterir. Kriterlerin çeşitleri söz konusudur. Beş değişik tipte kriter vardır. Bunlar:

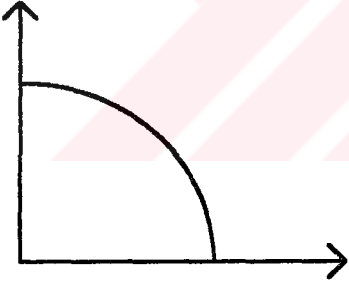
- Kesinlikle artan tipte kriterler (Şekil 3.1).
- Başlangıçta artan kriterler. Maksimum istenilen seviye bütün alternatiflerin önem derecelerinin üstündedir (Şekil 3.2).
- Kesinlikle azalan tipte kriterler (Şekil 3.3).
- Bitişte azalan tipte kriterler. Minimum istenilen seviye bütün alternatiflerin önem derecelerinin altındadır(Şekil 3.4).
- Minimum ve maksimum istenilen seviye bütün alternatiflerin önem derecelerinin içindedir (target) (Şekil 3.5)



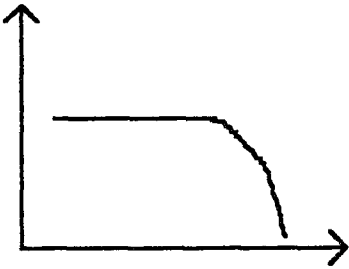
Şekil 3.1: Artan Kriter



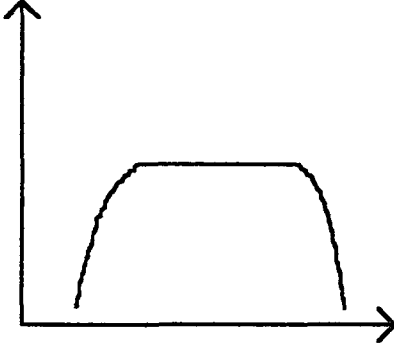
Şekil 3.2. Başlangıçta Artan Kriter



Şekil 3.3. Azalan Kriter



Şekil 3.4: Bitişte Azalan Kriter



Şekil 3.5. Aralık Değerleri

3.3.3. Çözüm Algoritması.

İstenilen çözüm için en yakın çözüm algoritma izlenilerek bulunur. Başlangıç çözümü her amacın medyan değerine yakın noktadır.

Adım 0. Ön işlem

(A) Her kriter için ideal değer belirlenir:

$$I_i = \begin{cases} \min[T_i, \max_k \{z_i^k\}], & i \text{ max.} \\ \max[T_i, \min_k \{z_i^k\}], & i \text{ min.} \end{cases}$$

(B) Her kriter için alt değer belirlenir:

$$N_i = \begin{cases} \min\{z_i^k\}, & i \text{ max.} \\ \max\{z_i^k\}, & i \text{ min.} \end{cases}$$

(C) Sınıflandırma

$$z_i^k = \begin{cases} z_i^k, & \text{eğer, } z_i^k < I_i \text{ ve, } i \text{ max} \\ I_i, & \text{eğer, } z_i^k \geq I_i \text{ ve, } i \text{ max} \end{cases}$$

(3.3)

$$z_i^k = \begin{cases} z_i^k, & \text{eğer, } z_i^k > I_i \text{ ve, } i \text{ min} \\ I_i, & \text{eğer, } z_i^k \leq I_i \text{ ve, } i \text{ min} \end{cases} \quad (3.4)$$

(D)

$z_i^{(1)} < z_i^{(2)} < z_i^{(3)} < \dots < z_i^{(m_i)}$ gibi z_i^k ' lar sıralansın. Burada (m_i) N_i, I_i arasında bağımsız değer sayısıdır. $m_i > 1$ için $I_i \neq N_i$, $j=0$

$$A_i^j = \begin{cases} z_i^j \lfloor (m_i + 1) / 2 \rfloor, & i \text{ max.} \\ z_i^j \lceil (m_i + 1) / 2 \rceil, & i \text{ min.} \end{cases} \quad (3.5)$$

Adım 1. Ana basamak

(E) En yakın çözüm setinin bulunması

$$Q_j = \{r | q^r \leq q^k, \forall k\} \quad (3.6)$$

Burada,

$$q^k = \max_i \{w_i^j d_i^j + \varepsilon \sum r w_r^j d_r^j\} \quad (3.7)$$

$$w_i^j = (A_i^j - N_i) / (I_i - N_i) \quad (3.8)$$

$$d_i^j = (A_i^j - z_i^k) / (I_i - N_i) \quad (3.9)$$

(F) Karar vericiye Q_j sunulur. $j \rightarrow j+1$ ve $A_i^j = A_i^{j-1}$ ise durdurulur. Aksi halde adım -1 dönülür.

