

71479

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Emre İPEKÇİ ÇETİN

ÇOK AMAÇLI KARAR VERME KONUSUNDA YENİ YAKLAŞIMLAR
VE
OKUL ÖNCESİ EĞİTİME İLİŞKİN BİR UYGULAMA

Danışman

Prof. Dr. Ayşe KURUÜZÜM

İşletme Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

Antalya, 2002

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK kabul edilmiştir.



İmza

Başkan: ..Prof. Dr. Ayşe KURUÖZÜM.....

Üye (Danışman): ..Prof. Dr. Ayşe KURUÖZÜM.....



Üye: Yrd. Doç. Dr. Demet ÖNGEN.....



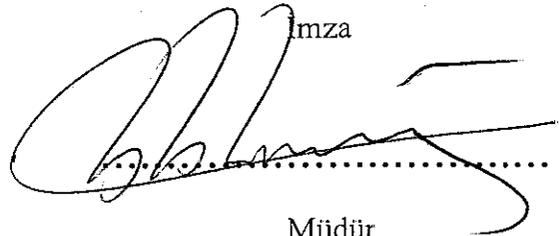
Üye: Yrd. Doç. Dr. Can Deniz KÖKSAL.....



Üye:

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım

.....



Müdür

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------|------|
| TABLolar | vi |
| ŞEKİLLER | vii |
| ÖZET | viii |
| ABSTRACT | ix |
| ÖNSÖZ | x |

GİRİŞ

1. BÖLÜM : ÇOK AMAÇLI KARAR VERME

| | |
|---|----|
| 1.1. Karar Verme Kavramı | 4 |
| 1.1.1 Karar Yapıları | 4 |
| 1.2. Çok Amaçlı Karar Verme | 6 |
| 1.2.1. Çok Amaçlı Karar Vermede Temel Kavramlar | 7 |
| 1.2.2. Çok Amaçlı Karar Modellerinin Yapısı | 9 |
| 1.2.3. Çok Amaçlı Karar Modellerinde Matematiksel Yapı | 9 |
| 1.2.4. Çok Amaçlı Karar Modellerinin Sınıflandırılması | 13 |
| 1.2.5. Geleneksel Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri | 16 |
| 1.2.5.1. Global Kriter Yöntemi | 16 |
| 1.2.5.2. Fayda Fonksiyonu Yöntemi | 19 |
| 1.2.5.3. Zions- Wallenius Yöntemi | 21 |
| 1.2.5.3.1. Zions Wallenius Algoritmasının Çözümünde İzlenecek Adımlar | 22 |
| 1.2.5.4. Stem (Step) Yöntemi | 26 |
| 1.2.5.5. Çok Amaçlı Doğrusal Programlama Yöntemi (MOLP) | 31 |
| 1.2.5.6. Çok Amaçlı Simpleks Yöntemle Çözüm | 32 |
| 1.2.6. Çok Amaçlı Karar Vermede Yeni Yöntemler | 35 |
| 1.2.6.1. Genetik Algoritmalar | 35 |
| 1.2.6.1.1. Genetik Algoritmaların Temel Yapısı ve İşleyişi | 36 |
| 1.2.6.1.2. Yeniden Üretme | 38 |
| 1.2.6.1.3. Çaprazlama | 38 |
| 1.2.6.1.4. Mutasyon | 39 |
| 1.2.6.1.5. GA'ların Uygulama Alanları | 42 |

| | |
|---|----|
| 1.2.6.2. Evrimsel Çok Amaçlı Optimizasyon | 44 |
| 1.2.6.2.1. Pareto Optimum | 44 |
| 1.2.6.2.2. Evrimsel Çok Amaçlı Optimizasyonda Bazı Çok Önemli Yaklaşımlar | 44 |
| 1.2.6.2.2.1. Toplamsal Fonksiyonlar | 45 |
| 1.2.6.2.2.1.1. Toplamsal Fonksiyonların Uygulamaları | 45 |
| 1.2.6.2.2.1.2. Toplamsal Fonksiyonların Güçlü ve Zayıf Yönleri | 45 |
| 1.2.6.2.2.2. Schaffer'in VEGA'sı | 46 |
| 1.2.6.2.2.2.1. VEGA'nın Uygulamaları | 46 |
| 1.2.6.2.2.2.2. VEGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri | 46 |
| 1.2.6.2.2.3. Fonseca Ve Fleming'in MOGA'sı | 47 |
| 1.2.6.2.2.3.1. MOGA Uygulamaları | 47 |
| 1.2.6.2.2.3.2. MOGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri | 47 |
| 1.2.6.2.2.4. Srinivas ve Deb'in NSGA'sı | 47 |
| 1.2.6.2.2.4.1. NSGA'nın Uygulamaları | 48 |
| 1.2.6.2.2.4.2. NSGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri | 48 |
| 1.2.6.2.2.5. Horn ve Nafpliotis'in NPGA'sı | 48 |
| 1.2.6.2.2.5.1. NPGA'nın Uygulamaları | 48 |
| 1.2.6.2.2.5.2. NPGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri | 48 |
| 1.2.6.2.2.6. Hedef Vektörlü Yaklaşımlar | 49 |
| 1.2.6.2.2.6.1. Hedef Vektörlü Yaklaşımların Uygulamaları | 49 |
| 1.2.6.2.2.6.2. Hedef Vektörlü Yaklaşımların Güçlü ve Zayıf Yönleri | 49 |
| 1.2.6.3. Analitik Hiyerarşi Yöntemi | 50 |
| 1.2.6.3.1. Hiyerarşi Kurmanın Avantajları | 53 |
| 1.2.6.3.2. AHY'nin Aksiyomları | 53 |
| 1.2.6.3.2.1. Ayırtırma | 54 |
| 1.2.6.3.2.2. Karşılaştırmalı Analiz | 54 |
| 1.2.6.3.2.3. Sentezleme | 55 |
| 1.2.6.3.3. Nihai Karar | 55 |
| 1.2.6.3.4. Tutarlılık | 55 |
| 1.2.6.3.5. AHY Uygulamaları | 56 |

2. BÖLÜM: HEDEF PROGRAMLAMA

| | |
|---|----|
| 2.1. Hedef Programlamanın Tarihçesi | 59 |
| 2.2. Hedef Programlamanın Tanımı ve Varsayımları | 59 |
| 2.3. Hedef Programlamanın Matematik Yapısı | 61 |
| 2.4. Hedef Programlama Modelinin Oluşturulması Aşamaları | 64 |
| 2.5. Hedef Programlamanın Sınıflandırılması | 65 |
| 2.6. Hedef Programlama Çözüm Teknikleri | 67 |
| 2.6.1. Doğrusal Hedef Programlama Problemlerinin Grafik Yöntemle Çözümü | 67 |
| 2.6.2. Doğrusal Hedef Programlama Probleminin İterasyonla Çözümü | 67 |
| 2.6.3. Hedef Problemlerinin Simpleks Yöntemle Çözümü | 68 |
| 2.7. Değiştirilmiş Simpleks Algoritması | 70 |
| 2.8. Bazı Hedef Programlama Yöntemleri | 76 |
| 2.8.1 Doğrusal Olmayan Hedef Programlama | 76 |
| 2.8.1.1. Ağırlıklandırılmış Hedef Programlama | 80 |
| 2.8.1.2. Lexicographic Hedef Programlama | 80 |
| 2.8.1.3. MINIMAX Hedef Programlama | 81 |
| 2.8.2. Bulanık (Fuzzy) Hedef Programlama | 81 |
| 2.8.2.1 BHP Probleminin Matematiksel İfadesi | 82 |
| 2.8.2.1.1. Doğrusal Üyelik Fonksiyonları ile BHP Probleminin Çözüm Teknikleri | 83 |
| 2.8.2.1.2. Parçalı Doğrusal Üyelik Fonksiyonları ile BHP Probleminin Çözüm Teknikleri | 88 |
| 2.8.3. Etkileşimli Hedef Programlama | 94 |

3. BÖLÜM: OKUL ÖNCESİ EĞİTİM

| | |
|--|-----|
| 3.1. Okul Öncesi Eğitim Nedir? | 97 |
| 3.1.1 Niçin Okul Öncesi Eğitim? | 98 |
| 3.1.2. Erken Çocukluk Döneminde Eğitimin Önemi | 99 |
| 3.1.2.1. Erken Çocukluk Eğitim Modelleri | 100 |
| 3.1.2.2. Erken Çocukluk Eğitimindeki Uygulamalar | 101 |
| 3.1.2.2.1. Kurum Merkezli Erken Çocukluk Eğitimi | 101 |
| 3.1.2.2.2. Aile Merkezli Erken Çocukluk Eğitimi | 101 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.2.2.2.1. Türkiye'deki Aile Merkezli Erken Çocukluk Eğitimi Uygulamaları | 102 |
| 3.1.3. Milli Eğitim Bakanlığı'nın Projeleri | |
| 3.1.3.1. Erken Çocukluk Gelişimi ve Okul Öncesi Eğitimi Projesi | 103 |
| 3.1.3.2. Erken Çocukluk Dönemi Gelişimi ve Eğitimi Projesi | 104 |
| 3.1.3.3. Okul Öncesi Veli-Çocuk Eğitim Programı Projesi (OVÇEP) | 104 |
| 3.1.3.4. Okul Öncesi Eğitimi Araştırma Geliştirme Televizyonla Program Yapma Projesi | 105 |
| 3.1.3.5. Temel Eğitim Programı Kapsamında Okul Öncesi Eğitimini Desteklenmesi ve Yaygınlaştırılması Projesi | 105 |
| 3.1.4. Kurumlarda Okul Öncesi Eğitim | 105 |
| 3.1.4.1. Fiziksel Ortam | 106 |
| 3.1.4.2. Eğitim Programı ve Öğretmen | 106 |
| | |
| 4. BÖLÜM: OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN ÇOK AMAÇLI MODEL ÖNERİSİ | |
| 4.1. Araştırmanın Amacı | 109 |
| 4.2. Araştırmanın Önemi | 109 |
| 4.3. Metodoloji | 110 |
| 4.4. Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesinin Amacı | 111 |
| 4.4.1. Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesinin Kapsamı | 112 |
| 4.4.2. Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesinin Metodoloji ve Veri Kaynağı | 112 |
| 4.5. Okul Öncesi Eğitimin Değerlendirilmesinde Çok Amaçlı Karar Verme Yaklaşımı | 114 |
| 4.5.1. Modelin Verileri | 114 |
| 4.5.2. İstatistiksel Verilerin Değerlendirilmesi | 122 |
| 4.5.3. AHY'nin Kullanılması | 128 |
| 4.5.4. Hedef Programlama Modelinin Oluşturulması | 129 |
| 4.5.5. HP Modelinin Çözümü | 130 |
| 4.5.6. İkinci HP Modeli | 132 |
| 4.5.7. İkinci HP Modelinin Çözümü | 133 |
| 4.5.8. Üçüncü HP Modeli | 136 |
| 4.5.9. Üçüncü HP Modelinin Çözümü | 137 |

| | |
|---|-----|
| SONUÇ | 139 |
| KAYNAKÇA | 142 |
| EKLER | |
| Ek-1: Çocukların Gelişim Aşamalarını Ölçmek İçin Hazırlanan Anket Formu | 150 |
| Ek-2: İlk Test- Son Test (Değerlendirme Testi) | 152 |
| ÖZGEÇMİŞ | 153 |

TABLolar LİSTESİ

| | |
|---|-----|
| Tablo 1.1. Karar Verme Süreci..... | 4 |
| Tablo 1.2. ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması..... | 14 |
| Tablo 1.3. Ödemeler Tablosu..... | 27 |
| Tablo 1.4. Çok Amaçlı Simpleks Tablo..... | 33 |
| Tablo 1.5. Tercih Ölçeği..... | 54 |
| Tablo 1.6. AHY'nin Uygulama Alanları..... | 57 |
| Tablo 2.1. Başlangıç Değiştirilmiş Simpleks Tablosu..... | 70 |
| Tablo 4.1. EÇGDP'den Faydalanan Çocukların Oturduğu Gecekondur Bölgeleri..... | 112 |
| Tablo 4.2. Birinci Model Verileri..... | 120 |
| Tablo 4.3. İkinci Model Verileri..... | 121 |
| Tablo 4.4. Tercihler Matrisi..... | 128 |
| Tablo 4.5. Üçüncü Model Verileri..... | 135 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|--|-----|
| Şekil 1.1. Yönetim Düzeyleri- Karar İlişkisi | 4 |
| Şekil 1.2. Stratejik Karar Verme Süreci | 4 |
| Şekil 1.3. Çok Amaçlı Karar Verme Sürecine İlişkin Bir Akış Şeması | 12 |
| Şekil 1.4. Çok Amaçlı Karar Modellerinin Sınıflandırılması | 15 |
| Şekil 1.5. STEM Yönteminin Akış Şeması | 30 |
| Şekil 1.6. Bir GA'nın Temel Akış Diyagramı | 36 |
| Şekil 1.7. Genetik Algoritmaların Temel Yapısı | 37 |
| Şekil 1.8. Tek Noktalı Çaprazlamaya Bir Örnek | 39 |
| Şekil 1.9. Mutasyona Bir Örnek | 40 |
| Şekil 1.10. Tüm Sistem Dizaynının Birinci Safhası | 42 |
| Şekil 1.11. Analitik Hiyerarşi Yaklaşımının Çözüm Aşamaları | 51 |
| Şekil 1.12. Ortaçağ Avrupası'nda ki Şehir Devletleri İle İlgili Bir Hiyerarşi Örneği | 52 |
| Şekil 2.1. Doğrusal Ve Üçgen Şeklinde Üyelik Fonksiyonu | 84 |
| Şekil 2.2. μ_1, μ_2 ve μ_3 Üyelik Fonksiyonlarının Grafikleri | 87 |
| Şekil 2.3. Enterpolasyon Üyelik Fonksiyonunun Grafiği | 89 |
| Şekil 4.1. Sosyal Gelişim Yönünden 1. Ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması | 122 |
| Şekil 4.2. Dil Gelişimi Yönünden 1 Ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması | 123 |
| Şekil 4.3. Bilişsel Gelişim Yönünden 1. Ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması | 124 |
| Şekil 4.4. Motor Gelişimi Yönünden 1. Ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması | 125 |
| Şekil 4.5. Özbakım Becerileri Yönünden 1. Ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması | 126 |
| Şekil 4.6. İlk Test- Son Test Doğru Sayılarının Karşılaştırılması | 127 |
| Şekil 4.7. Davranışların Öncelikli Ağırlığı | 129 |

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, öncelikle geleneksel ve yeni çok amaçlı karar verme yöntemlerini birlikte incelemek daha sonra okul öncesinde verilen eğitimin genel bir değerlendirmesini yapmak üzere bir model önerisinde bulunmaktır.

Bu çalışmada, Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2001 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında Antalya'daki gecekondu bölgelerinde yaşayan çocuklar için gerçekleştirdiği 6 yaş okul öncesi eğitim programının başlangıç ve bitişinde çocuklara uygulanan anket sonuçlarından elde edilen ham veriler öncelikle istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel veriler kullanılarak üç hedef programlama modeli oluşturulmuştur. Bu üç model, eğitim programının genel bir değerlendirmesini yapmayı amaçlamaktadır.

Oluşturulan üç modeldeki karar değişkenleri hane halkı sayısı ve ailenin yaşadığı konut tipine göre belirlenmiştir. Kısıt ve hedef fonksiyonları ise Portage Kontrol Listesi ve Denver II Gelişimsel Tarama Testlerinden faydalanılarak hazırlanmış soru formlarından elde edilen istatistiksel veriler kullanılarak oluşturulmuştur. Bu soru formları, çocuğu eğitsel, davranışsal ve sosyal yönden değerlendirmektedir.

İlk çok amaçlı modelin sonuçlarına göre eğitime tüm boyutlarda en avantajlı başlayan çocuklar hane halkı sayısı 7-9 arası ve 10 ile üzeri olup yeterli durumda gecekonduya yaşayan çocuklardır.

İkinci model, eğitim dönemi sonunda en başarılı olan grubun hane halkı sayısı 4-6 arası olup yeterli durumda gecekonduya yaşayan çocuklar olduğunu göstermektedir. Verilen eğitimin en fazla katkıda bulunduğu çocukları üçüncü model belirlemektedir. Tüm boyutlarda okul öncesi eğitimden en fazla faydalanan grup hane halkı sayısı 4'den az olup yetersiz durumda gecekonduya yaşayan çocuklar olmuştur.

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the traditional and new multi-objective decision making methods and then to propose a method for the overall evaluation of the pre-school education.

Ministry of Education applied a program to the 6 years old pre-school education students who live in the squatter's houses in Antalya in July- August 2001. In this study, the questionnaires, applied on the students at the beginning and end of the period are used. Firstly the questionnaires were evaluated by statistical methods. Then, the result of the statistical evaluation used for the construction of three goal programming models. The evaluation of this education program was aimed in these three models.

Decision variables in the constructed models were defined with respect to the number of people living in each houses and the living conditions of the houses. Goal and constraints functions were defined by using statistical data which is generated by applying questionnaire form which was designed by using Portage Control List and Denver II Developmental Tests. These questionnaire evaluates the children with respect to their educational, behavioral and social dimensions.

As a result of the first, the children living in the houses with 7-9 people or 10 or more people and unsatisfactory condition have the most advantageous position at the beginning of the education program.

With respect to the second model, the group of children who live in the houses with 4-6 people and in the satisfactory condition are the most successful ones. With the third model, the children group that education program provided most contribution was determined. The children, who live in the houses with less than 4 people and unsatisfactory conditions, take the most contribution at all dimensions from the education program.

ÖNSÖZ

“Çok amaçlı karar verme konusunda yeni yaklaşımlar ve okul öncesi eğitime ilişkin bir uygulama” başlıklı tez çalışmam süresince beni yönlendiren, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen, her ihtiyaç duyduğumda bilgisini benimle paylaşan değerli tez danışmanı hocam Sayın Prof. Dr. Ayşe KURUÜZÜM’e ve uygulama bölümünde Antalya’da 2001 yılında uygulanmış olan Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesi’nin verilerini ve değerli bilgisinin bizimle paylaşan Sayın Uzman Güngör ÇABUK’a çok teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmam süresince bana destek olan tüm çalışma arkadaşlarıma, özellikle de oda arkadaşım A.Eren ARICI’ya ...

Daima sevgisini, bilgisini ve hayatın tüm güzelliklerini benimle paylaşan, desteğinden ve varlığından güç aldığım çok değerli eşim M. Koray ÇETİN’e çok teşekkürler...

Ve tabii ki yıllar boyunca huzurlu bir ortamda yetişmemi sağlayarak benden destek ve sevgilerini hiçbir zaman esirgemedikleri için başta annem ve babam olmak üzere sevgili aileme çok çok teşekkürler ...

Emre İPEKÇİ ÇETİN

Antalya, 2002

GİRİŞ

Karar verme işlemi, karar vericinin mevcut alternatiflerle karşı karşıya kaldığı durumda, bu alternatifler arasından kendisince belirlenmiş belli ölçütlere göre kendi amaç veya amaçlarına uygun, bir veya birkaçını seçme sürecidir.

II. Dünya Savaşı sırasında ve sonrasında tek amaç fonksiyonunun optimizasyonuna dayanan Yöneylem Araştırması teknikleri birçok alanda başarıyla uygulanmıştır. Daha sonraları pratikte sık sık karşılaşılan birden fazla amacın birlikte optimizasyonunu gerektiren problemlerin matematiksel çözümü üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Günümüzde teknolojiye bağlı gelişmelere bağlı olarak işletmelerin kapasitelerindeki büyük artış, tüketici taleplerindeki hızlı değişimler ve rekabet şartlarının artması, işletme yönetiminde karşılaşılan problemleri oldukça karmaşık hale getirmiştir. Yöneticilerin gerek stratejik gerekse taktik kararları alırken birçok boyutu göz önünde bulundurması gerekmektedir. Yöneylem Araştırması kapsamında ele alınan çok amaçlı karar verme (ÇAKV) teknikleri son yıllarda teorik ve uygulamalı alanlarda hızlı bir gelişme göstermektedir.

Uygulamada başarıyla uygulanan ÇAKV yöntemlerinden biri olan Hedef Programlama (HP) Yöntemi, Charnes ve Cooper tarafından önerilmiş daha sonra özellikle Ijiri, Lee ve Ignizio tarafından geliştirilmiştir. Doğrusal programlamanın yapısında kullanılan temel adımlar HP modelinde de aynıdır. Aralarındaki ana fark HP'nın amacı doğrudan optimize edememesidir. HP arzulanan hedeflerle gerçekleşen sonuçlar arasındaki sapmaları minimize etmeye çalışır. Optimal çözümü bulmaya odaklanmak yerine belli hedefleri en iyi başaran noktaları tanımlar.

ÇAKV konusunda son yıllarda gelişme gösteren bir diğer teknik genetik tabanlı evrimsel çok amaçlı optimizasyondur. Genetik algoritmalar (GA), doğadaki evrim mekanizmasını örnek alan bir arama metodudur. Bir veri grubundan özel bir veriyi bulmak için kullanılır ve doğada geçerli olan en iyinin yaşaması kuralına dayanarak sürekli iyileşen çözümler üretir. Evrimsel çok amaçlı optimizasyon tekniklerinin özellikle mühendislik alanında birçok uygulaması olduğu ancak sosyal bilimler alanında uygulamaların yok denecek kadar az olduğu yapılan yazın taramalarında gözle çarpmaktadır.

Çok amaçlı yöntemlerde yardımcı bir analitik araç olarak kullanılan ve 1970'ler de Saaty tarafından ortaya atılan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) de son yıllarda hızla gelişme gösteren yöntemlerden birisidir. Saaty, AHY ile karışık durumların analizi için matematiksel tabanlı bir teknik geliştirmiştir. Bu yöntem, kişileri nasıl karar vermeleri konusunda zorunlu kılmak yerine, onlara kendi mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayıp bu şekilde daha iyi karar vermelerini amaçlamaktadır.

Askeriyeden sağlık sektörüne, üretim yönetiminden pazarlamaya kadar birçok alanda farklı uygulamalara sahip olan çok amaçlı karar verme teknikleri ile ilgili yazın taramasında eğitim alanında yapılan uygulamaların diğer alanlara nazaran azlığı göze çarpmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, öncelikle geleneksel ve yeni çok amaçlı yöntemleri birlikte incelemek ve daha sonra çok amaçlı karar verme yöntemlerinden olan Hedef Programlama Yöntemi ile Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nden faydalanarak okul öncesi eğitimin etkinliğini değerlendirmektir. Bu amaçla, Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) 2001 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında Antalya'daki gecekondu bölgelerinde yaşayan yaklaşık 900 çocuk için gerçekleştirdiği okul öncesi eğitim projesinin sonuçları kullanılmıştır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde çok amaçlı karar verme yöntemlerinin bir sınıflandırması yapılarak çok amaçlı karar modellerinin matematiksel yapısı verilmekte ve bazı yöntemler kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Ayrıca çok amaçlı optimizasyon alanında son yıllarda hızlı bir gelişme gösteren evrimsel çok amaçlı optimizasyon yöntemlerinden ve çok amaçlı karar vermede yardımcı bir analitik araç olarak kullanılan analitik hiyerarşi yönteminden söz edilmektedir.

İkinci bölümde çok amaçlı karar vermenin en çok bilinen tekniklerinden birisi olan Hedef Programlama yöntemi incelenmektedir. Bu bölümde Hedef Programlama Yöntemi'nin tarihçesi, sınıflandırması ve matematiksel yapısından bahsedilmekte ve bazı Hedef Programlama yöntemleri incelenmektedir. Üçüncü bölümde erken çocukluk döneminde okul öncesi eğitimin önemi, erken çocukluk eğitimi modelleri ve uygulamaları ile MEB'nin ülkemizdeki projelerine değinilmektedir.

Çalışmanın araştırma bölümünde erken çocukluk döneminde okul öncesi eğitim kapsamında gerçekleştirilen projeden elde edilen verilerden faydalanılarak üç çok amaçlı optimizasyon modeli oluşturulmuştur. Bu üç modelin bulgularından çocukların eğitimsel

sosyal ve davranışsal yönden eğitim verilmeden önce ve eğitim verildikten sonra bir değerlendirmesi yapılmıştır. Araştırma sonuçları hangi çocukların verilecek eğitime hazır olduğu, verilen eğitimin hangi çocuklar için daha faydalı olduğu konusunda bir fikir sunmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇOK AMAÇLI KARAR VERME

1.1. Karar Verme Kavramı

Karar verme işlemi, karar vericinin mevcut alternatiflerle karşı karşıya kaldığı durumda, bu alternatifler arasından kendisine belirlenmiş belli ölçütlere göre kendi amaç veya amaçlarına uygun, bir veya birkaçını seçme sürecidir (Evren ve Ülengin, 1992:1; Tekin, 1995:6).

Kurutüzüm (1998), karar verme ile ilgili özellikleri 3 ana başlıkta toplamıştır:

- 1- Karar verme bir süreçtir,
- 2- Karar verme bir problem çözme işlemidir,
- 3- Karar verme değişik davranış biçimlerinden birini seçme işlemidir.

Karar verme süreci Koçel (1998) tarafından başlıca 5 safhada incelenmiştir. Bu safhalar Tablo 1.1'de gösterilmiştir.

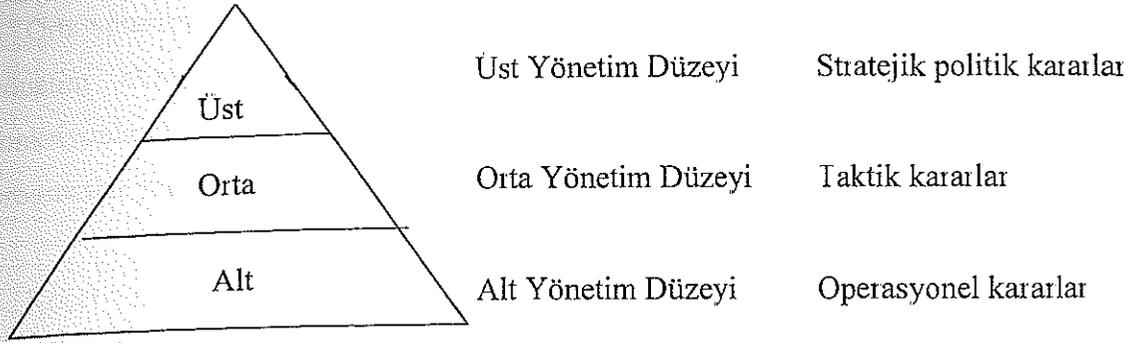
Tablo 1.1. Karar Verme Süreci

| 1. SAFHA | 2. SAFHA | 3. SAFHA | 4.SAFHA | 5. SAFHA |
|--------------------------------------|---|----------------------|--|--|
| Amaç belirlleme veya sorun tanımlama | Amaç ve sorunları irdeleme/ öncelik belirleme | Alternatif belirleme | Alternatifleri irdeleme ve değerlendirme | Seçim kriterini belirleme ve seçim yapma |

(Kaynak: Koçel, 1998, s.41)

1.1.1 Karar Yapıları

Yönetimsel karar verme, Şekil 1.1'de gösterildiği gibi, üst düzey, orta düzey ve alt düzey yönetimin verdiği kararlar olmak üzere 3 grupta incelenebilir.

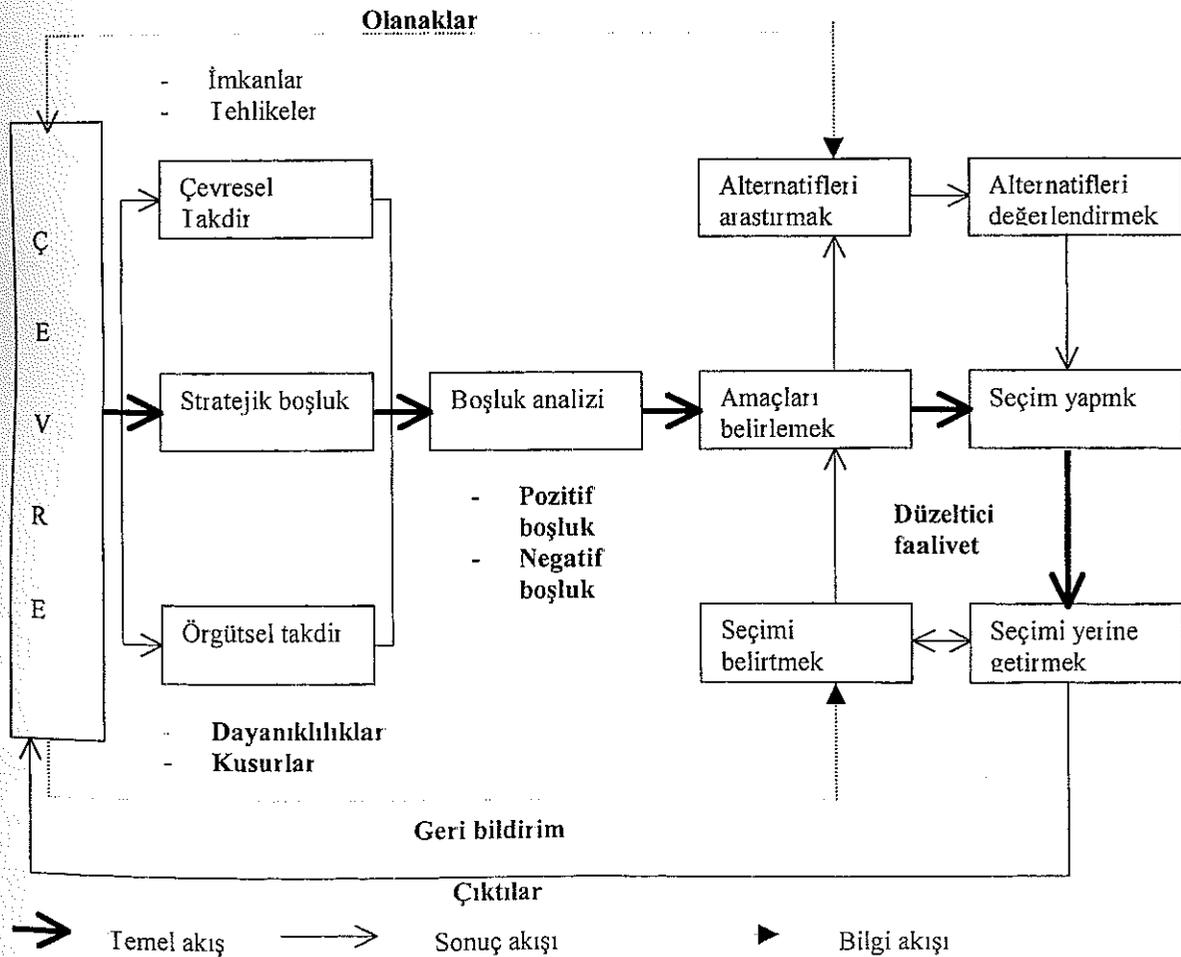


Şekil 1.1. Yönetim Düzeyleri- Karar İlişkisi

(Kaynak: Kuruözüm, 1998, s.9)

Stratejik politik kararlar, hedef ve politikaların belirlendiği, uzun vadeli planların yapıldığı, stratejilerin saptandığı ve tüm işletme fonksiyonlarının koordine edildiği ve denetlendiği faaliyetlerle ilgili olan kararlardır. Bu kararlar üst yönetim düzeyince gerçekleştirilmektedir (Kuruözüm, 1998:9).

Harrison ve Pelletier (1998, 2000), stratejik karar verme sürecini Şekil 1.2’de göstermiştir.



Şekil 1.2. Stratejik Karar Verme Süreci

(Kaynak: Harrison ve Pelletier, 2000)

Orta yönetim düzeyi kararları denince akla taktik kararlar gelmektedir. Taktik kararlar, üst yönetim düzeyince belirlenmiş olan hedef politikalara göre yöntemler oluşturma, fonksiyonların etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi için orta vadeli planlar ve programlar yapma faaliyetleriyle ilgilidir (Kuruüzüm, 1998:9).

Koçel (1998), orta yönetim düzeyinin alt yönetim düzeyi ve üst yönetim düzeyinde yer alan kararları dengelemekte olduğunu, bu iki düzey arasındaki kararları uyumlaştırdığını ve bunlar arasında bir koordinasyon sağladığını vurgulamıştır.

Operasyonel kararlar ise alt yönetim tarafından gerçekleştirilen kararlardır. Bu kademedeki kişiler işe en yakın kişilerdir. Tamamen işletme içine dönük uygulamaya yönelik kısa vadeli kararlardır. Bu kararlar iş emirlerini yerine getiren kişilerin ilk amirleri durumunda olanlar tarafından verilmektedir (Koçel, 1998:60; Kuruüzüm, 1998:9).

Değişik düzeylerdeki yönetim kararları başlıca 2 grupta toplanabilmektedir:

- 1- *Programlanabilen kararlar*: Genellikle rutinleşmiş, tekrarlanan, kişiden ziyade sistemi vurgulayan özellikteki kararlardır. Genellikle aynı tür kararların üretilmesini sağlar. Faturalama, bordro hazırlama gibi muhasebe işlemleri bu sınıfa örnek gösterilebilir.
- 2- *Programlanamayan kararlar*: Bu karar tipi programlanabilen kararlardaki gibi rutin olmayan daha çok kişiye bağlı olan kararlardır. Olayların özelliklerine göre ayrı ayrı verilen kararlardır. Bu karar tipinde çoğu kez yaratıcılık ön plana çıkmaktadır. Üretim, satın alma, yenileme kararları, tutundurma kararları gibi kararlar bu gruba girer (Kuruüzüm, 1998:10; Koçel, 1998:40).

1.2. Çok Amaçlı Karar Verme

Boray'a göre (1993:65), karar veren kişinin ne hakkında karar vereceğini bilmesi çoğu zaman doğru karar için yeterli değildir. Karar vereceği ortamda kendisine doğru karar vermede yardımcı olacak ne gibi verilerin olduğunu bilmesi de gereklidir. Karar ortamını oluşturan ve belirleyen verilere göre karar ortamları genel olarak;

- Belirli ortam,
- Riskli ortam,

- Belirsiz ortam olmak üzere 3'e ayrılmaktadır

Belirlilik ortamında belli bir durumun gerçekleşme olasılığı 1'dir. Yani, belli bir stratejinin seçimi sonunda ortaya çıkacak sonuç kesinlikle bellidir (Boray, 1993:65).

Risk ortamında karar vermede, karar veren/ verenler sorunun çözümünü sağlayacak seçeneklerin belli bir olasılık değerine bağlı olarak meydana geleceğini kabul etmektedirler. Yani karar verici çeşitli durumların gerçekleşmesi konusunda kesin bilgidен yoksunsa, ancak bu durumların gerçekleşme olasılıklarını saptayabilir. Saptanan bu olasılıklar kesinse risk ortamında bulunuluyor demektir (Boray, 1993:65).

Bir durumun gerçekleşmesi belirlilik ortamında kesin olarak bilinirken, risk ortamında olasılıklar biçiminde bilinmektedir. Dolayısıyla risk ortamı, genelleştirilmiş bir belirlilik ortamıdır. Karşıt olarak, belirlilik ortamı da risk ortamının özel bir biçimidir (Boray, 1993:65).

Belirsizlik ortamı genelde, gerçekleşecek durumların olasılıklarının kesin olarak bilinmediği durumlarda ortaya çıkar. Diğer bir ifadeyle, ortamların ve seçeneklerin nasıl bir sonuç vereceği karar verecek kişi tarafından bilinmezse, burada meydana gelecek sonuçlara herhangi bir olasılık verilemez (Boray, 1993:65).

Eğer problemde iki veya ikiden fazla amaç varsa bunlar için optimallikten söz etmek zorlaşmaktadır. Bunun yerine her bir amaç için karar vericinin de tercihleri dikkate alınacak şekilde bir uzlaştırmadan söz etmek daha yerinde olacaktır. Tek amaçlı karar problemlerinden farklı olarak ulaşılan çözüm optimal çözüm yerine en iyi uzlaşık çözüm olarak adlandırılmaktadır (Evren ve Ülengin, 1998:4).

1.2.1. Çok Amaçlı Karar Vermede Temel Kavramlar

Çok amaçlı karar vermede karar verme işlemi yapan bir karar verici ya da karar vericiler vardır. Bunun yanında bir takım kavramlar da mevcuttur. Bu kavramlar, hedefler (goals), kriterler (criteria), amaçlar (objectives), nitelikler (attributes), kısıtlar (constraints) olarak tanımlanmaktadır. Sözlük tanımlaması olarak, hedef, kriter ve amaç kavramları genellikle

aynı anlamı içermektedir. Bunların anlamı karar verme koşuluna göre ayırt edilebilmektedir (Zionts, 1985:85).

Boran (1987), karar verici kavramını karar vermeyi gerektiren zorluğun ortaya çıkışını algılayan, seçenekleri arayan ve bunların değerlendirilmesi üzerinde düşünen kişi olarak tanımlamıştır. Karar verici tek bir kişi olabileceği gibi bir grup da olabilir. Karar verici seçenekler arasından seçim yapar.

Yönetmel kararların verilmesi senaryosu bir çok akademisyen tarafından şu şekilde belirtilmektedir;

- 1- Karar verici karar verir.
- 2- Karar verici mümkün kararlar arasından seçim yapar.
- 3- Karar vericinin seçtiği çözüm optimaldir. Optimal çözüm, karar vericinin faydasını ya da başarısını maksimize edecek şekilde tektir (Zionts, 1989:11).

Çok amaçlı karar verme modellerinin içerdiği kavramlardan başlıcaları aşağıda sıralanmaktadır:

Amaç (objective) : Amaç kavramı birçok yazar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Spesifik bir tanım Zeleny tarafından "karar vericinin istekleri doğrultusunda maksimize ya da minimize edilmek istenen özellikler" olarak yapılmıştır (Kuruüzüm, 1998:20). Amaç bir şeyi tamamlamak için onun peşine düşmektir. Bir işletmenin kârını maksimize etmek, hizmetin kalitesini maksimize etmek ya da müşteri şikayetlerini minimize etmek istemesi gibi (Zionts, 1985:85).

Hedef (goal) : Evren ve Ülengin (1992) hedef kavramını "amaçların daha da somutlaşarak belli değerlere dönüşmüş şekilleri" olarak tanımlamaktadır. Bazen erişilebilen bazen erişilemeyen şeydir. Örneğin bir ürünün 1 yıl boyunca satışını önceki yıla göre %10 arttırmayı düşünmek bir hedeftir. Eğer bu hedefe ulaşmak zor ya da mümkün değilse amaçların içinde yer alabilir (Zionts, 1985:85).

Kriter (criteria) : Hwang ve Masud (1979) kriter kavramını kabul edilebilirliği test etmek için kararlar ve usullerin standartları şeklinde tanımlamışlardır. Kuruüzüm'e göre (1998) kriter, performans etkinliğinin bir ölçüsüdür ve değerlendirme yapabilmenin temelini oluşturur.

Nitelik (karar bileşeni, attribute) : Karar vericinin istek ve ihtiyaçlarından nisbi olarak bağımsız bir şekilde tanımlanmış ve belirli bir kararın ne ölçüde gerçekleştirilebildiğinin değerlendirilmesine yarayan ölçüdür (Kuruüzüm, 1998).

1.2.2. Çok Amaçlı Karar Modellerinin Yapısı

Çok amaçlı karar modellerinde temel yapı, yargı kriterleri kümesi, karar değişkenleri kümesi, alternatifleri kıyaslama süreci, baskın çözümler kümesi gibi ortak nitelikleri dikkate alarak uygun çözüm alanı içerisinde karar vericiye en iyi amaç değerlerini saptamak üzerine kurulmuştur. Birbirleriyle çelişir nitelikteki amaçlar belirli kısıtlar altında karar vericinin istek ve beklentilerine göre genel bir uzlaştırma çalışmasıdır. Kuruüzüm' ün belirttiği gibi (1998), üç ana tip yaklaşımla uzlaşmaya varmaya çalışılır:

- 1- Karar vericinin ve modelin özelliklerine uygun bir fayda fonksiyonu tanımlamak ve onu maksimize etmek,
- 2- Karar vericinin ve modelin özelliklerine uygun olarak amaçlardan birini optimize etmek, sonra bu optimizasyonu bozmayacak şekilde ikinci amaç fonksiyonu için olabildiğince iyi değeri elde etmeye çalışmak, üçüncü amaç içinde her iki amacın mevcut değerini bozmayan olabildiğince iyi değeri elde etmeye çalışmak ve diğer amaçlar içinde benzer mantığı yürütmek,
- 3- Karar vericinin ve modelin özelliklerine uygun bir ceza fonksiyonu tanımlayarak onu minimize etmek.

1.2.3. Çok Amaçlı Karar Modellerinde Matematiksel Yapı

Çok amaçlı karar modellerinin matematiksel yapısı genellikle aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\text{Max } f_1(x) = z_1$$

$$\text{Max } f_2(x) = z_2$$

⋮

$$(1.1)$$

$$\text{Max } f_t(x) = z_t$$

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

burada t tane amaç fonksiyonu ve m tane kısıtlayıcı koşul mevcuttur. X vektörü problemin karar değişkenleridir.

$$\text{Max } U(z_1, z_2, \dots, z_t)$$

$$f_k(x) \leq z_k \quad 1 \leq k \leq t \quad (1.2)$$

$$g_i(x) \leq 0$$

şeklinde ifade edilen gösterim uzlaşmaya çalışırken kullanılan 3 yaklaşımdan ilkinin temsil eder. Burada U, modelin fayda fonksiyonunu oluşturmaktadır. Bu gösterim Vektör Maksimum Problemi (VMP) olarak ta ifade edilmektedir.

$$\text{Max } k = \sum_{k=1}^t w_k f_k(x) \quad (1.3)$$

$$g_i(x) \leq 0$$

w, ağırlık vektörüdür ve genellikle $\sum_{k=1}^t w_k = 1$ dir.