3.4. Metodun Test Edilmesi

AIM, çok amaçlı problemler için geliştirilmiş yeni bir yaklaşımdır. Dolayısı ile metodun kullanım kolaylığı, çözümün niteliği ve diğer ölçütlerin etkenliği açısından prosedürün test edilmesi gerekiyordu. Bunun için aşağıdaki test yapılmıştır.

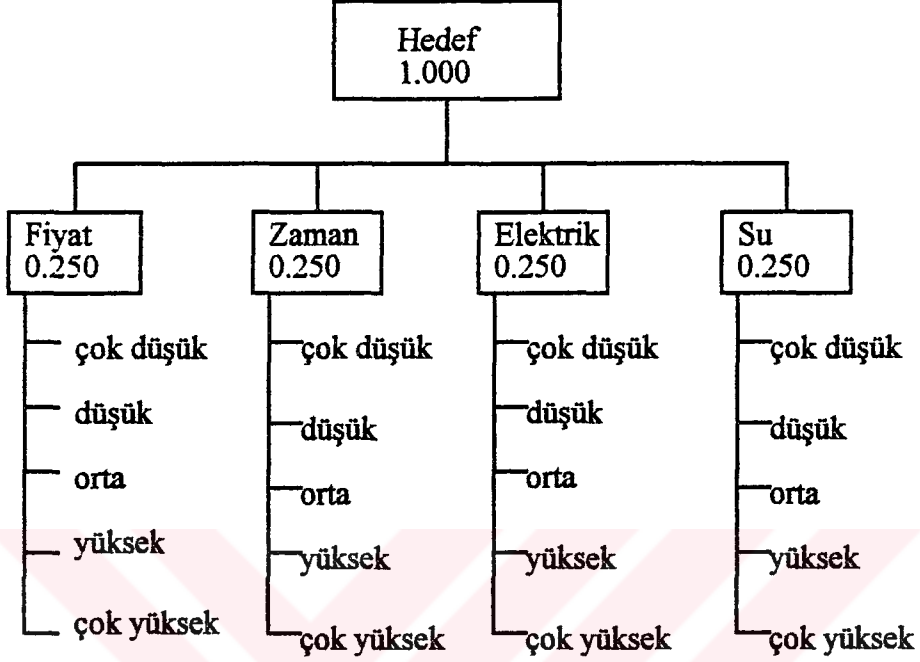
İki karar problemi ele alınıp, üç yaklaşımla test edilmiştir. Karar verici olarak 20 bayan 29 erkek olmak üzere olmak üzere 49 öğrenci kullanılmıştır. Bu öğrencilere bilgisayar alanında, kantitatif metod ve bilgi sistemlerinde ders verilerek, tüm öğrenciler kontrol altına alınmıştır. AIM, EC (Expert Choose) de bilgi sahibi olmamalarına özen gösterildi. Bu öğrencilerden birisi EC deneyime sahip olduğu anlaşılınca, AIM'in lehine olacağı düşüncesi ile deneyden çıkarılmıştır.. Diğer bir öğrenci ise, problemin çözümünde hatalar yaptığı için elendi.. Böylece analiz sonuçları, 47 öğrencinin vereceği cevaplara bağlıydı.

3.4.1. Karar Probleminin Tanımlanması

Lİteratürde iki problem tanımlanmaktadır. Birincisi Zeleny (1982)'den seçilmiştir. Bu problem, fiyat, toplam yıkama zamanı, elektrik tüketimi (kwh), su tüketimi (litre) olmak üzere 4 kriterli 33 alternatifli problemdir. Dört kriterin hepside minimize edilmek istenmiştir.

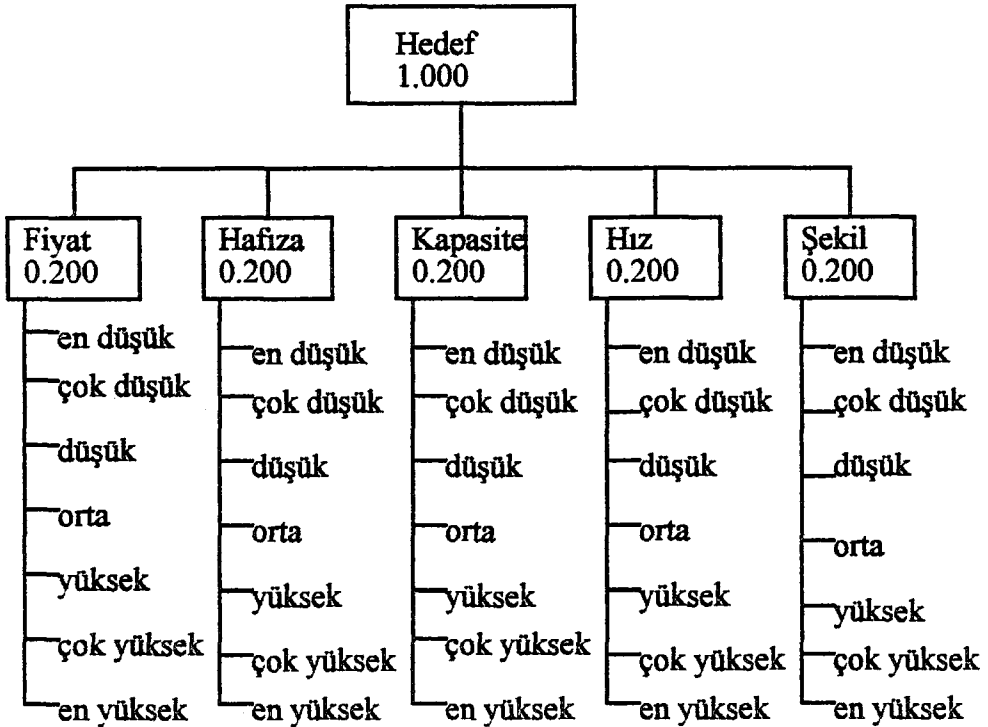
İkinci problem 124 bilgisayar içersinden 1 tanesinin seçimini içeren problemdi. Bunun için veriler bilgisayar magazinlerinden toplandı. 5 kritere sahip bir problemdi. Bunlar, fiyat, RAM, disk kapasitesi, işlem hızı, görünüş tipiydi. Bunlardan birinci kriter minimize, diğerleri maksimize edilmek isteniyordu. Her iki problemin analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yapısı Şekil 3.6.ve 3.7 'de gösterilmiştir.

Bir Makina Seçme İşlemi:



Şekil 3.6: Makina Problemi İçin AHP Yapısı (Zionts,1992)

Bir Bilgisayar Seçme İşlemi:



Şekil 3.7. PC Problemi İçin AHP Yapısı (Zionts,1992)

3.4.2. Deneysel Tasarım:

Bütün öğrencilere karar destek sistemlerinde (DSS) konular sunulmuş. Ardından çok amaçlı karar verme metodlarını içeren seminer verilmiştir. Bir ikinci konferans süresince AIM, EC konularında açıklama yapılmıştır. 4 kriterli makina seçme problemi üzerinde durulmuştur. İkinci problem 124 alternatifli, 5 kriterli bilgisayar seçimi problemiydi.

Bir standart görev tanımı listesi, çalışma listesi, iki soru kağıdı verilerek, soru kağıtlarına I ve II problemin alternatif listesi yazılmıştır. Onlara bu iki problem için seçim yapılması istendi. Çalışma listesine, her metod ve her problem için, başlangıç ve bitiş zamanlarını ve tercihlerini yazmaları istendi. Öğrencilerden bir anket formu doldurmaları istendi. Bu form metodları değerlendirmek için, dizayn edilmiştir. Deneyler tamamlandıktan sonra, bir çok boyutlu skala üzerinde, her boyut değerlendirilmek üzere 20 soru kullanılmıştır.

3.5. Analiz Sonuçları

Performans ölçümü için, üç ölçü kullanılmıştır:

- Elde edilen çözümün niteliği
- Metodlar arasındaki seçim uyumu
- Metodlar için katılımcı tercih

3.5.1. Çözümün Niteliği

Tablo 3.1: Metodların Kararlılığı Ve FC (Zionts,1992)

Metod	Problem	
	I	II
AIM =FC	6	3
EC =FC	(%13)	(%6)
AIM=FC	20	24
EC ≠FC	(%43)	(%51)
AIM≠FC	9	3
EC =FC	(%19)	(% 6)
AIM ≠FC	0	1
EC ≠FC	(%0)	(%2)
AIM=EC		
AIM ≠ FC	12	16
EC ≠ FC	(%26)	(%34)
AIM ≠ EC		