Karar verici birbirleriyle çelişir nitelikteki amaçları belirli kısıtlar altında kendi istek ve beklentilerine göre uzlaştırmaya çalışırken kullandığı 2. yaklaşım aşağıdaki şekildeki gibi ifade edilir;

$$\text{Max } f_p(x)$$

$$g_i(x) \leq 0 \quad (1.4)$$

$$f_t(x) \geq a_t \quad t = 1, \dots, k \text{ ve } t \neq p$$

a_t : t. amaca ait belirlenmiş değer. İkinci bölümde ayrıntılı bir şekilde ele alınacak olan Hedef Programlama modelinin iteratif çözüm yöntemi bu yaklaşıma bir örnek olarak gösterilebilir.

Karar vericinin uzlaştırma çabası içerisinde kullandığı 3. yaklaşım daha çok Hedef Programlama ve uzlaşık programlama problemlerinde kullanılmaktadır. Genel olarak;

$$\text{Min } G = \sum_{k=1}^p w_k d_k \quad (1.5)$$

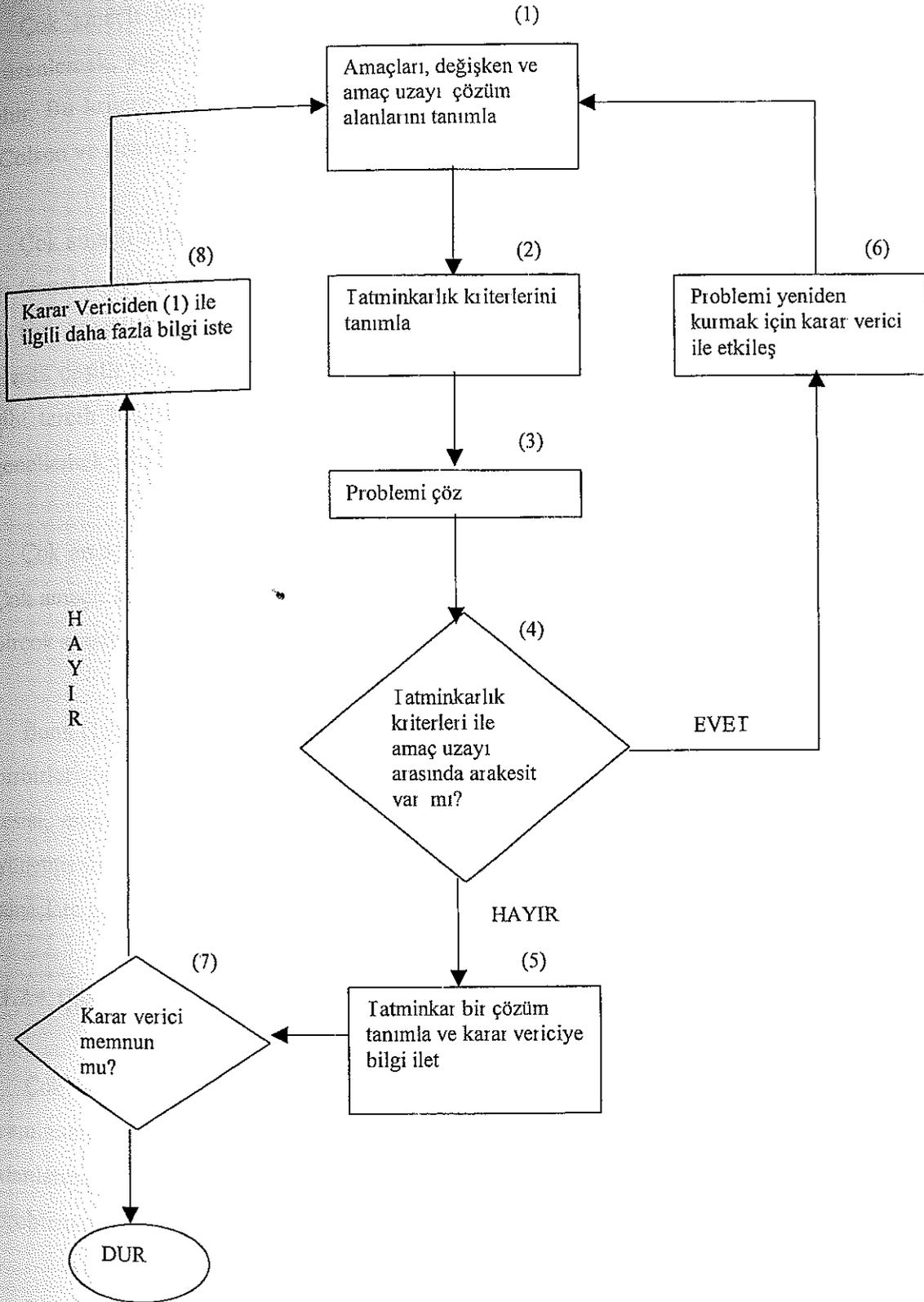
$$g_i(x) \leq 0$$

şeklinde ifade edilir. Burada, d_k , k. amacın optimal (veya hedef) değeri ile diğer baskın çözüm değeri veya değerleri arasındaki uzaklık ölçüsüdür. w_k ise seçimliktir ve ağırlık ölçüsü olarak tanımlanabilir (Kuruüzüm, 1998:25-26).

Tek amaçlı karar verme yaklaşımlarının ortak özelliği uygun çözüm alanı içinde bulunma varsayımdır. Uygun çözüm alanı "karar vericinin kontrolü altında olan veya olmayan sorunlar sitemi kaynaklarına ve çevresel etkileşimlere ait, amacı etkileyici kısıtlamaların oluşturduğu alan" dır. Diğer çözüm kümelerine göre karar vericinin amacını bu alan içerisinde en iyi gerçekleyen nokta veya yüzey optimal olma özelliğine sahiptir (Kuruüzüm, 1998:26).

Kuruüzüm'e göre (1998:28), çok amaçlı karar modellerinde bir optimizasyondan ancak modelin her bir amacı için ayrı ayrı bahsedilebilir. Bu amaçlar genellikle birbirleriyle çelişir nitelikte olduğu için aynı anda modelin tümünü kapsayan bir optimizasyona ideal çözüm kavramıyla ulaşılabılır. İdeal çözüm, matematik olarak her bir amaç optimumdayken tümünün kesişim noktasından oluşur. Bu nokta genel olarak uygun çözüm alanının dışında kalır. Modeldeki amaç sayısı arttıkça böyle bir kesişim noktasının bulunması zorlaşmaktadır

Şekil 1.3' te çok amaçlı modellerin çözüm yaklaşımını özetleyen bir değerlendirme bir akış şeması ile gösterilmektedir



Şekil 1.3. Çok Amaçlı Karar Verme Sürecine İlişkin Bir Akış Şeması

(Kaynak: Kuruözüm, 1998, s 37)

Çok amaçlı karar verme, karar vericiye objeleri tanımlamak, ölçmek, sınıflandırmak, düzenlemek, seçmek veya reddetmek için bazı kriterlerin değerlerini esas alarak yardımcı olur. Bu kriterler amaçlar, hedefler, istek seviyesi, fayda gibi farklı isimlerle sunulabilirler (Colson ve Bruyn, 1989:1201).

Çok amaçlı karar verme yöntemlerinin 2 genel özelliği şu şekilde ifade edilebilir;

- i- Genel hedef karar vericinin başaracağı şekilde iyi kararlar vermesine çalışmaktır
- ii- Çok amaçlı karar verme prosedürleri genellikle karar vericinin tercih ve davranışına bağlı olarak çeşitli tahminler yapar. Bazı prosedürlerde karar vericiye değiş- tokuş, istek seviyesi gibi tercih bilgisi sorulur. Karar vericinin cevaplarından çözüm kümesinin iyi sonuçlarını genellemek için bilgisayar sistemi kullanılır (Colson ve Bruyn, 1989:1201).

Çok amaçlı karar verme, karar analizinin son yıllarda hızla gelişen alanlarından birisidir. Çok amaçlı karar vermenin popülerliği ve geniş uygulama alanının yanında ekonomi ile ilgili birçok araştırma gücü de bulunmaktadır (Ballestero ve Romero, 1994:223).

Bunn (1984), karar kriterlerine çok yönlü bakmak gerektiğini, kimi zaman karar vericilerin birbirleriyle çelişen amaçlarla karşı karşıya kalabileceğini belirtmiştir. Örneğin nükleer güç tesisi, emniyet sorunu, sağlık, çevre gibi meseleleri içerir. Drucker (1974), bir işletmeyi yönetmenin ihtiyaçlar ve hedefler karışımının bir dengesi olduğunu bu nedenle çoklu amaçlara gerek duyulabileceğini ifade etmiştir (Bunn, 1984:82).

1.2.4. Çok Amaçlı Karar Modellerinin Sınıflandırılması

Çok amaçlı karar modellerine ilişkin birçok yazar tarafından çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırmalardan bazılarında çok amaçlı karar modelleri; uygulama alanlarına göre, amaç fonksiyonlarının ve kısıtların yapısına göre, çok amaçlı karar probleminin çözüm süreci boyunca karar verici ile olan ilişkisine göre yapılmıştır.

Evren ve Ülengin (1992), çok amaçlı karar verme yöntemlerini kısıtların açık olarak yazılabilmesi veya kapalı olarak göz önüne alınmasına göre sınıflandırmışlardır (Tablo 1 2) Hwang ve Masud (1979) ise oldukça detaylı bir sınıflandırma yapmıştır (Şekil 1.4)

Tablo 1.2. ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması

| Kısıtlar | Kapalı | Açık |
|---------------|--|--|
| ÇIKTI | Sonlu Sayıda Alternatif | Sonsuz sayıda Alternatif |
| Deterministik | <ul style="list-style-type: none"> • Zions-Wallenius Yöntemi • Electre Yöntemi • Sirinivasan ve Shocker Yöntemi <p style="text-align: center;">I</p> | <p>Çok Ölçütlü Matematik Programlama Yöntemleri</p> <ul style="list-style-type: none"> • KV'den bilgi istemeyenler • KV'den bilgi isteyenler • KV'den etkileşimli olarak bilgi isteyenler <p style="text-align: center;">III</p> |
| Probabilistik | Değer Fonksiyonu Belirleme Yöntemleri | Stokastik Matematik Programlama Yöntemleri |
| | II | IV |

(Kaynak: Evren ve Ülengin, 1992, s.16)

I. kısımda kabul edilen yöntemlerde problem verilen N sayıda alternatiften, eldeki P amacı en büyükleyen bir veya birkaçını belirlemektir. Ana amaç; en azından N alternatifin "iyi" lik derecesine göre sıralanmasıdır. Bu tür yaklaşımlarda temel ilke, her bir alternatifin her bir ölçüt açısından aldığı değerleri, diğer alternatiflerin benzer yolla bulunan değerleri ile ikili olarak karşılaştırmaktır.

II. kısımda sonlu sayıda alternatif vardır ve çıktılar probabilistiktir. Burada izlenen yol, her bir alternatifin muhtelif çıktı değerleri için olasılıkların belirlenmesidir. Her bir alternatif için değer fonksiyonu oluşturulur.

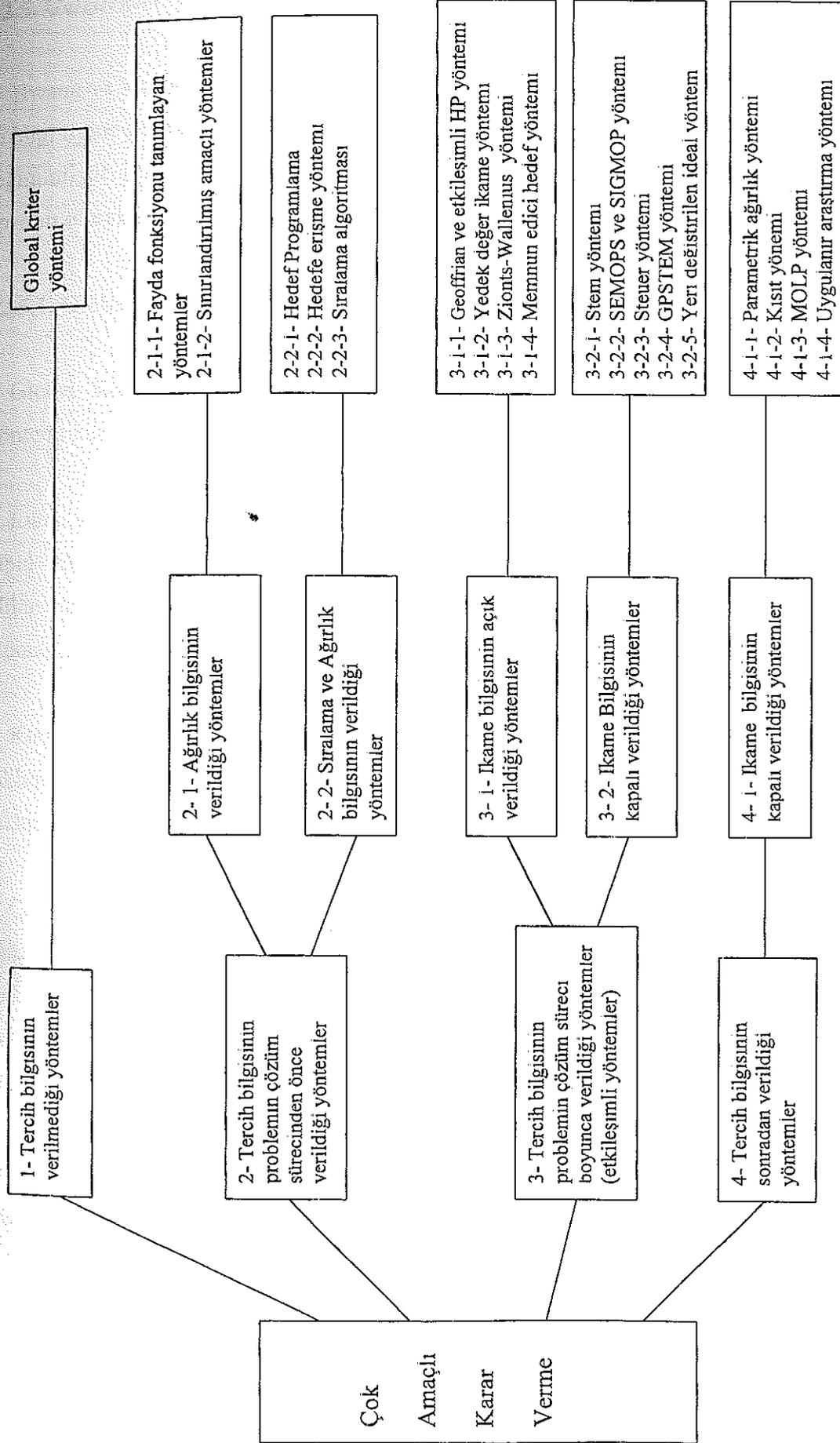
III. kısımda kısıtlar açık, çıktılar deterministiktir.

IV bölge ise sonsuz seçenek kümesi ve stokastik problemlerin çözümü için geliştirilen yöntemleri içermektedir (Evren ve Ülengin, 1992:16-18).

III-Yöntemlerin Ana Sınıflaması

II- Bilgi Tipi

I- Bilgi İhtiyacı Aşaması



Şekil 1.4. Çok Amaçlı Karar Modellerinin Sınıflandırılması

(Kaynak: Hwang ve Masud, 1979, s.8)

1.2.5. Geleneksel Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri

Hwang ve Masud'un (1979) Şekil 1.4'de ki sınıflandırması dikkate alınarak bilgi ihtiyacı ve bilgi tipine göre ayrılan çok amaçlı karar verme yöntemlerinden bazılarını aşağıda değinilmiştir. Bunların içerisinde yer alan Hedef Programlama Yöntemi ise ikinci bölümde ayrıntılı olarak incelenmektedir.

1.2.5.1. Global Kriter Yöntemi

Global Kriter Yöntemi'nin bir diğer adı "Toplu Kriter Yöntemi" dir. Global Kriter Yöntemi karar vericiden açıkça bilgi istemeyen bir yöntemdir.

Evren ve Ülengin'e göre¹(1992:28) bu yaklaşım, karar vericinin yöntemin bulduğu çözümü kabul edeceğini farz eder. Bu yöntemde çözümün elde edilmesinde karar verici rahatsız edilmemektedir. Buna karşın analistin karar vericinin tercihleriyle ilgili olarak birçok kabul yapması gerekmektedir.

Kuruüzüm (1998:88), toplu kriter yönteminin genel olarak uzlaşık programlama yaklaşımının bir uygulaması olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla burada uzlaşık programlama hakkında bilgi vermenin doğru olacağı düşünülmektedir.

Çok amaçlı programlama algoritmalarının bir kısmı, modeldeki amaçları bir fayda fonksiyonu ile temsil etmeye çalışarak onu maksimize ederken, diğer bir kısmı da bir ceza fonksiyonu tanımlayarak onu minimize etmeye çalışmaktadır. Söz konusu ceza fonksiyonu, 2. bölümde daha kapsamlı olarak ele alınacağı gibi, Hedef Programlama gibi algoritmalarda belirlenen hedeflerden sapmaları minimize etmek şeklinde tanımlanmaktadır. Ancak diğer bir kısım ceza fonksiyonları ise modeldeki amaçların ideal çözümlerinden uzaklığını minimum yapacak bir çözüm kompozisyonu yaratmayı amaçlamaktadır. Bu tür yaklaşıma "uzlaşık programlama" denir (Kuruüzüm, 1998:82).

Genel olarak modeldeki amaçların çözümlerinin kesişim noktası yani ideal çözüm, olanaksız alanda bulunacaktır. Uzlaşık programlama, bu ideal çözümden en az uzaklıkta çözümler üretmeye çalıştığı için yaygın bazı uzaklık ölçülerinin ele alınması faydalı olacaktır.

$f_i(x)$ = i amaç fonksiyonu $i=1,2,\dots,k$

$f_i(x^*)$ = i. amaç fonksiyonunun optimal değeri

λ_i = Stokastik ağırlık vektörünün i. elemanı

d = uzaklık

X = değişken uzayında çözüm alanı

Y = amaç uzayında çözüm alanı olarak tanımlandığında,

$$d = \left(\sum_{i=1}^k (f_i(x^*) - f_i(x))^2 \right)^{1/2} \text{ dir.}$$

Bu ifade genelleştirildiğinde;

$$d_p = \left(\sum_{i=1}^k (f_i(x^*) - f_i(x))^p \right)^{1/p} \quad p=1,2,\dots,\infty$$

Stokastik ağırlık vektörüyle ağırlıklandırıldığında;

$$d_p = \left(\sum_{i=1}^k \lambda_i (f_i(x^*) - f_i(x))^p \right)^{1/p}$$

Nisbi uzaklık ölçüsü olarak genelleştirildiğinde;

$$d_p = \left(\sum_{i=1}^k \left(\frac{f_i(x^*) - f_i(x)}{f_i(x^*)} \right)^p \right)^{1/p} \quad (1.6)$$

olmaktadır.

Global Kriter Yöntemi olarak da bilinen diğer bir uzaklık ölçüsü ise yukarıdaki genelleştirilmiş nisbi uzaklık ölçüsüne yaklaşmaktadır;

$$d_p = \sum_{i=1}^k \left(\frac{f_i(x^*) - f_i(x)}{f_i(x^*)} \right)^p \quad p=1 \text{ veya } p=2 \quad (1.7)$$

Başka bir ifadeyle aşağıdaki k tane problemin çözümleri "ideal çözümler" $f_j(x^*)$, $j=1,2,\dots,k$ olarak tanımlandığında;

$$\max f_j(x) \quad j=1,2,\dots,k$$

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

verilen problem;

$$\min \sum_{i=1}^k \left(\frac{f_i(x^*) - f_i(x)}{f_i(x^*)} \right)^p \quad (1.8)$$

$$g_i(x) \leq 0 \quad i=1,2,\dots,m \text{ olacak şekilde çözülmür.}$$

Global Kriter Yöntemi için Boychuk ve Ovchinnikov $p=1$ olmasını, Salukvadze ise $p=2$ olmasını önermişlerdir (Hwang ve Masud, 1979:21-22). Coello'ya göre (1996:35) p için diğer değerlerde alınabilir. P değerinin seçimine bağlı olarak problemin sonuçları farklı çıkabilir. Bu nedenle bu yöntemde en iyi p 'nin seçimi önemli bir meseledir.

Hwang ve Masud (1979:21-23) ile Evren ve Ülengin (1992:28-30) bu yöntemde p 'nin aldığı değerler ve $f_i(x)$ ve $g_i(x)$ fonksiyonlarının doğrusal veya doğrusal olmamasına göre çeşitli şekillerde karşılaşılabilecek problemleri şu şekilde belirtmişlerdir:

- $P=1$, $f(x)$ ve $g(x)$ fonksiyonlarının doğrusal olması durumu;

Bütün amaç fonksiyonları $f_i(x)$, $i=1,2,\dots,k$ ve tüm kısıt fonksiyonlarının $g_i(x)$, $i=1,2,\dots,m$ doğrusal fonksiyonlar ve $p=1$ olması durumunda

$$\min \sum_{i=1}^k \left(\frac{f_i(x^*) - f_i(x)}{f_i(x^*)} \right)^p \quad (1.9), \quad g_i(x) \leq 0 \quad i=1,2,\dots,m, \text{ şeklinde tanımlanan problem}$$

doğrusal programlama problemi olmaktadır. Dolayısıyla doğrusal programlamada kullanılan simpleks yöntemle problem çözülebilir.

- $P=2$, $f(x)$ ve $g(x)$ fonksiyonlarının doğrusal olması durumu;

Eğer bütün amaç fonksiyonları ve kısıt fonksiyonları doğrusal ve $p=2$ ise,

$$\min \sum_{i=1}^k \left(\frac{f_i(x^*) - f_i(x)}{f_i(x^*)} \right)^2 \quad (1.10) \quad g_i(x) \leq 0 \quad i=1,2,\dots,m \text{ şeklinde tanımlanan problem bir}$$

konveks probleme diğer bir ifadeyle kuadratik programlama problemi haline dönüşmektedir.

Konveks programlama probleminde bir bölgesel minimum aynı zamanda problemin bütünsel (global) minimumudur. Konveks programlama problemi gradient metodu, kuadratik programlama veya doğrusal olmayan programlama gibi herhangi bir yöntem kullanılarak çözülebilir.

- $P=1$ veya $p=2$, $f(x)$ ve $g(x)$ fonksiyonlarının doğrusal olmaması durumunda;

Eğer amaç fonksiyonlarından herhangi biri ve kısıtlar doğrusal olmayan fonksiyonlar ise, problem bir doğrusal olmayan programlama problemi olmaktadır. Bu tür bir problem doğrusal olmayan programlama yöntemlerinden herhangi biri (örneğin genelleştirilmiş gradient indirgeme yöntemi (GRG) veya sıralı kısıtlı minimizasyon tekniği (SUMT) vb.) ile çözülebilir. Ayrıca iteratif doğrusal olmayan Hedef Programlama yaklaşımı da bu problemin çözümünde kullanılabilir etkili bir yöntemdir.

1.2.5.2. Fayda Fonksiyonu Yöntemi

Amaçlarla ilgili tercih bilgisinin karar vericiden problemin başında talep edildiği yöntemlerden birisidir. Tercih bilgisi karar vericiye VMP çözümünden önce verilir. Karar verici tercihleriyle ilgili bilgiyi problemin matematiksel formülasyonu boyunca veya sonra verebilir. Bu bilgi iki şekilde olabilmektedir;

- 1- Sayısal bilgi gerektiren yöntemler,
- 2- Sayısal ve sözlü bilgi gerektiren yöntemler.

Sayısal bilgi kısmında anlatılmak istenen, karar vericinin amaçlarla ilgili tercih seviyeleri veya bir amaçta yapabileceği fedakarlığa karşı diğer amaçta ne kadar bir yükselme arzu ettiği veya tersidir. Sayısal ve sözlü bilgi gerektiren kısımda; karar verici, amaçları önem sırasına göre sıralamak zorundadır.

Fayda fonksiyonu yöntemi, sayısal bilgi gerektiren yöntemlerden birisidir. Bu grupta yer alan ikinci yöntem sınırlı amaçlar yöntemidir. Bütün fayda fonksiyonu yöntemlerinde vektör maksimizasyonu problemi aşağıdaki şekile dönüştürülür;

$$\max U(f_1, f_2, \dots, f_k) = U(f)$$

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

Burada $U(f)$, çoklu amaçların fayda fonksiyonudur. Çok amaçlı bir karar verme probleminde $U(f)$ 'nin belirlenmesi oldukça zordur. Basit bir problemde bile karar vericinin amaçları arasındaki tercihsel ilişkiyi gösteren bu fonksiyonu belirlemek zordur.

Fayda fonksiyonu yöntemlerinin en büyük avantajlarından birisi $U(f)$ doğru belirlenip kullanıldığında, karar vericiyi en başarılı ve tatmin edici çözüme ulaştıracak olmasıdır. Çözüm, baskın çözümler kümesinin oluşturduğu eğri ile karar vericinin tercih fonksiyonu eğrisinin birbirine teğet olduğu nokta olacaktır. Böylece çözüm, karar verici için en yüksek faydayı sağlayacaktır. Bu yöntemlerde ana zorluk karar vericinin amaçları arasındaki ilişkiyi ifade etmekte güçlük çekmesidir.

Fayda fonksiyonları birçok şekilde olabilir. En çok kullanılan şekil, karar vericinin fayda fonksiyonunun amaçlara bağlı olarak ayrılabilmesini ve bunların toplanabileceğini farz eder. Bu yöntem toplanabilir fayda fonksiyonu yöntemi olarak bilinmektedir.

Toplanabilir fayda fonksiyonu yönteminin 2 kabulü vardır;

1- Eğer $f^1 = (f_1^1, f_2^1, \dots, f_k^1)$ ve $f^2 = (f_1^2, f_2^2, \dots, f_k^2)$, f 'nin iki vektörü ise

$U(f^1) > U(f^2)$ iken f^1 vektörü f^2 vektörüne tercih edilir.

2- Her bir f_i , $i=1,2,\dots,k$ için U_i 'ler fayda fonksiyonları olmak üzere

$U(f) = U_1(f_1) + U_2(f_2) + \dots + U_k(f_k)$ 'dir. Bu toplanabilir fayda fonksiyonu için VMP aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$\max U = \sum_{i=1}^k U_i(f_i) \quad (1.11)$$

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

Çok amaçlı karar verme problemlerinde her bir amacın önemini gösteren ağırlıklar, w_i , kullanıldığında yukarıda gösterilen problem,

$$\max \sum_{i=1}^k w_i f_i(x) \quad (1.12)$$

$g_i(x) \leq 0$, $i=1,2,\dots,m$ şekline dönüşür.

Karar vericinin eş tercih eğrisi ile baskın çözümler kümesi eğrisinin teğet olduğu noktaları birleştiren doğru, w_i ağırlıklarının optimal değerlerini belirler.

Yukarıda (1.11) ve (1.12) ile gösterilen ifadeleri kullanmanın yararı basit olmalarıdır. Çünkü U_i 'leri ayrı ayrı değerlendirmek, toplamını $U(f)$, değerlendirmekten daha kolaydır. Benzer şekilde, w_i 'leri problemin çözümünden önce doğru olarak tahmin edebileceğine inanan karar vericiden almak daha kolaydır.

Bu yöntemin dezavantajlarına değinmek gerekirse;

- 1- Nadir durumlarda fayda fonksiyonları gerçekten de ayrıştırılabilir ve toplamsal olarak birleştirilebilir.
- 2- w_i 'ler $f_i(x)$ 'lerin kendilerinin ulaşılabilir seviyelerine bağlı olduğu gibi, $f_i(x)$ 'lerin karşılaşılan diğer amaç fonksiyonlarının başarılabilen seviyelerine nazaran izafi başarı seviyelerine de bağlıdır.

$U(f)$ için diğer bazı şekiller de kullanılabilir. Örneğin;

$$U(f) = U_1 f_1 \cdot U_2 f_2 \cdot \dots \cdot U_k f_k = \prod_{i=1}^k U_i f_i \text{ gibi. Bu gösterim de yukarıdaki dezavantajları}$$

taşımaktadır (Hwang ve Masud, 1979:30-32; Evren ve Ülengin, 1992:36-40)

1.2.5.3. Zions- Wallenius Yöntemi

Ağırlıkları kullanan bir çok amaçlı doğrusal programlama yöntemi olan Zions- Wallenius Yöntemi, bu yöntemde ismini veren Zions ve Wallenius tarafından önerilip geliştirilmiştir (Zions, 1985; Hwang ve Masud, 1979:150)

Bu yöntemde her bir amaç için sayısal ağırlıklar seçilir. Daha sonra her bir amaç ağırlığıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış tüm amaçlar toplanır. Daha sonra bu birleşik amaç fonksiyonu optimize edilmeye çalışılarak problem çözülür. Problemin çözümünde temel olmayan

değişkenler kümesinden bir etkin değişkenler alt kümesi seçilir (etkin değişken, temel çözüme dahil edildiği zaman diğer amaçlardan en az birinde azalma olmadan diğer bir amaçta yükselme sağlamayan değişkendir). Her bir etkin değişken için, bazı amaçlarda yükselme olurken diğerlerinde azalma sağlayan bir takaslar kümesi tanımlanır. Bu takasların birkaç tanesi karar vericiye sunulur ve her bir amacın ulaştığı seviye incelenir. Daha sonra karar verici bu çözüm için bazı değiş-tokuşlar önerir. Karar vericinin cevaplarına göre yeni sabit ağırlıklar kümesi oluşturulur ve ilgili baskın çözüm bulunur. Bu işlemler tekrarlanır ve kapalı değer fonksiyonuna göre karar vericinin bir optimal çözüme ulaşacağı garanti edilir (Hwang ve Masud, 1979:150; Zionts, 1985; Evren ve Ülengin, 1992:135).

Evren ve Ülengin (1992:135), Zionts- Wallenius Yöntemi'nde aşağıdaki kabullerin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir;

- Maksimize edilecek tüm fonksiyonlar konkavdır.
- Kısıtlar bir konveks küme oluşturmaktadır ve doğrusal olmayan fonksiyonlar doğrusallaştırılırlar.
- Değer fonksiyonu karar verici tarafından bilinmektedir. Ancak kapalı olarak bir doğrusal fonksiyon olduğu ve genelde amaç fonksiyonunun konkav fonksiyon olduğu kabul edilebilir. Yöntem böyle kapalı bir fonksiyonu bir etkileşimli temele dayanarak kullanır.

1.2.5.3.1. Zionts Wallenius Algoritmasının Çözümünde İzlenecek Adımlar

Zionts-Wallenius algoritmasının çözümünde izlenen adımlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Zionts, Wallenius, 1976);

$$\text{Adım 1- } \max \{c_1^T x, c_2^T x, \dots, c_k^T x\}$$

$$Ax \leq b, \quad x \geq 0$$

Çok amaçlı doğrusal programlama probleminde amaçlar keyfi bir λ vektörü ile çarpılarak,

$$U = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \lambda_i c_{ij} x_j \quad (1.13)$$

$$\lambda_i \geq 0, \quad j=1,2, \dots, k \quad \sum_{i=1}^k \lambda_i = 1 \text{ fayda fonksiyonu elde edilir.}$$

Adım 2- Yukarıdaki fayda fonksiyonu aşağıdaki şekilde

$$\max U(x_j)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{pj} x_j = b, \quad (p=1,2,\dots,m) \quad (1.14)$$

$$x_j \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n$$

maksimize edilerek, bir etkin uç nokta bulunur.

Adım 3- (1.14)' deki problemin çözülmesiyle elde edilen etkin uç nokta çözümle birlikte simpleks tabloda çözüme girmeyen, yani temelde olmayan değişkenlerde değerlendirilmektedir. Temel dışı değişkenlerden her biri minimum oran kuralına bağlı olarak çözüme sokulur ve uygun çözüm noktaları bulunur. Bu durum temel dışı x_j değişkeni temele girdiğinde,

$$f_i = \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j, \quad (i=1,2,\dots,k)$$

kriterlerindeki w_{ij} azalmalarının belirlenmesini ve bunun sonucu olarak, karar vericiye kendisinin kabul edeceği, red edeceği ya da hiçbir fikir yürütemeyeceği marjinal değerlerin sunulması olanağı sağlar.

Adım 4- Her x_j temel dışı değişkenin çözüme sokulmasıyla elde edilen etkin çözümlerin amaç fonksiyonlarında yerine konmasıyla f_i ($i=1,2,\dots,k$) değerleri elde edilir.

Adım 5- Amaç fonksiyonunun keyfi olmayan λ_i ağırlıkları aşağıdaki işlemlerle bulunur.

i. Önce her temel dışı değişkenin temele girmesi sonucunda f_i kriterlerinde meydana gelen değişmeler, yani her temel dışı değişken başına z_i 'lerdeki marjinal değerler yani w_{ij} 'ler belirlenir. O halde,

$$w_{ij} = \frac{f_i^* - f_i''}{x_j} \quad (i=1,2,\dots,k) \quad \text{olur} \quad (1.15)$$

Burada,

f_i^* = i. amaç fonksiyonunun 2. adımda bulunan değeri

f_i'' = i. amaç fonksiyonunun 3. adımda bulunan (uygun) değeri

x_j = j. temel dışı değişken

w_{ij} = j. temel dışı değişkenin çözüme girmesi ile j. temel dışı değişken başına i. amaç fonksiyonundaki değişmedir.

Sonra bu w_{ij} marjinal değerler ile temel dışı değişkenlerin çözüme girmesiyle elde edilen uygun çözümleri içeren bir tablo oluşturulur

ii. Yeni ağırlıkları belirlemek amacıyla her bir temel değişken başına düşen marjinal değerler (trade-off)

$$\sum_{i=1}^k w_{ij} \lambda_i \geq 0$$

şeklinde ifade edilir. Bu eşitsizliklerden her biri sırayla minimize edilecek bir amaç olarak, geri kalanlar da kısıtlar sistemi olarak düşünülür

Problemde değişkenlerimiz λ_i ' ler olmaktadır. Bu durumda,

$$\min \sum_{i=1}^k w_{ip} \lambda_i \geq 0, \quad j \in N, \quad j \neq p \quad (1.16)$$

$$\sum_{i=1}^k \lambda_i = 1, \quad \lambda_i \geq 0, \quad i=1,2,\dots,k$$

sistemi çözülmektedir. Burada N temel dışı değişkenler kümesidir.

iii. Temel dışı x_j değişkenleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- Eğer minimum amaç fonksiyonu değeri negatif ise x_j temel dışı değişken baskın bir uç noktadır.
- Eğer minimum amaç değeri pozitif ise x_j temel dışı değişkeni baskın bir uç nokta değildir.

iv. (i) ve (iii)' den elde edilen birbirinden farklı, baskın temel dışı değişkenlere karşılık gelen marjinal değerler karar vericiye sunulur. Örneğin 1. amaçta (f_1) w_{1j} 'lik, 2. amaçta (f_2) w_{2j} 'lik ve bu şekilde devam ederek k. amaçta (f_k) w_{kj} 'lik bir azalmayı kabul edip etmeyeceği sorulur. Yönteme göre karar verici bu marjinal değerleri (trade-off) kabul edebilir, etmeyebilir ya da bir fikri yoktur.

Karar vericinin cevabına göre, yeni bir etkin çözüm bulunmakta kullanılan ağırlıkların seçimini kısaltmak için kısıtlar kümesi oluşturulur

- Karar vericinin her bir "evet" yanıtına karşılık,

$$\sum_{i=1}^k w_{ij} \lambda_i \leq -\varepsilon$$

- Her bir "hayır" yanıtına karşılık,

$$\sum_{i=1}^k w_{ij} \lambda_i \geq \varepsilon$$

- Karar vericinin "bilmiyorum" yanıtına karşılık,

$$\sum_{i=1}^k w_{ij} \lambda_i = 0$$

kısıtlar sistemi oluşturulur. Burada ε yeteri kadar küçük bir pozitif sayıdır (örneğin $\varepsilon = 0.001$ gibi). Yukarıdaki kısıtlar sistemine birde λ_i 'lerin toplamlarının 1 olma koşulu eklenerek yeni bir λ vektörü bulunur.

Adım 6- 5. adımdan elde edilen λ_i değerleri kullanılarak U fayda fonksiyonu, orjinal problemdeki kısıtlar sisteminde maksimize edilir. Eğer karar verici açısından etkin bir çözüme ulaşılmışsa işlem durdurulur. Etkin bir çözüme ulaşılmadıysa 2. adıma dönülür (Kuruüzüm, 1998:54-56).

Zionts-Wallenius yöntemi, tam sayılı programlamaya Zionts tarafından sokulmuş, Villeral tarafından sürdürülmüş ve denenmiştir. Zionts-Wallenius yöntemi çeşitli organizasyonlarda kullanılmış ve başarıyla sonuçlanmıştır. Örneğin Wallenius, Wallenius ve Vartian, Finlandiya Hükümeti'nin makro ekonomik bir plan için bir uygulama yapmışlardır. Bu uygulamada Finlandiya başbakanı ile beraber Finlandiya Ekonomi Meclisi'nin seçtiği 4 amaçla Finlandiya ekonomisinin girdi-çıkı modeli kullanılmıştır.

Bu 4 ana amaç şunlardır:

- 1- Yerli ürün milli hasılasının yüzdesinde değişim,
- 2- İşsizlik,
- 3- Tüketici fiyatıyla ölçülen enflasyon oranı,
- 4- Ticaret dengesi.

Bu uygulamada Zions-Wallenius Yöntemi kullanılarak başarılı bir uygulama gerçekleştirilmiştir (Zions, 1985).

Köksalan ve Beşeli (1989), Zions-Wallenius Yöntemi'nin karar vericinin takas cevapları vermesini istediğini ve bu cevapların zorlayıcı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu yöntemin sonraki etkin çözüme giderken çözümün ilerlediğini garanti etmeyeceğini belirtmişlerdir. Bu nedenle herhangi bir takas sorusunun sorulmadığı yeni bir yöntem önermişlerdir. Bu yöntemde karar verici sadece amaç fonksiyonu değerlerinden bir çift farklı etkin uç nokta çözümleri seçer. Köksalan ve Beşeli'ye göre bu yöntemle her bir iterasyonda daha iyi çözüme ulaşılır. Karar verici doğrusal fayda fonksiyonuna sahip olduğunda yöntem optimal çözümü bulmuş olur. Diğer durumlarda bulunan çözüm optimaldir.

Vanderpooten ve Vincke'ye göre (1989), Zions-Wallenius metodu çok amaçlı doğrusal programlama problemleri için bir sınırdır. Karar vericinin cevaplarını ve fayda fonksiyonunu temel alan bir yöntemdir. Bu yöntemde uzlaşık çözüm daima uç noktalarda çıkar. Her iterasyonda karar verici birçok sorunun cevabını verir.

1.2.5.4. STEM (STEP) Yöntemi

Bu yöntem Benayaun, Larichev, Montoglier, Tergny ve Keuneman tarafından geliştirilmiştir. STEP yöntemi olarak da adlandırılan STEM yöntemi vasıtasıyla bazı çevrimler sonucunda uzlaşık çözümlere ulaşılır.

STEM yöntemi sürecinin 3 adımı vardır;

Adım 1- Ödemeler tablosunun (Pay-Off Table) oluşturulması: İlk etkileşimli çevrimden önce ödemeler tablosu oluşturulur f_j^* , $j=1, 2, \dots, k$ aşağıdaki k problemin ideal çözümlerini temsil etsin.

$$\max f_j(x) = C_j^T x$$

$$\text{Kısıtlar } Ax \leq b, \quad x \geq 0, \quad j=1,2,\dots,k \text{ olsun}$$

Tablo 1.3'te j. Satır f_j amaç fonksiyonunu maksimize eden x^* çözüm vektörünü gösterir.

Z_{ij} , j. amaç f_j , maximum f_j^* değerine ulaştığı zaman i. amaç için f_i 'nin aldığı değerlerdir (Hwang ve Masud, 1979:171).

Tablo 1.3. Ödemeler Tablosu

| | $C^1 x$ | $C^2 x$ | | $C^j x$ | | $C^i x$ |
|---------|---------|---------|--|---------|--|---------|
| $C^1 x$ | | | | Z_j^1 | | |
| $C^2 x$ | | | | Z_j^2 | | |
| | | | | | | |
| $C^j x$ | | | | Z_j^* | | Z_i^j |
| | | | | | | |
| $C^i x$ | | | | Z_j^k | | Z_i^k |

(Kaynak: Kuruüzüm, 1998, s 47)

Tablo 1.3' te ana köşegen üzerindeki değerler her amacın maksimum olduğu değeri yani ideal çözümü vermektedir.