Tablo 3.1'de metod ve problemin içerikleri ile uygun çözüm bulan kullanıcıların sayısı ve yüzdeleri verilmiştir. Her metodun konuların , çözümlerine göre seçimi ve onların final seçimleri arasındaki oranlar karşılaştırılmıştır. Örneğin birinci satır, katılanların sayısını ve üç metodu kullanarak aynı sonucu bulan kullanıcıların yüzdeleri verilmiştir. Birinci ve ikinci satırlardan 26 ve 27 katılımcının, birinci ve ikinci problemde AIM ile bulduğu sonucun FC ile aynı olduğu görülmektedir. Birinci ve üçüncü satırlardan ise, EC'ün sırasıyla 15 ve 6 katılımcının FC ile aynı olduğunu görürüz.

Her iki problem için, FC ve AIM kullanarak elde edilen çözümler arasında 0.01 seviyesinde önemli farklılıklar yoktur. Sonuçlar problem 1'de aynıdır. Ancak problem 2 için EC sonuçları FC farklıdır (0.05 seviyesinde). Bunun için olası açıklama, katılımcılar problem 2'nin sonuçları ile daha fazla ilgilidir. Bundan dolayı "en iyi sonucu" bulmak için daha fazla efor sarf etmişlerdir.

Daha kapsamlı bir analiz için, AIM-FC, EC-FC ile bulunan sonuçları karşılaştırmak için oluşturuldu (Tablo 3.2).

Tablo 3.2..FC-AIM, FC-EC Arasındaki İlişki (Zionts,1992)

Amaç	FC-AIM	FC-EC
Fiyat	116.3 (1186)	-1444.4(2831)
RAM	225 (265)	-404.4(571)
Kapasite	-2.5 (39)	-39.8(73)
Hız	-0.2 (3)	-1.2(6)
Gösterge	-0.3 (1)	0.3(2)

Tablo 3.2., her metod ve final seçim ile sunulan çözümlerin karakteristikleri arasındaki farklılıklar için ortalama ve standart sapmaları gösterir.

$H_0: FC = AIM$ $\alpha = 0.01$ seviyesinde red edilemedi.

$H_1: FC \neq AIM$

$H_0: FC = EC$ $\alpha = 0.01$ seviyesinde red edildi.

$H_1: FC \neq EC$

Yukarıda da belirtildiği gibi öğrencilerden her problem için başlangıç ve bitiş zamanlarının kaydedilmesi istenmiş, bu sürelerin karşılaştırılması için Tablo 3.3 oluşturulmuştur. Tablo 3.3.'de her metod için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum zamanlar verilmiştir. AIM kullanıldığı takdirde harcanan zaman her iki problemde de daha azdır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Her Metotta Her Problem İçin Harcanan Sreler İçin Veriler (Zionts,1992)

Metod		Problem	
		I	II
AIM	Ortalama	16.1	15.9
	SS	10.7	10.1
	Minimum	3.0	2.0
	Maksimum	45.0	40.0
EC	Ortalama	16.5	21.2
	SS	9.2	15.9
	Minimum	5.0	5.0
	Maksimum	37.0	82.0

Sreler Dakika Olarak Verilmiştir.

Yukarıdaki Tablolardanda görüldüğü üzere, AIM hem zaman açısından, hem de Final seçimin doğruluğu açısından EC ile karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar bulunmuştur. AIM'de temel alınan faktörler aşağıda verilmiştir:

- Bilgilerin doğruluğu
- Daha iyi karar verme
- Kararda kaliteye ulařma
- Üretilen bilginin kaliteli gösteriliři
- Bilgi retiminde yeterlilik
- Memnun edici sonuç

4. UYGULAMA

Uygulama, için veriler Lofti and Zionts (1990)'den alınmıştır. Ev satın almak için, AIM yaklaşımı uygulandı. KV'den kriterler ve önem sıraları ile ilgili bilgi alındı:

- Oda sayısı
- Alan miktarı
- Evin yaşı
- Fiyat

Bu kriterle ilgili istenilen sınır değerler ve önem dereceleri KV'den alınır.