Adım 2- Hesaplama aşaması: m. çevrimde aşağıdaki doğrusal programlama probleminin çözümü, ideal çözüm olan f_j^* ' a minimax anlamda en yakın çözüm olarak bulunmaktadır. Yani ideali sağlayan bir alternatif bulunmaması durumunda, ideale minimax anlamda en yakın vektör alınmaktadır (Hwang ve Masud, 1979:171; Kuruüzüm, 1998:48).

$$\min \lambda$$

$$\{x, \lambda\}$$

$$\text{Kısıtlar } \lambda \geq \{f_j^* - f_j(x)\} \pi_j, \quad j=1,2,\dots,k \quad (1.17)$$

$$x \in X^m \quad \lambda \geq 0$$

Burada $x^m = \{Ax \leq b, x \geq 0\}$ kısıtlarının oluşturduğu uygun bölgeyi, π_j , optimum çözüme olan uzaklığın nisbi önemini ifade etmektedir (Hwang ve Masud, 1979:171).

Tablo 1.3' te j. sütunun maksimum değeri f_j^* dir j. Sütunun minimum değeri de f_j^{\min} olarak alınırsa, c_{ij} j. amacın katsayılarını ifade etmek üzere,

$$\pi_j = \frac{\alpha_j}{\sum_j \alpha_j}$$

Burada,

$$\alpha_j = \frac{f_j^* - f_j^{\min}}{f_j^*} \left[\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (c_{ij})^2}} \right] \quad f_j^* > 0 \text{ ise,}$$

$$\alpha_j = \frac{f_j^{\min} - f_j^*}{f_j^{\min}} \left[\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (c_{ij})^2}} \right] \quad f_j^* \leq 0 \text{ ise.}$$

α_j 'nin değerleri yukarıdaki şekilde bulunur.

Aşağıda α_j 'nin içerdiği iki terim verilmektedir;

$$\frac{f_j^* - f_j^{\min}}{f_j^*} \text{ veya } \frac{f_j^{\min} - f_j^*}{f_j^{\min}} \text{ ve } \left[\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (c_{ij})^2}} \right] \quad (1.18)$$

Hwang ve Masud (1979), bu iki terimden ilkinin şöyle yorumlamaktadır; f_j değeri x değişirken optimum çözümden çok farklı değilse, karşı gelen amaç ağırlık değerindeki bir değişmeye duyarsızdır Bu nedenle amaç fonksiyonuna küçük bir π_j ağırlığı verilebilir.

Sapma büyüdükçe π_j ağırlığı da karşı gelen miktar kadar büyüyecektir

Hwang ve Masud (1979), yukarıda geçen ikinci terimle ilgili yorumu ise şu şekilde yapmaktadır; 2. terim amaç fonksiyonuyla dikkate alınan değerleri normalize eder. α_j , π_j 'nin toplamı 1 olacak şekilde π_j ağırlıklarını tanımlamak için kullanılır. Böylelikle farklı ağırlıklarla elde edilen farklı çözümler karşılaştırılabilir.

Adım 3- Karar aşaması: x^m uzlaşık çözümü karar vericiye verilerek ideal çözüm ile karşılaştırılması istenir. Karar verici bazı amaçları tatminkar bulur, tatminkar bulmadığı amaçlar olursa, tatmin olunan amaçtan olunmayan amacın lehine fedakarlık yapmak zorundadır. Böylece $m+1$. çevrim için uygun bölge şu şekilde olur;

$$\alpha_j \geq 0$$

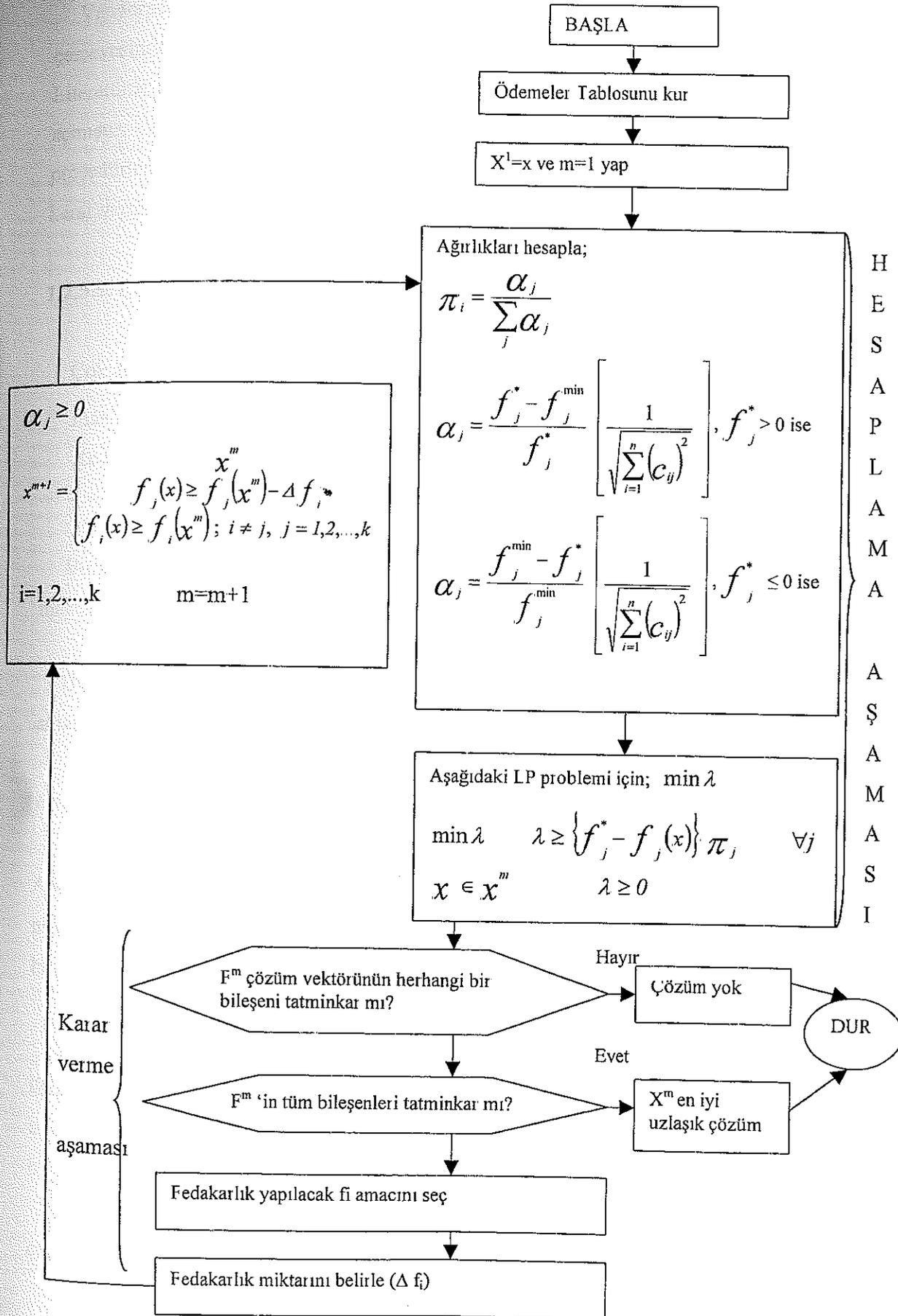
$$X^{m+1} = \begin{cases} f_j(x) \geq f_j(x^m) - \Delta f_j \\ f_i(x) \geq f_i(x^m); i \neq j, j = 1, 2, \dots, k \end{cases} \quad (1.19)$$

$i=1, 2, \dots, k$

$m=m+1$

Tatmin olan amaca ait π_j ağırlığı sıfır alınarak $m+1$. çevrim başlar. Bu işlemler tatmin edici çözüme ulaşana kadar devam eder (Kuruözüm, 1998:48; Hwang ve Masud, 1979:173; Evren ve Ülengin, 1992:123).

STEM yönteminin temel aşamaları Şekil 1.5' teki gibi özetlenebilir.



Şekil 1.5. STEM Yönteminin Akış Şeması

(Kaynak: Hwang ve Masud, 1979:175)

Vanderpooten ve Vincke' ye göre (1989), STEM aslında çok amaçlı doğrusal programlama çerçevesinde önerilmiştir. STEM en iyi bilinen etkileşimli prosedürlerden birisidir. Literatürde ilk önerilen yöntemlerden biri olarak nitelendirilir. Araştırmalara verimli bir alan açmıştır. Vanderpooten ve Vincke (1989), yaklaşık 15 yıldır etkileşimli çok amaçlı prosedürlerin başarıyla sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Vanderpooten (1989) ise çok amaçlı karar vermenin geleceğinin etkileşimli uygulamalarında olacağını söylemiştir.

1.2.5.5. Çok Amaçlı Doğrusal Programlama Yöntemi

Çok amaçlı doğrusal programlama problemi aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$\max Cx$$

$$Ax = b$$

$$x \geq 0$$

Burada C, kxn amaç fonksiyonu katsayılar matrisi, A, mxn, kısıt fonksiyonu katsayılar matrisi, x, nxl karar değişkeni vektörü, b, mxl kısıt vektörü ve 0, nxl sıfır vektörüdür.

Bütün kısıtlar, aylak ve yapay değişkenler eklenerek eşitlik şekline dönüştürülür. Çok amaçlı doğrusal programlama algoritmalarının çoğu 3 adıma sahiptir.

Adım 1- Birinci uygun uç noktayı bulmak,

Adım 2- Birinci baskın uç noktayı bulmak: Bu adım 1. adımda bulunan uygun uç noktadan baskın uç noktaya hareketi içerir. Bu durum mümkündür Çünkü eğer kısıtlar kümesi bir baskın noktaya sahipse, en az bir uç nokta baskındır.

Steuer ilk baskın uç noktaların bulunmasıyla ilgili yaklaşımları aşağıdaki şekilde listelemiştir;

- Ardışık maksimizasyonu uygulamak,
- Her maksimizasyon aşamasından sonra uç noktanın baskınlığını test etmekle beraber ardışık maksimizasyonu uygulamak,
- Her uç noktayla karşılaşıldığında uç nokta baskınlığının testiyle beraber ardışık maksimizasyonu uygulamak,
- Farklı amaçların eşit ağırlıklarla şekillendiği tek amaçlı fonksiyonu maksimize etmek,

e) Yukarıdaki gibi amacı maksimize ederken her uç nokta ile karşılaşıldığında uç nokta baskınlığını test etmek

Ardışık maksimizasyon devam ederken tekrarlayan tanım kümesi aşağıdaki gibidir:

$$x_0 = \{x \geq 0 \mid Ax = b\}$$

$$x_1 = \{f_1^* = \max f_1(x) \mid x \in x_0\}$$

⋮

$$x_k = \{f_k^* = \max f_k(x) \mid x \in x_{k-1}, f_{k-1}(x) = f_{k-1}^*\}$$

Adım 3- Baskın bütün uç noktaları bulmak: Burada 3 yaklaşım söz konusudur;

a) Parametrik yaklaşım,

b) Komşu baskın temel yaklaşım; bu yaklaşımda bir pivota ulaşabilen her var olan baskın temelden, yeni temeller tanımlanır ve baskınlığı test edilir.

c) Komşu baskın uç nokta yaklaşımı (Hwang ve Masud, 1979:253-255).

1.2.5.6. Çok Amaçlı Simpleks Yöntemle Çözüm

Çok amaçlı doğrusal programlama yöntemleri için, baskın uç noktaların kümesi birleştirici (connected) kümedir ve her bir baskın nokta baskın uç noktalar kümesinin alt kümelerinin konveks kombinasyonu şeklinde gösterilebilir

$x_j = (j = 1, \dots, n)$ ' ler karar değişkenlerini, k , amaç fonksiyonu sayısını göstermek üzere m tane doğrusal kısıttan meydana gelen bir çok amaçlı simpleks yöntem problemi aşağıdaki şekilde ifade edilsin;

$$f_1(x) = c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \dots + c_{1n}x_n$$

⋮

$$f_k(x) = c_{k1}x_1 + c_{k2}x_2 + \dots + c_{kn}x_n \quad (1.20)$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m, \quad x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0.$$

C_{ij} , amaç fonksiyonu katsayıları j. karar değişkenindeki 1 birimlik artışın l. amaçta gerçekleştirdiği kazanç ya da kaybı gösterir. a_{ij} katsayıları teknolojik katsayılardır ve bu katsayılar x_j 'deki 1 birimlik artışın l. kaynaktan ne kadar harcadığını ifade etmektedir

Genel çok amaçlı simpleks yöntemi (ÇASY) tablosu: Tablo 1.4' de ki ÇASY probleminin m tanesi temel değişken (x_1, x_2, \dots, x_m) , diğer n-m tanesi temel dışı değişken $(x_{m+1}, x_{m+2}, \dots, x_n)$ 'dir. Çünkü sistemde m kısıt, n değişken vardır. Sadece m değişken pozitif, geriye kalan n-m değişkende sıfırdır.

ÇASY tablosu, tek amaçlı simpleks tabloya birden fazla amaç satırlarının ifadesiyle elde edilir. Tablo 1.4'te kolaylık olması bakımından ilk m değişken temel değişkenler olarak alınmıştır.

Tablo 1.4. Çok Amaçlı Simpleks Tablo

| Temel | Temel değişkenler | Temel dışı değişkenler | Temel değişkenlerin değerleri |
|-----------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | x_1, \dots, x_m | $x_{m+1}, \dots, x_j, \dots, x_n$ | |
| x_1 | 1 ... 0 | $a_{1(m+1)} a_{1j} \dots a_{1n}$ | x_1^0 |
| ... | ... | ... | ... |
| x_m | 0 ... 1 | $a_{m(m+1)} a_{mj} \dots a_{mn}$ | x_m^0 |
| Amaç | 0 ... 0 | $Z_{1(m+1)} Z_{1j} \dots Z_{1n}$ | $f_1(x^0)$ |
| ... | ... | ... | ... |
| Satırları | 0 ... 0 | $Z_{k(m+1)} Z_{kj} \dots Z_{kn}$ | $f_k(x^0)$ |

(Kaynak: Kuruüzüm, 1998, s 39)

Tabloda, $x^0 = (x_1^0, \dots, x_m^0)$ başlangıç temel çözümü $f_1(x^0), \dots, f_k(x^0)$ ise bu çözüm için amaç fonksiyonlarının aldığı değerleri ifade etmektedir.

x^0 , in dejenerasyon olmayan yani bütün temel değişkenleri pozitif olan bir çözüm olduğu farz edilsin. Bunun sonucu olarak $x^0 = (x_1, \dots, x_m, 0, 0, \dots, 0)$, $j=1, \dots, m$ için $x_j = x_j^0 > 0$ ve $j=m+1, \dots, n$ için $x_j = 0$ olmaktadır. a_{ij} 'ler ($i=1, \dots, m$ ve $j=1, \dots, n$) x_i ve x_j arasındaki ikame oranları olarak tanımlanmaktadır. Yani x_j , 1 br arttığında x_i mevcut değerinden y_{ij} birim fedakarlık etmek zorundadır. Temel değişkenler için a_{ij} değerleri $i=j$ için 1, diğer durumlarda sıfırdır.

x_j değişkenini 1 br. arttırmak istediğimizde 1. amaçta toplam olarak $\sum_{i=1}^m c_{ii} y_{ij}$ kadar bir fedakarlığa katlanmak gerekmektedir. Bu durumda kazancımız, yani x_j 'yi 1 birim arttırdığımızda 1. amaçtaki kazancımız $z_{ij} = \sum_{i=1}^m c_{ii} a_{ij} = c_{ij}$ olacaktır.

Temeldeki değişkenler için $z_{ii} = 0$ ($j=1, \dots, m$)'dır. Bu durum $i=j$ için $a_{ij} = 1$, aksi halde $a_{ij} = 0$ olmasından kaynaklanmaktadır. Yani,

$$\sum_{i=1}^m c_{ii} a_{ij} = c_{ij} \text{ ve } c_{ii} - c_{ij} = 0 \text{ 'dır.}$$

Sonuç olarak temel değişkenler 1. amaç değerini değiştiremez. Ancak temel dışı değişkenler değiştirebilir. Bütün amaç fonksiyonu değerleri Tablo 1.4'ten bulunabilir. x_0 için 1. amacın değeri;

$$f_l(x^0) = \sum_{i=1}^m c_{li} x_i^0, \quad l=1, \dots, k \text{ şeklinde elde edilebilir (Kuruüzüm, 1998:38-41).}$$

1.2.6. Çok Amaçlı Karar Vermede Yeni Yöntemler

Bu bölümde çok amaçlı optimizasyon alanında son yıllarda gelişme gösteren Evrimsel Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemleri'nden ve çok amaçlı yöntemlerde yardımcı bir analitik araç olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nden bahsedilecektir.

Çoklu amaçların genetik temelle kullanıldığı yeni alana "evrimsel çok amaçlı optimizasyon" adı verilmektedir. Bu bölümde öncelikle genetik algoritmalara değinildikten sonra bazı evrimsel çok amaçlı optimizasyon tekniklerinden söz edilmektedir.

1.2.6.1. Genetik Algoritmalar

Genetik algoritmalar (GA) evrim ve genetiğin doğal sürecine dayalı stokastik bir araştırma tekniğidir (Bağış, 1996:2). GA ilk defa Holland (1975) tarafından önerilmiştir. Genetik algoritmalar sezgisel bir yöntem olduğundan dolayı verilen bir problem için optimum sonucu bulamayabilir ancak bilinen yöntemlerle çözülemeyen ya da çözüm zamanı problemin büyüklüğü ile üstel artan problemlerde optimale çok yakın çözümler vermektedir. Başlangıçta sürekli doğrusal olmayan optimizasyon problemlerine uygulanan GA, sonraları gezgin satıcı, karesel atama, yerleşim, atölye çizelgeleme, ders/ sınav program hazırlanması gibi kombinatorial optimizasyon problemlerine de uygulanmıştır (Altıparmak, 1996:36).

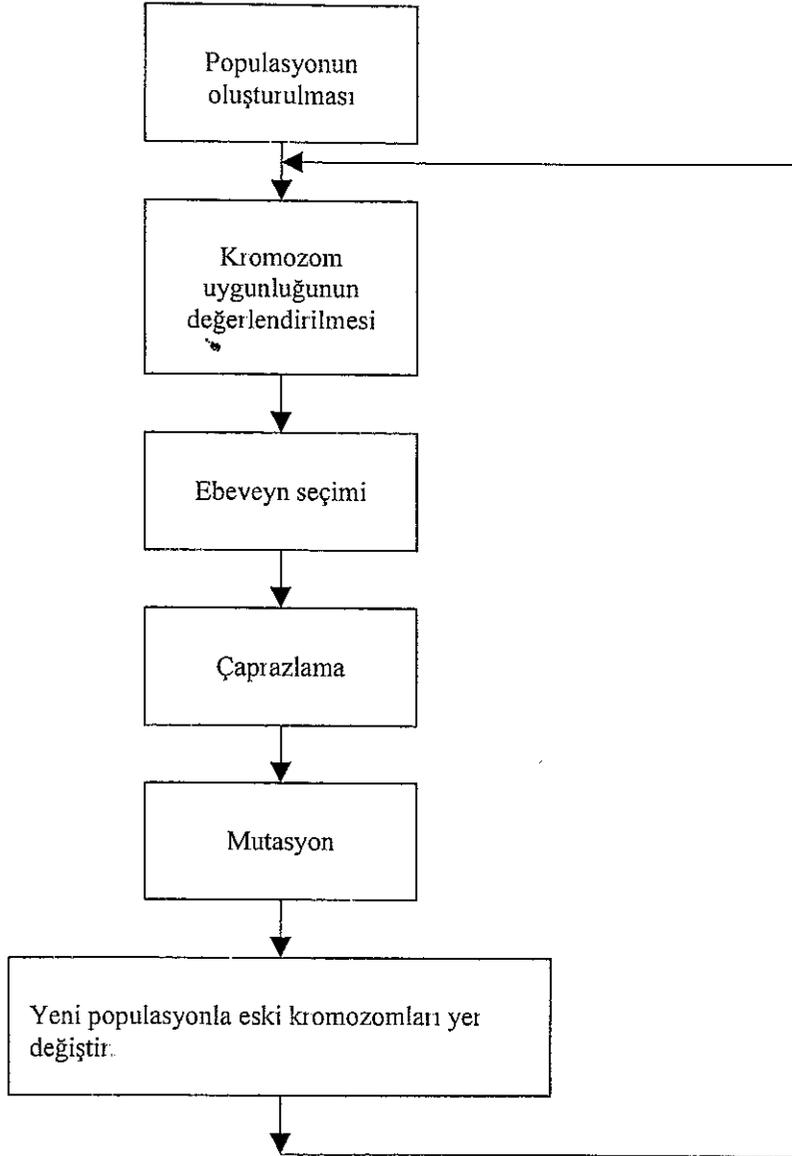
Genetik algoritmaların temel avantajlarından biri, optimize etmeye çalıştıkları problemin doğası ile ilgili herhangi bir bilgiye ihtiyaç duymamalarıdır. Bunlarla özel bilgi gerekmeksizin bir kısım zor problemlerin çözümü mümkündür. Problemin parametre değerlerinin ve bunların uygunluğunun değerlendirilmesinde sadece bir kodlamaya ihtiyaç duyan GA'lar heuristik bir fonksiyon kullanılarak çözümlenir. Bu, araştırma prosedürünün karmaşıklığını azaltır ve diğer araştırma yöntemlerine göre daha etkin bir yol sağlar. GA'lar bir çok problem için optimale yakın çözümlerin bulunmasında başarılı olmuşlardır (Bağış, 1996:2).

Yapay GA'ların genel prensibi, yapay kromozomu ifade eden diziler içine karmaşık problemlerin olası çözümlerinin kodlanmasına dayanır. Her bir dizi, özel uygulamaya uygun bir değerlendirme fonksiyonu kullanılarak hesaplanan bir uygunluk değerine sahiptir. Bu, popülasyon seçme, çaprazlama ve mutasyon gibi bir dizi operasyondan geçer. Bir genetik algoritmanın çalışması için ilk adım, başlangıçta kullanılacak olan topluluğun oluşturulmasıdır. Bu noktada topluluk bireyleri rasgele olarak oluşturulur. Ama göz ardı

edilmemesi gereken bir seçenekte, başlangıç bireylerini çözüme yakın olduğu bilinen parametre değerleri ile oluşturarak çözümü hızlandırmaktır (Bağış, 1996:4).

1.2.6.1.1. Genetik Algoritmaların Temel Yapısı ve İşleyişi

Bir genetik algoritmanın temel akış diyagramı Şekil 1.6.'da ki gibidir;



Şekil 1.6. Bir GA'nın Temel Akış Diyagramı

(Kaynak: Bağış, 1996, s 5)

Şekil 1.6'ya göre bir GA'nın temel adımları aşağıdaki gibidir;

- 1- Kromozomlardaki bilgiyi kodla, parametreleri belirle.
- 2- İlk topluluğu (popülasyonu) oluştur.
- 3- Yeni bireylerin uygunluk (başarı) değerini hesapla.

- 4- Bu değere bağlı olarak bir çift birey seç (üreme).
- 5- Bunları rasgele bir çaprazlama noktasına göre çaprazla.
- 6- Rasgele bir noktadan mutasyon uygula.
- 7- Yeni ve daha iyi nüfusla eski kromozomu yer değiştir.
- 8- Yeni sayıda kuşak yetiştiyse ya da uygunluk değeri belirlenen değere ulaştı ise dur, yoksa 2'ye dön (Bağış, 1996:5).

Altıparmak (1996) GA'ların temel yapısını Şekil 1.7'de ki gibi göstermiştir.

```

Begin
  t=0
  Pt başlangıç yığını oluştur;
  Pt'yi değerlendir;
  While not {bitiş koşulu} do
    Begin
      T=t+1
      Pt-1'den Pt'yi seç; {yeniden üretim operatörü}
      Pt'yi değişime uğrat; {çaprazlama ve mutasyon operatörü}
      Pt'yi değerlendir;
    end
  end
end

```

Şekil 1.7. Genetik Algoritmaların Temel Yapısı

(Kaynak: Altıparmak, 1996, s 37)

Altıparmak'a göre (1996:36), basit bir GA'nın ilk aşamasında, tüm mümkün çözümlerin alt kümesinden oluşan bir başlangıç yığını elde edilir. Yığının her elemanı bir dizi olarak kodlanır. Her dizi biyolojik olarak bir kromozoma eş değerdir. GA'nın herhangi bir adımındaki yığın, nesil olarak adlandırılır. Yığındaki her dizi bir uygunluk değerine sahiptir.

GA'nın her iterasyonda uygunluk değerinin hesaplanması, yeniden üretim işlemi ve genetik operatörler olmak üzere 3 adımı vardır.

Uygunluk değeri, hangi bireyin sonraki yığına taşınacağını belirler. Bir dizinin uygunluk değeri, problemin amaç fonksiyonu değerine eşittir. Bir dizinin gücü uygunluk değerine bağlı olup iyi bir dizi, problemin yapısına göre maksimizasyon problemi ise yüksek, minimizasyon problemi ise düşük uygunluk değerine sahiptir (Altıparmak, 1996:37).

Uygunluk, topluluktaki bir kısım bireyin problemi nasıl çözeceği için iyi bir ölçüdür. Bazı problemler için bireyin uygunluğu, bireyden elde edilen sonuç ile tahmin edilen sonuç arasındaki hatadan bulunabilir. Daha uygun bireylerde bu hata sifıra yakın olur (Kaya, 1999:5).

1.2.6.1.2. Yeniden Üretim

Yeniden üretim operatörü, hazır topluluktan uygun olan bireylerin seçilmesi ve bunların sonraki topluluğa kopyalanarak hayatta kalmalarıyla ilgilidir. Seçim modeli, tabiatın hayatta kalabilmek için uygunluk mekanizması modelidir. Yeniden üretim işleminde, bireyler onların uygunluk fonksiyonlarına göre kopya edilirler. Uygunluk fonksiyonu, mümkün olduğu kadar yükseltilmesi gereken faydalı bir ölçüdür. Topluluk uzayındaki her bir bireyin uygunlukları baz alınarak ne kadar sayıda kopyasının olacağına karar verilir (Kaya, 1999:5).

Literatürde, yeniden üretim operatöründe kullanılan çeşitli seçim mekanizmaları vardır. Bunlardan bazıları, rulet seçimi, Boltzman seçimi, turnuva seçimi ve sıralı seçimdir. GA'da kullanılan en basit seçim mekanizması rulet çemberi metodudur. Bu metotta çember, N eşit aralığa bölünür. Çemberdeki i aralık yığındaki i diziyi temsil etmektedir ve bu aralığın genişliği, bu dizinin seçilme olasılığına eşittir. Bu durumda çemberdeki aralık genişliklerinin toplamı 1'e eşittir. Seçim aşamasında çember, N defa çevrilir. Her çevirmede 0-1 aralığında bir sayı üretilir. Üretilen sayının düştüğü aralıktaki dizi, yeni yığına kopyalanır (Altıparmak, 1996:43).

1.2.6.1.3. Çaprazlama

Çaprazlama, farklı çözümler arasında bilgi değişimini sağlayarak arama uzayının benzer ancak araştırılmamış bölgelerine ulaşmayı sağlayan bir arama operatörüdür. Çaprazlama operatörü, yığından rassal olarak seçilen iki dizinin belirli bölümlerini karşılıklı değiştirerek, arama uzayında yeni noktaları verecek yeni iki farklı diziyi elde eder (Altıparmak, 1996:50).

Çaprazlamada amaç daha iyi, daha dayanıklı birey oluşturup ait olduğu bireyler topluluğunun neslini dışarıdan etkiyle daha mükemmel hala getirmektir. GA, çaprazlama işlemini uygunluk değerlerine göre seçilmiş iki ebeveyn bireyden, iyi özellikte yeni bireyler elde etmek için kullanılır (Kaya, 1999:8).

En çok kullanılan çaprazlama çeşitleri bir noktalı çaprazlama, iki noktalı çaprazlama, üniform çaprazlama ve sıralı çaprazlamadır (Turgut, Arslan, 2001).

Örneğin bir yığında, A_1 ve A_2 gibi 2 dizi seçilsin ve dizi uzunlukları 12 ($L=12$) olsun 1 ile 11 arasında rassal olarak seçilen çaprazlama noktasının değeri 7 olsun. Bu çaprazlama noktasına göre Şekil 1.8' deki gibi A_1' ve A_2' yeni iki dizi elde edilir. Burada | işareti çaprazlama noktasını göstermektedir (Altıparmak, 1996:51).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
| A_1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| A_2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| A_1' | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| A_2' | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

Şekil 1.8. Tek Noktalı Çaprazlamaya Bir Örnek

(Kaynak: Altıparmak, 1996, s 51)

1.2.6.1.4. Mutasyon

Mutasyon, GA'nın çalışmasında ikinci dereceden rol oynar. GA'da mutasyon operatörü, küçük bir olasılıkla bir dizi içindeki bir veya birkaç değeri rassal olarak değiştirerek yığından yeni dizilerin (yani arama uzayında yeni çözüm noktalarının) elde edilmesini sağlar. İkili düzende kodlamanın kullanıldığı bir dizide mutasyon, rassal olarak seçilen elemanı 1 ise 0, 0 ise 1 yaparak yeni diziyi elde eder (Altıparmak, 1996:54).

Şekil 1.9'da bir diziyeye mutasyon operatörünün uygulanışı gösterilmektedir. A_1 dizisinin 2. ve 10. elemanları mutasyona uğratarak A_1' dizisi elde edilir (Altıparmak, 1996:54).

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A_1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| A_1' | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Şekil 1.9. Mutasyona Bir Örnek

(Kaynak: Altıparmak, 1996, s 54)

Mutasyon GA'nın başarısında temel bir rol oynar. Tekrar üreme ve çaprazlama etkin bir araştırma sağlamasına karşın bazen bunlar aşırı kullanılmış ve mevcut bazı genetik materyaller (1 ya da 0'lar) ve dolayısıyla iyi çözümler kaybedilmiş olabilir. Yapay genetik sistemlerde mutasyon operatörü böyle kayıplara karşı koruma görevi yapar. Temel bir GA'da mutasyon, bir dizinin herhangi bir konumundaki bit değerinin ara sıra (belli değerlere sahip olasılıkla) değişimini ifade eder. Tekrar üreme ve çaprazlamayla dikkatli kullanıldığında, önem taşıyan bilgilerin erken kaybına karşı bir sigorta görevi yapmaktadır (Bağış, 1996:10).

Teknolojideki ilerlemeler için, doğanın sonsuz esin kaynağı olabileceğini Michigan Üniversitesi'nden John Holland'ın çalışmaları kanıtlamıştır. Makinelerin öğrenmesi (machine learning) konusunda çalışmalar yapan Holland, evrim kuramından etkilenecek canlılarda yaşanan genetik süreci bilgisayar ortamında gerçekleştirmeyi düşünmüştür (Turgut ve Arslan, 2001)

Genetik algoritmalar, insan ve eko sistemlerdeki doğal gelişme, sosyal sistemlerdeki taklit etme ve psikolojideki sonuçlar değerlendirmeyi içine alan dinamik yöntemlerin geniş bir şekilde modellenmesi ile oluşmaktadır (Turgut ve Arslan, 2001).

GA kullanılarak bir problem çözülecekse algoritmanın ne zaman sonlanacağına kullanıcı karar vermektedir. GA'nın belli bir sonlanma kriteri yoktur. Sonucun yeterince iyi olması veya yakınsamanın sağlanması algoritmanın durması için kriter olarak kullanılabilir (Kurt ve Semetay, 2001)

Ders kitabı optimizasyon problemleri ile gerçek yaşam uygulamaları arasında anlamlı farklılıklar vardır. İki olayda da optimize edilmek istenen fonksiyon aşağıdaki gibidir;

$$n > 0, \quad k > 0$$

$$D = x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n \subset R^n \quad \text{ve} \quad R = y_1 \times y_2 \times \dots \times y_k \subset R^k$$

$$f_i: D \rightarrow y_i \quad 1 \leq i \leq k \quad \text{ve}$$

$$F: D \rightarrow R \text{ olmak üzere} \quad F(x) = (f_1(x), \dots, f_k(x))$$

Hedef eklenen kısıtlar altında $F(x)$ fonksiyonunu optimize etmektir.

$$\max_x F(x)$$

$$g_i(x, p) \leq 0, \dots, g_l(x, p) \leq 0 \quad (1.21)$$

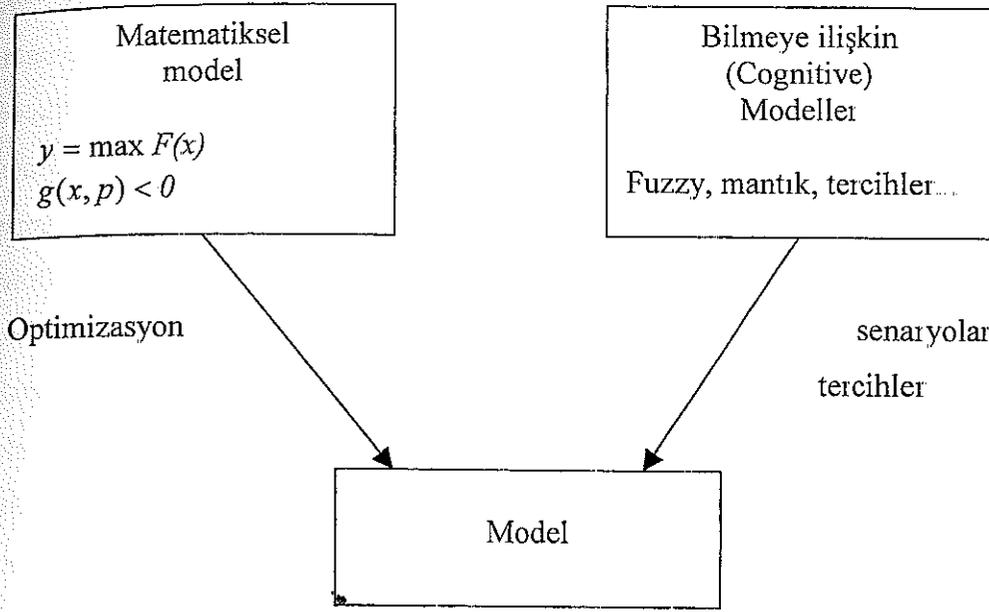
$p = (p_1, \dots, p_n)$ 'lar eklenen (gerçek değerli) parametrelerdir. Bu problem bilinen bir problemdir ve genetik olmayan ve genetik olan çok sayıdaki algoritmaların yaklaşımında bulunur (Cvetkovic ve Permee, 1999).

Cvetkovic ve Permee (1999), genetik algoritmaları çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümüne adapte etmiş ve bazı proje problemlerini genetik algoritmalar yoluyla tanımlamışlardır.

Dizaynırlar, optimize etmek istedikleri amaçların tercih önceliklerini her zaman bütünüyle nesnel olarak tanımlayamazlar. Genel durum, A. amaç B. amaçtan çok daha önemlidir şeklinde öznel bir ifadedir fakat hiçbir nicel ifade yoktur. Bu problemle başa çıkmanın bir yolu fuzzy çok amaçlı optimizasyondur. Cvetkovic ve Permee (1999), bu problemi değişik bir yöntemle ifade ederek farklı GA temelli optimizasyon teknikleri için kendi geliştirdikleri yöntemi uygulamışlardır.

Verilen çok amaçlı sistemlerin çözümü arasında çok tercih olunur ya da az tercih olunur çözümler mevcuttur. Dizaynır ek kısıtlar ve durumlarla sisteme yardımcı olabilir (Cvetkovic, Permee, 1999).

Basit olarak mühendislik dizaynının süreci Şekil 1.10'da ki gibi gösterilebilir;



Şekil 1.10. Tüm Sistem Dizaynının Birinci Safhası

(Kaynak: Cvetkovic, Permee, 1999)

Genetik algoritmaların normal optimizasyon ve araştırmalardan farkı dört maddede toplanabilir (Bingul vd , 2000);

- 1- Genetik algoritmalar tek noktayla değil noktalarla araştırır (Allenson, 1992).
- 2- Genetik algoritmalar sadece tercih bilgisi değerini kullanır, türevleri ve diğer yardımcı bilgileri kullanmaz.
- 3- Genetik algoritmalar parametreler kümesinin kodlanmasıyla çalışır parametrelerin kendisiyle çalışmaz. Bu nedenle araştırma yöntemi kesikli (discrete) ve tamsayı probleminin çözümünde doğal olarak uygulanabilir.
- 4- Genetik algoritmalar eski jenerasyondan seçim ve çaprazlama ailelerini tesadüfi olarak kullanır. Bu nedenle GA'lar yeni jenerasyonu en iyi uygunluk değeri ile bulmak için yeni kombinasyonlarla birlikte mevcut bilgiyi etkin olarak inceler.

1.2.6.1.5 GA'ların Uygulama Alanları

Genetik algoritmaların en uygun olduğu problemler geleneksel yöntemler ile çözümü mümkün olmayan ya da çözüm süresi problemin büyüklüğü ile üstel orantılı olarak artanlardır Bugüne kadar GA ile çözümüne çalışılan konulardan bazıları şunlardır (Oğuz ve Akbaş, <http://www.yeniweb.net/bilimsel/>):

- *Optimizasyon* GA, sayısal optimizasyon ve kombinatoral optimizasyon problemleri olan devre tasarımı, doğrusal olmayan denklem sistemlerinin çözümünde ve fabrika-üretim planlamasında kullanılır.
- *Otomatik Programlama (automatic programming)* GA, bilgisayar programları yardımıyla network sıralamasında (sorting), ders programı hazırlanmasında kullanılır.
- *Makine öğrenmesi (machine learning)* GA, robot sensorlerinde, neural networklerde, VLSI yonga tasarımı ve protein yapısal analizinde kullanılır.
- *Ekonomi (economics)* GA, ekonomik modellerin geliştirilmesinde ve işleminde kullanılır.
- *İmmün sistemler (Immune systems)* GA, çok-gen'li ailelerin evrimi esnasında ve doğal immün sistem modellerinde kullanılır.
- *Popülasyon genetiği (population genetics)* GA, evrim ile ilgili sorulara cevap bulmada kullanılır.
- *Evrime ve öğrenme (evolution and learning)* GA, fertlerin öğrenmesini ve türlerin evrilmesinde kullanılır.
- *Sosyal sistemler (social systems)* GA, sosyal sistemlerin analizinde kullanılır.

Genetik algoritmaların ve genetik programlamanın en iyi sonuçları, yapıları nedeniyle optimizasyon problemlerinde ortaya çıkmaktadır. Genetik algoritmaların işletme alanında karar vermede yardımcı araçlar olarak kullanıldığı optimizasyon problemlerinde yapılan çalışmalara bakıldığında bunların finans, enformasyon teknikleri ve üretim/ operasyonlar bölümlerindeki çalışmalarda yoğunlaştığı söylenebilir (Şimşek, 1997:24).

Leinweber ve Arnott (1995) tarafından yapılan çalışmalarda genetik algoritmalar özsermaye yerleştirme taktiklerinde ve uluslararası özsermaye stratejilerinde model olarak kullanılmıştır. Kullanılan modeller ile portföy değerlerinde pasif karşılaştırma modellerine göre %82'lere varan artışlar izlenmiştir (Şimşek, 1997:24).

Enformasyon ve teknoloji alanında bilgisayar ağı ve topolojileri ve tasarımları optimizasyona ihtiyaç duyan bir konudur. Kumar tarafından (1995) yapılan çalışmalarda 100'e kadar düğüm içeren tasarımlar optimal sayılabilecek derecede yaratılmıştır (Şimşek, 1997:24).

Gezgin satıcı probleminde Whitley tarafından (1991) genetik algoritmalar kullanılmış ve

tarafından (1995) en az gecikme olacak şekilde modeller yaratılmıştır. Bu modeller, kullanımı zamana bağlı olan iş makinelerinde en fazla verim ve en az gecikme yolu ile ele alınmıştır (Şimşek, 1997:25).

1.2.6.2. Evrimsel Çok Amaçlı Optimizasyon

Bu bölümde evrimsel çok amaçlı optimizasyon tekniklerinden bazıları inceleyecek bu tekniklerin zayıf ve güçlü yönleri ile uygulama alanlarına değinilecektir.

1.2.6.2.1. Pareto Optimum

Pareto optimum kavramı XIX. Yy.'da Vilfredo Pareto tarafından formüle edilmiştir ve çok amaçlı optimizasyon araştırmalarının temelini oluşturmuştur (Coello, 1999a).

Eğer her $\bar{x} \in F$ için

$\bigwedge_{i \in I} (f_i(x) = f_i(\bar{x}))$ ya da en az bir $i \in I$ için

$f_i(x) > f_i(\bar{x})$ ise $\bar{x} \in F$ pareto optimaldir denilir.

Pareto optimum her zaman tek bir çözüm vermez, inferior olmayan ya da baskın çözümler kümesi verir.

1.2.6.2.1. Evrimsel Çok Amaçlı Optimizasyonda Bazı Önemli Yaklaşımlar

Evrimsel çok amaçlı optimizasyon tekniklerinden araştırmacılar için en popüler olanlarından bazıları aşağıda belirtilmiştir (Coello, 1999a):

- Toplamsal Fonksiyonlar (aggregating functions)
- Schaffer'in VEGA'sı
- Fonseca ve Fleming'in MOGA'sı
- Srinivas ve Deb'in NSGA'sı
- Horn ve Nafpliotis'in NPGA'sı
- Hedef Vektör Yaklaşımları (Target vector approaches)

1.2.6.2.2.1. Toplamsal Fonksiyonlar

Bilindiği gibi genetik algoritmalar çalışmak için skaler uygunluk bilgisine ihtiyaç duyarlar. Bu, bütün amaçları tek bir amaca dönüştürmek için toplama, çarpma ya da diğer aritmetik işlemlerin kullanılması açısından doğaldır. Bu yaklaşıma bir örnek aşağıdaki gibi ağırlıkların toplamıdır:

$$\min \sum_{i=1}^k w_i f_i(x) \text{ burada } w_i \geq 0 \text{ amacın nisbi önemini gösteren ağırlık katsayısıdır.}$$

Çoğunlukla $\sum_{i=1}^k w_i = 1$ 'dir (Coello, 1999a, 1999b)

1.2.6.2.2.1.1. Toplamsal Fonksiyonların Uygulamaları

Çok sayıda yazar (Syswerda ve Palmucci, Jakob vd., Jones vd. gibi) popüler ağırlıklandırılmış toplamlar yaklaşımıyla ilgili örnekler vermişlerdir (Fonseca, Fleming, 1995). Syswerda ve Palmucci (1991) ağırlıkları kendi uygunluk fonksiyonunda araştırmaya listesinin liste evrimi boyunca cezaların varlığına ya da yokluğuna bağlı olarak değerleri toplamak veya çıkarmak için kullanmışlardır. Jakob ve diğerleri (1992) hizmet planlama problemlerini içeren farklı amaçların ağırlıklandırılmış toplamlarını kullanmışlardır. Jones ve diğerleri (1993) ağırlıkları kimyasal yapılar kümesinden aşırı yapılar oluşturmak için GA'yı uyguladıklarında kendi genetik operatörlerini sınıflandırmanın etkili olduğunu göstermek için kullanmışlardır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.1.2. Toplamsal Fonksiyonların Güçlü Ve Zayıf Yönleri

Bu yöntem çok amaçlı optimizasyonda önemi az olmayan (non-inferior) çözümlerin jenerasyonu için geliştirilmiş ilk tekniktir. Bu yöntemin en güçlü yönü onun etkinliği ve güçlü (strong) baskın çözümün ortaya çıkmasında diğer teknikler için birinci teknik olarak kullanılmaya uygun oluşudur. En zayıf yönü, problem hakkında yeterli bilgiye sahip olunmadığında amaçların derecelenmesinde tahsis edilen ağırlıkları tanımlamanın zorluğudur (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.2. Schaffer'in VEGA'sı

Schaffer'in yaklaşımı basit genetik algoritmanın bir genişlemesidir ve vektör değerli genetik algoritma (vector evaluated genetic algorithm, VEGA) olarak adlandırılmaktadır.

VEGA çok amaçlıyı dikkate alan eşanlı baskın çözümler için evrimsel algoritmayla popülasyonu kullanan ve çok amaçlı evrimsel algoritmada ilk anlatılan yöntemdir. K amaç, N popülasyon büyüklüğünü gösterirken N/k büyüklüğünü dikkate alan k alt popülasyonlu problemlerde kullanılır (Srigiriraju, 2000). Bu alt popülasyonlar GA'nın çaprazlama ve mutasyon operatörlerini kullanarak N büyüklüğünde yeni popülasyonu ele geçirmek için değiştirilir. Çaprazlama ve mutasyon tüm alt popülasyonlar birlikte değiştirildikten sonra uygulanır (Fonseca ve Fleming, 1995).

1.2.6.2.2.2.1. VEGA'nın Uygulamaları

Ritzel ve Wayland (1994) seçim oranının kontrolünde parametrenin dahil edildiği durumda VEGA varyasyonunu kullanmıştır. Ritzel ve Wayland'ın çözdüğü yer altı suyu kirlilik kontrolü probleminde iki amaç vardır ve seçim oranı ikinci amaç yoluyla (cost) seçilen kısım için birinci amacın temelinde seçilen dizinin oranı olarak tanımlanmıştır. Surry ve diğerleri (1995) VEGA'nın ilginç bir uygulamasını tek amaçlı optimizasyon probleminde ceza fonksiyonu ihtiyacından uzak durmak için model kısıtı olarak öne sürmüşlerdir. Cvetkoviç ve diğerleri (1998) VEGA problemleri için çeşitli yaklaşımlar önermişlerdir. Çok amaçlı optimizasyon yaklaşımlarını başlangıç olan (preliminary) airframe dizaynında kullanmışlardır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.2.2. VEGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri

Her ne kadar Schaffer bazı başarıları ve bu yaklaşımla ilgili kolaylığın güçlü yönlerini belirtmiş olsa da, Richardson ve diğerleri bütün alt popülasyonlarda değişim ve birleşimin uygun elemanların diğer amaçlarla birleştiği ortalamaya uyduğunu belirtmişlerdir. Schaffer'in kullandığı orantılı uygunluk atamasından itibaren bu uygun elemanlar amaçların kendisine orantılı olarak dönmüştür. Bu yöntemin ana zayıflığı ise konveks olmayan araştırmaya uzayında pareto optimal çözümlerin ortaya çıkmasının yeterli olmayışıdır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.3. Fonseca Ve Fleming'in MOGA'sı

MOGA (multi objective genetic algorithms), tek amaçlı GA'nın modifiye olmuş ve genişlemiş şeklidir (Azar vd, 1999.) Fonseca ve Fleming'in önerdiği şemaya göre, belirgin bireylerin sıralamasının şu anki baskın olan popülasyondaki kromozom sayısına uyduğu belirtilmiştir. Farz edilsin ki, t jenerasyonunda bireysel x_i , $p_i^{(t)}$ bireyleriyle baskın olan şimdiki jenerasyondadır. Bireylerin sıralamasının şimdiki pozisyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\text{rank}(x_i, t) = 1 + p_i^{(t)}$$

Bütün baskın olmayan bireyler rank 1 olarak atanır (Coello, 1999a, 1999b).

1.2.6.2.2.3.1. MOGA Uygulamaları

Chipperfield ve Fleming (1995) gaz türbini mühendisliği için çok değerli kontrol sisteminin dizaynında bu yöntemi başarılı olarak kullanmışlardır. Obayashi (1997) pareto sıralamasını kompresör bıçağını şekillendirmede aerodinamik dizaynı için N seçimle ve phnotypic ayımla kullanmıştır (en iyi N birey gelecek kuşaktaki N aile ve N çocuktan seçilir) Rodriquez Vazquez ve diğerleri MOGA'yı genetik programlamada kullanmışlardır. Horn (1997), MOGA'yı radyoterapi tedavisi optimizasyonuna uygulamıştır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.3.2. MOGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri

MOGA'nın ana güçlü yönü tamamlanmasında etkili ve nisbi kolaylığının oluşudur. Ana zayıf yönü ise diğer Pareto sıralama teknikleri gibi performansının ayrılan faktörlerin seçimine tahsis edilene yüksek oranda bağlı olmasıdır (Coello, 1999a)

1.2.6.2.2.4. Srinivas ve Deb'in NSGA'sı

NSGA (non-donated sorting genetic algorithm), Srinivias ve Deb tarafından önerilmiştir ve bireylerin sınıflandırılmasının bazı katmanlarını temel alır. Seçimi yerine getirmeden önce popülasyon baskın olmama esasına göre sıralanır, bütün baskın olamayan bireyler bir kategoride toplanır. Sınıflandırılmış bireyler yapay (dummy) uygunluk değerlerine göre ayılır. Daha sonra bu gruba önem verilmez ve diğer baskın olmayan bireyler tabakası göz

önüne alınır. Bu süreç popülasyondaki bütün bireyler sınıflanana kadar devam eder (Coello, 1999a, 1999b).

1.2.6.2.2.4.1. NSGA'nın Uygulamaları

Vedarajan ve diğerleri (1997), NSGA'yı portföy optimizasyon yatırımında kullanmıştır. Fakat Srinivias ve Deb'in önerisindeki stokastik hatırlatmalı seçim yerine ikili turnuva seçimini kullanmışlardır. Michielsen ve Weile (1995), NSGA'yı elektro manyetik sistem dizaynında kullanmıştır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.4.2. NSGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri

Bu yöntemin en güçlü yönü çok sayıda amaca yönelik çalışabilmesidir. Bazı araştırmacılar ana zayıflığının MOGA'dan fazla etkili olmaması olduğunu söylemiştir (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.5. Horn ve Nafpliotis'in NPGA'sı

Horn ve Nafpliotis pareto baskınlığı esas alan turnuva seçim şemasını önermişlerdir. İki bireyin mukayesesi sınırı yerine popülasyondaki diğer bireylerin sayısından baskınlığı tanımlamada faydalanır. Eğer rakiplerin tümü baskın yada tümü baskın değilse turnuvanın sonucu uygun ayırma karar verir (Coello, 1999a, 1999b).

1.2.6.2.2.5.1. NPGA'nın Uygulamaları

Belegundu ve diğerleri (1994) NPGA'yı laminated seramik karışımının dizaynında kullanmıştır. Poloni ve Pediroda (1997) çok noktalı airfoil dizaynında bu yöntemi kullanmıştır. NPGA'nın varyasyonu Quagliarella ve Vicini tarafından önerilmiştir, mekanizma seçim probleminde baskın kriteri ortaya çıkarmışlardır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.5.2. NPGA'nın Güçlü Ve Zayıf Yönleri

Bu yöntemin güçlü yönü çok sağlam ve iyi baskın olmayan cephe (front) üretmesidir. Ana zayıflığı ise ayrılan faktörlere ihtiyaç duymasındır, bu yaklaşım turnuvanın rolünü iyi gerçekleştirmesi için iyi seçimlere ihtiyaç duyar (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.6. Hedef Vektörlü Yaklaşımlar (Target Vector Approaches)

Bu başlık altında karar vericinin ulaşmak istediği her amacı için hedefin atandığı yaklaşımlar anlaşılır. En popüler teknikler hedef programlama, hedefe ulaşma (goal attainment) ve min-max yaklaşımıdır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.6.1. Hedef Vektörlü Yaklaşımların Uygulamaları

Wilson ve MacLeod (1993) hedefe ulaşmayı çoklu IIR filtrelerinin dizaynında kullanmıştır. Eric Sandgren (1994), hedef programlamayı genetik algoritmalarla birlikte düzlemsel mekanizmanın dizaynında kullanmıştır. Coello ve Christiansen (1998) ağırlıklandırılmış min-max yaklaşımını imalat problemlerinde kullanmıştır. Hajela ve Lin (1992) min-max yaklaşımını çeşitli yapısal optimizasyon problemlerinde uygulamışlardır (Coello, 1999a).

1.2.6.2.2.6.2. Hedef Vektörlü Yaklaşımların Güçlü ve Zayıf Yönleri

Bu yöntemlerin en güçlü yönü etkili oluşlarıdır. Çünkü her hangi bir baskın olmayan ilişkiye ihtiyaçları yoktur. Ana zayıflığı hedeflerin tanımlanmasındaki ve her amacın ağırlıklandırılmasındaki güçlülüdür (Coello, 1999a).

Geleneksel araştırma metotları probleme bir çözüm adayı önerir ve onu değiştirerek daha iyi çözümler elde etmeye çalışır. Aksine evrimsel algoritmalar, bir çözüm adayları popülasyonu oluşturur ve bu popülasyon zamanla evrimleşir (<http://www.robot.cmpe.boun.edu.tr/593/evrimps>).

Gerçek yaşam problemleri çoklu performans kriterlerinin eşanlı önemini içerirler. Bu amaçlar bazen orantılı olmayan ve sıklıkla da çelişen amaçlardır. Evrimsel algoritmalar çok amaçlı optimizasyon için uygun bir tekniktir (Fleming ve Pershouse, 2001)

1.2.6.3. Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Son yıllarda çeşitli karar modelleri ortaya çıkmıştır. Bunlardan biriside 1970'lerde Saaty tarafından ortaya atılan analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) dir (Bayram ve Sütütemiz, 2001)

AHY, karar problemlerinin yapılandırılmasında ve çözümünde kullanılan bir çok amaçlı karar verme yöntemidir. Bu yöntem bir amacı veya hedefi etkileyen faktörleri, birbirine benzer özellikler altında (kriterler, alt kriterler) gruplandıran ve amaca uygun hiyerarşiler içinde modelleyerek her seviyenin amacı ne kadar ve nasıl etkilediğine dair önceliklendirme yapan bir karar verme sistemidir (Yılmaz, 2000:3).

Saaty, AHY ile karışık durumların analizi için matematiksel tabanlı bir teknik geliştirmiştir. Bu yöntem kişileri nasıl karar vermeleri konusunda zorunlu kılmak yerine, onlara kendi mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayıp bu şekilde daha iyi karar vermelerini amaçlamaktadır (Yılmaz, 2000:11).

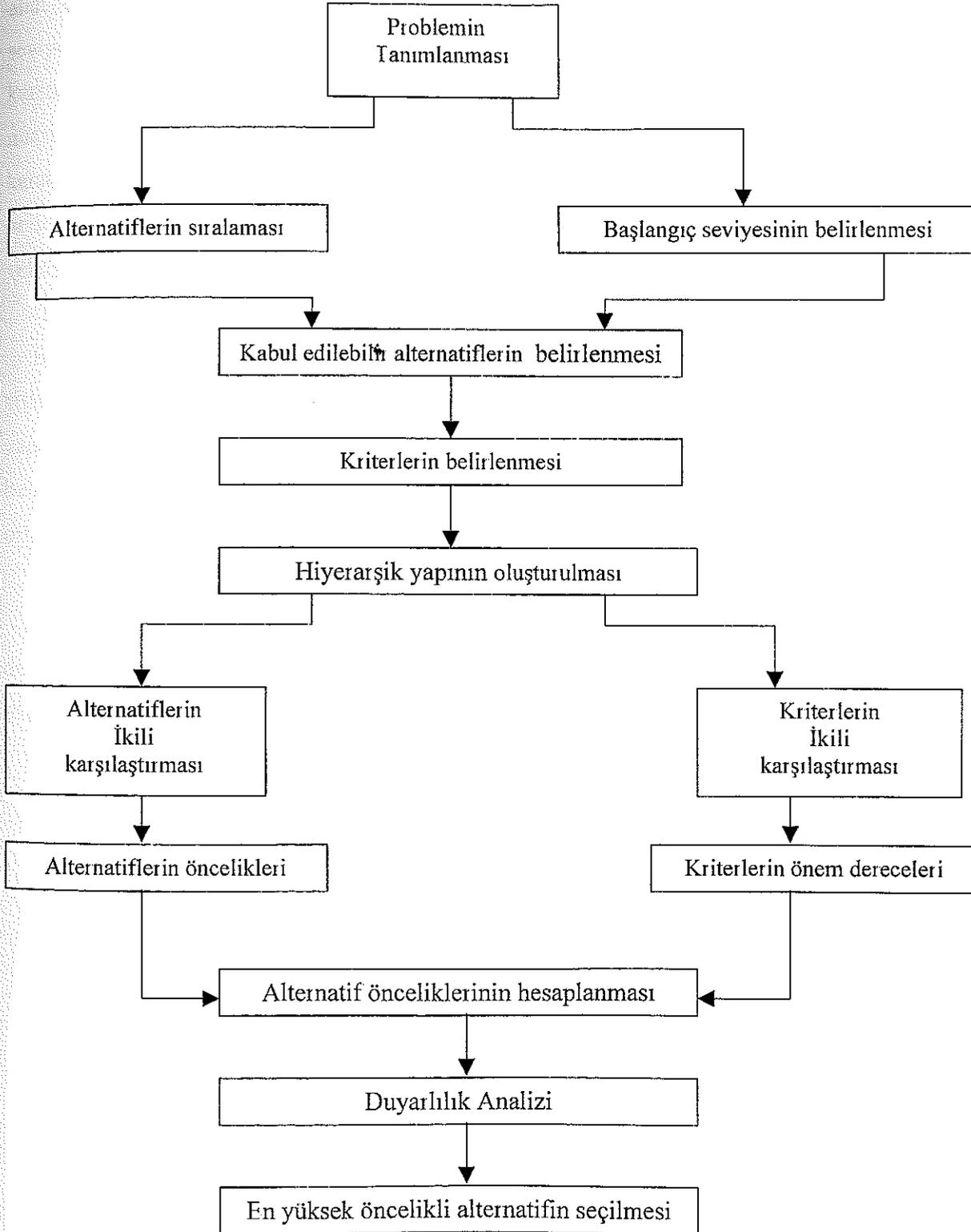
Şimdiye kadar karar verme için sadece kantitatif faktörler ele alınırken, bu yöntem sayesinde hem kalitatif hem de kantitatif faktörler ele alınmaktadır (Bayram, Sütütemiz, 2001).

Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nde, karar vericinin amacı doğrultusunda kriterlerin ve ona ait alt kriterlerin belirlenip hiyerarşik yapının oluşturulması söz konusudur (Bayram ve Sütütemiz: 2001).

AHY'nin ihtiyaç duyduğu girdi, bir değişkenin diğeri üzerinde ne kadar önemli olduğudur (Gondhalekar ve Karamchandani, 1994).

Şekil 1.11' de Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nin çözüm aşamaları ayrıntılı olarak görülmektedir.

AHY'nin Algoritması



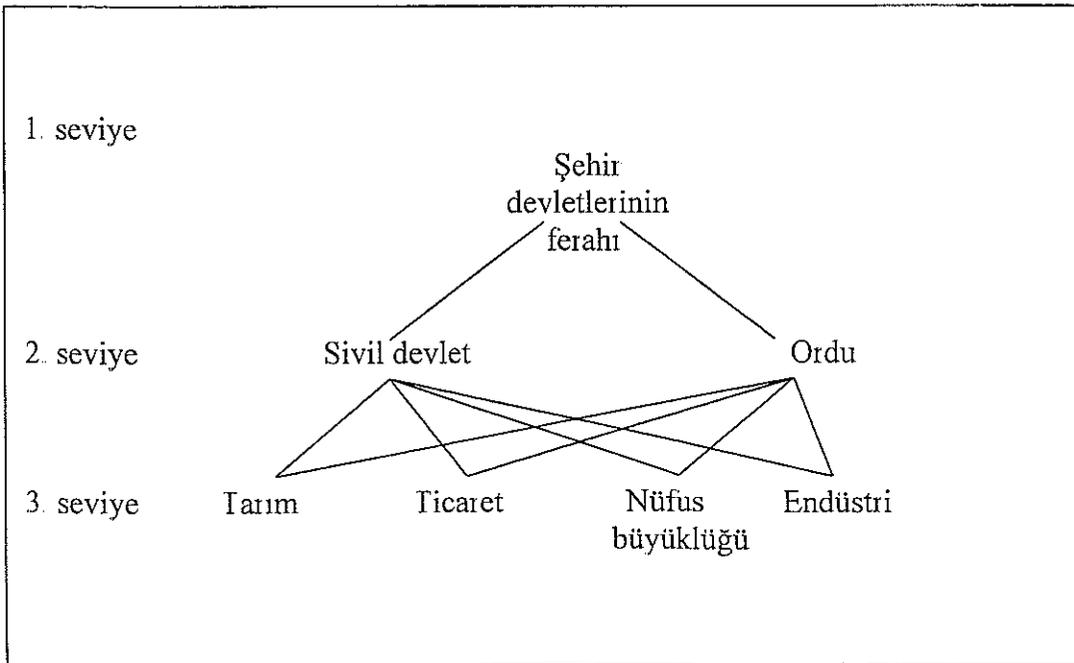
Şekil 1.11. Analitik Hiyerarşi Yaklaşımının Çözüm Aşamaları

(Kaynak: Sipalî, 1998)

AHY'nin ilk adımı, karar probleminin ayrıntılı olarak ortaya konması ve hiyerarşik düzen dediğimiz ve her biri grup elemanlarından oluşan seviyeler halinde incelenmesidir. Bundan sonraki işlem ise oluşturulan hiyerarşinin en alt seviyesindeki elemanların en üst seviyede yer alan eleman üzerindeki görelî etkilerini (önemlerini) belirlemek için hiyerarşinin her seviyesindeki elemanlar (değişkenler) arasındaki üstünlük (öncelik=priority) karşılaştırmalarının yapılması, bu karşılaştırma değerlerinin yer aldığı ikili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulması, bir sonraki adım ise özdeğer ve öz vektörlerin hesaplanması, karşılaştırma matrisinde tutarlılığın kontrol edilmesi ve son olarak ta her seviye elemanı için belirlenen öncelik vektörünün tüm hiyerarşi için karma öncelikler vektörünün (genel öncelik vektörünün) elde edilmesi ve karar probleminin çözülmesidir (Yılmaz, 2000:14).

Bir problem için hiyerarşik yapının oluşturulmasında temel adım; büyük ölçekli bir sistemin alt sistemlere bölünmesidir. Bu bölünme sistemin ana hedeflerinden en iyi analizi yapabilen ve en fazla kontrol edilebilen faktörlere kadar yapılmaktadır. Bu faktörlerin belirlenmesinden sonra karar sonucunda ortaya çıkacak alternatifleri etkileyen tüm kriterler ortaya çıkmış olur (Yılmaz, 2000:17).

Hiyerarşi konusunda basit bir örnek Saaty'nin verdiği Ortaçağ Avrupası'nda yer alan şehir devletleridir. Ortaçağ Avrupası'nda şehir devletlerinin refahı ordu ve sivil devletin özelliklerine bağlıdır. Bu basit hiyerarşi örneği Şekil 1.12'de görülebilir:



Şekil 1.12. Ortaçağ Avrupası'ndaki Şehir Devletleri ile İlgili Bir Hiyerarşi Örneği

(Kaynak: Saaty, 1980, s 11)

Şehir devletlerinin ekonomik gücünün temel öğeleri tarım, ticaret, nüfus büyüklüğü ve endüstri olmasından dolayı aynı seviyede gösterilmiştir. Bu 4 öğe sivil devlet ve orduyu belirler ve aynı zamanda da şehir refahı üzerinde etkilidir. Bu hiyerarşi üç seviyelidir (Saaty, 1980:12).

1.2.6.3.1 Hiyerarşi Kurmanın Avantajları

1. Bir sistemin hiyerarşik gösterimi, üst seviyelerdeki önceliklerin değişiminin alt seviyelerdeki elemanlar üzerindeki etkisini açıklamada kullanılabilir. Problemin temel elemanları olan amaçlar, kriterler ve alt kriterler ve alternatifler belirlenmiş olur. Böylece karmaşık bir problemin çözümünde önemli bir ilerleme sağlanır.
2. Hiyerarşiler, bir sistemin alt seviyelerinin fonksiyon ve yapısı ile ilgili detaylı bilgi verir ve üst seviyelerdeki elemanları ve amaçları hakkında genel bir görünüş sağlar. Bir seviyedeki elemanlara yapılan baskınlık bir üst seviye ile en iyi şekilde gösterilir.
3. Hiyerarşik olarak düzenlenmiş doğal sistemlerin değerlendirilmesi, modüler yapılı bu sistemlerin bir bütün olarak değerlendirilmesinden daha verimli sonuçlar sağlar.
4. Hiyerarşiler kararlı ve esnektir. Küçük değişiklikler küçük etkilere neden olduğu için hiyerarşiler karardır ve oldukça iyi kurulmuş bir hiyerarşiye yapılacak ilavelerin performansı bozmayacağından dolayı da hiyerarşiler esnektir (Saaty, 1980:14).

1.2.6.3.2. AHY'nin Aksiyomları

AHY'nin teorik alt yapısı taraflı olma (tersi olma), homojenlik ve bağımsız olma aksiyomu olmak üzere üç aksiyoma dayanır. Örneğin karar verici A elemanı B elemanının 5 katı büyüklüğündedir diyorsa tersi olmasıyla da hem fikirdir. Yani B, A'nın 1/5'idir denilebilir, bu taraflı olma ya da tersi olma aksiyomuna bir örnektir (Harker, 1989). Homojenlik aksiyomuyla, karşılaştırılan elemanların birbirinden çok fazla farklı olmaması gerektiği, olursa yargılarda hataların ortaya çıkabileceği ifade edilmektedir. Bağımsız olma aksiyomu da, üst kademe kriterlerin önceliklerinin yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında değişmeyeceği anlamına gelmektedir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001:85).

AHY'nin çözüm yaklaşımının ana adımları, problemi ayrıştırma (decomposition), karşılaştırmalı analiz (comparative analysis) ve önceliklerin sentezi (synthesis of priorities) olmak üzere üç adımdır (Yang ve Lee, 1997).

1.2.6.3.2.1. Ayırıştırma

Ayırıştırma, bir karar probleminin daha kolay kavranmasını ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir düzende alt problemlere ayırıştırma sürecidir. Bu karar hiyerarşisinin kurulması anlamına da gelmektedir. Karar hiyerarşisinin en tepesinde ana hedef, en altında ise karar alternatifleri yer almaktadır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001:86; Yang ve Lee, 1997).

1.2.6.3.2.2. Karşılaştırmalı Analiz

Karşılaştırmalı analiz veya ikili karşılaştırmalar ile ifade edilmek istenen hiyerarşideki elemanların bir üst kademedeki elemana göre görelî önemlerinin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılmasıdır. İkili karşılaştırma yargılarının oluşturulmasında, başka bir ifade ile A kriterinin B kriterine göre ne kadar önemli olduğu karar vericiye sorulduğunda, karar verici Tablo 1.5'de 1-9 puanlı tercih ölçeğinden faydalanmaktadır (Kuruüzüm, Atsan, 2001:87).

Tablo 1.5: Tercih ölçeği

| Önem Derecesi | Tanım | Açıklama |
|---------------|--|---|
| 1 | Eşit önemli | İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur |
| 3 | Birinin diğerine göre çok az önemli olması | Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir |
| 5 | Kuvvetli derecede önemli | Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde kabul ettirir |
| 7 | Çok kuvvetli düzeyde önemli | Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür |
| 9 | Aşırı derecede önemli | Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir |
| 2,4,6,8 | Ortalama değerler | Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler |
| | Reciprocal | Tersi karşılaştırmalar |

(Kaynak: Saaty, 1980, s. 54)

Psikologlar tarafından insan beyninin kısa süreli bellek yapısının ve bunları özümleme kabiliyetinin 7±2 nesne ile sınırlı olduğu incelemeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu nedenle 9 sayısı bu ölçek için en uygun üst limit olarak belirlenmiştir (Ramadhan vd., 1999).

Önem ölçeğinde yer alan 2,4,6,8 gibi değerler ara değerlerdir. Diğer bir ifade ile, eğer

karar verici 1 ve 3 arasında kararsız kalırsa 2 değerini kullanabilir. Aynı şekilde karar verici 9 ve 7 arasında kararsız kalırsa 8 değerini kullanabilir.

vardır ki, karar verici şayet α_{ij} gözesine önem değeri olarak k değerini veriyorsa α_{ji} 'nin göze değeri $1/k$ olacaktır. Ayrıca bu matriste köşegen değerler bire eşittir. Eğer her bir kritere ait alt kriter varsa göze değerleri yine aynı şekilde belirlenir (Aytaç ve Bayram, 2001).

1.2.6.3.2.3. Sentezleme

AHY'nin her elemanın önceliğinin hesaplanmasına geçildiği bölüm "sentezleme" adıyla anılır. Sentez aşaması, en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini içermektedir. Normalizasyon için en yaygın kullanılan yöntem her sütunun elemanlarının o sütunun toplamına bölünmesidir. Elde edilen değerlerin satır toplamı alınıp, bu toplam satırdaki eleman sayısına bölünür. Böylece her kriter için öncelik vektörleri bulunur (Kuruüzüm ve Atsan, 2001:87).

1.2.6.3.3 Nihai Karar

AHY'nin son aşaması karar probleminin çözümlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada problemin ana hedefinin gerçekleştirilmesinde karar alternatiflerinin sıralaması olarak hizmet edecek bir karma (composite) öncelikler vektörü oluşturulur. Bu vektörü oluşturmak için her değişken için belirlenen öncelik vektörlerinin ağırlıklı ortalaması alınır. Elde edilen nihai öncelikler karar alternatif puanları olarak da adlandırılabilir ve karar vericinin alternatif tercihlerine ilişkin yargısal algılamaların yoğunluğunu temsil eder (Kuruüzüm ve Atsan, 2001:91)

1.2.6.3.4. Tutarlılık

AHY'de en önemli konulardan birisi ikili karşılaştırma süreci sırasında karar verici tarafından formüle edilen yargıların tutarlılığıdır. Karar vericinin kriterler arasında kıyaslama yaparken tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için Saaty tarafından ortaya atılan "tutarsızlık oran" nın hesaplanması gerekir (Aytaç ve Bayram, 2001). Tutarlılık matrisi her iki karşılaştırma matrisi için hesaplanır. Saaty tarafından önerilen tutarlılık oranının üst limiti 0.10'dur. yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise yargıların tutarlı olduğu ve değerlendirmenin devam edebileceği kabul edilmektedir. Eğer yargıların tutarlılık oranı 0.10'un üzerinde ise yargılar tutarsız olarak kabul edilmektedir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Karar verici kriterler arası kıyaslamaları yaparken tutarsız davranmışsa tekrar ikişerli karşılaştırmaları yapması gerekir (Aytaç ve Bayram, 2001).

Sonuçları belli olan karar seçeneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden birisi olan AHY hem kriterleri birbirleri ile karşılaştırdığı için, hem de bütün kriterlerin sonuç üzerindeki etkisini ortaya çıkarması açısından tercih edilmektedir (Yılmaz, 2000:12)

1.2.6.3.5. AHY Uygulamaları

AHY'nin 1970'lerin ortasında literatüre girişinden itibaren bir çok karar problemlerinde uygulamalarına rastlanılmaktadır. Kararları hem kalitatif hem de kantitatif temelle sıralayabildiğinden sağlık sektöründen, politikaya, kentsel planlamadan, uzay araştırmalarına kadar birçok uygulamaya sahiptir (Golden vd., 1989:37).

Min (1994) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, yapılacak havaalanı için yerleşim planı konusu irdelenmiştir. Sürekli artan kalabalık ve tıkanıklığın havaalanı koşullarını olumsuz olarak etkilediği varsayılmış ve bu problemin giderilmesi için mevcut havaalanlarının genişletilmesinin ya da yeni havaalanı inşa etmenin gerektiği anlaşılmıştır. Havaalanı yerleşimi problemi AHY kullanılarak nicel ve nitel kriterlerin tümünün dikkate alınması koşulu ile bir çok amaçlı karar verme problemi haline getirilmiştir (Erkiletlioğlu, 2000:78).

Stam ve Kuula (1991), bir esnek imalat sistemi seçimi problemini çözerken birinci aşamada Expert Choice bilgisayar programı ile AHY'yi kullanarak önemsiz alternatifleri elimine etmiştir. İkinci aşamada ise, çok amaçlı matematiksel programlama ile problem çözülmüştür (Erkiletlioğlu, 2000:78)

Barbarasoğlu ve Pihlas (1995) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada İSKİ tarafından atık suların arıtılması projesi için ayrılan 650.000.000 \$'lık ödeneğin en iyi sonuçları verecek projelere tahsis problemi, uygun projenin seçilmesi açısından AHY ile çözülmüştür. Hiyerarşik yapının oluşturulmasında, matrislere veri olacak ağırlıkların belirlenmesinde ve matematiksel formülün oluşturulması sırasında İSKİ üst kademe yöneticileri ile işbirliği içinde olunmuştur (Erkiletlioğlu, 2000:78)

Chandra ve Schall (1988), Leontief girdi-çıkı modelini kullanarak imalat sistemlerinin ekonomik analizini yaptıkları çalışmada, her makine merkezinde belirli bir zaman aralığında üretilen toplam parça sayısı, kabul edilebilir parça sayısı ve her bir parça için makine

merkezleri arasındaki ortalama transfer sayısı şeklindeki performans ölçülerini AHY'ne girdi olarak kullanmaktadırlar (Erkiletlioğlu, 2000:78).

Finlandiyalı bir bilim adamı olan Hamalainen (1990), 1990'lı yıllarda Finlandiya Hükümeti'ni ikiye bölen "nükleer santral yapılı mı" konusunu AHY ile ele almış ve sorunu çeşitli açılardan inceleme fırsatı bulmuştur (Erkiletlioğlu, 2000:79).

Hastings'in 1996 yılında yaptığı çalışmada firma misyonunun gerçekleştirilmesi hedef alınmıştır ve hiyerarşik yapının ilk kademesini oluşturmaktadır. İkinci kademedeki amaçlar ise Pazar durumunun değerini arttırmak ve sağlamlaştırmak, hissedarların uzun süreli yatırımlarını maksimize etmek, ürün ve hizmet kalitesini geliştirmek, çevresel standartlara uymak ve firmanın teknoloji durumudur. AHY'den faydalanarak nitel, nicel ve soyut kriterleri değerlendirebilecek bir model geliştirmiştir.

Yang ve Lee (1997), tipik bir çok amaçlı karar verme problemi olan fabrika yeri seçiminde nitel ve nicel faktörlerin birlikte kullanıldığı bir model oluşturmada karışık tamsayılı programlama ve karar verme gibi geleneksel modellere ek olarak AHY'yi kullanmışlardır. Yerleşim yeri için hiyerarşinin ikinci kademesindeki faktörler; pazar, ulaşım, işgücü ve toplu iken bunların alt faktörleri de hiyerarşinin üçüncü kademesini oluşturmaktadır.

Golden vd.'nin (1989) yaptıkları incelemelere göre AHY'nin bazı uygulama alanları Tablo 1.6' da görülmektedir:

Tablo 1.6. AHY'nin Uygulama Alanları

| | | |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Muhasebe ve Finans | Yüksek Eğitim | Politika |
| Mimarlık ve Dizayn | İmalat | Portföy Seçimi |
| Sermaye Yatırımı | Uzun Atış Planlaması | Ar-Ge Yönetimi |
| Bilgisayar ve İletişim Sistemleri | Üretim Yönetimi | Devlet Sektörü ve Yasal Planlama |
| Çelişki Analizi | Pazarlama | Kaynak Tahsisi |
| Karar Destek Sistemleri | Ekonomi | Risk Analizi |
| Enerji | Askeriye | Sosyoloji |
| Uzay Araştırmalar | Spor | Ulaşım |
| Sağlık | Optimizasyon | |

(Kaynak: Golden vd., 1989, s.40)

Muhasebe, finans, insan kaynakları yönetimi ve gelişimi, yönetim bilişim sistemi, pazarlama, üretim yönetimi, proje yönetimi, kaynak tahsisi, stratejik planlama ve stratejik yönetim gibi işletme disiplinleri AHY'de zengin bir uygulama alanı bulabilmektedirler (Chan ve Abhary, 1996)

AHY, pek çok çalışmada, tam sayı programlama, hedef programlama, maliyet/kâr analizi ve dinamik programlama gibi yöneylem araştırması teknikleriyle birlikte kullanılarak başarılı sonuçlar bulmaktadır (Chan ve Abhary, 1996; Chin vd.,1999)

İKİNCİ BÖLÜM

HEDEF PROGRAMLAMA

2.1. Hedef Programlamanın Tarihçesi

George B. Dantzig doğrusal programlamanın babası olarak bilinir. Dantzig 1940'larda Washington DC'de Birleşmiş Milletler Hava Kuvvetleri'nde çalışırken askeri planlama için lojistik problemleri çözmeye teknikler aramıştır. Daha sonraları Dantzig'i Neumann, Hurwicz ve Koopmans gibi bilim adamları takip etmişlerdir. Bu tekniğe verilen ad "doğrusal yapıda birbirine bağlı faaliyetlerin programlaması" iken daha sonraları kısaltılarak doğrusal programlama adını almıştır (Lee, 1972:15).

Charnes ve Cooper endüstriyel problemlere bu tekniği uygulamada ve sokmada anahtar rolü oynamışlardır. Doğrusal programlama araştırmalarının devamında Hedef Programlama (HP) kavramını geliştirmişlerdir (Lee, 1972:16). HP daha sonra özellikle Ijiri, Lee ve Ignizio tarafından geliştirilmiştir (Hwang ve Masud, 1979:56). 1968'de Cantini HP'yi belirsizlik altında göz önüne almıştır. Aynı yıllarda Jaaskelainen bunu üretim planlamada kullanmıştır (Wu ve Coppins, 1981:358).

Çelişkili (conflicting) amaçların mevcudiyeti tanımlandığında doğrusal programlamanın bu tip problemleri çözmeye yetersiz kaldığı görülür. HP, bu tür problemleri çok amaçla çözmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu teknik karar vericiye etkili kısa ve uzun vadeli stratejik planlar için bir fayda sağlar (Rıfai, 1994).

HP'nin gelişimi sırasında öncelikle modelin genel yapısı ortaya konulmuş sonra hedef fonksiyonunda öncelik kavramları üzerinde durulmuştur. Daha sonra da önceliklere ağırlıklar göz önüne alınmıştır. Sonraki gelişmelerde modelin çözüm teknikleri ile modelin yapısı ve diğer gelişmeler birbirini izlemiştir (Kuruüzüm, 1998:90).

2.2. Hedef Programlamanın Tanımı ve Varsayımları

Hedef Programlama doğrusal programlamanın bir uzantısıdır. Gerçek yaşamda karar durumları sıklıkla çok amaçlı veya çelişkili amaçlarla karakterize edilir. Günümüzde işletmelerin rekabetçi bir ortamda yönetilmesi buna örnek olarak gösterilebilir. İşletmeler

rakipler, tedarikçiler, müşteriler, hissedarlar ve hükümet gibi dış faktörlerin güçlü bir etkisi altındadır. Bu faktörler kâr maksimizasyonu sağlar ve yönetim için tek bir amaç haline gelir. Kâr maksimizasyonunun yanı sıra yönetimin pazar payını arttırmak, hükümetle ilişkisini arttırmak, kaliteli ürün üretmek, çalışan memnuniyetsizliğini ve çevresel kirliliği minimize etmek gibi başka amaçları da vardır. Bu amaçların çoğu kît kaynaklar için mücadele ve rekabet gerektirmektedir (Rıfai, 1994).

Karar verici birbirleriyle çelişen birden fazla amacı aynı anda tatmin etmeye ve en iyi çözüm kümesini bulmaya çalışırken, ya amaçlar arasında uygun bir dönüşüm yapıp bir fayda fonksiyonu tanımlayarak bunu maksimize etmek isteyebilir ya da amaçlar için belirlediği hedeflerden sapmaları minimize etmek isteyebilir. İki durumda da ana amaç sorunlar sisteminin bütününe iyileştirilmesine ilişkin en iyi çözüm kompozisyonunun elde edilmesi olduğundan çözümler birbirine çok yakın veya aynıdır (Kuruüzüm, 1998:90).

Hedef Programlama genellikle ikinci durumla ilgilidir. Bu yöntem temel ilkesi gereği karar vericiden her bir amaç için erişilmesini arzu ettiği bir hedef değer belirlemesini ister. Böylece tercih edilen çözüm bu hedef değerlerden sapmaları minimize eden çözümdür (Evren ve Ülengin, 1992:54).

Kuruüzüm'e göre (1998) HP, saptanan hedeflerden sapmaları minimize etmeye çalışırken her bir amaç fonksiyonu için karar verici tarafından tanımlanmış öncelik ve ağırlık katsayılarını dikkate alır. Öncelikle daha yüksek öncelikli hedefleri veya eşit öncelikte daha çok ağırlıklı hedefleri, teknolojik ikame oranlarının ve amaç fonksiyonu katsayılarının elverdiği ölçüde tam başarmaya çalışır. Daha yüksek öncelikli bir hedefteki sapma miktarını azaltmak için daha düşük öncelikli bir hedefteki sapma miktarını arttırmayı göze alabilir. HP, mümkün olduğunca daha yüksek öncelikli sapmaları minimize eden bir tekniktir.

Lee, Hedef Programlamanın varsayımlarını 4 ana başlık altında incelemektedir. Bunlar, oransallık, toplanabilirlik, bölünebilirlik ve belirlilik varsayımlarıdır (Lee, 1972:33).

- **Oransallık:** Lee, amaç fonksiyonunun, kısıtların ve hedef ilişkilerinin (relationship) doğrusal olması gerektiğinin söyler. Bunun anlamı hedefe erişme ve kaynak faydasının (resource utilization) bireysel davranışın her faaliyet seviyesi için oransal olması gerektiğidir.

- **Toplanabilirlik:** Lee'ye göre bireysel davranışın her faaliyetin seviyesini hedefe erişme ve kaynak faydasında oransal olması doğrusallığı garanti etmez. Doğrusallığı garanti etmek için faaliyetler amaç fonksiyonunda ve kısıtlarda toplanabilir olmalıdır.
- **Bölünebilirlik:** Lee'ye göre karar değişkenlerinin kesirleri (fractions) çözümde kabul edilebilir olmalıdır. Hedef Programlamanın diğer bir varsayımı bölünebilirliğin olmasıdır. Başka bir ifadeyle Hedef Programlama probleminin optimum çözümü sıklıkla karar değişkenleri için tamsayı olmayan değerleri kabul eder.
- **Belirlilik:** Lee'ye göre normal Hedef Programlama probleminde, modelin bütün katsayıları sabit olmalıdır. Gerçekte gerçek karar çevresi statik yerine dinamiktir. Bu nedenle modelin katsayıları ne sabittir ne de bilinebilirdir.