- Ev, en az 2 oda, en çok 8 oda olmalı. 4 ve daha fazla olanlar, aynı önem derecesine sahiptir.
- Alan miktarı, geniş evler tercih ediliyor. Ancak 0.4 dönümden az olmamalıdır. 2 yada daha fazla olanlar aynı önem derecesine sahiptir.
- Evin yaşı, 35'den fazla olmamalıdır. 10 yaş ve daha az olanlar aynı önem derecesine sahiptir.
- Fiyat, 200\$'dan fazla olmamalı. 100\$ ve daha az olanlar aynı önem derecesine sahip

Tablo 4.1. Kriterler İlgili Veriler

Kriterler	Tipi	Minimum istenilen	Maksimum istenilen	Mutlak minimum	Mutlak maksimum
Oda Sayısı	Artan	-	4	2	8
Alan	Artan	-	2	0.4	-
Yaş	Azalan	10	-	-	35
Fiyat	Azalan	100	-	-	200

Tablo 4.2. Problem İçin Alternatifler

Evin Numarası	Oda Sayısı	Alan (Dönüm)	Yaş(Yıl)	Fiyat(\$000)
EV1	5	0.25	48	290
EV2	5	0.40	22	90
EV3	3	0.60	25	92
EV4	2	0.30	45	42
EV5	2	0.25	16	47.5
EV6	2	0.20	34	87.5
EV7	4	0.60	12	95
EV8	7	1.33	40	180
EV9	3	0.30	45	55
EV10	3	0.40	30	80
EV11	5	0.60	20	160
EV12	4	0.35	22	112.5
EV13	3	1.25	14	180
EV14	6	0.60	17	120
EV15	6	1.00	9	140
EV16	4	0.30	26	110
EV17	8	2.00	60	245
EV18	7	1.20	7	215
EV19	4	0.40	11	175
EV20	3	0.75	15	120
EV21	4	0.50	3	275
EV22	5	1.00	18	180
EV23	4	0.35	16	105
EV24	3	0.45	4	194
EV25	3	0.20	28	42.5
EV26	5	0.85	27	105
EV27	5	0.50	15	185
EV28	4	0.25	14	65
EV29	4	1.75	32	135
EV30	3	0.40	35	76
EV31	4	0.25	7	125

Alternatifler içersinden mutlak sınır değerlerini aşan alternatifler elenir.

Tablo 4.3..Mutlak Sınırlara Uygun Alternatifler

Evin Numarası	Oda Sayısı	Alan (Dönüm)	Yaş(Yıl)	Fiyat(\$000)
EV2	5	0.40	22	90
EV3	3	0.60	25	92
EV7	4	0.60	12	95
EV11	5	0.60	20	160
EV13	3	1.25	14	180
EV14	6	0.60	17	120
EV15	6	1.00	9	140
EV20	3	0.75	15	120
EV22	5	1.00	18	180
EV24	3	0.45	4	194
EV26	5	0.85	27	105
EV27	5	0.50	15	185
EV29	4	1.75	32	135
EV30	3	0.4	35	76

Tablo 4.1'den (T) başlangıç değerleri ile iterasyona başlanır.

Tablo 4.4. Başlangıç Değerleri Listesi

Kriterler	Oda sayısı	Alan	Yaş	Fiyat
Başlangıç Değ. (T_i)	4	2	10	100

Tablo 4.3'deki değerlerden faydalanarak ideal değer(I), kötü değer(N), beklenen değer(A) değerleri bulunur.

İdeal Değerler:

$$I_1 = \min\{4, \max\{z_i^k\}\} = 4$$

$$I_2 = \min\{2, \max\{z_i^k\}\} = 1.75$$

$$I_3 = \max\{10, \min\{z_i^k\}\} = 10$$

$$I_4 = \max\{100, \min\{z_i^k\}\} = 100$$

Kötü Değerler:

$$N_1 = \min\{z_i^k\} = 3$$

$$N_2 = \min\{z_i^k\} = 0.40$$

$$N_3 = \max\{z_i^k\} = 32$$

$$N_4 = \max\{z_i^k\} = 194$$

Beklenen Değerler:

$$A_1 = 4$$

$$A_2 = 0.60$$

$$A_3 = 17$$

$$A_4 = 135$$

Tablo 4.5. Kriterler İçin İdeal Değer, Beklenen Değer, Kötü Değer Listesi

	Oda Sayısı	Alan	Yaş	Fiyat
I_i	4	1.75	10	100
A_i	4	0.60	17	135
N_i	3	0.40	32	194

- Sınıflandırma

Tablo 4.6. Sınıflandırılmış Alternatifler Listesi

	'z ₁ ^k	z ₂ ^k	'z ₃ ^k	'z ₄ ^k
EV2	4	0.40	22	100
EV3	3	0.60	25	100
EV7	4	0.60	12	100
EV11	4	0.60	20	160
EV13	3	1.25	14	180
EV14	4	0.60	17	120
EV15	4	1.00	10	140
EV20	3	0.75	15	120
EV22	4	1.00	18	180
EV24	3	0.45	10	194
EV26	4	0.85	27	105
EV27	4	0.50	15	185
EV29	4	1.75	32	135