2.3. Hedef Programlamanın Matematik Yapısı

Doğrusal programlamanın yapısında kullanılan temel adımlar Hedef Programlama modelinde de aynıdır. Doğrusal programlama ile Hedef Programlama arasındaki ana fark Hedef Programlamanın amacı doğrudan optimize (maksimize/ minimize) edememesidir. Bunun yerine Hedef Programlama arzulanan hedeflerle gerçekleşen sonuçlar arasındaki sapmaları minimize etmeye çalışır. Bu hedefler önem sırasına göre önceliklendirilir. Bu önceliği ölçmek için her bir hedef (goal) denklem olarak ifade edilir ve bunlara sapma değişkenler atanır (Rıfai, 1994).

HP, optimal çözümü bulmaya odaklanmak yerine belli hedefleri en iyi başaran noktaları tanımlar. Hedef programlama, belli hedeflere verilen hiyerarşiyi göz önüne alarak bu hedeflerden sapmaları minimize etmeye gayret eder (Hemaida ve Hupfer, 1994/95).

Schniederjans ve Hoffman'a göre (1999), Romero modelde aynı öncelikteki bütün hedef kısıtlamaları için sapma değişkenlerini minimize etmede Hedef Programlamanın formülasyonunun doğrusal programlama ile denk olduğunun mantıklı bir yol olduğunu öne sürmüştür.

Hedef Programlama doğrusal programlamanın genişletilmiş ve biraz değiştirilmiş halidir. Doğrusal programlama karar vericiye kâr maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu gibi tek amaçlı problemler için modeller sunar. Hedef programlama, çoklu amaçlar

sisteminin tümü için eş anlı çözümler sunar. Hedef Programlama öncelik ve önem seviyelerine göre çoklu hedeflerle alt hedefleri içeren kararları ele almada uygun bir tekniktir. Doğrusal programlamadan farklı olarak Hedef Programlamada amaç fonksiyonu genellikle tercihli değişkenler (choice variables) içermez. Bunun yerine Hedef Programlamada amaç arzu edilen hedeflerden ağırlıklı sapmaları minimize etmektir (McClathey, 1998).

Eşitsizlik şeklinde ifade edilebilen bir amaç fonksiyonunda veya üretim sisteminin fiziksel kısıtında, sağ taraf değerinin (hedef değerinin) altında kalma veya üstüne çıkma durumları, sırasıyla, “negatif sapma” ve “pozitif sapma” olarak ifade edilmektedir. Pozitif sapma değişkeni (d^+) hedefin üstünde kalma durumunu, negatif sapma değişkeni (d^-) hedefin altında kalma durumunu gösterir. Eğer arzu edilen değer hedefin altında kalmamışsa $d^- = 0$ olmalıdır. Benzer olarak, $d^+ = 0$ olarak yazılırsa hedefin üstünde kalma durumu gerçekleşmemiş demektir. d_i^- ve d_i^+ çarpımı 0'dır ve $d_i^- \cdot d_i^+ = 0$ sabitlik koşulu aynı denkleme ait iki sapma değişkeninin aynı anda pozitif değer alamayacağını ifade eder. Pozitif ve negatif sapma değişkenleri doğrusal programlamadaki atıl ve artık kapasite değerlerini gösteren boş (slack) ve artık (surplus) değişkenlere karşılık gelir (Kuruüzüm, 1998:92).

Hedef Programlama modellerinde dikkat edilmesi gereken bir husus Hedef Programlama modelinin yapısında yanlışlık yapılmamasıdır. Aksi halde yanlış sonuçlar doğabilir. Bu sebeple kesin sonuca ulaşmak için hangi sapma değişkenlere ihtiyaç olduğu konusunda dikkatli olunmalıdır. Karar vericiler minimize edilmek isteyen sapma değişkenlerinin belirlenmesinde oldukça dikkati davranmalıdır. Örnek olarak amaç, hedef değerini sağlayamayan negatif sapma değişkenini (d_i^-) minimize etmek olsun. Bu durumda söz konusu değişken sorudaki amacın gösterdiği kısıtlarda görünmek zorundadır (Rıfai, 1994).

Hedef Programlamada, üretim sisteminde belirli kısıtlar altında maksimize ya da minimize edilmek istenen amaç fonksiyonları;

$$f_i(x) = \sum_{j=1}^m c_{ij} x_j \quad i=1,2, \dots, n \quad (2.1) \text{ şeklindeki fonksiyonlardır.}$$

Hedef Programlamada amaç fonksiyonlarına birer hedef değeri atanır ve bu amaç fonksiyonları kısıt denklemleri haline dönüşür. Hedef değeri, karar vericinin sapma değişkenlerine vereceği öncelik ve ağırlığa göre belirlenir. Amaç fonksiyonları hedef değerleriyle mutlak anlamda alttan ya da üstten sınırlı değildir. Belirlenen hedef değerler gerçekleştirilemeyebilir veya aşılabılır (Kuruüzüm, 1998:92).

Sapma değişkenlerinin atandığı amaç fonksiyonları kısıt denklemlerine dönüştürerek aşağıdaki şekilde gösterilir;

$$f_i(\bar{x}) + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad (2.2)$$

Bu kısıt denklemleri Hedef Programlamada fiziksel kısıt denklemi veya mutlak amaç fonksiyonları olarak ifade edilir (Kuruüzüm, 1998:92).

Böylece basit olarak VMP' nin (vektör maksimizasyon problemi) Hedef Programlaması aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Hwang- Masud, 1979:56);

$$\min \left[\sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+)^a \right]^{1/a} \quad a=1 \quad (a' \text{ nın değeri karar vericinin değer fonksiyonu } U(x)' \text{ e bağlıdır})$$

$$g_k(x) \leq 0 \quad (\text{Dış bükeylik koşulu}) \quad k=1,2,\dots,p$$

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad i=1,2,\dots,m \quad (2.3)$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad d_i^- \cdot d_i^+ = 0 \quad \forall i \text{ için}$$

Karar verici belli stratejilerle oluşturduğu modeldeki amaç fonksiyonları ve kısıt denklemleri değerlerinden sapmaların hedef fonksiyonunda hangi sırada minimize edeceğini öncelik ile vurgular. Önceliklerin önem seviyesi $p_k \geq p_{k+1} \geq p_{k+2} \geq \dots \geq p_{k+n}$ şeklinde soldan sağa azalacak şekilde ifade edilir.

Model öncelikle en soldaki önceliğe sahip sapma değişkenini minimize eder, daha sonra bu önceliği kötüleştirmeden bir sonraki önceliğe sahip sapma değişkenini minimize etmeye çalışır. Ağırlıklar ise (W_i) pozitif olarak büyüdükçe eşit öncelikteki sapma değişkenlerinden daha çabuk minimize edilecek sapma değişkeni belirler.

Lee, Kwak ve Shniederjans ve Zionts gibi yazarlar hedef fonksiyonunu,

$$G_{\min} = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^n W_i P_j d_j^{(\tau)} \quad (2.4) \text{ olarak ifade etmesine rağmen, Ignizio, Hwang ve Masud ile}$$

$$\text{Zanakis ve Gupta gibi yazarlar hedef fonksiyonunu, } G_{\min} = \{P_1(\bar{d}_1, \bar{d}_1), \dots, P_l(\bar{d}_l, \bar{d}_l)\} \quad (2.5)$$

şeklinde ifade etmişlerdir. Bu bağlamda baktığımızda 2. ifade Hedef Programlamamın yapısına daha uygun görünmektedir. Çünkü burada hedef fonksiyonu homojen özelliklere ait sapma değişkenlerini sırayla minimize eden bir fonksiyon şeklindedir. 1. ifadede ise

fonksiyon farklı öncelik ve ağırlıktaki sapma değişkenleri toplamını minimize edecek şekildedir.

Bütün bu ifadelerden sonra genel olarak bir Hedef Programlama modeli şu şekilde yazılabilir (Kuruüzüm, 1998);

$$G_{min} = \{P_1(\bar{d}_1, \bar{d}_1), P_2(\bar{d}_2, \bar{d}_2)\} \text{ veya}$$

$$G_{min} = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n W_k P_k d_j^{(\bar{d}_j)} \quad (\text{Hedef fonksiyonu})$$

$$G_{min} = \sum_{j=1}^n x_j a_{ij} + \bar{d}_j - d_j^+ = b \quad (\text{Amaç fonksiyonu}) \quad (2.6)$$

$$g(\bar{x}) \leq 0 \quad (\text{Kısıt alanı})$$

$$d_j^+, d_j^- = 0 \quad (\text{Sabit koşul})$$

Hedef Programlama tekniği kullanılırken bütün hedeflerin optimize olması mümkün değildir. Bu yöntem ilk olarak yüksek öncelikli hedefin nasıl başarılacağına dair çözümler bulur ve önceliklerin sırasına göre kalan hedefleri başarmaya gayret eder. Sonuç olarak karar verici tarafından öncelikler kararlaştırılır. Burada karar verici önceliklerle birlikte ağırlık ta atayabilir bu durumda W_1P_2 , W_2P_2 den daha öncelikli duruma gelir (McClathey, 1998).

2.4. Hedef Programlama Modelinin Oluşturulması Aşamaları

Hedef Programlama modelinin oluşturulmasında ilk aşama sorunlar sistemine ait karar değişkenlerinin belirlenmesidir. Ele alınan uygulama alanına göre değişen ve sorunlar sisteminin yapısına uygun değişkenler karar değişkenleri olarak seçilmelidir

İkinci aşamada sistemin amaç fonksiyonları ve onların hedef değerleri belirlenmeye çalışılır. Amaç fonksiyonları sistemin fiziksel kısıtlarından ve karar vericinin belirlediği amaç fonksiyonlarından oluşur. Hedef değerlerinin belirlenmesi amaç fonksiyonunun niteliğine göre başlıca iki grupta incelenebilir. Çok daha tutarlı ve doğru belirlenmesi gereken ilk gruptaki hedef değerleri sistemin fiziksel kısıtlarına ait olan değerlerdir. 2. gruptaki hedef değeri ise karar vericinin saptadığı amaç fonksiyonlarına ait değerlerdir

Üçüncü aşamada sapma değişkenlerine, karar vericinin politikası doğrultusunda, öncelik ve ağırlıklar verilerek hedef fonksiyonunun tanımlaması yapılır. Burada uygulanması gereken

konu “fiziksel kısıtlara ait hedef değerlerinden olanaksız sapmalara yol açacak sapma değişkenlerine hedef fonksiyonunda en yüksek önceliğin verilmesi gerektiğidir. Bu değişkenler optimal çözümde asla pozitif olmamalıdır” (Kuruüzüm, 1998:96).

2.5. Hedef Programlamanın Sınıflandırılması

Hedef Programlama tekniğın varsayımları ve yapısal özellikleri dikkate alınarak, konuya bakış açısına göre değişen farklı sınıflandırmalar yapılmaktadır. Genel bir ayırım aşağıdaki şekilde yapılabilir:

1) Amaç Fonksiyonlarına Göre Hedef Programlama

- Doğrusal Hedef Programlama,

Doğrusal Hedef Programlama problemleri için geliştirilmiş bazı özel bilgisayar programları vardır. Bu yöntemler sırasıyla Ignizio ve Drauer ve Kruger tarafından geliştirilmiştir. (Evren ve Ülengin, 1992:55)

- Doğrusal Olmayan Hedef Programlama,

Doğrusal olmayan problemleri çözmek için doğrusal hale dönüştürme yapılarak çözüme ulaşılabilir. Problemi iterasyonla çözmek için herhangi bir tek amaçlı doğrusal olmayan optimizasyon tekniği kullanılabilir. Bu problemi doğrudan çözmek içinde doğrusal olmayan programlama veya doğrusal olmayan tamsayı programlama kullanılabilir. (Evren ve Ülengin, 1992:55)

2) Karar Değişkenlerine Göre,

- Sürekli Değerler Alabilen,
- Kesikli Değerler Alabilen
 - Tamsayı olan,
 - Karışık tamsayı olan,
 - 0-1 değerleri alabilen Hedef Programlama değerlerinden söz edilebilir.

3) Katsayıların Özelliklerine Göre,

- Deterministik olan,
- Stokastik olan,
- Bulanık (fuzzy) olan, Hedef Programlama yöntemleri ifade edilebilir. Burada stokastik ve belirsiz katsayılı HP tekniklerinde belirlilik varsayımı geçerli değildir.

Bu sınıflandırma tamamen birbirinden bağımsız ayrımları göstermemektedir. Aralarında değişik kombinasyonlar veya ara kesitler de vardır. Sınıflandırmada bir diğer yaklaşım modelin etkileşimli olup olmaması özelliğidir.

Modele ait bir çözümler kümesinin karar vericiye götürülmesinden sonra onun yönlendirmeleriyle mevcut çözümü baz alarak yeniden problem çözme işlemi, algoritmanın karar vericiyle etkileşimli olduğunu gösterir. Hwang ve Masud'un "Etkileşimli Ardışık Hedef Programlama" ve Lee' nin "Etkileşimli Tam Sayı Hedef Programlama" algoritmaları buna örnek olarak gösterilebilir (Kuruüzüm, 1998:98).

Dündar'a göre (1995), etkileşimli yöntemlerin dezavantajı olarak etkileşim sürecinde uzun zaman kaybedilmesi söylenebilir. Sürecin kısa tutulması durumunda ise baskın bir kümenin gözden kaçması mümkündür.

Hwang ve diğerleri ile Evans, Hedef Programlama değişikliklerini 4 grupta sınıflandırmışlardır;

1. Karar vericinin tercihlerini rahatça ifade edemediği durum,
2. Fayda veya değer fonksiyonu yoluyla karar vericinin tercihlerini başta belirttiği durum,
3. Etkileşimli prosedürü kullanarak karar vericinin tercihlerini devamlı olarak belirttiği durum,
4. Karar vericinin bir algoritmanın doğurduğu etkili çözüm için tercihlerini tanımladığında tercihlerini sonradan belirttiği durum (Aouni ve Kettani, 2001: 225-231).

Metodolojik gelişmelere istinaden Hedef Programlama yöntemlerinden bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz; ağırlıklandırılmış HP, Lexicographical HP, tam sayılı HP, doğrusal olmayan HP, stokastik HP, kesirli (fractional) HP, interaktif HP, aralıklı HP, fuzzy HP, MINMAX HP, vs. Ağırlıklandırılmış HP ve lexicographical HP, HP teknikleri arasında en popüler olanlarıdır ve bilinen daha fazla uygulamaları vardır (Aouni ve Kettani, 2001)

Lexicographic Hedef Programlama yaklaşımında farklı hedefler üstünlükleri önceden ayrılan çeşitli seviyelerde kategorize edilirler. Düşük seviyeli öncelikli hedef yüksek seviyeli öncelikli hedeften daha önemlidir. Bu nedenle birinci seviyede öncelikli hedefin ikinci seviyede öncelikli hedeften daha önce yerine getirilmesi önemlidir. Ayrıca, MINIMAX Hedef

Programlama yaklaşımı ağırlıklandırılmış Hedef Programlama yaklaşımı ile benzerdir fakat hedeflerden sapmaların ağırlıklı toplamını minimize etmek yerine hedeften maksimum sapmaları minimize edilir (Deb, 2001).

2.6. Hedef Programlama Çözüm Teknikleri

Doğrusal Hedef Programlamada yaygın olarak kullanılan teknikler grafik çözüm, iteratif çözüm ve simpleks çözümdür.

2.6.1. Doğrusal Hedef Programlama Problemlerinin Grafik Yöntemle Çözümü

Doğrusal Hedef Programlamanın grafik yöntemle çözümü doğrusal programlamanın çıktı uzayındaki grafik çözümüne benzer. Aradaki fark doğrusal Hedef Programlamada amaç fonksiyonlarının yönünden ziyade hedef fonksiyonunda tanımlanmış sapma değişkenlerinin yön ve önceliklerinin dikkate alınmasıdır. Karar vericinin yüksek öncelik ve ağırlık verdiği sapma değişkenlerine göre uygun çözüm alanı ve optimal çözüm kümesi bu değişkenleri minimize edecek ara- kesit bölgesinde oluşur.

Uygun çözüm alanını ve en iyi noktayı ararken önce en yüksek ve en büyük ağırlıklı sapma değişkeninden başlanmalı ve sırayla diğer sapma değişkenleri için de bu yaklaşım devam etmelidir (Kuruüzüm, 1998:99).

2.6.1. Doğrusal Hedef Programlama Probleminin İterasyonla Çözümü

Problem ilk aşamada sadece en yüksek öncelikli sapma değişkenlerin minimizasyonunu sağlamak için tanımlanarak çözülür. Elde edilen çözümdeki minimum sapma değeri ve değişkenleri yeni bir kısıt olarak probleme ilave edilir ve mutlak bir amaç fonksiyonu özelliği kazanır. Böylece bir sonraki önceliğe sahip sapma değişkenlerinin minimizasyonu için problem, ikinci aşamada çözülmeye çalışırken bir önceki aşamada minimize edilmiş sapma değişkenlerinin ideal değerlerinden fedakârlık edilmemiş olur. Her aşamadaki çözümler grafik veya simpleks çözümlerle elde edilebilir (Kuruüzüm, 1998:100).

Doğrusal Hedef Programlama probleminin iterasyonla çözüm tekniği aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$G_{\min} = \{(d^-, d^+)\}$$

$$g_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i=1, \dots, n$$

$$d_i^-, d_i^+, x \geq 0$$

j. aşamada;

$$G'_{\min} = \{(d^-, d^+)\}$$

$$g_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i=1, \dots, n \quad (2.7)$$

$$G = \{(d^-, d^+)\} \leq G^{i^0}$$

⋮

$$G^{i-1} = \{(d^-, d^+)\} \leq G^{i^0}$$

$$f_i'(x) + d_i^- - d_i^+ = c_i', \quad i=1, \dots, k$$

⋮

$$f_i'(x) + d_i^- - d_i^+ = c_i', \quad i=1, \dots, k$$

$$d_i^-, d_i^+, x \geq 0 \quad (\text{Kuruüzüm, 1998:101})$$

2.6.2. Doğrusal Hedef Programlama Problemlerinin Simpleks Yöntemle Çözümü

Evren ve Ülengin'in belirttiği gibi (1992) simpleks yöntem, ardışık işlemlerle optimum çözüme ulaşmak için iteratif bir süreç kullanan algoritmik bir yaklaşımdır. Hedef Programlama problemlerinin çözümünde klasik simpleks yöntemde bazı değişiklikler kullanıldığından Hedef Programlamadaki simpleks yöntemi "Değiştirilmiş Simpleks Yöntemi" olarak da bilinmektedir.

Klasik doğrusal programlama ile doğrusal Hedef Programlama formülasyonlarında bazı farklılıklar vardır. Hedef Programlamada temel amaç, hedeflerin erişilmeyen kısımlarının toplamının minimize edilmesidir. Bu belirli gölge öncelik faktörleri ve farklı ağırlıklar kullanılarak sapma değişkenlerinin minimize edilmesiyle elde edilir. Amaç fonksiyonunda

herhangi bir kâr maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonu yoktur (Evren ve Ülengin, 1992: 79).

Amaç fonksiyonu belirli değişkenlere öncelik faktörleri atanarak ifade edilir. Bu gölge öncelik faktörleri sayısal olmaktan ziyade, bir tercihi ifade edecek şekilde sözlü olduğundan çok boyutludur. Diğer bir deyimle farklı seviyelerdeki öncelik faktörleri aynı birimle ölçülemez. Dolayısıyla simpleks kriteri (z_j veya $z_j - c_j$) klasik doğrusal programlamada olduğu gibi tek satırla ifade edilmez. Burada simpleks kriteri, l , gölge öncelik faktörleri sayısını, n , değişken sayısını göstermek üzere, sapma ve karar değişkenlerini içeren $l \times n$ boyutlu bir matris olmaktadır (Evren ve Ülengin, 1992:79)

Simpleks kriteri bir satırdan ziyade bir matrisle ifade edildiğine göre anahtar kolonun tanımlanmasında yeni bir prosedüre ihtiyaç vardır. Gölge öncelik faktörleri arasında $p_i \gg p_{j+1}$ ilişkisi vardır. Yani p_i, p_{j+1} 'den her zaman daha önemlidir. O halde anahtar kolonun seçilmesinde gölge öncelik faktörleri esas alınmalıdır (Evren ve Ülengin, 1992:79)

Simpleks yöntemde eşitsizlik şeklindeki denklemlere atıl (slack) veya artık (surplus) değişkenler eklenerek $n+m$ tane bilinmeyen bulunur. $N+m$ tane bilinmeyene karşılık m tane denklem olduğundan herhangi n tane bilinmeyen 0 ' a eşit alınıp diğer m bilinmeyen eşitlikler takımından elde edilebilir. Bu temel çözüm ifadesinin tanımıdır. Temel çözüm sayısı sonludur ve herhangi m değişkeni göz önünde tutarak elde edilir. Eğer bu değişkenlerin değerleri negatif değilse, çözümler uygun temel çözümler olarak adlandırılır. Bu işlemleri yaparken genellikle Gauss- Jordan Eliminasyon Yöntemi'nden ve pivot alımlardan yararlanılır (Kuruüzüm, 1986).

Bunları matris yöntemiyle ifade etmek gerekirse;

A : Teknolojik katsayılar matrisi,

X : Bilinmeyen değişkenler matrisi,

B : Eşitliklerin sağ taraf değerleri olmak üzere,

$A X = B$ yazılabilir.

Matris işlemleri kullanılarak, her iki tarafı A^{-1} ile çarparsak $A^{-1} A X = A^{-1} B$ ve $A^{-1} A = I$ (birim matris) olduğundan $X = A^{-1} B$ bulunur, böylece herhangi bir aşamada m tane bilinmeyen X ' in değerleri hesaplanabilir (Kuruüzüm, 1986)

2.7. Değiştirilmiş Simpleks Algoritması

Tablo 2.1. Başlangıç Değiştirilmiş Simpleks Tablosu

| | | | | |
|-------------------------|-------|-------------------------|-----------------------------|-----------|
| | p_k | $w_{k,1} \dots w_{k,j}$ | $w_{k,j+1} \dots w_{k,j+m}$ | |
| | p_i | $w_{i,2} \dots w_{i,j}$ | $w_{i,j+1} \dots w_{i,j+m}$ | |
| $p_k \dots p_1$ | V | $x_1 \dots x_j$ | $d_2^+ \dots d_m^+$ | \bar{b} |
| $u_{i,k} \dots u_{i,1}$ | d_i | $e_{i,1} \dots e_{i,j}$ | $e_{i,j+1} \dots e_{i,j+m}$ | b_i |
| $u_{m,k} \dots u_{m,1}$ | d_m | $e_{m,1} \dots e_{m,j}$ | $e_{m,j+1} \dots e_{m,j+m}$ | b_m |
| İndeks | p_i | $l_{i,1} \dots l_{i,j}$ | $l_{i,j+1} \dots l_{i,j+m}$ | a_i |
| Satır | p_k | $e_{k,1} \dots e_{k,j}$ | $l_{k,j+1} \dots l_{k,j+m}$ | a_k |

(Kaynak: Kuruüzüm, 1986)

$w_{k,s}$: s. Temel dışı değişkenle ilgili k (p_k) önceliğinin ağırlık vektörü

$u_{i,k}$: i. Temel dışı değişkenle ilgili k (p_k) önceliğinin ağırlık vektörü.

$l_{k,s}$: s. Temel dışı değişkenin k önceliği altındaki indeks rakamı.

a_k : $a^- = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ kadar k önceliğinin başarıma seviyesi.

$e_{m,j+m}$: temel dışı değişkenlere ait ikame oranları.

Bunlara bağılı olarak değiştirilmiş simpleks algoritmasının adımları şu şekilde belirlenmektedir (Kurutüzim, 1986);

1. **Adım:** Başlangıç değiştirilmiş simpleks tablosunu oluştur. Sadece 1 seviyesindeki öncelik için indeks satırını hesapla (burada $k=1$ 'dir) ve 2. adıma git.
2. **Adım:** Optimallik kontrolü, a_k ' yi araştır. Aynı sütunda daha yüksek öncelikli ve pozitif indeks değerli eleman olmadığında en büyük pozitif $I_{k,s}$ ' yi seç. Bu sütunu s' olarak tanımla. $I_{k,s}$ ' nin seçimindeki kriter tesadüfen bozulabilir. Eğer böyle bir durum yoksa $I_{k,s}$ bulunmuştur 6. adıma git yoksa 3. adıma git.
3. **Adım:** Yeni giren değişkenin belirlenmesi: s' sütunundaki temel dışı değişken yeni giren değişkendir.
4. **Adım:** Çıkan değişkenin belirlenmesi: Negatif olmayan minimum değerli satırı $b_i / e_{i,s'}$ oranıyla belirle. Oranlar eşit çıkarsa daha yüksek öncelikli temel değişken satırını seç. Bu satırı i' olarak tanımla i' satırıyla ilgili temel değişken çıkan değişkendir.
5. **Adım:** Yeni tablonun oluşturulması: Tüm $e_{i,s'}$, b_i , $I_{k,s}$, a_k elemanlarının yerini boş bırakarak yeni tabloyu hazırla. Bir önceki tabloya göre s' sütunundaki temel dışı değişkenle i' satırındaki temel değişkenin yerlerini değiştir.
- a) Tüm $e_{i,s'}$, b_i , $I_{k,s}$, a_k elemanlarının yerini boş bırakarak yeni tabloyu hazırla. Bir önceki tabloya göre s' sütunundaki temel dışı değişkenle i' satırındaki temel değişkenin yerlerini değiştir. $E_{i,s}$ ve b_i elemanlarının hesaplanması (b), (c) ve (d)' de verilmektedir.
- b) $e_{i,s'}$ dışındaki yeni tablonun i' satırı, önceki tablonun $e_{i,s'}$ elemanının i' satırına bölünmesiyle elde edilir.
- c) $e_{i,s'}$ dışındaki yeni tablonun s' satırı, önceki tablonun $(-e_{i,s'})$ elemanının s' sütununa bölünmesiyle elde edilir.

(d) $e_{i,s'}$ pozisyonundaki elemanın yeni değeri $e_{i,s'}$ ' nün tersidir. Geriye kalan elemanlar

aşağıdaki formüllerle hesaplanır. \hat{b}_i ve $\hat{e}_{i,s'}$ yeni değerleri hesaplanacak elemanlar kümesini gösterebilir. O zaman i ' satırı ve s' sütunu dışındaki elemanlar;

$$\hat{e}_{i,s'} = e_{i,s'} \frac{(e_{i,s'}) \cdot (e_{i,s'})}{e_{i,s'}} \quad \text{ve} \quad \hat{b}_i = b_i \frac{(b_i) \cdot (e_{i,s'})}{e_{i,s'}} \quad (2.8) \text{ ile hesaplanır.}$$

(e) Tablonun oluşturulmasında sonraki adım, $I_{k,s}$ ve a_k için yeni değerleri hesaplamaktır. Bu değerler k . Öncelik seviyesi ve tüm diğer daha yüksek seviyeli öncelikler için hesaplanmalıdır. Bu hesaplamalar 1. adımdaki formüllere göre yapılır. 2. adıma dön.

6. Adım: Bir sonraki düşük seviyeli önceliği değerlendir. Yani $k=1$ ' i değerlendir. Eğer k , öncelik seviyelerinin toplam sayısını (yani k' 'yi) aşıyorsa o zaman 7 adıma git, eğer $k \leq K$ ise P_k için indeks satırı oluştur ve 2. adıma git.

7. Adım: Optimalliğin nihai kontrolü: Eğer tüm $a_k=0$ ise mevcut çözüm optimaldir. Herhangi bir $a_k > 0$ ise uygun satırdaki $I_{k,s}$ değerlerini araştır. Eğer herhangi bir $I_{k,s} > 0$ ($a_k > 0$ satırındaki) varsa, bu pozitif $I_{k,s}$ elemanının üstündeki bütün değerler negatif ise çözüm optimaldir. Fakat eğer bu sütunda negatif olmayan değerler varsa çözüm optimal değildir. Adım 2' ye git.

Hedef Programlama çok amaçlı karar vermenin en çok bilinen tekniklerinden birisidir. Hedef Programlama ile ilgili olarak yüzlerce monografi ve bilimsel yazı mevcuttur. Hedef Programlama çok sayıda ve birçok disiplini içeren yüzlerce uygulamaya sahiptir. İnternette de Hedef Programlama ile ilgili web siteleri ve tartışma grupları bulunmaktadır. Bu modelin popülerliği ve çok sayıda araştırmacısı olmasından dolayı uluslararası konferanslar düzenlenerek yeni buluşların sunulması sağlanmıştır. Çok amaçlı karar verme ve HP konferansları serisine 1994' te başlanmıştır (Aouni ve Kettani, 2001).

Hedef Programlamanın avantajlarından birisi, karar vericiye çevresel, organizasyonel ve yönetsel düşüncelerin modelde hedeflerin önem seviyelerine göre sıralanmasına süreç boyunca izin vermesini içermesidir (Hemaida vd., 1994/95).

Hedef Programlamanın ana uygulamalarından bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz; Katı

...de artıklarının yönetimi, muhasebe ve finansal kaynaklar yönetimi, pazarlama ve kalite kontrol, insan kaynakları, üretim, ulaşım ve bina yerleşimi, telekomünikasyon, tarım ve ormancılık, endüstriyel uygulamalar, taşıt parkı yönetimi, vs. (Aouni ve Kettani, 2001).

Aouni ve Kettani'ye göre (2001), Romero ve diğerleri (1998) Hedef Programlamayı amaçlı programlama ve referans noktası metodu (reference point method) ilişkisiyle tanımlamışlardır. Tamiz ve Jones (1997) Hedef Programlama modelleri araştırması için interaktif bir çevre (framework) teklif etmişlerdir.

Ekonominin globalleşmesi, toplu faaliyetlerin demokrasizasyonu ve rekabetleşen ihtiyaçlar karar verme sistemini sürekli olarak değiştirmektedir. Ekonomik faaliyetlerin globalizasyonu dünya üzerindeki politik, ekonomik ve sosyal sistem için durumların teşebbüsünü gösterir. Toplu faaliyetlerin demokrasizasyonu karar verme sürecindeki birçok insanı ve grubu içerir. Rekabetleşen ihtiyaçlar ve rasyonelizasyon dış kaynak (out-sourcing) stratejilerine rehberlik eder (Aouni ve Kettani, 2001).

Siskos'a göre (1983), çok amaçlı analizde bütüncü (disaggregation) disiplinin hikayesi Hedef Programlama tekniğinin kullanılmasıyla başlamıştır. Hedef Programlama doğrusal programlama yapısının özel bir şeklidir. (Lagréze ve Siskos, 2001:235).

Lagréze ve Siskos'a göre (2001), Karst (1958) doğrusal regresyonda Hedef Programlama yoluyla mutlak sapmaların toplamını tek değişkenle minimize etmiştir. 1959'da Wagner çoklu regresyonda Karst'ın modelini genelleştirmiştir. Sonraları Kelley 1958'de doğrusal regresyonda Tchebycheff kriterini benzer modelle minimize etmeyi önermiştir. Freed ve Glover (1981) diskriminant analizi çerçevesinde doğrusal değer fonksiyonlarının ağırlıklarını ifade etmek için Hedef Programlamayı teklif etmişlerdir.

Buffa ve Jackson firmaların kalite, zaman, talep ve envanter kısıtları altında satın alma sırası ve yükleme listesi için bir Hedef Programlama modeli geliştirmişlerdir. Benzer şekilde Sharnie ve diğerleri de genel endüstriyel satın alma planı için doğrusal olmayan bir Hedef Programlama modeli teklif etmişlerdir (Min, 1994).

Deb'e göre (2001) Hedef Programlama, dizayn edilen hedeflerin aynı zamanda başarıldığı amaçlı çözümün bulunması için mühendislik dizaynı faaliyetlerinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Hedef Programlama probleminin çözümünde, klasik yöntemler çoklu hedefleri

hedeflerden sapmaların ağırlıklı toplamını minimize edecek tek amaçlı problem haline indirmektir. Bu prosedürün bilinen bazı güçlükleri vardır. Bunlardan ilki Hedef Programlama problemi için bulunan çözümün ağırlık vektörü seçiminde duyarlı olmasıdır. İkincisi, tek amaçlı optimizasyon problemine dönüşümün ek kısıtlamalar içermesidir. Üçüncüsü de, gerçek yaşam Hedef Programlama problemlerinin doğrusal olmayan amaç fonksiyonları içermesidir, doğrusal olmayan programlama problemlerinin çözümü kullanılan klasik optimizasyon yöntemlerinden daha güçlüdür.

ÖRNEK 2.1.

Gözlük camı üreten bir fabrikada 2 türlü cam A ve B üretilmektedir. A tipi gözlük camı B tipi gözlük camından daha kalitelidir. A tipi gözlük camının fiyatı 0.40 \$, B tipi gözlük camının fiyatı ise 0.30 \$'dır. A tipi gözlük camlarının üretim süresi B tipi gözlük camlarının üretim süresinin 2 katıdır. Tüm yapılan gözlük camları B çeşidinden olursa fabrikada günde 500 cam üretilmektedir. Eldeki ham maddeler günde 400 cam yapmak için (A+B) yetmektedir. Fabrikada A ve B tipi gözlük camlarının yapıldığını varsayarak, şirketin kazancını maksimize edebilmesi için, A tipi ve B tipinden kaç cam yapılması gerektiğini bulalım.

Bu problem bir doğrusal programlama problemidir ve problemin formülasyonu şöyledir (Kamarji, 1992);

$$\text{Max } f_1 = 0.4x_1 + 0.3x_2$$

$$x_1 + x_2 \leq 400$$

$$2x_1 + x_2 \leq 500$$

x_1 , A tipinden üretilen gözlük camı sayısı,

x_2 , B tipinden üretilen gözlük camı sayısıdır.

Bu problemin optimum çözümü aşağıdaki gibidir:

$$x_1^* = 100$$

$$x_2^* = 300$$

$$f_1^* = 130 \$$$

Yukarıdaki tek amaçlı doğrusal programlama problemi, çok amaçlı doğrusal Hedef Programlama problemi olarak yazılabilir. Bu Hedef Programlama problemi şu şekilde kurulabilir;

$x_1 + x_2 \leq 400$ istek durumu olarak alınır, bu kısıt şu şekilde yazılır;

$$x_1 + x_2 + d_1^- - d_1^+ = 400 \quad \text{ve burada amaç } \min d_1^+ \text{ dir.}$$

$$2x_1 + x_2 \leq 500$$

$$2x_1 + x_2 + d_2^- - d_2^+ = 500 \quad \text{şeklinde yazılır ve amacı } \min d_2^+ \text{ dir.}$$

Kârın istek seviyesi en az 240 \$ ise ;

$$0.4x_1 + 0.3x_2 \geq 240 \text{ isteyecek. Ozaman hedefin kısıtı;}$$

$$20x_1 + 15x_2 + d_3^- - d_3^+ = 240 \text{ şeklinde yazılır ve amacı } \min d_3^+ \text{ dir.}$$

Böylece problemimiz çok amaçlı doğrusal Hedef Programlama problemi olarak şu şekilde yazılır;

Amaç fonksiyonu:

$$\min a = \{ (d_1^+ + d_2^+), (d_3^+) \}$$

$$G_1: x_1 + x_2 + d_1^- - d_1^+ = 400$$

$$G_2: 2x_1 + x_2 + d_2^- - d_2^+ = 500$$

$$G_3: 20x_1 + 15x_2 + d_3^- - d_3^+ = 200$$

Burada 3 hedef vardır.

Burada amaç fonksiyonu 2 öncelik seviyesinden oluşur Birinci öncelik seviyesi

$\min(d_1^+ + d_2^+)$ şeklinde verilmiştir. Çünkü G_1 ve G_2 mutlak hedeflerdir İkinci öncelik seviyesi

$\min(d_3^+)$ ile verilmiştir Doğrusal Hedef Programlama çözüm tekniklerinden biri kullanılarak

problemin optimal çözümü şu şekilde bulunmaktadır;

$$x_1^* = 100$$

$$x_2^* = 300$$

$$d_3^- = 110$$

$$d_1^+ = 0, d_2^+ = 0, d_3^+ = 0$$

$$z^* = \{ 0, 110 \}$$

2.8. Bazı Hedef Programlama Yöntemleri

Bu bölümde sıklıkla kullanılan Hedef Programlama yöntemlerinden bazılarına yer verilecektir.

2.8.1. Doğrusal Olmayan Hedef Programlama

Uygulamada, doğrusal hallerden ziyade doğrusal olmayan hallerle karşılaşılır. Ancak, doğrusal olmayan modellerin doğrudan çözümü zor olduğundan, kısmi doğrusallaştırmalarla çözümler. Doğrusal olmayan Hedef Programlama problemlerin çözümü için iki temel algoritma vardır. Bunlar, İteratif Doğrusal Olmayan Hedef Programlama ve Stewart-Griffith Doğrusallaştırarak İteratif Doğrusal Olmayan Hedef Programlama problemlerinin çözümüdür (Evren ve Ülengin, 1992:85).

İteratif Doğrusal Olmayan Hedef Programlama yaklaşımında, Doğrusal olmayan Hedef Programlama problemi tek amaçlı doğrusal olmayan optimizasyon problemlerine ayrıştırılır ve iteratif olarak çözülürler. Bu yöntemlerinden modifiye edilmiş Hook-Jeeves numune arama yöntemi birleştirilerek kullanılır (Evren ve Ülengin, 1992:86)

Şayet bir doğrusal olmayan Hedef Programlama probleminde, tüm doğrusal olmayan kısıtlar ve amaç fonksiyonlarının türevleri alınabiliyorsa, bu fonksiyonlar Griffith-Stewart yaklaşımı ile doğrusallaştırılır.

Hedef Programlama problemi aşağıdaki şekilde ifade edildiğinde;

Amaç fonksiyonu:

$$\min Z = [P_1(d^-, d^+) + P_2(d^-, d^+) + \dots + P_r(d^-, d^+)]$$

Hedef denklemleri:

$$g_k(x) + d_k^- - d_k^+ = b_k \quad k=1,2, \dots, p \quad (2.9)$$

$$f_i(x) + d_{p+i}^- - d_{p+i}^+ = c_i \quad i=1,2, \dots, m$$

$$d_k^-, d_k^+ \geq 0, \quad d_k^-, d_k^+ = 0, \quad \forall_j$$

Her bir başarıma fonksiyonu (sapma değişkenleri fonksiyonu), $h_k(d^-, d^+)$, uygun sapma değişkenlerinin doğrusal fonksiyonudur. Amaç, yukarıdaki fonksiyonu minimize eden ve

iteratif denklemleri sağlayan çözümü, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ bulmaktır (Evren ve Ülengin, 1992:86).

Tüm problem aşağıdaki t tane tek amaçlı alt probleme ayrıştırılabilir:

Alt problem 1

$$\min h_i(d^-, d^+)$$

$$g_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad k=1,2,\dots,m$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad d_i^-, d_i^+ = 0, \quad \forall_i$$

Buradan $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ çözümü bulunacaktır. Dikkat edilirse, en öncelikli hedefle ilgili alt problemde hedef denklemleri olarak, problemin karar ortamından kaynaklanan orijinal ve karşılanmasında zorunluluk olan kısıtlar kullanılmıştır. Son denklem, $d_i^-, d_i^+ = 0$, çözümde pozitif veya negatif yalnızca bir sapma değişkeninin bulunmasını gerektirmektedir (Evren ve Ülengin, 1992:87).

Alt problem 1' in optimal çözümü, $h_i^- = \min h_i(d^-, d^+)$ olsun. Kullanılan kısıtların karşılanması zorunluluğu olduğuna göre ekseriya $h_i^- = 0$ ' dır. Şayet $h_i^- = 0$ ise Hedef Programlama probleminin optimum çözümü var demektir. Aksi halde yani $h_i^- \neq 0$ ise optimum çözüm yoktur. Kısıtlar tarafından çevrelenen olurlu bölge boş demektir. Şayet, var ise ikinci alt problem çözülür.

Alt Problem 2

$$\min h_i(d^-, d^+)$$

$$g_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad k=1,2,\dots,p$$

$$h_i(d^-, d^+) \leq h_i^-$$

$$f_i(x) + d_{i,r}^- - d_{i,r}^+ = c_i$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad d_i^-, d_i^+ = 0, \quad \forall_i$$

Görüldüğü gibi ikinci öncelikli hedeften sapmaları minimize ederken, erişilen birinci öncelikli hedeften fedakarlık yapılmamaktadır. Bu problemin optimal çözümü, h_i , bulunduğundan sonra üçüncü alt probleme geçilebilir.

Hedeflerden sapma değişkenleri aynı öncelikli hedefler için gruplandırılabilir. Bu nedenle alt problem sayısının mutlaka minimize edilecek sapma değişkenleri sayısı kadar olması şart değildir.

Buna göre $0 \leq j \leq t$ olmak üzere j . alt problem aşağıdaki gibi olacaktır

Alt Problem j

$$\begin{aligned} \min h_j(\bar{d}, d^*) \\ g_k(x) + \bar{d}_k - d_k^* &= b_k, \quad k=1,2,\dots,p \\ h_{i-1}(\bar{d}, d^*) &\leq h_{i-1}, \quad i=1,2,\dots,t \\ f_i(x) + \bar{d}_{r+i} - d_{r+i}^* &= c_i, \quad i=1,\dots,j-1 \\ \bar{d}, d^* &\geq 0, \quad \bar{d}_i - d_i^* = 0. \end{aligned} \quad (2.10)$$

İteratif yaklaşımda izlenen yol doğrusal haldeki gibidir. Ancak, fonksiyonlar doğrusal değildir. Yukarıda anlatılan t ardışık tek amaçlı karar verme problemi herhangi bir doğrusal olmayan programlama yöntemi ile çözülebilir. Bunlardan bir tanesi, kısıtsız problemlerin çözümünde kullanılan Hook-Jeeves numune arama yöntemidir (Evren, Ülengin, 1992:88).

Deb'in (2001) çok amaçlı genetik algoritmayı kullandığı doğrusal olmayan Hedef Programlama makalesinde şunlara değinilmiştir;

Klasik Hedef Programlama tekniklerinin çoğu optimizasyon problemlerinin üstüne kurulmuştur. Bu tekniklerde hedeflerden sapmaların ağırlıklı toplamı minimize edilir. Sonuç problemi genellikle doğrusal değildir. Çünkü maliyet, ürün yaşamı gibi temeli oluşturan kriter fonksiyonları genellikle doğrusal değildir. Doğrusal olmayan programlama problemi her hedef için bir kısıt içerir. Bu yaklaşımın asıl özelliği kullanıcıdan ağırlık faktörleri kümesini belirlemesini ve her kriter için nisbi önemini ifade etmesini istemesidir. Bu yaklaşımı kullanıcı için öznel (subjective) yapmaktadır.

Bundan başka ağırlıklandırılmış Hedef Programlama yaklaşımında konveks olmayan uygun karar alanına sahip problemlerin çözümlerini bulmada bir takım zorluklar vardır. Bununla beraber bu zorluklar lexicographic Hedef Programlama veya minimax Hedef Programlama gibi yöntemlerde de mevcuttur (Deb, 2001).

Deb (2001), makalesinde Hedef Programlama problemlerinin çözümünde genetik algoritmanın kullanımı üzerinde durmuştur. Çok amaçlı genetik algoritma kullanımında, ağırlıklandırılmış Hedef Programlama yönteminden farklı olarak her hedef eşit (equivalent) amaç fonksiyonları haline dönüştürülür. Bu yaklaşım formülasyonuna hiçbir yapay kısıt eklemes.

Deb'e göre (2001), Hedef Programlama problemlerinde aşağıda görüleceği gibi 4 farklı kriter olabilir.

1. Küçük veya eşit ($f(\vec{x}) \leq t$)

2. Büyük veya eşit ($f(\vec{x}) \geq t$)

3. Eşit ($f(\vec{x}) = t$)

4. Aralık şeklinde ($f(\vec{x}) \in [t', t'']$)

Burada t'ler tanımlanan hedefleri f'ler de kriter fonksiyonlarını gösterir

Yukarıdaki her bir hedef için genellikle iki negatif olmayan değişken (n ve p) aylak (slack) değişken olarak eklenerek eşitlik kısıtı aşağıdaki şekle dönüşür;

$$f(\vec{x}) - p + n = t$$

Hedef Programlama yönteminin amacı her eşitlik kısıtını başarmak için p ve n sapmalarını minimize edecek, p ve n sapma değişkenleri ve \vec{x} karar vektörleri kombinasyonunu bulmaktır. Bu sapmaların minimize edilmesinde Hedef Programlama yöntemleri farklı yollar kullanır bilinen en popüler yöntem şunlardır:

2.8.1.1. Ağırlıklandırılmış Hedef Programlama

Her M kriter fonksiyonundan sapmalarla amaç fonksiyonları karışımı kullanılarak , aşağıdaki gösterim elde edilir.

$$\text{Minimize } \sum_{j=1}^m (\alpha_j p_j + \beta_j n_j)$$

$$f_j(\vec{x}) - p_j + n_j = t_j \quad (\text{her } j \text{ hedefi için}) \quad (2.11)$$

$$\vec{x} \in F$$

$$n_j, p_j \geq 0 \quad (\text{her } j \text{ hedefi için}).$$

Burada α_j ve β_j parametreleri j 'nci kriter fonksiyonunun pozitif ve negatif sapmaları için ağırlık faktörleridir. Hedeften küçük veya eşit olduğunda β_j parametresi 0'dır. Benzer olarak hedeften büyük veya eşit olduğunda α_j parametresi 0'dır. Aralık tipi hedeflerde her kriter fonksiyonu için bir çift kısıt (pair of constraint) vardır. Genellikle α_j ve β_j ağırlık faktörleri karar verici tarafından karıştırılır. Bundan başka bazı zorluklar daha vardır;

- i) Her kriter fonksiyonu diğerleriyle aynı birimle ölçülebilen (orantılı, commensurable) olmayabilir.
- ii) Her kriter fonksiyonu için p ve n sapmaları hedef değerleri gibi benzer önem sırasında olmayabilir.
- iii) Konveks olmayan uygun karar alanına sahip problemlerde yukarıdaki ağırlıklandırılmış şema çözümleri bulunmayabilir.

2.8.1.2. Lexicographic Hedef Programlama

Bu yaklaşımda farklı hedefler öncelikli önemlerinin çeşitli seviyelerine göre kategorize edilirler. Düşük seviyeli öncelikli hedef yüksek seviyeli öncelikten daha önemlidir. Bu nedenle 2. önem seviyesinden önce 1. hedefin yerine getirilmesi önemlidir.

2.8.1.3. MINIMAX Hedef Programlama

Bu yaklaşım ağırlıklandırılmış Hedef Programlama yaklaşımı ile benzerdir fakat hedeflerden sapmaların ağırlıklı toplamını minimize etmek yerine, hedeften maksimum sapmalar minimize edilir. Sonuçta doğrusal olmayan programlama problemi şu şekilde gösterilir;

Minimize D

Subject to $\alpha_j p_j + \beta_j n_j \leq d$ (her j hedefi için)

$$f_j \left(\begin{matrix} \rightarrow \\ x \end{matrix} \right) - p_j + n_j = t_j \quad (\text{her } j \text{ hedefi için}) \quad (2.12)$$

$$\begin{matrix} \rightarrow \\ x \end{matrix} \in F$$

$$n_j, p_j \geq 0 \quad (\text{her } j \text{ hedefi için})$$

Yukarıdaki problemde genellikle, doğrusal olmayan programlama basittir çünkü 1 veya daha fazla kriter fonksiyonu $f_j(\vec{x})$ karar değişkeni vektörü \vec{x} için doğrusal olmayabilir. Burada d parametresi hedeflerden maksimum sapmaları göstermektedir. Bu yöntem öncelikle α_j ve β_j parametrelerinin seçimini ister (Deb, 2001).

2.8.2. Bulanık (Fuzzy) Hedef Programlama

Kamarji (1995)'e göre ilk önce hedefler ve kısıtlar arasındaki fark açık olarak belirtilmelidir. Karar vericinin izin verilen alan üzerinde hiçbir kontrolünün olmadığı durumda kısıt terimi kullanılır. Bir hedef ise istenen bölgedeki karar vericinin bulanık fikirlerine sahip olduğu durumu göstermektedir. Kısıtlarla tanımlanan uygun bölgedeki karar değişkenlerinin farklı seçeneklerini inceleyerek farklı hedefler ve amaç değerleri oluşmaktadır. Böylece kısıt, karar vericinin kontrolü dışındaki bir durumu gösterir, oysa bir hedef karar vericinin kısıtlara bağlı olmasıyla birlikte diğer amaçlarla uyumlu olması için yer değiştirebilir.

Bulanık Hedef Programlamada (BHP), her hedef için üyelik fonksiyonu, karar vericinin her amaç fonksiyonu için ne arzu ettiğini sorarak elde edilebilir. Genel olarak bu durum karar verici için cevaplaması zor bir sorudur. Gerçekte Hedef Programlamamın kötü yan, karar

vericinin her amaç için hedef değerlerini belirlemeye ihtiyaç duymasidir. Bu durumda bulanık küme teorisini uygulamanın avantajı, karar vericinin karar verme anında kullanacağı ve açıklayacağı müphem isteklere izin vermesidir. Örneğin karar verici ilk hedefin "40'tan biraz daha fazla" veya "70'ten biraz daha az" ya da "yaklaşık 80" olmasını şart koşabilir. Bu tip ifade üyelik fonksiyonu yoluyla açıklanabilir (Kamarji, 1995).

Bu durum 0 ile 1 arasında sayı eksenini düzenleyerek gösterilebilir, 0 üye olmamayı, 1 ise tam üyeliği ifade etmektedir. Sonra karar vericiden her bir değer için üyelik derecesini belirlemesi istenir. Mesela "40'tan biraz daha fazla" kümesinin üyelik fonksiyonu, karar verici tarafından belirlenmiş olan varsayımsal bir üyelik fonksiyonudur. 10 birimlik bir artma kullanılmıştır.

| Z | <40 | 40 | 50 | 60 | 70 | >70 |
|------|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| F(z) | 0 | 0 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |

Yukarıdaki üyelik fonksiyonu 40'a, karar vericiye göre 40'tan büyük olmadığı için 0, 70'e bu şartı tamamıyla sağladığı için 1 değerini vermektedir (Kamarji, 1995).

2.8.2.1. BHP Probleminin Matematiksel İfadesi

Klasik Hedef Programlama problemlerinde, bulanık kararlı hedefler ifade edilemez. Örneğin "10.000 dolardan oldukça fazla" bir kâr, "yeterince yüksek" bir oranda bir gelir ve satışlarda 40 000 dolara "yakın" bir fiyat karar verici tarafından istenebilir (Kamarji, 1995).

BHP problemi, optimal karar D olacak şekilde aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$Ax \cong b \quad (2.13)$$

$$x \geq 0$$

Burada ' \cong ' işareti hedeflerin kesin olmadığını gösteren bulanıklık işaretidir. X nx1, b mx1 sütun vektörleridir ve A mxn boyutlu bir matristir. X, b ve A'nın elemanları sırasıyla x_i , b_i ve a_{ij} şeklindedir (Kamarji, 1995).

(2.13)'de gösterilen bulanık hedeflerin üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi varsayılabilir.

$$\begin{aligned} (Ax)_i = bi & \text{ ise } \mu_i(Ax) = 1 \\ (Ax)_i \neq bi & \mu_i(Ax) = f((Ax)_i, bi) \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$0 \leq \mu_i(Ax) \leq 1$$

Burada $(Ax)_i$, Ax 'in i . denklemidir. Karar kümesinin üyelik fonksiyonu $\mu_D(x)$ aşağıdaki gibi verilir.

$$\mu_D(x) = \min_i \mu_i(Ax) \text{ ve böylece maksimum karar } \max_x \mu_D(x) = \max_x \min_i \mu_i(Ax) \text{ olur}$$

(Hannan, 1981).

BHP problemlerinin çözümü için iki önemli yaklaşım vardır. Bunlar, üyelik fonksiyonlarının doğrusal olması veya parçalı doğrusal olması halinde önerilen çözüm tekniklerini içermektedir (Kamarji, 1995).

2.8.2.1.1. Doğrusal Üyelik Fonksiyonları ile BHP Probleminin Çözüm Teknikleri

Hedefler ve mutlak kısıtlar bulanıksa, hedefler ve kısıtlar arasında fark olmayacağından BHP problemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$G_i : z_i = (Ax)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \cong b_i \quad i=1,2,\dots,m \quad (2.15)$$

$$x_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,n$$

üyelik fonksiyonları doğrusal ve üçgen şeklinde olduğunda

$$\mu_i(Ax) \begin{cases} 0 & (Ax)_i \leq bi - \Delta_i \\ \frac{(Ax)_i - (bi - \Delta_i)}{\Delta_i} & bi - \Delta_i \leq (Ax)_i \leq bi \\ \frac{bi + \Delta_i - (Ax)_i}{\Delta_i} & bi \leq (Ax)_i \leq bi + \Delta_i \\ 0 & (Ax)_i \geq bi + \Delta_i \end{cases} \quad (2.16)$$

olur. Burada Δ_i 'ler subjektif olarak seçilmiş sabitlerdir. Tüm hedefler aynı öncelik seviyesinde varsayılarak m hedef dolayısıyla m tane üyelik fonksiyonu için 2^m alt problem çözülecektir. ℓ alt problem Δ_ℓ maksimum olmak koşulu ile

$$\Delta_\ell \leq \frac{(b_i + \Delta_i) - (Ax)_i}{\Delta_i} \quad (2.17)$$

$$b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + \Delta_i \quad i=1,2,\dots,m$$

veya

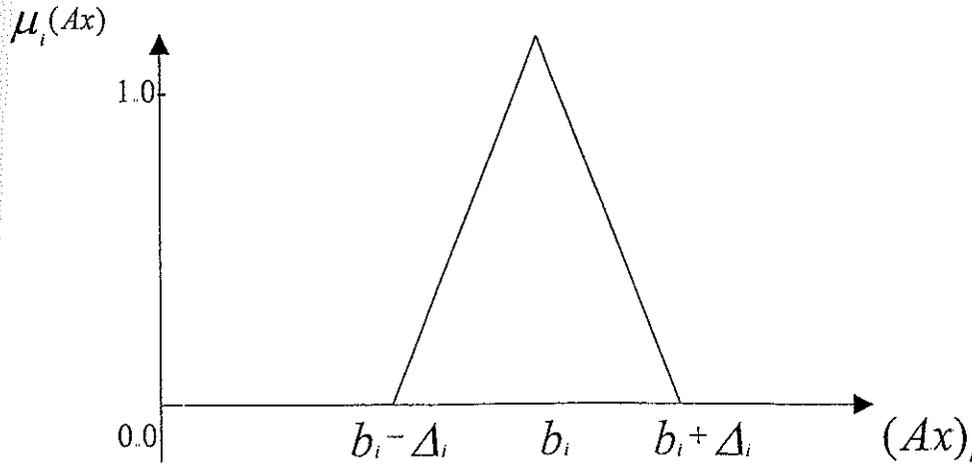
$$\Delta_\ell \leq \frac{(Ax)_i - (b_i - \Delta_i)}{\Delta_i} \quad (2.18)$$

$$b_i - \Delta_i \leq (Ax)_i \leq b_i \quad i=1,2,\dots,m$$

şeklinde ifade edilebilir. (2.17) ve (2.18)'in karması şeklindeki alt problemler de vardır. Burada her ℓ için $0 \leq \lambda_\ell \leq 1$, $\ell=1,2,\dots,2^m$ dir (Kamarji, 1995)

Eğer m hedef varsa, 2^m değişik kısıtlar kombinasyonu vardır. Örneğin verilen i hedefi ya tip (2.17) gibi kısıtlar ya da (2.18) gibi kısıtlar içerir (Kamarji, 1995).

Alt problemler tek amaçlı LP problemleridir ve LP tekniklerinden biri ile çözülebilir. λ_ℓ 'nin ($\ell=1,2,\dots,2^m$) en yüksek üyelik değerine sahip olduğu alt problemin çözümü, orijinal BHP probleminin çözümünü verir. Şekil 2.1'de (2.16)'da verilen üyelik fonksiyonun grafiği görülmektedir.



Şekil 2.1. Doğrusal ve Üçgen Şeklinde Üyelik Fonksiyonu

(Kaynak: Kamarji, 1995)

BHP probleminde mutlak kısıtlar bulanık değillerse, (3.3) ifadesi şu şekilde olur (Kamarji, 1995)

$$\begin{aligned}
 G_i : \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j &\cong g_i & i=1,2,\dots,m \\
 \sum_{j=1}^n a_{pj} x_j &\leq b_p & p=1,2,\dots,r \\
 x_j &\geq 0 & j=1,2,\dots,n
 \end{aligned} \quad (2.19)$$

ve böylece mutlak kısıtları ayrı olarak yukarıdaki 2^m alt problemlerinde ekleyerek işleme devam edilir (Kamarji, 1995).

ÖRNEK 2.2.

Bir firma iki ürün üretmektedir. Ürün 1'deki birim kâr 80 dolar ve 2'deki 40 dolardır. Fabrika müdürü "yaklaşık 630 dolar" kâr sağlamak istemektedir. "Yaklaşık 6 birim" 1. üründen, "yaklaşık 4 birim" 2. üründen satmayı planlamaktadır.

Yukarıdaki problemin matematiksel modeline göre

$$\begin{aligned}
 G1 : 80x_1 + 40x_2 &\cong 630 \\
 G2 : x_1 &\cong 6 \\
 G3 : x_2 &\cong 4 \\
 x_1, x_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

probleminin çözümü aranacaktır. Burada x_1, x_2 ürün 1 ve 2'nin birim sayısıdır. İlgili üyelik fonksiyonları şu şekildedir.

$\Delta_1 = 10$ için

$$\mu_i(G1) = \begin{cases} 1 & 80x_1 + 40x_2 = 630 \\ 0 & 80x_1 + 40x_2 \leq 630 - 10 = 620 \\ \frac{80x_1 + 40x_2 - 620}{10} & 620 \leq 80x_1 + 40x_2 \leq 630 \\ \frac{640 - (80x_1 + 40x_2)}{10} & 630 \leq 80x_1 + 40x_2 \leq 640 \\ 0 & 80x_1 + 40x_2 \geq 640 \end{cases}$$

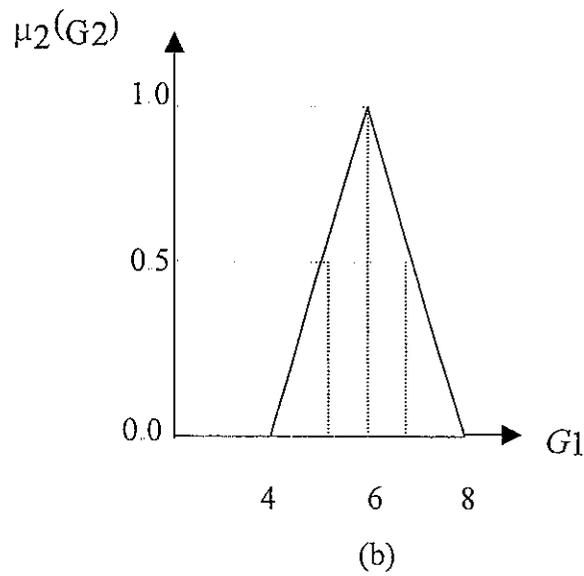
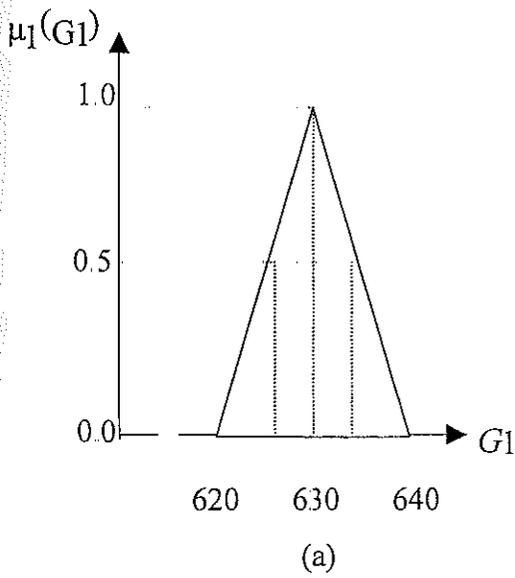
$\Delta_2 = 2$ için

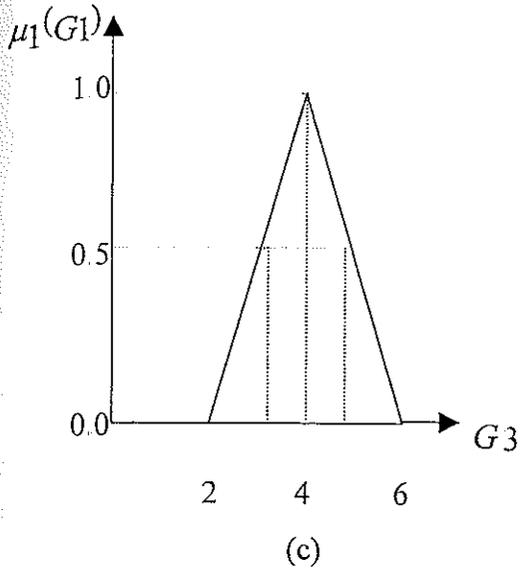
$$\mu_2(G_2) = \begin{cases} 1 & x_2 = 6 \\ 0 & x_1 \leq 6 - 2 = 4 \\ \frac{x_1 - 4}{2} & 4 \leq x_1 \leq 6 \\ \frac{8 - x_1}{2} & 6 \leq x_1 \leq 8 \\ 0 & x_1 \geq 8 \end{cases}$$

$\Delta_3 = 2$ için

$$\mu_3(G_3) = \begin{cases} 1 & x_2 = 4 \\ 0 & x_2 \leq 4 - 2 = 2 \\ \frac{x_1 - 4}{2} & 2 \leq x_2 \leq 4 \\ \frac{8 - x_1}{2} & 4 \leq x_2 \leq 6 \\ 0 & x_2 \geq 6 \end{cases}$$

yukarıdaki μ_1, μ_2 ve μ_3 üyelik fonksiyonları, üçgensel ve simetrik şekilde doğrusal fonksiyonlardır. Bunların grafikleri Şekil 2.2'de gösterilmiştir.





Şekil 2.2. μ_1, μ_2 ve μ_3 Üyelik Fonksiyonlarının Grafikleri.

(Kamarji, 1995)

Verilen problemde aynı seviyede 3 hedef bulunduğundan, her birinin $3m=9$ kısıtları olan, $2^m = 2^3 = 8$ tane alt problemi ortaya çıkar. Bu alt problemlerin çözümleri arandığında en iyi çözüme sahip olan alt problem aşağıdaki şekilde ortaya çıkmaktadır.

$\max \lambda$

$$\lambda \leq 0.5 X_1 - 2$$

$$\lambda \leq 64 - 8 X_1 - 4 X_2$$

$$4 \leq X_1 \leq 6$$

$$2 \leq X_2 \leq 4$$

$$63 \leq 8 X_1 + 4 X_2 \leq 64$$

$$\lambda, X_1, X_2 \geq 0$$

Çözüm : $\lambda = 0.96$, $X_1 = 5.92$ ve $X_2 = 3.92$ dir.

Böylece orijinal problemin çözümü,

$\lambda = 0.96$, $X_1 = 5.92$ ve $X_2 = 3.92$ ve böylece kâr=630.40 dolardır (Kamarji, 1995).

2.8.2.1.2. Parçalı Doğrusal Üyelik Fonksiyonları ile BHP Probleminin Çözüm Teknikleri

Genel BHP formülü optimal bir x kararını bulma problemindeki gibi tanımlanabilir.

$$z_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \cong g_i \quad i=1,2,\dots,m \quad (2.20)$$

$$x_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,n$$

burada g_i , i . hedef için bir istek seviyesini ve \cong işareti, istek seviyesinin bulanıklığını gösterir. Parçalı doğrusal üyelik fonksiyonları ile BHP probleminin çözülmesi için Hannan tarafından önerilen yöntem kullanılabilir. Bu yöntemin algoritması şöyledir (Kamarji,1995):

Adım 1. $i=1,2,\dots,m$ olmak üzere her bir z_i amaç fonksiyonu için karar vericiden $f_i(z_i)$ bir üyelik fonksiyonu alınır.

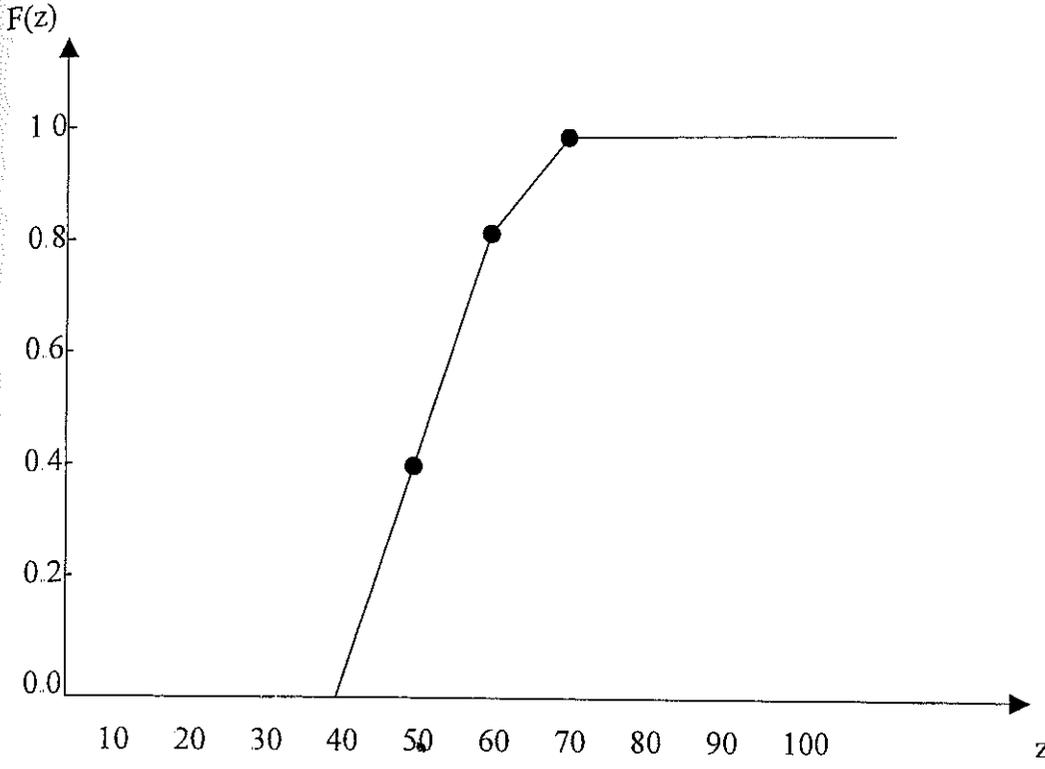
Örneğin, "40'tan biraz daha fazla" olan bir bulanık istek değeri için karar verici tarafından aşağıdaki gibi bir üyelik fonksiyonu verilebilir. 10 birimlik bir artma kullanılmıştır.

| Z | <40 | 40 | 50 | 60 | 70 | >70 |
|------|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| F(z) | 0 | 0 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |

Adım 2. Doğru parçalarıyla parçalı üyelik fonksiyonundaki noktaların birleştirilmesi.

Bu ifade üyelik fonksiyonunu temsil eden sürekli ve parçalı doğrusal fonksiyonu tanımlar. U fonksiyonu, enterpolasyon üyelik fonksiyonu olarak tanımlanabilir.

Şekil 2.3, yukarıda verilen enterpolasyon üyelik fonksiyonunu göstermektedir. Şekil 2.3, karar vericiye göre belli sonlu sayıdaki üyelik fonksiyonu değerlerini belirledikten sonra enterpolasyon üyelik fonksiyonu, ortada olan noktalar için üyelik değerlerine yaklaşmamıza izin verir. Enterpolasyon üyelik fonksiyonunun diğer avantajı ise karar vericinin tercihinin göre maksimizasyonu istenilen uygun problemin formüle edilmesini sağlamaktır.



Şekil 2.3. Enterpolasyon Üyelik Fonksiyonunun Grafiği.

(Kamarji, 1995)

Adım 3. Her $f_i(z_i)$ üyelik fonksiyonu (parçalı doğrusal ve sürekli olan) aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$f_i(z_i) = \sum_{k=1}^n \alpha_k |z_i - g_i^k| + \beta_{z_i} + \gamma \quad (a)$$

burada

$$\alpha_k = \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \quad (b)$$

(2.21)

$$\beta = \frac{t_{i+1} + t_i}{2} \quad (c)$$

$$\gamma = \frac{s_{i+1} + s_i}{2} \quad (d)$$

dır. Ve her bir $g_i^{r-1} \leq z_i \leq g_i^r$ parça için $f_i(z_i) = t_r z_i + s_r$ olduğu kabul edilir. Burada

t_r eğim, s_r ise g_i^{r-1} 'de başlayıp g_i^r 'de biten bir doğru parçasının y-ekseninde kesiştiği

noktadır Burada $f_i(z_i)$ değerleri, z_i 'nin tüm değerleri için $0 \leq f_i(z_i) \leq 1$ aralığındaki üyelik dereceleridir (Kamarji, 1995).

Adım 4. Amaç fonksiyonlarının belirlenmesi

$\lambda = \min_i (f_i(z_i))$, $i=1,2,\dots,m$ olan minimum üyelik fonksiyonunun değerini maksimumlaştırmaktır. Ve problemi aşağıdaki gibi olur.

$$\begin{aligned} \max \lambda \\ \lambda &\leq f_i(z_i) && i=1,2,\dots,m \\ x_j &\geq 0 && j=1,2,\dots,n \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (2.22)$$

BHP probleminde mutlak kısıtlar bulanık değillerse (3.7) ifadesi aşağıdaki şekilde olur:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j &\cong g_i && i=1,2,\dots,m \\ \sum_{j=1}^n a_{pj} x_j &\leq b_p && p=1,2,\dots,\ell \\ x_j &\geq 0 && j=1,2,\dots,n \end{aligned}$$

ve böylece (3.9) aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\begin{aligned} \max \lambda \\ \lambda &\leq f_i(z_i) && i=1,2,\dots,m \\ \sum_{j=1}^n a_{pj} x_j &\leq b_p && p=1,2,\dots,\ell \\ x_j &\geq 0 && j=1,2,\dots,n \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (2.23)$$

RNEK 2.3.

Aşağıdaki çok amaçlı LP problemi alınsın (Kamarji, 1995),

$$\text{maçlar } z_1 = 3x_1 + x_2 + x_3$$

$$z_2 = x_1 - x_2 + 2x_3$$

$$z_3 = x_1 + 2x_2$$

$$\text{sınıtlar } 4x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 10$$

$$x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 8$$

$$x_1 \leq 5$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Bu problem için bulanık küme yaklaşımı kullanımında karar vericinin etkileşimiyle oluşturduğu ilk amaç fonksiyonunun (z_1) "4'ten biraz daha büyük" olması gerektiği varsayılınsın. İkinci amaç "2'den çok büyük" ve üçüncü amaç "2'den yeterince büyük" olmalıdır. Ayrıca, karar vericiye göre düzenlenen bu ifadeleri temsil eden üyelik fonksiyonlarının aşağıdaki gibi olduğu varsayılınsın.

| z_1 | <4 | 4 | 5 | 6 | 7 | >7 |
|------------|----|---|-----|-----|-----|-----|
| $f_1(z_1)$ | 0 | 0 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |

| z_2 | <2 | 2 | 4 | 6 | 8 | >8 |
|------------|----|---|-----|-----|-----|-----|
| $f_2(z_2)$ | 0 | 0 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.0 |

| z_3 | <2 | 2 | 3 | 4 | 5 | >5 |
|------------|----|---|-----|-----|-----|-----|
| $f_3(z_3)$ | 0 | 0 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |

seçilen aralıkların (1. ve 3. amaç 1.0 ve 2. amaç için 2.0), amaç fonksiyonu değerlerinin olasılıklar bölgesine ait bilgiden bulunduğu varsayılmıştır ve buna bağlı olarak üyelik derecelerini verecek uygun sayı değerleri seçilir. Her amaç fonksiyonunun maksimum ve minimum değerleri bu işleme yardımcı olacak şekilde sağlanabilir. Aynı zamanda, her amaç fonksiyonunun üyelik dereceleri sayısının aynı olması için hiçbir sebep yoktur.

Her doğru parçası r_i (ve ona göre her t_i ve s_i) eşitliğini hesaplamak için enterpolasyon üyelik fonksiyonundaki her doğru parçasının bitim noktasını kullandıktan sonra (3.22) formülleri uygulanabilir. Bunun sonucunda, parçalı doğrusal ve sürekli üyelik fonksiyonları bulunabilir.

$$f_1(z_1) = -0.1|z_1 - 5| - 0.05|z_1 - 6| + 0.35z_1 - 1.2$$

$$f_2(z_2) = -0.025|z_2 - 4| + 0.175z_2 - 0.3$$

$$f_3(z_3) = -0.1|z_3 - 4| + 0.3z_3 - 0.4$$

burada,

$$z_1 = 3x_1 + x_2 + x_3, \quad z_2 = x_1 - x_2 + 2x_3, \quad z_3 = x_1 + 2x_3$$

şimdi aşağıdaki eşitlikleri, d_i^-, d_i^+ ($i=1,2,3,4$) sapma değişkenleri ile tanımlansın

$$3x_1 + x_2 + x_3 + d_1^- - d_1^+ = 5$$

$$3x_1 + x_2 + x_3 + d_2^- - d_2^+ = 6$$

$$x_1 - x_2 + 2x_3 + d_3^- - d_3^+ = 4$$

$$x_1 + 2x_3 + d_4^- - d_4^+ = 4$$

böylece,

$$f_1(z_1) = -0.1d_1^- - 0.1d_1^+ - 0.05d_2^- - 0.05d_2^+ + 1.05x_1 + 0.35x_2 + 0.35x_3 - 1.2$$

$$f_2(z_2) = -0.025d_3^- - 0.025d_3^+ + 0.175x_1 - 0.175x_2 + 0.35x_3 - 0.3$$

$$f_3(z_3) = -0.1d_4^- - 0.1d_4^+ + 0.3x_1 + 0.6x_3 - 0.4$$

ve çözülecek olan LP problemi şudur:

max λ

$$\lambda \leq 1.05x_1 + 0.35x_2 + 0.35x_3 - 0.1d_1^- - 0.1d_1^+ - 0.05d_2^- - 0.05d_2^+ - 1.2$$

$$\lambda = 0.175x_1 - 0.175x_2 + 0.35x_3 - 0.025d_3^- - 0.025d_3^+ - 0.3$$

$$\lambda = 0.3x_1 + 0.6x_3 - 0.1d_4^- - 0.1d_4^+ - 0.4$$

$$4x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 10$$

$$x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 8$$

$$x_3 \leq 5$$

$$3x_1 + x_2 + x_3 + d_1^- - d_1^+ = 5$$

$$3x_1 + x_2 + x_3 + d_2^- - d_2^+ = 6$$

$$x_1 - x_2 + 2x_3 + d_3^- - d_3^+ = 4$$

$$x_1 + 2x_2 + d_4^- - d_4^+ = 4$$

$$\lambda \geq 0; x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, 3$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, 4$$

yukarıdaki problem için optimal çözüm ise, $X_1 = 0.5, X_2 = 0.179, X_3 = 1.95$ ve $\lambda = 0.26$ şeklindedir. Elde edilen amaç fonksiyonlarının değerleri ise, $Z_1 = 4.53, Z_2 = 3.32$ ve $Z_3 = 2.66$ 'dır. Aynı zamanda

$$f_1(Z_1) = 0.265, f_2(Z_2) = 0.264 \text{ ve } f_3(Z_3) = 0.264 \text{ 'tir (Kamarji, 1995).}$$

Her i için $d_i^- \cdot d_i^+ = 0$ ifadesini sağlamak için (2.21b) ifadesindeki tüm α_k değerlerinin pozitif olmaması gerekmektedir. $f(z) > 0$ olduğu sürece, bu durum $f(z)$ 'nin konkav olmasıyla sağlanabilir. Karar vericinin konkav olmayan bir üyelik fonksiyonu belirlemesi durumunda konkav bir yaklaşım üyelik fonksiyonundaki doğru parçası sayısını azaltarak yapılabilir (Kamarji, 1995).

Tiwari ve arkadaşları (1986) bulanık HP problemi çözümünde bulanık hedefler ve öncelik yapısının simetrik üçgen üyelik fonksiyonlarını kullanarak bir hesaplama algoritması önermişlerdir. Bu metodun Narasimhan (1980) tarafından önerilen yaklaşıma göre avantajları şunlar olarak ileri sürülmüştür:

- i) Bu karar vericinin öncelik seviyesi yapısıyla uyumludur.
- ii) Bu alt problemlerin sayısını azaltır, böylece hesaplamada faydalıdır (Chen, 1994).

Bununla beraber onların metodu $\sum_{i=1}^k 2^{m_i}$ alt problemlerinin çözümünü içerir. Burada k ,

hedeflerin toplam sayısına eşit ya da daha az olan öncelik seviyelerin sayısı ve m_i , her öncelik seviyesindeki hedeflerin sayısını göstermektedir. Tiwari ve arkadaşlarının metodunun asıl amacı bütün uygun bölgeleri kapsayan tüm olası kombinasyonları sıralayan maksimum üyelik değerini bulmaktır (Chen, 1994).

Gerçek hayatta karar durumlarında hedeflerin her birinin tek bir önceliğe sahip, sabit bir düzende olması gerekmez. Hedeflerin uygulanacak çözüme bağlı olarak esnek bir düzen içinde olması bize bazı avantajlar sağlar. Üyelik fonksiyonlarının düzenlenmesinde bunun önemli uygulamalarını görmekteyiz. Özel çözümün geliştirilmesinde hedefler arasındaki değiş-tokuşlar, üyelik fonksiyonu eğimlerinden bulunabilir. Üyelik fonksiyonları parçalı doğrusal olduğunda üyelik fonksiyonları sabit olmayan eğimlere sahiptir ve böylece bu değiş-tokuşlar uygulanan çözüme bağlı olacaktır. Karar verici tarafından bulunan önceliklerin doğruluğu, öncelik seviye sayısını arttırarak geliştirilebilir (Rubin ve Narasimhan, 1984).

2.8.3. Etkileşimli Hedef Programlama Yöntemi

Etkileşimli yöntemler, kriterler uzayında KV'nin tercihlerinin ardışık tanımına dayanmaktadır. Her iterasyonda KV-analist veya KV-bilgisayar diyalogu gerçekleştirilmektedir. Her bir diyalogda, yeni çözümü belirlemek için bulunan çözüme dayanarak KV'nin tercihleri veya erişilen değerlerden bir kısmının lehine diğerlerinden yapabileceği fedakarlıklarla ilgili bilgiler sorulmaktadır (Evren ve Ülengin, 1992:88).

Çok amaçlı etkileşimli yöntemlerde değiş-tokuş oranlarını elde etmek zordur. Fakat KV iki amaç olduğu zaman ve bu amaç fonksiyonlarının erişilen belirli değerleri kendisine sunulduğunda bunlar arasındaki değiş tokuş oranlarını daha kolay takdir edebilmektedir. Böylece verimli (etkin) bir etkileşimli optimizasyon tekniği kullanarak, ardışık değiş-tokuş miktarlarıyla bir bütün değer fonksiyonu teşkil edebilmektedir (Evren ve Ülengin, 1992:90).

Eğer KV amaç fonksiyonları üzerinde bir değer fonksiyonu belirlemeye muktedir ise VMP, Geoffrien, Dyer ve Feinberg yöntemi ile çözülebilir. Bu yöntem özel bir doğrusal olmayan programlama yöntemi olan Frank-Wolfe algoritmasını kullanmaktadır.

Etkileşimli Hedef Programlama ile GDF yönteminin algoritmaları benzerdir. Bilindiği gibi doğrusal olmayan Hedef Programlama probleminin formülasyonu aşağıdaki şekildedir.

$$\min Z = \left[h_1(d^-, d^+) + h_2(d^-, d^+) + \dots + h_l(d^-, d^+) \right]$$

Hedef denklemleri:

$$g_k(x) + d_k^- - d_k^+ = b_k \quad k=1,2,\dots,p$$

$$f_i(x) + d_{k+i}^- - d_{k+i}^+ = c_i \quad i=1,2,\dots,m$$

$$d_j^-, d_j^+ \geq 0, \quad d_j^- \cdot d_j^+ = 0, \quad x \geq 0, \quad \forall_j$$

$x \in X$ gerçekleşmesi kesinlikle istenen ilk (k) hedef denklemin sınırladığı olurlu bölgeyi gösterebilir. Her bir amaç için KV'nin tercihinin azalan olmadığı kabul edildiğinde (dolayısıyla pozitif sapmaların minimizasyonuna gerek kalmamaktadır) yukarıdaki formülasyon şu şekle dönüşmektedir.

$$\min Z = [h_1(d^-) + h_2(d^-) + \dots + h_l(d^-)]$$

$$x \in X$$

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = c_i$$

$$d_j^-, d_j^+ \geq 0, \quad d_j^- \cdot d_j^+ = 0, \quad x \geq 0, \quad \forall_j$$

Şeyet, ikinci grup hedef denklemleri haline dönüştürülen, maksimizasyonuna çalışılan orijinal amaçlar arasındaki öncelik seviyeleri kavramı, relatif önem seviyeleri kavramı, relatif önem ölçülerini temsil etmek için her bir amaç için belirlenen bir "ağırlık" ile ikame edilirse aynı formülasyon aşağıdaki şekle dönüşmektedir.

$$\min \sum_{i=1}^m \lambda_i d_i^-$$

$$x \in X$$

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = c_i \quad i=1,2,\dots,m$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad d_i^- \cdot d_i^+ = 0, \quad \forall_j$$

Burada λ_i , i. amacın ağırlığını göstermektedir. Bu şekilde Hedef Programlama formülasyonu "tek taraflı Hedef Programlama" adıyla anılmaktadır. Çünkü sadece negatif sapmalar minimize edilmektedir.

Etkileşimli Hedef Programlama yöntemi GDF (Geoffrion, Dyer ve Feinberg yöntemi) yönteminin matematiksel olarak başka bir şekilde ifade edilmiş halidir.