- Her Kriter İçin Ağırlık Değerlerinin (W_i) Hesaplanması:

$$w_i^j = (A_i^j - N_i) / (I_i - N_i)$$

$$w_1^0 = 1$$

$$w_2^0 = 0.148$$

$$w_3^0 = 0.68$$

$$w_4^0 = 0.63$$

- Her Bir Kriter İçin, Her Bir Alternatifin Beklenti Düzeyine Olan Uzaklığı Hesaplanır. $q^k = \{w_i^j d_i^j\}$ Listesi Bulunur.

Tablo 4.7. Ağırlıklandırılmış Alternatifler Listesi

	w_1d_1	w_2d_2	w_3d_3	w_4d_4
EV2	0	0.02	0.15	-0.23
EV3	1	0	0.24	-0.23
EV7	0	0	-0.15	-0.23
EV11	0	0	-0.09	0.16
EV13	1	-0.07	0.09	0.30
EV14	0	0	0	-0.09
EV15	0	-0.04	-0.31	0.03
EV20	1	-0.02	-0.06	-0.09
EV22	0	-0.04	0.03	-0.30
EV24	1	-0.02	-0.21	-0.39
EV26	0	-0.03	0.31	-0.20
EV27	0	0.01	-0.06	0.33
EV29	0	-0.13	0.46	0

- Tablo incelenirse sıfır beklenti düzeyi ile çakışık; negatif değerler, beklenti düzeyi ile ideal nokta arasındaki; pozitif değerlerde beklenti düzeyi ile kötü değer arasında tekabül eden alternatifleri göstermektedir. Dolayısı ile alternatifler değerlendirilirken, sıfır ve negatif değerler dikkate alınacaktır.
- KV'ye yukarıdaki tablodan uygun altyeratiflerin listesi sunulur.

Tablo 4.8. Karar Vericiye Sunulacak Alternatif Listesi

	w_1d_1	w_2d_2	w_3d_3	w_4d_4
EV7	0	0	-0.15	-0.23
EV14	0	0	0	-0.09

KAYNAKLAR

1. ALADAĞ, Z. 1993. Hedef Programlama modellerinde öncelik sıralaması için bir algoritma. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 21. Sayı Eylül-Ekim-1992
2. EVANS, G.W. 1984. An Overview of techniques for solving multiobjective mathematical programs. Mgmt. Sci. 30, 1268-1282
3. EVREN, R. ve ÜLENGÜN, F. 1992. Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme. Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul
4. HARKER, P.T. and VARGAS, L.G. 1990. Reply to 'Remarks on the analytic hierarchy process' by J.S. Dyer. Mgmt. Sci. ,36, 269-273
5. HWANG, C.L. and MASUD, A.S. 1981. Multible Objective Decision Making Methods and Applications, a state-of-the-Art Survey. Springer, Berlin.
6. HUBER, F.B. 1974. Methods for Quantfying Subjecture Probabilities and Multi-Attribute Utilities Decision Sciences. Vol:5
7. KEPNER, C.H. and Tregoe, B.B. 1965. The Rational Manager. McGraw-Hill, New York
8. LOFTİ, V., STEWART, T. and ZİONTS, S. 1992. An Aspiration Level Interactive Model for Multiple Criteria Decision Making. Computers Ops. Res. 19, 671-681
9. SAATY, T.L. 1990. An extension of the AHP in reply to the paper 'Remarks on the analytic hierarchy process.' Mgmt. Sci. 36, 259-268
10. TÜTEK, H., BİRCAN, B. ve DEMİR, M.H., 1985. Yönetim Karar Verme. Bilgehan Basımevi, İzmir.
11. WIERZBİCHİ, A.P. 1979. The use of reference objectives in multiobjective optimization, Working Paper 79-66, International Institute for Applied Systems Analysis, Austria.
12. ZELENY, M. 1982. Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill, New York
13. ZİONTS, S. 1992. Some thoughts on research in multiple criteria decision making. Computers Ops. Res. 19, 567-570

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Kandıra'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini İzmit'te tamamladı. 1988 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünden 1992 yılında mezun oldu. Aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalını kazandı. Halen Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında devam etmektedir.

1992 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