Genel olarak yukarıdaki formülasyonda $d^- = c - f(x) + d^+$ yazılabilir. d^- minimize edilirken sabitler vektörü c ihmal edilebilir. Buna göre amaç fonksiyonu:

$$\text{Min} \lambda(-f(x) + d^+) \text{ veya}$$

$$\text{Max} \lambda(f(x) - d^-) \text{ olur.}$$

Bu ifade aynı zamanda, U toplamsal olarak ayrışabilir değer fonksiyonu,

$$U[f(x)] = U_1[f_1(x)] + U_2[f_2(x)] + \dots + U_n[f_n(x)]$$

ve $f_i > c_i$ için $\frac{\partial u_i}{\partial f_i} = 0$ olmak üzere $\text{Max} U[f(x)]$ yazılabilir. GDF yöntemindeki ifade

ile tek taraflı Hedef Programlama formülasyonu matematiksel olarak aynı şeyleri ifade etmektedir (Evren ve Ülengin, 1992:117).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

OKUL ÖNCESİ EĞİTİM

3.1. Okul Öncesi Eğitim Nedir?

Okul öncesi eğitim, çocuğun bireysel özelliklerine uygun olarak; tüm gelişimlerini, toplumun kültürel değerleri doğrultusunda yönlendiren, duygularının gelişimini ve algılama gücünü artırarak akıl yürütme sürecinde ona yardımcı olan ve yaratıcılığını pekiştiren, onların; milli, manevi, ahlaki, kültürel ve insani değerlere bağlılığını geliştiren, kendini ifade etmesine, öz denetimlerini sağlayabilmesine ve bağımsızlığını kazanmasına olanak sağlayan sistemli bir eğitim sürecidir (<http://www.meb.gov.tr/index2.htm>).

Okul öncesi eğitim kurumları; toplumun temel yapısını oluşturan saygı, sevgi, paylaşma, iş bölümü, sorumluluk, sosyal çevre oluşturma açısından çocuğu geleceğe hazırlayan güvenli bir ortamdır (<http://www.meb.gov.tr/index2.htm>).

Çocuğun; anne, annesinin vb. dışında biri tarafından bakılması zorunluluğu birçok kişinin, özellikle de çalışan annelerin karşı karşıya kaldığı bir sorundur. Aslında çocuk için, ilkökul, lise vb. nasıl gereklilik arz ediyorsa okul öncesi eğitim de o kadar gereklidir ve çocuğun yaşamında diğerleri kadar önemli rol oynamaktadır (www.basarm.com.tr/yayin/tip/cocuk/cocuk5.htm).

Okul öncesi eğitim kurumları ailenin birer kolu olarak düşünülebilir. Aileler çocuklarını ileriki yaşamlarında kendilerini bekleyen zorluklarla baş edebilecek, sorumlulukların üstesinden gelebilecek gibi çok yönlü eğitebilselerdi, okul eğitimi diye bir şeyin gereği kalmazdı. Bireysel psikoloji, çocukların okula başladıkları dönemin, yaşamlarının en önemli dönemi sayılacağını vurgulamıştır. 4-5 yaşından sonra bir çocuğun yaşam biçiminin büyük bir kısmı oluşur ve dış etkenlerin bu yaşam biçimini değiştirmesi çok zorlaşır. Bu yaşam biçimini anlama, uygun ve sürekli gelişir hale getirme okul öncesi eğitimle başlar. Bir çocuktaki birazcık yeteneğin uygun yöntemler sayesinde çok büyük boyutlara ulaşabildiğini görmüşüzdür. Çocuğa ancak bir soru yönelttiğimiz, karşısına bir ödev çıkarttığımız zaman nasıl yanıt verdiğini öğrenebiliriz. Amaç; ilk 4-5 yıl içinde ileride karşılaşacağı problemlere çözüm üretebilmesini sağlamaktır. Çocuğun önünde, yol göstericilik işlevini yerine getirecek

bir idealin varlığı gereklidir ki; evdeki bakım ve eğitimle, toplumsallık olgusu çocukta belirmeden, bu idealin veya modelin oluşumu mümkün değildir

(<http://www.basarm.com.tr/yayin/tip/cocuk/cocuk5.htm>)

Okul öncesi eğitim hizmetlerinin; %90'ı Millî Eğitim Bakanlığınca, %10'u Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu ve 657 Sayılı Devlet Memurları Kanunu'nun 191. maddesine göre açılan kurum ve kuruluşlarca verilmektedir
(<http://www.meb.gov.tr/index2.htm>).

3.1.1. Niçin Okul Öncesi Eğitim?

Toplumların sosyal, kültürel, ekonomik ve politik yapısını oluşturan özellikler eğitim yolu ile şekillenir. Nitelikli, sağlıklı ve istenilen davranışlara sahip bireylerin yetiştirilmesi için, eğitime küçük yaşlarda başlanılmasının gerekliliği tartışılmaz bir gerçektir. Çocuğun öğrenmesinin en yoğun olduğu, temel alışkanlıkların alındığı ve zihinsel yeteneklerinin hızlı bir biçimde gelişip biçimlendiği dönem 0-6 yaş dönemidir

(<http://www.meb.gov.tr/index2.htm>).

Bütün bunlar dikkate alındığında eğitimin ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. İşte okul öncesi dönemde verilen kaliteli eğitimin önemi de burada kendini göstermektedir. Bu nedenle, Millî Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitimi Genel Müdürlüğü üzerine düşen görevleri, ülke çocuklarının ve ailelerin menfaatleri doğrultusunda programlar geliştirerek, projeler hazırlayarak, eğitici materyaller geliştirerek ve periyodik olarak öğretmen eğitimi yaparak yerine getirmektedir (<http://www.meb.gov.tr/index2.htm>).

Bilindiği gibi, insan yaşamının gelişiminde, dikkat edilmesi gereken en kritik ve en ilginç dönem 0-6 yaşlar arasındaki okul öncesi dönemidir. Bu dönemde aile, birinci derecede önemli ve sorumludur. Ancak, tek başına yeterli değildir. Hem çocuk hem de ailenin bu dönemde gereksinimlerinin karşılanması, çocuklarının gelişimlerinin desteklenerek, yaşlarıyla bir arada olabilmelerinin sağlanması için oluşturulan sağlıklı bir ortama gereksinimleri vardır
(<http://www.meb.gov.tr/index2.htm>).

Uzun yıllara dayalı araştırmalarda çocukluk yıllarında kazanılan davranışların büyük bir kısmının yetişkinlikte bireyin kişilik yapısına tavrı, alışkanlık, inanç ve değer yargılarını biçimlendirdiği gözlenmiştir. Doğumdan sonra aile bireyleriyle sıkı duygusal bir iletişim

çinde bulunan çocuk üçüncü yaşına doğru yaşlılarıyla bir araya gelme, oyun gruplarına katılma ihtiyacı duyar. Çocuk kendini kabul ettirmeyi, paylaşmayı, başkalarını kabul etmeyi, haklarını korumayı ve başkalarının haklarına saygıyı bu grup oyunlarında öğrenir. Böylece ben merkezli dünyadan sosyal yönelimli bir duyarlılığa geçer (Koçak, 2001)

Çocuğun bütün bu yeteneklerini geliştirebileceği ortamları da okulöncesi eğitim kurumları sunar ve çocuğun bütün bu gelişimlerine katkıda bulunur (Koçak, 2001).

Bu bağlamda, Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde, okul öncesi dönemin önemi ve bu konudaki hizmetleri bir sistem bütünlüğü içinde; daha aktif, daha dinamik, daha verimli ve planlı hale getirmek, eğitimde kaliteyi artırarak, yurt genelinde yaygınlaştırmayı sağlamak, daha çok çocuğa daha iyi şartlarda eğitim ulaştırabilmek için çalışmalar sürdürülmektedir (<http://www.meb.gov.tr/index2.htm>).

3.1.2. Erken Çocukluk Döneminde Eğitimin Önemi

Çocuklar, davranışları, duygu ve düşünceleri ile gelişim özellikleri bakımından yetişkinlerden farklı, değişime yenileşmeye açık son derece alıcı kendilerine özgü varlıklardır. Bunun için erken dönemde uyarıcılarla karşı karşıya gelmeleri iyi bir eğitim iyi bir eğitim ortamlarının sağlanması son derece önemlidir (Koçak, 2001).

Okul öncesi eğitim kurumları; kişiliğin şekillendiği bu dönemi, çocukların fiziksel, sosyal, duygusal ve bilişsel gelişimleri açısından en sağlıklı şekilde geçirmesini, onları hayata hazırlamayı ve aileyi okul öncesi eğitimi konusunda bilgilendirmeyi amaçlamaktadır (Kandır, 2001).

Çocuk tüm gelişimlerine ilişkin temel bilgi beceri, tutum ve alışkanlıkları ailede kazanmaktadır. Bu açıdan aile, çocuğun bakımı, gelişimi ve eğitiminden sorumlu başlıca kurum olma özelliği taşımaktadır. Aileden sonra, okul öncesi eğitim kurumları çocuğu toplumsal yaşama hazırlamada aileyi destekleyen kurumlar olarak sistem içinde yerlerini almaktadır (Kandır, 2001).

Kurumsal okul öncesi eğitimin yaygınlaştırılmayışı, var olanlarında da pek çok problemin çözülememiş olması, ülkelerin sosyal-kültürel-ekonomik yapısındaki farklılıklar çocuk

egitiminde pek çok modelin geliştirilmesini ve uygulanmasını zorunlu kılmıştır . Kurum ya da aile merkezli bu modellerden bazıları Koçak (2001) tarafından şu şekilde sıralanmaktadır.

3.1.2.1. Erken Çocukluk Eğitim Modelleri

Yapılan araştırmalar erken çocukluk döneminde eğitimin önemini çeşitli boyutlarıyla ortaya koymaktadır. Bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler, kitlesel eşitsizlikler, globalleşen dünya, ekonomik yetersizlikler, ülkeler arası ve ülke içi ekonomik dengesizlikler, kültürel farklılıklar ülkelerin erken çocukluk dönemindeki çocukluklarına en iyi eğitimi verme çabaları erken çocukluk dönemine ilişkin farklı eğitim modellerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Çocukların farklı ihtiyaçları ve konumları farklı programlara ihtiyaç doğurmaktadır (Koçak,2001)

Koçak (2001) tarafından etkili bir erken çocukluk eğitiminin hedefleri şöyle sıralanmaktadır:

- Temeli okuma yazma ve diğer etkileşim yetenekleri olan dinleme, konuşma ve oynama aktivitelerinin gelişimini sağlamak
- Çocukların duygularını ifade edebilmelerinin gelişimini sağlamak
- Çocuğun kelime dağarcığını geliştirmek
- Çocuğun kendileri ile ilgili olumlu duygularını geliştirme ve öğrenme becerilerini geliştirmek
- Karar verme becerilerini geliştirmek
- Çocuklara çevrelerindeki dünyayı algılama ve anlama fırsatları sağlamak.

Hazırlanan erken çocukluk eğitim modelleri, kurum merkezli, aile merkezli, kurum aile ve toplum merkezli, bilgi beceri merkezli olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygulanan programları değerlendirme ve aksaklıkları giderme, daha iyiye ulaşma, çocuğun eğitiminde daha etkin rol alma çabaları farklı eğitim programlarının geliştirilmesini sağlamıştır (Koçak, 2001) .

Koçak (2001), dünyada uygulanmakta olan erken çocukluk eğitim programlarından bazıları şöyle sıralamaktadır;

- High Scope Okulöncesi Eğitim Programı
- Head Start Okulöncesi Eğitim Programı

- Regio Emilia Okulöncesi Eğitim Programı
- Maria Montessori Metodu
- Hollanda OSTAP (Elele) Programı
- HIPPY, MECEP, PAP,PERRY Okulöncesi Eğitim Programı
- Almanya Sosyal Öğrenme Modeli
- Open Education (Açık Öğrenme, Açık Kapı) Modeli
- Kısa Florida Okulöncesi Eğitim Programı
- AÇEP (Anne Çocuk Eğitim Programı) (Erken Destek Projesi)

3.1.2.2. Erken Çocukluk Eğitimindeki Uygulamalar

Erken çocukluk eğitimi ile ilgili uygulamalardan bazıları aşağıda verilmektedir.

3.1.2.2.1. Kurum Merkezli Erken Çocukluk Eğitimi

Froebel'in temelini attığı klasik okul öncesi eğitim uygulamalarıdır. Eğitim uygulamalarında kurumda çocuğun geçirdiği süre esas alınır. Bu uygulamalarda çocuğun tüm gelişimlerini sağlamak ve desteklemek temel amaçtır (Koçak, 2001).

Okulöncesi eğitim 0-72 ay çocuklarının gelişim düzeylerine ve bireysel özelliklerine uygun zengin uyarıcı çevre imkânları sağlayan onların bedensel, zihinsel, duygusal ve sosyal yönden gelişmelerini destekleyen kendilerini toplumun kültürel değerleri doğrultusunda en iyi biçimde yönlendiren ve ilköğretime hazırlayan temel eğitim bütünlüğü içerisinde yer alan bir eğitim sürecidir (Koçak, 2001).

Ülkemizde okul öncesi eğitim kurumları birçok bakanlık ve aynı bakanlıkta farklı genel müdürlüklere bağlı olarak faaliyet göstermektedir. Okulöncesi Eğitimi Genel Müdürlüğü de 3797 sayılı kanunla 1993 yılında kurulmuştur (Koçak, 2001).

3.1.2.2.2. Aile Merkezli Erken Çocukluk Eğitimi

Erken yaşta gelişmeyi önleyen elverişsiz ortamlar toplumsal eşitsizlikleri güçlendirmektedir. Elverişsiz ortamda büyüyen çocuklar çevrenin olumsuz şartlarından hızlı etkilenir ve kendilerinden daha iyi konumdaki çocukların gerisinde kalırlar. Ayrıca

ülkelerdeki çocuk yetiştirme konusundaki gelenekle görenekler cinsiyete dayalı eşitsizlikler kızların gelişimi ve eğitimini olumsuz yönde etkilemektedir (Koçak, 2001).

Kurum merkezli erken çocukluk eğitim programlarının yeterince başarılı olamamasının nedeni olarak ailelerin çocuklarıyla yeterince ilgilenmemeleri çocukları iyi eğitim veremedikleri düşüncesi ana baba eğitim programlarının geliştirilmesini ihtiyaç duyumuştur. Bu uygulamalar daha çok ana babalara çocuk bakım ve eğitimi konusunda bilgiler veren kurslar düzenleme ve bu kurslara ana baba adayların, ana babaların katılımının sağlanmasıdır. Aile katılımındaki ilk hedef ana-baba eğitimidir. Sosyo-ekonomik düzeyi düşük bölgelerde bu ihtiyaç daha da artmaktadır (Koçak, 2001).

Aile merkezli bu programlar çocuğun çevresine destek vermeyi amaçlar. Çocuğun bakımı ve gelişimini üstlenen kişileri çocuk gelişimi ve eğitimi konusunda aydınlatır ve bilgi aktarır. Dolayısıyla bu programlar ana babaları ya da bu rolü üstlenmiş kişileri aydınlatır. Çocuğun gelişiminde etkin kılar. Diğer bir deyişle aile merkezli erken çocukluk eğitimi direkt çocuğa sunulan bir eğitim olmayıp ev ortamını hazırlayarak çocuğun tüm gelişimini etkileyecek kişilere yöneliktir (Koçak, 2001)

3.1.2.2.1. Türkiye'deki Aile Merkezli Erken Çocukluk Eğitimi Uygulamaları

Ülkemizde ev merkezli olarak uygulanmakta olan erken çocukluk eğitimine örnek olarak Anne Çocuk Eğitim Programı uygulamalarıdır.

Anne Çocuk Eğitim Programı 1982-1986 yılları arasında Boğaziçi Üniversitesi Prof. Dr. Çiğdem Kağıtçıbaşı, Doç. Dr. Diane Sunar ve Doç. Dr. Sevda Bekman tarafından yürütülmüş bilimsel bir araştırma olan erken destek projesinin ürünüdür. Bu çalışma tüm dünyada uygulanan "Erken Destek Projesi" çalışmalarının devamı niteliğindedir (Koçak, 2001).

Anne Çocuk Eğitim Programının amacı çocuğun çok yönlü gelişimini onun en yakın çevresi olan anne yolu ile desteklemektir. Koçak (2001) bu programı oluşturduğu üç kısmı şu şekilde sıralamaktadır.

- Birinci bölüm anneye çocuğun bedensel, zihinsel, sosyal gelişimi, anne çocuk ilişkileri, farklı disiplin yöntemleri gibi konuların işlendiği 25 konudan oluşan "Anne Destek Programı"dır. Bu konular her hafta yapılan toplantılarda grup tartışması şeklinde işlenir. Anne

Destek programı aracılığıyla anneyi daha yeterli bilgili ve etken ve en önemlisi daha mutlu bir anne haline getirmeyi amaçlar.

- İkinci bölüm Üreme Sağlığı ve Aile Planlaması konularının işlendiği 23 konudan oluşan kısımdır.

- Üçüncü bölüm ise çocuğun zihinsel gelişimini değişik açılardan desteklemeyi amaçlayan "Zihinsel Eğitim Programı"dır (ZEP).

ZEP, 25 hafta boyunca annenin çocuğu ile 10-15 dakika üzerinde çalıştığı 25 adet çalışma formu ve 8 hikaye kitabından oluşmaktadır. ZEP'le çocuğun neden sonuç ilişkilerini anlama, kavrama, geliştirme, el göz koordinasyonunu geliştirme, okunamı anlama gibi farklı yönlerden desteklenmesi amaçlanmaktadır (Koçak,2001).

1991-1992 yılında Millî Eğitim Bakanlığı ve Anne Çocuk Eğitim Vakfı'nın iş birliğiyle önce 4 sonra 7 Halk Eğitim Merkezinde bu program yürütülmüş çalışmalar olumlu sonuçlanınca 1993-1994 yılında Millî Eğitim Bakanlığı ve Sosyal Hizmetler Genel Müdürlüğü Çocuk Esirgeme Kurumu iş birliğine gidilmiş 1994-1995 yılında da Dünya Bankası tarafından desteklenerek Millî Eğitim Bakanlığı Çıraklık ve Yaygın Eğitim Genel Müdürlüğü iş birliğiyle ülke genelinde yaygınlaştırılmaya başlamıştır (Koçak, 2001).

Bu programdan 1996 yılına kadar 4000 üzerinde aile yararlanmıştı. Bu çalışma 1996-1997 öğretim yılında Millî Eğitim Bakanlığı ile 35 ilde, Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu ile de 11 ilde yürütülmüştür.

3.1.3. Milli Eğitim Bakanlığı'nın Projeleri

Okul öncesi eğitimi yaygınlaştırmak ve niteliğini artırmak amacıyla Okul Öncesi Eğitim Genel Müdürlüğü'nce çeşitli proje çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar;

3.1.3.1. Erken Çocukluk Gelişimi ve Okul Öncesi Eğitimi Projesi:

MEB ile UNICEF işbirliğinde (1991-1997), (1997-2000) uygulama plânı kapsamında hazırlanan, "Erken Çocukluk Gelişimi ve Eğitimi", "Çocuk Gelişimi ve Okul Öncesi Eğitimi" projeleri ile okul öncesi eğitimde alternatif modellerin araştırılması, geliştirilmesi ve okul

öncesi eğitimin yaygınlaştırılması amacıyla Çok Amaçlı Okul Öncesi Eğitimi Araştırma Merkezleri'nin kurulmasına yönelik pilot uygulamalar yapılmıştır. Çok Amaçlı Okul Öncesi Eğitimi Araştırma Merkezleri, aynı zamanda kurumsal eğitimi desteklemek amacıyla eğitim materyallerinin geliştirilmesi ve üretilmesi ve kurumsal eğitim yanında toplum tabanlı (Anne-baba eğitimi, çocuktan çocuğa eğitim vb.) eğitim verilmesi yönünde de hizmet vermektedir (<http://ooegm.meb.gov.tr/projeler.htm>).

3.1.3.2. Erken Çocukluk Dönemi Gelişimi ve Eğitimi Projesi:

MEB ve UNICEF işbirliği ile 2001-2005 Ülke Programı Ana Uygulama Plânı kapsamında "Erken Çocukluk Dönemi Gelişimi ve Eğitimi Projesi" için hazırlık çalışmaları yapılmaktadır (<http://ooegm.meb.gov.tr/projeler.htm>).

Proje ile çocukların yaşaması, büyümesi, tüm gelişimlerinin desteklenmesi, korunması ve eğitimleri için elverişli ortamlarda eşit fırsat sağlanması amaçlanmaktadır (<http://ooegm.meb.gov.tr/projeler.htm>).

3.1.3.3. Okul Öncesi Veli-Çocuk Eğitim Programı Projesi (OVÇEP):

MEB ile Anne Çocuk Eğitimi Vakfı (AÇEV) işbirliğinde yürütülen "Okul Öncesi Veli-Çocuk Eğitimi Programı (OVÇEP) Projesi"; çocukların zihinsel gelişimini sözel ve sayısal becerilerle destekleyerek, okula hazır başlamalarını sağlamak ve çocuğun içinde yaşadığı temel ortamlar olan okul ve ev arasındaki işbirliğini güçlendirmek amacıyla "Çocuk Eğitim Programı (ÇEP), ve "Veli Destek Eğitim Programı (VDP)" pilot uygulamaları 1999-2000 öğretim yılında, İstanbul Kadıköy ilçesi ilköğretim okulları bünyesindeki anasınıflarında başlatılmıştır (<http://ooegm.meb.gov.tr/projeler.htm>).

2000-2001 öğretim yılında II. Yıl pilot uygulama kapsamına Ankara, İzmir, Samsun ve Gaziantep illeri dahil edilmiştir. 2001-2002 öğretim yılında da bu illerde pilot uygulamalara devam edilecektir (<http://ooegm.meb.gov.tr/projeler.htm>).

3.1.3.4. Okul Öncesi Eğitimi Araştırma Geliştirme Televizyonla Program Yapma

Projesi:

0-6 yaş grubu çocukları ilköğretime hazırlamak, zihinsel ve dil gelişimlerine katkıda bulunmak amacıyla örgün eğitimin yanı sıra, uzaktan eğitim olanakları ile televizyona dayalı, "Televizyonla Eğitim Yapma Programı" projesi kapsamında hazırlanan programlar ulusal ve yerel televizyon kanallarında yayımlanmaktadır (<http://ooegm.meb.gov.tr/projeler.htm>).

3.1.3.5. Temel Eğitim Programı Kapsamında Okul Öncesi Eğitimin Desteklenmesi ve Yaygınlaştırılması Projesi:

Hükümetimiz ile Dünya Bankası (IBRD) arasında imzalanan Temel Eğitim Programı kapsamında, "Okul Öncesi Eğitimin Desteklenmesi ve Yaygınlaştırılması Projesi" hazırlanarak Dünya Bankasına sunulmuştur. Proje ile Türkiye genelinde yoksulluk sınırının altında bulunan ve yoğun göç alan il ve ilçelerdeki okul öncesi çağ çocukları ve aileleri hedef kitle olarak belirlenmiş ve okul öncesi eğitimde okullaşma oranını plân hedeflerindeki oranlara yükseltmek için okul öncesi eğitim kurumlarından yararlanamayan çocuklara eğitim imkanı sağlamak, onları ilköğretime hazırlamak ve eğitimde kaliteyi artırmak amaçlanmıştır.

3.1.4. Kurumlarda Okul Öncesi Eğitim

Yapılan araştırmalara göre 17 yaşına kadar olan zihinsel gelişmenin % 50'sinin 4 yaşına, % 30'unun ise 4 yaşından 8 yaşına kadar olduğu, 18 yaşına kadar gösterilen okul başarılarının % 33'ünün 0-6 yaşına kadar alınan eğitime bağlı olduğu söylenmektedir (Koçak, 2001). Bu sebeplerle erken çocukluk döneminde çocuğun iyi bir eğitim alması zorunludur. Ancak cevap verilmesi gereken konu bu eğitimin kim tarafından, nerede ve hangi ortamlarda nasıl verileceğidir.

Okul öncesi eğitim kurumlarının amaçlarını gerçekleştirebilmesinde, fiziksel ortam, eğitim programları ve nitelikli personel gibi konular sıkı sıkıya ilişkili bulunmaktadır (Kandır, 2001).

3.1.4.1. Fiziksel Ortam

Kandır'a göre (2001) , okul öncesi eğitim kurumları çocuklar için bir anlamda "oyun yerleri" olarak düşünülmelidir. Çünkü bu çağda çocukların en önemli gereksinimlerinin başında oyun gelmektedir. Çocuklar oyun oynayarak gelişmekte, öğrenmekte ve olgunlaşmaktadır. Bu nedenle çocukların oyun içinde eğitimi bu kurumlarda planlı ve sistemli bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Okul öncesi eğitim kurumları, çocuklar için oyun oynarken, aynı zamanda toplumsal bir ortam hazırlamaktadır. Böylelikle çocuklar oyun içinde girdikleri toplumsal ilişkilerle kurallara uymayı, paylaşmayı, sorumluluk almayı ve işbirliği yapmayı öğrenmektedir .

Toplumsallaşmanın en önemli aracı arkadaşlıktır. Bu, çocuklar için evde sadece anne-baba veya kardeşler ile kazanılamayacak bir özellik olarak değerlendirilmektedir. Arkadaşlık kurmayı ve sürdürmeyi çocuklar en iyi, okul öncesi kurum içerisinde öğrenebilir. Çünkü bu kurumlar çocukların yaşlılarıyla kaynaşmaları açısından doğal bir çevre ortamı özelliği taşımaktadır (Kandır, 2001) .

Bunların en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için çocukların rahatlıkla hareket edebilecekleri genişlikte, kendi ihtiyaçlarını mümkün olduğunca yardımsız karşılayabilecekleri güvenlikte ve eğitim programlarının istenildiği gibi uygulanabilmesine fırsat verecek yeterlilikte bir mekana ihtiyaç duyulmaktadır. Okul öncesi eğitim kurumlarının, bütün bunlar dikkate alınarak planlanmış belirli fiziksel niteliklere sahip olması gerekmektedir (Kandır, 2001).

3.1.4.2. Eğitim Programı ve Öğretmen

Çocukların yaş, gelişim düzeyi, ilgi ve ihtiyaçları, bireysel ayrıcalıkları ve çevresel faktörler dikkate alınarak onların gelişimlerini destekleyen "çocuk merkezli" eğitim programları hazırlanması ve uygulanması okul öncesi kurumların eğitim kalitesini belirleyen en önemli noktalardan birisidir (Kandır, 2001)

Hazırlanan eğitim programı esnek, yeniliklere açık, çocuklarda yaratıcı düşünceyi, problem çözme becerilerini, olaylar arasında neden-sonuç ilişkisi kurabilme yeteneklerini, karar verme becerilerini vb. geliştiren hedefleri ve kazanılması beklenen hedef davranışları içermelidir (Kandır, 2001).

Belirlenen hedef ve hedef davranışlara, ancak çocukları aktif kılan yani onlara "öğrenmeyi öğreten" bir eğitim programı ile başarılı bir şekilde ulaşılabilir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için, en önemli öğenin öğretmen olduğu düşünülmektedir (Kandır, 2001).

Öğretmenin en önemli işlevi, çocukların gelişim özelliklerini çok iyi bilmesi ve eğitim programlarını hazırlarken onların bireysel farklılıklarını dikkate almasıdır. Bu da öncelikle, çocuklara özgür bir eğitim ortamı hazırlamasıyla mümkün olabilir. Öğretmen, çocukların özgürlüğünü kısımadan, onların gelişimlerini desteklemelidir. Öğretmen, alanı ile ilgili yeterli bilgiye ve anlayışa sahip olmalı, özellikle de çok iyi gözlemci olmalıdır. Öğretmen ancak bu şekilde çocukları daha iyi tanıyarak, onların ruhsal sorunlarını ve davranış problemlerini erken tespit etme olanağı bulabilir. Böylelikle okul-aile ve gerektiğinde uzman kişi işbirliği ile bu problemlere çözüm bulmak kolaylaşmaktadır (Kandır, 2001).

Öğretmen, çocuğun ailesinden sonra gün boyu birlikte olduğu ve ihtiyaçlarını karşılarken gerektiğinde başvurduğu diğer bir kişidir. Başarılı bir eğitim gerçekleştirilebilmesi için, öğretmenle çocuk arasındaki sevgiye dayalı bir güven ilişkisinin yanında çocuğun aile çevresini de tanınması ve özelliklerini bilmesi gerekmektedir. Bu nedenle okul-aile işbirliği okul öncesi dönemde her eğitim döneminde olduğundan çok daha önemli görülmektedir (Kandır, 2001).

Öğretmenin aileyi tanınması, çocuğu tanınmasını kolaylaştırmaktadır. Aile üyeleri arasındaki ilişkiler, ailenin çocuğa karşı tutumları, çocuğa uyguladıkları disiplin anlayışı, çocuğun içinde yaşadığı fiziksel çevre koşulları gibi özelliklerin öğretmen tarafından bilinmesi, onun çocukta gözlediği çeşitli davranışları anlamasına ve değerlendirmesine böylelikle çocukla ilgili doğru bilgi edinmesine yardımcı olmaktadır (Kandır, 2001).

Okul-aile işbirliği; öğretmenin aileyi ve çocuğu tanınması kadar, ailenin de okulu, programı ve öğretmeni tanınmasına yardımcı olmaktadır. Böylece aile, çocuğun eğitim ortamını, okulun ve öğretmenin koşullarını öğrenme fırsatı bulabilmektedir (Kandır, 2001).

Okul ve ailenin amacı, çocuklara daha iyi bir eğitim ortamı hazırlamak olduğundan, okul ve aileler arasındaki işbirliği hem öğretmenin amaçlarına ulaşmasını kolaylaştıracak hem de anne-baba eğitimi yoluyla çocuklardan beklenen davranış değişikliklerinin kalıcı olmasını sağlayacaktır (Kandır, 2001).

Okul öncesi eğitim kurumlarında, eğitim programlarına bağlı olarak seçilen uyarıcılar da önem taşımaktadır. Ancak bu uyarıcılar en pahalı malzemedenden, en ucuz malzemeye kadar her ne olursa olsun eğitimi yararlı kılan, bunları seçen, hazırlayan ve çocuklara sunan "öğretmendir".

Bu doğrultuda okul öncesi eğitimde nitelikli bir öğretmenin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- İyi bir öğretmen aynı zamanda yeni bilgi ve deneyimlere açık bir öğrencidir.
- Öğretmenin amacı, çocuğu eğitirken yalnızca bilgi aktarmak değil, onu öğrenmeye istekli hale getirerek, gerekli bilgiye kendisinin ulaşmasını sağlamak olmalıdır.
- Çocuklarla iyi iletişim kurmalı, onları tanımaya ve anlamaya çalışmalıdır.
- Eğitim programlarını çocukları aktif kılacak şekilde düzenlemelidir.
- Çocukların olumlu benlik* geliştirmelerini desteklemeli ve özgüvenlerini geliştirmelidir.
- Öğretmen yaratıcı olmalı ve çocuklarda da yaratıcı düşünceyi geliştirici etkinlikler planlamalıdır.
- Çocukları bağımsız, karar verme becerileri gelişmiş, bununla birlikte öz-denetimlerini kazanmış bireyler olmaları yönünde destekleyici yöntemler kullanmalıdır (Kandır, 2001)

Okul öncesi dönem olarak kabul edilen 0-6 yaş çocuklarına olumlu ya da olumsuz anlamda verilenlerin, onları yetişkinlik yıllarında da etkileyeceği dikkate alındığında, bu dönemde verilen eğitimin gelecekteki toplum sağlığı açısından da ne kadar etkili olduğu gözden kaçırılmamalıdır (Kandır, 2001).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN ÇOK AMAÇLI MODEL ÖNERİSİ

4.1. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, çok amaçlı karar vermede kullanılan eski ve yeni yöntemler hakkında bilgi vermek ve okul öncesi eğitimin değerlendirilmesinde istatistiksel yöntemleri tamamlayıcı bir yöntem olarak Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Hedef Programlama tekniklerini birlikte kullanmaktır.

Birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da istatistiksel yöntemlerin kullanımı oldukça yaygındır. Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Hedef Programlama'nın, okul öncesi eğitimin değerlendirilmesinde istatistiksel yöntemlerin eksikliğini gideren bir araç olarak kullanılabileceği gösterilmeye çalışılmıştır. Diğer yandan son yıllarda üzerinde en çok çalışılan ve "Evrimsel Çok Amaçlı Optimizasyon" adı verilen genetik tabanlı algoritmaların tanıtılması araştırmanın ikinci amacını oluşturmaktadır.

Çalışmada yeni yöntemlerin yanında geleneksel Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemleri'ne de yer verilmesinin nedeni aralarındaki benzerlikleri ve farklılıkları görebilmektir.

4.2. Araştırmanın Önemi

Analitik Hiyerarşi Yöntemi son yıllarda gerek yönetim bilimi gerek mühendislik alanında çok yaygın ve başarıyla kullanılan analitik bir yöntemdir. Hedef Programlama ise çok sayıda ve birçok disiplini içeren yüzlerce uygulamaya sahiptir. Hem Analitik Hiyerarşi Yöntemi hem de Hedef Programlama'nın en büyük avantajı karar vericiye çevresel, örgütsel ve yönetsel düşüncelerin ve hedeflerin önem sırasına göre sıralanmasına süreç boyunca izin vermesidir.

Yapılan ulusal ve uluslararası yazın taramasında eğitim alanında çok amaçlı yöntem uygulamalarının yok denecek kadar az olduğu, okul öncesi eğitim alanında Hedef Programlama'yı ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi'ni kullanan çalışmaların bulunmadığı gözlenmiştir.

Gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de okul öncesi eğitim kurumları, olumsuz çevresel koşullarda yaşayan dezavantajlı bölgelerdeki çocukların diğer çocuklara göre eksik yöndeki eğitim ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Böylelikle onların ilköğretime mümkün olduğunca eşit koşullarda başlamasını sağlamak konusunda önemli rol oynamaktadır (Kandır, 2001).

Kurumsal okul öncesi eğitimin yaygınlaştırılmasını hedefleyen Milli Eğitim Bakanlığı pilot il olarak seçtiği 19 ilde 2001 yılında bir proje başlatmıştır. Bu anlamda konunun güncel olması ve önerilen Çok Amaçlı yöntemin bu tip projeler değerlendirilirken Milli Eğitim Bakanlığı’na karar desteği sağlayabilecek nitelikte olması araştırmanın önemini arttırmaktadır.

4.3. Metodoloji

Antalya’da uygulanmakta olan Erken Çocukluk Gelişimi’ni Destekleme Projesi (EÇGDP) ile ilgili Akdeniz Üniversitesi Sosyal Hizmetler Araştırma ve Uygulama Merkezi’nce değişik boyutlarda araştırma çalışmaları yapılmaktadır.

Bu çalışmalarda veri toplama aracı olarak anket yöntemi, verilerin analizinde de betimleyici istatistik yöntemlerden faydalanılmaktadır.

Çalışmamızda Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesi’nin yapılan anketlerden elde edilen ham veriler kullanılarak üç farklı Hedef Programlama modeli oluşturulmuş ve elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

Verilerin Hedef Programlama ile analizinde LINDO 6.1 ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile analizinde ise Expert Choice 2000 paket programından faydalanılmıştır.

Kendi çalışmamıza geçmeden önce EÇGDP ile ilgili bazı bilgileri vermenin yaptığımız uygulamanın daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacağı inancındayız.

4.4. Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesinin Amacı

Ülkemizde okul öncesi eğitimin gerekliliği, her geçen gün önem kazanmakta ve bu yönde yürütülen çalışmalar nicelik ve nitelik açısından gelişme göstermektedir. Eğitim düzeyi yüksek, ekonomik ve sosyal koşulları yeterli olan ailelerin çocukları okul öncesi eğitim programlarından yararlanabilmektedirler. Büyük şehirlerde okul öncesi eğitimden yararlanma oran yükselmektedir. Ancak, gecekondular bölgesinde, özellikle ailelerin eğitim düzeyinin düşüklüğü, beslenme, barınma ve eğitim olanaklarının yetersizliği gibi konular bu bölgelerde sorun olarak karşımıza çıkmakta ve okul öncesi eğitimi ikinci plana itilmektedir (Çabuk, 2002). Ancak büyük şehirlerdeki gecekondularda yaşayan ve daha çok kırsal kökenli alt sosyo-ekonomik düzeydeki ailelerin çocukları bu programlardan yeterince yararlanamamakta ve diğer çocuklardan dezavantajlı olarak eğitime başlamaktadırlar.

Oysa, okul öncesi dönemdeki yeterli beslenme, eğitim ve yaşam koşulları taşıyan sosyal çevrelerde yaşayan çocuklar okul döneminde ve tüm yaşamında son derece önemli bir avantaj yakalamaktadır. Bu durum okul öncesi eğitimden yeterli oranda yararlanamayan çocuklar için kapatamayacakları farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır (Çabuk, 2002).

Bu gerçekten hareketle, erken çocukluk döneminde, kurumsal okul öncesi eğitim olanağından yararlanamayan çocukların, yaz döneminde (Temmuz- Ağustos 2001 aylarında) "Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesi" adıyla geliştirilen programdan yararlanması sağlanmış; ikinci aşama araştırmasında ise projenin, çocuk ve ailede yarattığı gelişme ve değişimin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çocukların tüm gelişmelerini olanaklar ölçüsünde maksimum düzeye çıkarmak ve bu amaca ulaşabilmek için çeşitli uyarıcıların bulunduğu ortamlar hazırlamak, çocukların yaratıcı düşünme yeteneklerini geliştirmek ve problemlere çözümler üretmek, kendilerine olan güven duygularını geliştirmek için Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesi'nin hayata geçirilmesi anlamlı olmuştur (Çabuk, 2002).

4.4.1. Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesinin Kapsamı

Birinci ve ikinci aşama araştırmanın kapsamını projeden yaralanan çocukların aileleri oluşturmaktadır.

Projenin ilk haftasında 900'e ulaşan çocuk sayısı projenin bitiminde 967'ye ulaşmıştır. İki aylık sürenin bitiminde ise projeyi tamamlayan çocuk sayısı 904 olmuştur (Çabuk, 2002).

Çocukların oturduğu mahalleler, Antalya'nın Tablo 4.1'de gösterilen gecekondu bölgelerinden oluşmaktadır;

Tablo 4.1 EÇGDP'den Faydalanan Çocukların Oturduğu Gecekondu Bölgeleri

| | | |
|----------------------------|---------------|-----------------------|
| 1- Ayanağlı (Fevzi Çakmak) | 8- Karşıyaka | 15- Mehmet Akif Ersoy |
| 2- Baraj | 9- Kepezaltı | 16- Yeni Emek |
| 3- Barış | 10- Kuzeyyaka | 17- Yeni Mahalle |
| 4- Gazi | 11- Kütükçü | 18- Yavuz Selim |
| 5- Gündoğdu | 12- Habibler | 19- Santral |
| 6-Fevzi Çakmak | 13- Sütçüler | 20- Avni Tolunay |
| 7- Hüsnü Karakaş | 14- Şafak | |

(Kaynak: Çabuk, 2002)

4.4.2. Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesinin Metodoloji ve Veri Kaynağı

❖ Birinci aşamada uygulanan ve 35 sorudan oluşan anket sorularının içeriğinde;

- Ailede yaşayan bütün bireylerin bilgileri: aile reisine yakınlık derecesi, cinsiyet, yaşı, eğitim durumu, mesleği, çalışıp çalışmadığı, ne iş yaptığı,
- Aile bilgileri: ailede engelli bireyin olup olmadığı, eşlerin hayatta ve birlikte yaşıyor olma durumu, eşler arasında nikah şekli, akrabalık durumu, çocukların nüfusa kayıtlı olma durumları, gelirleri, sosyal güvenceleri, sağlık durumları,
- Oturulan konutla ilgili bilgiler: konutun tipi, özellikleri, evde bulunan eşyalar,
- Ailenin projeye ilgili düşünceleri, projeden yaralanacak çocuğun özellikleri ile kazanılması gereken bazı davranışlarla ilgili mevcut durum,
- Ailelerin aile içi ilişkileri konusundaki düşünceleri ve çocuklarıyla ilgili davranışları, konuları yer almaktadır (Çabuk, 2002).

- Birinci aşamada uygulanan davranış ve sosyal durum belirleme ve ilk test-son test soruları Portage Kontrol Listesi ve Denver II Gelişimsel Tarama Testleri'nden faydalanılarak oluşturulmuştur. Bu sorular her çocuk için öğretmenleri tarafından yanıtlanmıştır

Denver II Gelişimsel Tarama Testi, çocuğun birtakım işlevlerdeki becerisini yaşlıları ile karşılaştırma olanağı sağlamaktadır. Denver II aşağıdaki gelişimsel alanları taramak üzere test formu üzerinde dört bölümde toplanmış 116 maddeden oluşmaktadır:

- 1- Kişisel- Sosyal: İnsanlarla anlaşma, kendi bireysel gereksinimlerini karşılayabilme.
- 2- İnce Motor: El-göz koordinasyonu, küçük cisimleri kullanabilme, problem çözme.
- 3- Dil: İşitme, anlama ve dili kullanma.
- 4- Kaba Motor: Oturma, yürüme, zıplama ve genel olarak büyük kasların hareketi (Anlar ve Yalaz, 1990; <http://www.smokyhill.org/denver.htm>).

Denver II Gelişimsel Tarama Testi'nin yanında Portage Kontrol Listesi'nin kullanılması Portage Modelinin aşağıda kısaca değinilmiş olan güçlü yanlarından kaynaklanmaktadır.

- 1- Portage modeli, diğer hizmet düzenlemelerini içeren çok yönlü bir yaklaşımın bileşeni olarak tasarlanmıştır. En güçlü özelliği, ailenin düzenli olarak desteklenmesine yönelik düzenleme getirmesidir
- 2- Modelin aile, ev uygulayıcısı ve program danışmanı arasındaki sürekli olarak rapor verme döngüsü, modelin bünyesinde bulunan bir değerlendirme mekanizması sağlar.
- 3- Etkinliklerin çocuğun kendi ortamındaki kaynaklar ve materyallerle tasarlandığı ve çocuğun günlük olarak kendisine en fazla bakımı sağlayanlar tarafından pekiştirildiği bir ev ziyaret modeli etkin bir müdahale sağlar. Portage çocuk kadar anne-babayı da güçlendirir (Shearer ve Shearer, 1999).

❖ *İkinci aşamada uygulanan ve 36 sorudan oluşan anket sorularının içeriğinde;*

- Çocuğun devam ettiği okul ile ilgili bilgiler,
- Ailelerin, projeyi gerçekleştiren kurum hakkındaki bilgi düzeyleri, projeden nasıl haberdar oldukları,
- Çocuklar programdan yararlanmaya başladıktan sonra, ailelerin kreşlerle iletişimleri,
- Çocuğu kreşe götürüp getiren servisle ilgili ailelerin memnuniyet durumları,
- Kreşte yürütülen faaliyetlerle ilgili ailelerin ilgi ve bilgi düzeyleri,
- Programın bitiminden sonra ailenin çocukta gözlediği gelişme ve değişimler,
- Ailenin projeye ilgili değerlendirmeleri,

- Ailelerin çocuk yetiştirme konusundaki tutumları,
- Çocuğun ilköğretime başlaması ile ailenin çocuğa, çocuğunda okula olan ilgisi,
- Ailenin Antalya'ya göç etme biçimleri ve süreleri konuları yer almaktadır (Çabuk, 2002)

Birinci aşamada kullanılan eğitsel, davranışsal ve sosyal durum belirleme anketi eğitimin sonunda tekrar uygulanmıştır

Birinci aşama araştırmasının verileri 12, ikinci aşama verileri 16 üniversite öğrencisinden oluşan anketör ve denetçi ekibiyle ailelerle yüzyüze görüşme şeklinde uygulanan anket yöntemiyle toplanmıştır. Evlerin mahalleler içerisinde dağınık olması nedeniyle, mahallelerde haritalar kullanılmıştır.

4.5. Okul Öncesi Eğitimin Değerlendirilmesinde Çok Amaçlı Karar Verme Yaklaşımı

4.5.1. Modelin Verileri

Bu tezde yapılan çalışmada 1. aşama anket sorularından her çocuğun içinde bulunduğu hane halkı sayısı, oturulan konutun tipi ve ailelere programdan yararlanan çocuklar için sorulan çocukların davranışları ile ilgili anket verileri modelin oluşturulmasında kullanılmıştır.

Birinci anket içerisinde yer alan davranışlar ile ilgili bilgiler aşağıda sıralanmıştır, benzer özellikler aynı gruplarda toplanarak üç grup elde edilmiştir:

1. Grup:

- Şarkı söylemesini biliyor mu?
- Resim yapar mı?
- Renkleri tanıyor mu?
- Makasla kâğıt keser mi?
- Bilmece biliyor mu?

2. Grup:

- Siz yanında olmadan arkadaşlarıyla oynar mı?
- Yardımsız giyinip soyunur mu?
- Kendi başına yemeğini yer mi?

- Kendi başına tuvaletini yapar mı? (her ikiside)
- Dişlerini fırçalar mı?

3. Grup:

- Kıskançlık yapar mı?
- Utangaçlığı var mı?
- İnatçılık yapar mı?
- İçine kapanık mı?
- Yalan söyler mi?

Ailelerden bu sorularla ilgili evet, hayır, bazen seçeneklerinden uygun olanı işaretlemeleri istenmiştir. 1. ve 2. grup sorularda verilen cevapların evet olması tercih edilirken 3. grup sorularda cevapların hayır olması tercih edilmektedir.

Birinci grup sorular okul öncesi dönem çocuğun motor gelişimine, ikinci grup sorular özbakım becerilerine yönelik iken üçüncü grup sorular sosyal gelişime yöneliktir.

2. aşama anketlerde yine yukarıdaki sorulara benzer 5 soru bir grup altında toplanarak araştırmamızın ikinci modelinin oluşturulmasında kullanılmıştır. İkinci aşama soruları çocuklar okul öncesi eğitimi aldıktan sonra yapıldığı için, ailelere eğitimden sonra yöneltilen

- Yemekten önce sonra ellerini yıkamada,
- Dişlerini fırçalamada,
- Tuvaletten sonra temizlenmede,
- Daha sık banyo yapmada,
- Giysilerini temiz kullanmada.

şeklindeki sorular çocuğun özbakım becerileri ile ilgili sorulardır. Bu sorulara verilen cevaplar yine evet, bazen ya da hayır şeklindedir. Tercih edilen sorulara evet cevabının verilmesidir.

Çocukların okul öncesi eğitimini değerlendirmek üzere, projenin başlangıç ve bitiş aşamasında her çocuk için iki kez doldurulmak üzere bir form hazırlanmıştır. Bu formların ilkinin kreşteki öğretmenler tarafından eğitimin başladığı hafta, ikincisinin de eğitimin bittiği hafta doldurulması istenmiştir.

Bu test ile çocuğun yaşına uygun bir takım beceriler değerlendirilebilmektedir. Çocukların becerilerine uygun ve yapılması istenilen bazı davranışlar vardır. Bu test ile çocukların beklenen davranışları ne kadar yapabilecekleri tespit edilebilmektedir. Böylece çocuklar yapamadığı davranış yönünden desteklenebilir.

Çocuklar bu testte 5 gelişimsel aşamada değerlendirilmektedir.

1- Sosyal Gelişim : İnsanlarla anlaşma

Toplumsal beklentilere uygunluk gösteren kazanılmış davranış yeteneği olarak tanımlanabilen sosyal gelişme, geniş anlamda bireyin doğumuyla başlayan bir evreyi, dar anlamda ise günlük davranış gelişimini kapsar. Daha yaygın bir tanımla sosyal gelişme kişinin sosyal uyarıcıya özellikle grup yaşamının baskı ve zorluklarına karşı duyarlılık geliştirmesi, grubunda ya da kültüründe başkalarıyla geçinebilmesi, onlar gibi davranabilmesidir (http://okuloncesi.bz.tc/egitim/sosyal_gelisim.htm).

2- Özbakım Becerileri: Kendi bireysel gereksinimlerini karşılama.

Çocukların yemek yeme, giyinme- soyunma, temizlik, tuvalet alışkanlığı, tertip- düzen, tehlikelerden korunma gibi davranışları özbakım becerileri olarak adlandırılmaktadır (Demiriz, Dinçer, 2000).

3- Dil gelişimi: İşitme, anlama ve dili kullanma.

Dil insanların birbirlerine bilgi, düşünce ve eğilimlerini aktarabilmelerinin yanı sıra, fikirlerini düzenleyebilmelerine olanak hazırlar. Kültür değerlerimiz ve bilgilerimizin çoğu kuşaktan kuşağa sözlü ya da yazılı sözcükler yolu ile iletilmektedir. Herkes doğrudan kendi yaşantısı yoluyla öğrendiğinden çok daha fazlasını dil yolu ile öğrenir. Dil aynı zamanda düşünme, bellek, muhakeme, problem çözme ve planlama gibi bilişsel süreçleri de içermektedir.

Dil çocuğu egosundan uzaklaştırıp onun sosyal bir kişi olmasını sağlayan, kendisini kontrol ve takip ettirebilen düşüncelerini ve davranışlarını yavaş yavaş öğretebilen ve kendini güvenli hissetmesine yardım eden bir davranıştır (http://okuloncesi.bz.tc/egitim/dil_gelisimi.htm).

4- Bilişsel Gelişim : Kavrama, algılama, problem çözme.

Biliş dünyamızı anlamayı, tanımayı ve öğrenmeyi içeren tüm zihinsel süreçleri kapsar. Biliş denince aklımıza ilk gelen zekadır. Ayrıca algılama kavram oluşturma, dil edinme, hatırlama, sembolleştirme, kategorileştirme, düşünce, problem çözme ve yaratma gibi zihinsel aktiviteleri içerir (http://okuloncesi.bz.tc/egitim/bilissel_gelisim.htm)

5- Motor Gelişimi: El- göz koordinasyonu, küçük cisimleri kullanma ayrıca büyük kasların gelişimi.

2-6 yaş arası, bir başka deyişle çocuğun yürümeye başlamasından sonraki dönem, yoğun bir motor gelişimi evresidir. Gelişmesi ve büyümesi ilerleyen çocuk, beden kısımlarını kullanarak ve aralarında koordinasyon sağlayarak yeni ve daha karmaşık beceriler edinir.

5-6 yaş arasında hareketlerinin koordinasyonu düzgündür, çocuk daha çok, duvar ya da tahta üzerinde yürümek, iki tekerlekli bisiklete binmek gibi denge etkinlikleriyle ilgilidir. Müzikteki ritim onu ilgilendirir ve zamana uygun bir tempoyla vuruş yapar. Hareketle ilgili gelişim 6 yaşında sonra iyice yavaşlar ve azalır (http://okuloncesi.bz.tc/egitim/hareket_gelisimi.htm).

Ek-1'de bu beş gelişimsel alanda sorulan soruların yer aldığı form görülmektedir.

Değerlendirme yapılırken; çocuğun uygulanan maddeyi başarıyla yapıp yapmadığının gözlenmesi istenmektedir. Değerlendirme bölümüne

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| Başarıyla yapıyorsa | : Üç yıldız |
| Yardımla yapıyorsa | : İki yıldız |
| Yapamıyorsa | : Bir yıldız verilmesi gerekmektedir. |

Ek-1'deki formula ilgili olarak SPSS 10.0 paket programında yapılan güvenilirlik analizi sonucunda Cronbach Alfa değerleri; Sosyal Gelişim için 0.89, Dil Gelişimi için 0.80, Bilişsel Gelişim için 0.85, Motor Gelişim için 0.92, Özbakım Becerileri için 0.87 olarak bulunmuştur.

Araştırmada modele dahil edilen bir diğer konu da yine çocuklara ilki proje başında diğeri de proje bitimine yakın iki defa yaptırılan ve ilk test- son test adıyla anılan, Ek-2'de görülebilecek testlerdir. Bu testlerde çocuklara her soruda 4 resim gösterilerek doğru cevabı

bulmaları istenmiştir. Örneğin; Hangisi yaşlı göster, hangisi eğri çizgi, hangi taş düzgün gibi. (Soruların tümü Ek -2'de görülmektedir).

Her bir çocuk için 1. aşama, 2. aşama anket sorularına, 5 gelişimsel aşamayla ilgili testlere iki defa ve ilk test -son teste cevap verenlerin içinden güvenilir gözlem sayısı 185'tir. Bu nedenle model kurulurken 185 gözlem değerlendirmeye alınmıştır.

Bu çalışmada gecekondü bölgelerinde yaşayan çocuklar hane halkı sayısı ve oturulan konutun tipi kriterlerine göre 10 bölüme ayrılarak aşağıdaki karar değişkenleri oluşturulmuştur. Buna göre;

- X₁ : Hane halkı sayısı 4'den az ve apartmanda yaşayan çocukların oranı
- X₂ : Hane halkı sayısı 4'den az olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranı
- X₃ : Hane halkı sayısı 4'den az olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranı
- X₄ : Hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve apartmanda yaşayan çocukların oranı
- X₅ : Hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranı
- X₆ : Hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranı
- X₇ : Hane halkı sayısı 7-9 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranı
- X₈ : Hane halkı sayısı 7-9 arası olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranı
- X₉ : Hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranı
- X₁₀ : Hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocukların oranıdır.

Gecekonduların yeterli veya yetersiz durumda olmaları ayrımı yapılırken oda sayısı, binanın durumu, tuvaletin içeride ya da dışarıda olması gibi unsurlar dikkate alınmıştır.

İlk olarak 1. aşama anket sorularından, gelişimsel aşama sorularından ve ilk teste verilen cevaplardan faydalanılarak ilk çok amaçlı model kurulmuştur. Modelin verileri Tablo 4.2’de görülmektedir.

Model oluşturulurken seçilen kriterler;

- Gelişim aşaması soru formunda yer alan Sosyal Gelişim, Dil Gelişimi, Bilişsel Gelişim, Motor gelişimi ve Özbakım Becerileri için yapılan ilk değerlendirmenin sonuçları,
- İlk teste verilen doğru cevap sayısı
- 1. aşama anket formundan elde edilen ve daha önce bahsedilmiş olan 3 grup davranış boyutlarıdır.

İkinci çok amaçlı model oluşturulurken seçilen kriterler ise;

- Gelişim aşaması soru formunda yer alan Sosyal Gelişim, Dil Gelişimi, Bilişsel Gelişim, Motor gelişimi ve Özbakım Becerileri için yapılan ikinci değerlendirmenin sonuçları,
- Son teste verilen doğru cevap sayısı,
- 2. aşama anket formundan elde edilen ve daha önce bahsedilmiş olan tek grup halindeki davranış boyutudur.

2. modelin verileri Tablo 4.3’de verilmektedir.

Tablo 4.2. Birinci Model Verileri

| Seçilen kriterler | Ölçüm Birimi | Hedef | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ |
|-----------------------|--------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Sosyal Gelişim | 1--3 | 3 | 2,091 | 2,172 | 1,872 | 2,152 | 2,112 | 2,029 | 2,058 | 1,989 | 2,545 | 2,068 |
| Dil Gelişimi | 1--3 | 3 | 2,100 | 1,870 | 1,840 | 2,100 | 1,999 | 1,938 | 1,993 | 1,906 | 2,160 | 2,050 |
| Bilişsel Gelişim | 1--3 | 3 | 2,000 | 1,318 | 1,691 | 1,953 | 1,772 | 1,670 | 1,675 | 1,888 | 1,764 | 1,636 |
| Motor Gelişimi | 1--3 | 3 | 2,117 | 2,005 | 1,905 | 2,284 | 2,079 | 2,067 | 2,191 | 2,083 | 2,482 | 2,132 |
| Özbakım Becerileri | 1--3 | 3 | 2,444 | 2,133 | 2,156 | 2,389 | 2,172 | 2,256 | 2,413 | 2,255 | 2,511 | 2,361 |
| İlk test doğru sayısı | 1--20 | 20 | 7,000 | 8,600 | 8,400 | 11,167 | 9,927 | 9,365 | 7,286 | 9,941 | 7,800 | 8,250 |
| Davranış (1.grup) | 1--5 | 5 | 1,000 | 4,200 | 5,000 | 4,000 | 3,473 | 3,154 | 2,714 | 2,824 | 2,400 | 1,500 |
| Davranış (2.grup) | 1--5 | 5 | 5,000 | 4,200 | 4,600 | 4,500 | 4,491 | 4,096 | 4,500 | 4,176 | 3,800 | 3,250 |
| Davranış (3.grup) | 1--5 | 5 | 0,000* | 2,400 | 2,200 | 2,333 | 2,236 | 2,385 | 3,000 | 2,588 | 2,000 | 2,500 |

* 3. Grup davranışlarıyla ilgili olarak verilen sorulardan hiçbiri hayır cevabı içermediği için bu hücrenin değeri 0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.3. İkinci Model Verileri

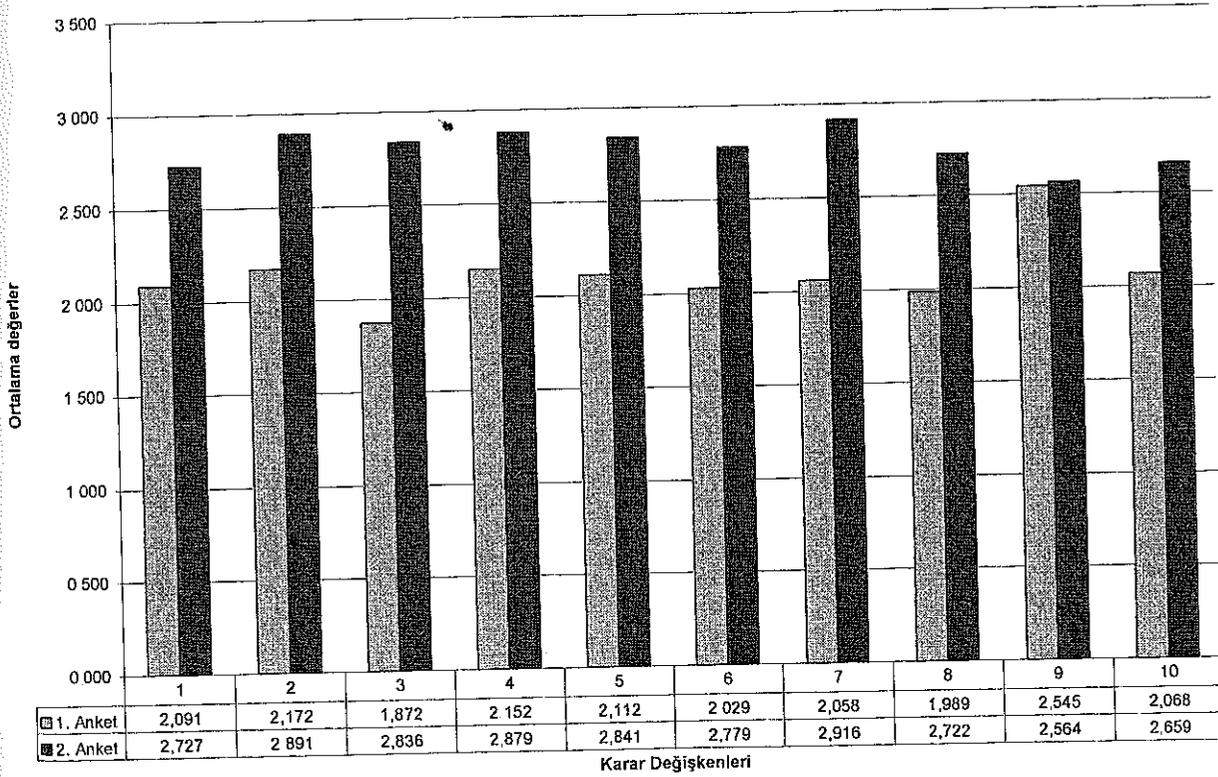
| Seçilen kriterler | Ölçüm Birimi | Hedef | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ |
|-----------------------|--------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Sosyal Gelişim | 1-3 | 3 | 2,727 | 2,891 | 2,836 | 2,879 | 2,841 | 2,779 | 2,916 | 2,722 | 2,564 | 2,659 |
| Dil Gelişimi | 1-3 | 3 | 2,400 | 2,600 | 2,640 | 2,717 | 2,802 | 2,654 | 2,821 | 2,635 | 2,540 | 2,500 |
| Bilişsel Gelişim | 1-3 | 3 | 2,545 | 2,255 | 2,618 | 2,742 | 2,810 | 2,530 | 2,539 | 2,701 | 1,945 | 2,477 |
| Motor Gelişimi | 1-3 | 3 | 2,941 | 2,882 | 2,765 | 3,000 | 2,879 | 2,777 | 2,735 | 2,797 | 2,259 | 2,676 |
| Özbakım Becerileri | 1-3 | 3 | 2,889 | 2,900 | 2,756 | 2,870 | 2,879 | 2,759 | 2,651 | 2,817 | 2,222 | 2,722 |
| Son test doğru sayısı | 1-20 | 20 | 12,000 | 11,600 | 13,600 | 14,500 | 13,518 | 13,019 | 12,429 | 13,353 | 12,600 | 10,500 |
| Davranış Grubu | 1-5 | 5 | 5,000 | 3,000 | 4,000 | 3,000 | 3,148 | 3,654 | 3,643 | 3,176 | 3,800 | 3,250 |

Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'de ki veriler EÇGDP kapsamında yapılan anketlerin verilerinden aritmetik ortalama alınarak elde edilmiştir.

4.5.2. İstatistiksel Verilerin Değerlendirilmesi

HP modellerimizi kurmadan önce, 1. aşama ve 2. aşama ile ilgili olarak, sosyal gelişim, dil gelişimi, bilişsel gelişimi motor gelişimi, özbakım becerileri ile ilk test – son test doğru sayısı yönünden karşılaştırmalar aşağıdaki grafiklerde verilmiştir.

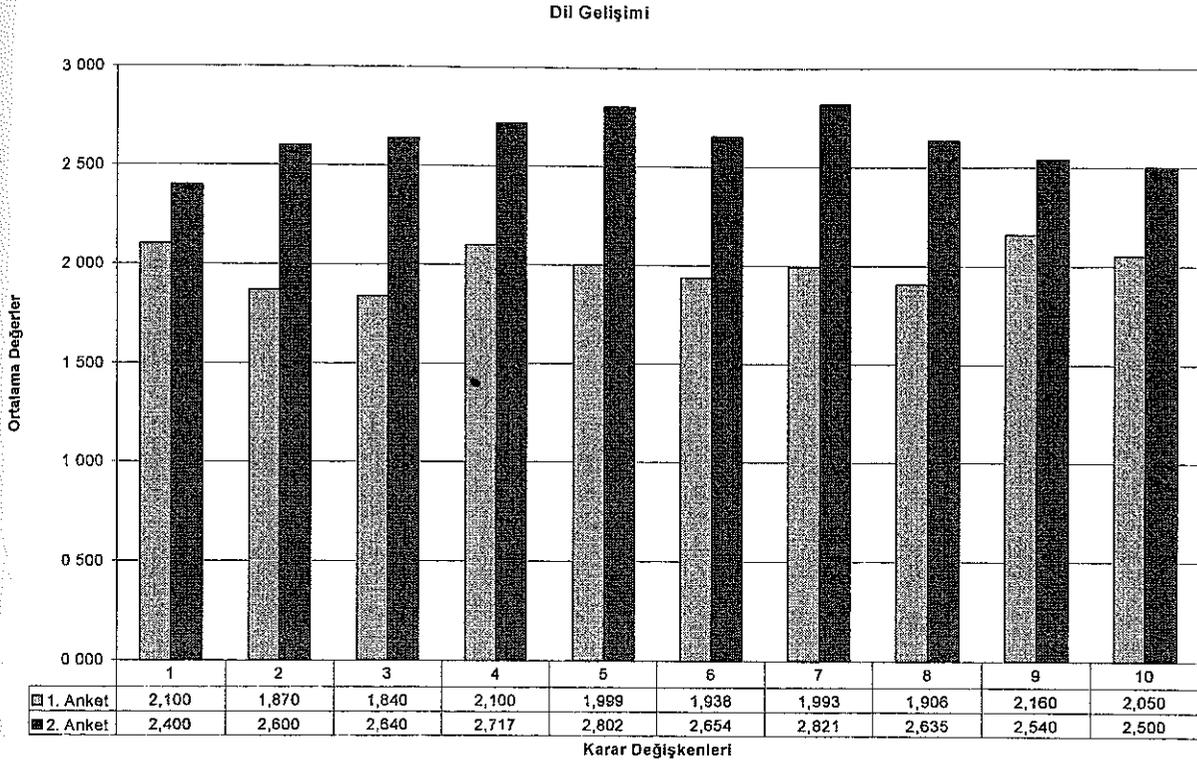
Sosyal Gelişim



Şekil 4.1. Sosyal Gelişim Yönünden 1. ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması

Şekil 4.1'den görüldüğü gibi, 1. model verilerine göre sosyal gelişim ortalaması en yüksek olan X_9 grubu (Hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) 2. modelde fazla bir değişiklik göstermemiştir. Sosyal gelişimle ilgili olarak ikinci modelde en iyi ortalamayı X_7 grubu (Hane halkı sayısı 7-9 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) oluşturmaktadır. İkinci model verileri ile ilk model verileri arasında sosyal gelişimini en fazla arttıran grup ise ilk modelde en başarısız grubu oluşturan X_3 (Hane halkı sayısı 4'den az olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) olmuştur.

Sonuç olarak, EÇGP'nin başlangıcında sosyal gelişimi en iyi durumda olan grup X_9 değişkeninin temsil ettiği gruptur. Projenin sonunda sosyal gelişim açısından bir fayda sağlamayan grup da aynı gruptur. Sosyal gelişim konusundaki eğitimden en çok fayda sağlayan grup hane halkı sayısı 4'den az olup yetersiz durumda gecekonduda yaşayan gruptur (X_3 grubu).

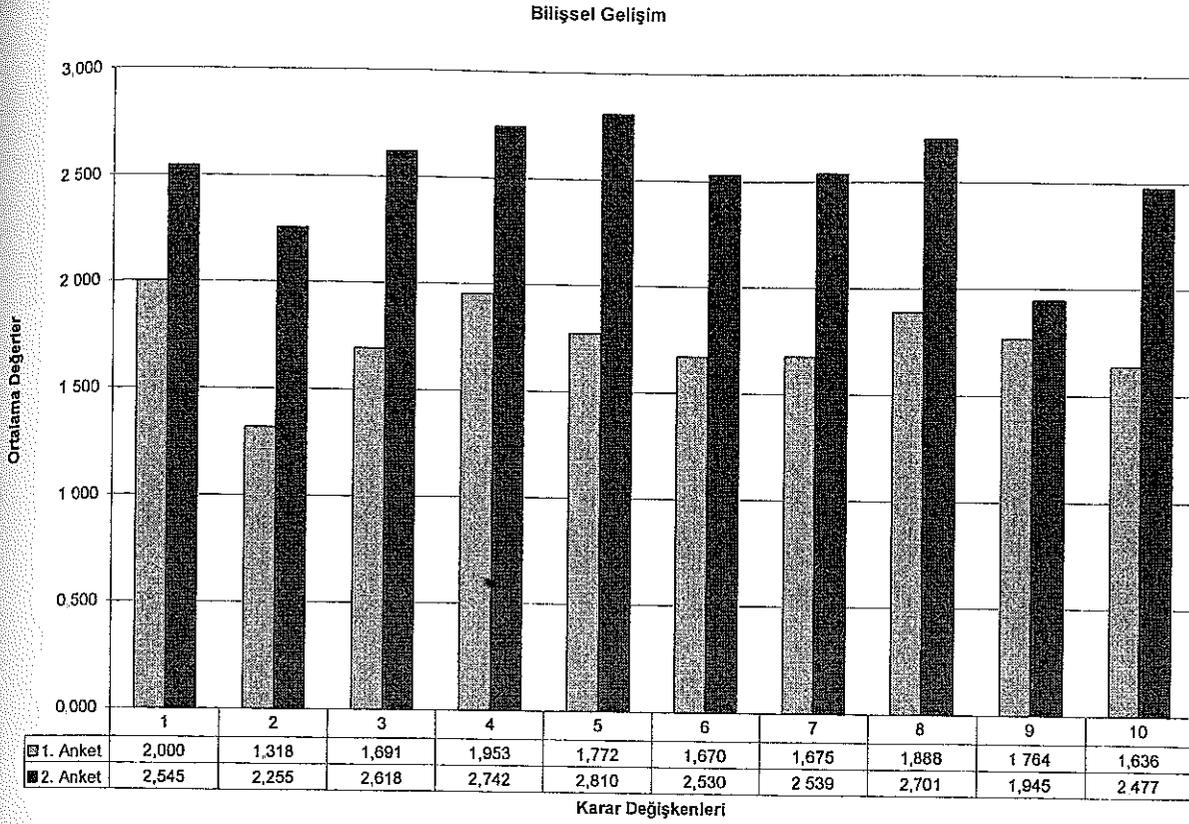


Şekil 4.2. Dil Gelişimi Yönünden 1. ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması

Şekil 4.2'de görüldüğü gibi dil gelişimi alanında 1. model verilerine bakıldığında en başarılı grup X_9 (hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) iken bu grubu çok az bir farkla X_1 (hane halkı sayısı 4'den az olan ve apartmanda yaşayan çocuklar) ve X_4 grubu (hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve apartmanda yaşayan çocuklar) takip etmektedir. İkinci modelle ilgili verilere bakıldığında en başarılı grup X_7 (hane halkı sayısı 7-9 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) olarak görülmekteyken ikinci modelle birinci model arasında dil gelişimini en fazla arttıran grup yine X_7 olarak karşımıza çıkmaktadır. Dil gelişiminde en az artışı X_1 göstermektedir.

Diğer bir ifadeyle, EÇGDP'nin başlangıcında dil gelişimi en iyi durumda olan grup X_9 değişkeninin temsil ettiği gruptur. Projenin sonunda dil gelişimi konusundaki eğitimden en

çok fayda sağlayan grup hane halkı sayısı 7-9 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan gruptur (X_7 grubu).

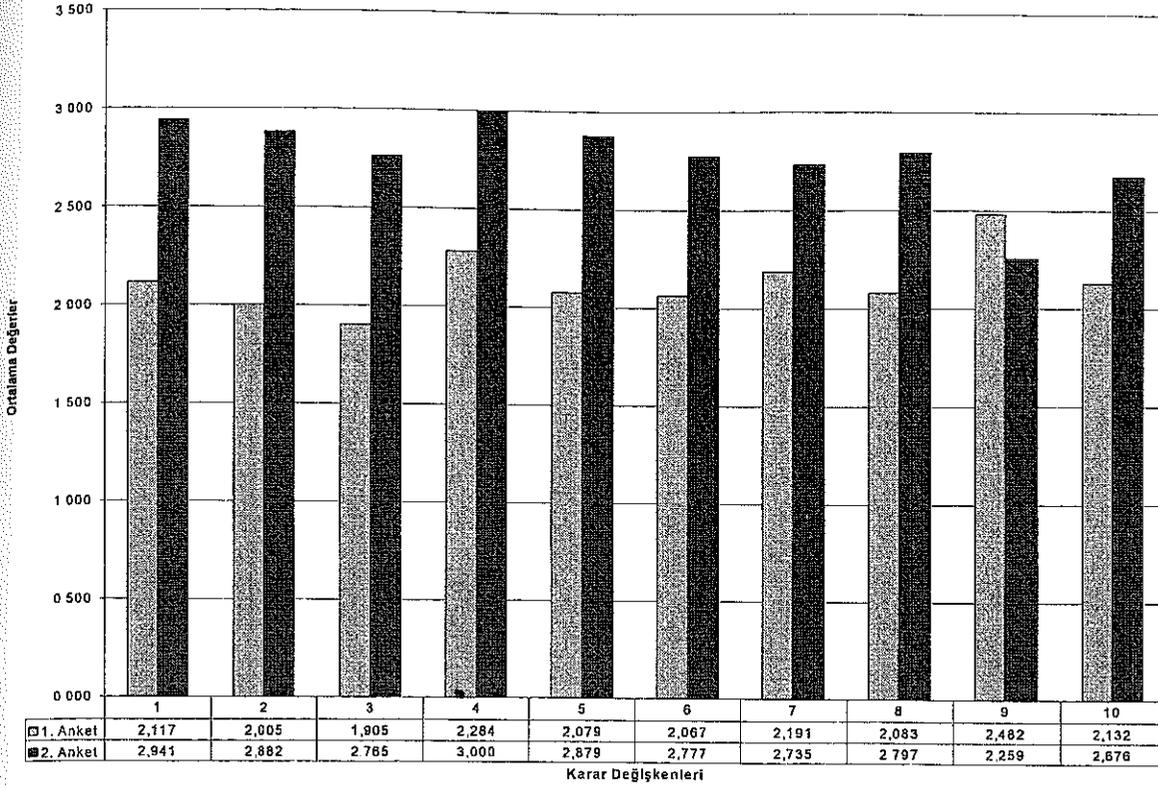


Şekil 4.3. Bilişsel Gelişim Yönünden 1. ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması

Bilişsel gelişimle ilgili olarak Şekil 4.3'te görüldüğü gibi birinci model verilerinde en başarılı grubun X_1 (hane halkı sayısı 4'den az olan ve apartmanda yaşayan çocuklar), en başarısız grubun ise X_2 (hane halkı sayısı 4'den az olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) olduğu görülmektedir. 2. modelde X_5 (hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) en başarılı grup haline gelirken en başarısız grup ikinci modelle birinci model verileri arasındaki farkı en az artış gösteren grup olan X_9 (hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) dur. En fazla artış gösteren grup ise X_5 grubudur.

EÇGDP'nin başlangıcında bilişsel gelişim açısından en iyi durumda olan grup X_1 'in temsil ettiği grup (hane halkı sayısı 4'den az olan ve apartmanda yaşayan çocuklar) iken, projenin sonunda bilişsel gelişim açısından en fazla fayda sağlayan grup X_5 'in temsil ettiği hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan gruptur.

Motor Gelişimi

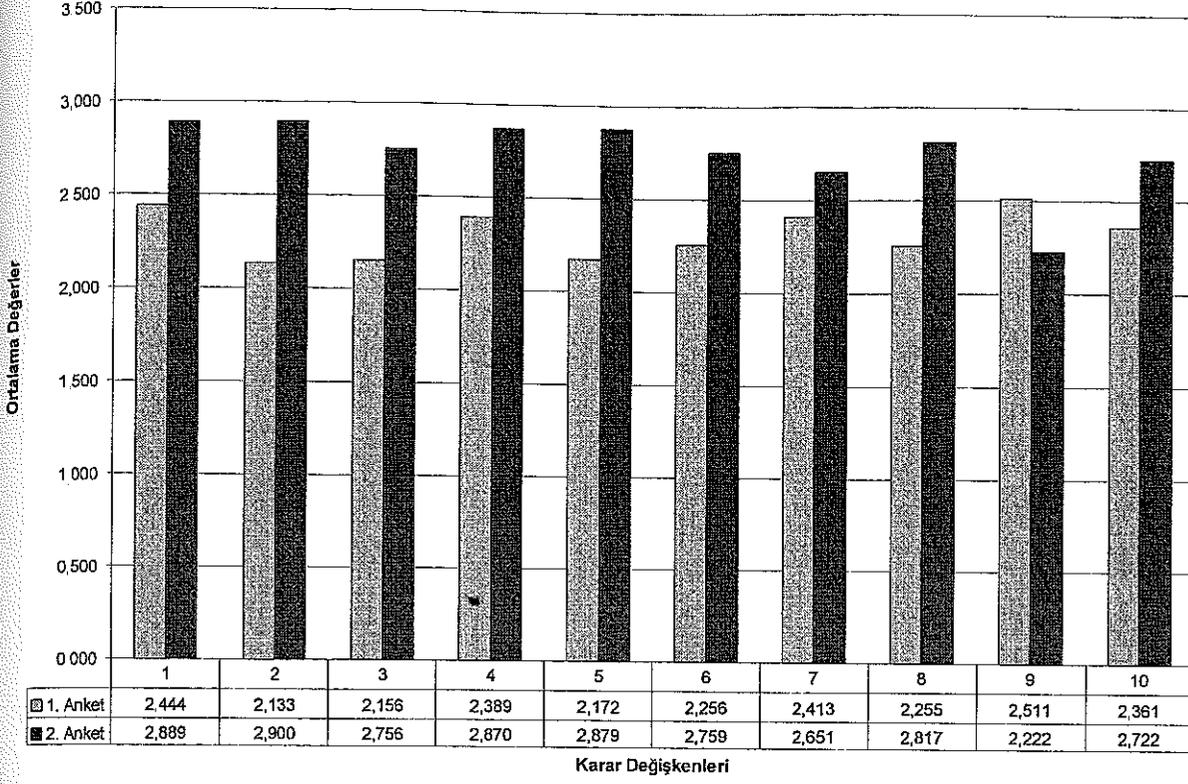


Şekil 4.4. Motor Gelişimi Yönünden 1. ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması

Motor gelişimiyle ilgili olarak Şekil 4.4 incelendiğinde 1. model verilerine göre en başarısız grubun X_3 (hane halkı sayısı 4'den az olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocuklar), 2. model verilerinde en başarılı grubun X_4 (hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve apartmanda yaşayan çocuklar) olduğu görülmektedir.

EÇGDP'nin sonunda motor gelişimini en fazla arttıran grup X_3 grubu yani hane halkı sayısı 4'den az olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocuklar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Özbakım Becerileri

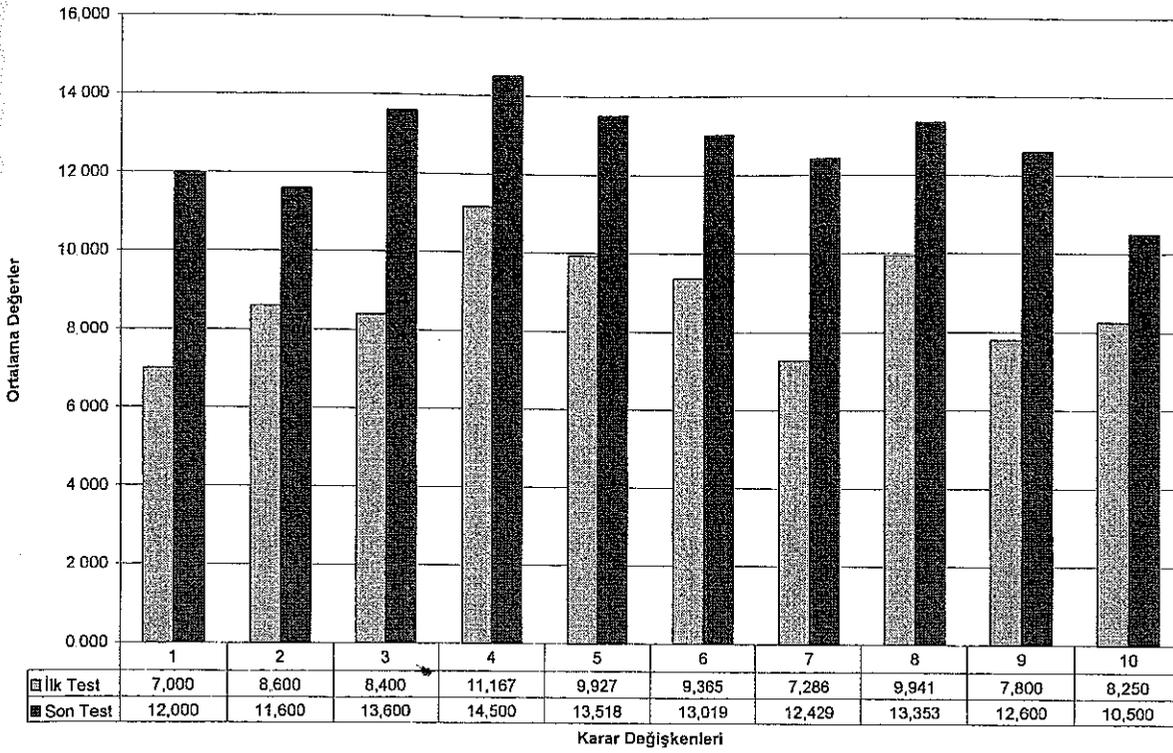


Şekil 4.5. Özbakım Becerileri Yönünden 1. ve 2. Modeldeki Verilerin Karşılaştırılması

Şekil 4.5'ten, birinci model verilerine göre en başarılı grubun X_9 (hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) en başarısız grubun ise X_2 (hane halkı sayısı 4'den az olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) olduğu görülmektedir. İkinci model verileri dikkate alındığında en başarılı grubun ilk modelde en başarısız grubu oluşturan X_2 olduğu görülmektedir.

EÇGDP'nin sonunda özbakım becerileri yönünden en fazla gelişim gösteren grup X_2 grubunun temsil ettiği gruptur.

İlk Test- Son Test Doğru Sayısı



Şekil 4.6. İlk Test- Son Test Doğru Sayılarının Karşılaştırması

Hem ilk test hem de son teste verilen yanıtlar incelendiğinde ilk teste en az doğru cevap veren grup X_1 (hane halkı sayısı 4'den az olan ve apartmanda yaşayan çocuklar) en fazla doğru cevap veren grup X_4 (hane halkı sayısı 4-6 arası olan ve apartmanda yaşayan çocuklar) olarak karşımıza çıkmaktadır. Son teste baktığımızda en az doğru cevabı veren grup X_{10} (hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) iken en fazla doğru cevap veren grup yine X_4 olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk test verilen doğru cevap sayısı ile son teste verilen doğru cevap sayısı arasında en fazla artış gösteren grup ise X_3 (hane halkı sayısı 4'den az olan ve yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocuklar) olarak görünmektedir.

Modele dahil ettiğimiz 1. anketlerdeki 3 gruplu davranış soruları ile 2. anketteki tek grupluk davranış soruları, gruplar arasında farklılıklar olduğu için ikili karşılaştırmalara dahil edilmemiştir.

Grafiklerle veya ortalamaları karşılaştırarak eğitimin, EÇGDP kapsamında verilen sosyal gelişim, dil gelişimi, bilişsel gelişim, motor gelişimi ve özbakım becerileri boyutunda hangi gruplar için daha faydalı olduğunu görmekteyiz. Bir grup, sosyal gelişim alanında eğitim sürecinde iyi bir gelişme kaydettiği halde motor gelişimi veya özbakım becerileri alanında

daha az bir gelişme gösterebilmektedir. EÇGDP sınırlı bir kaynakla yürütülmektedir ve Antalya’da ihtiyacı olan tüm çocuklara okul öncesi eğitim vermek mümkün değildir. O zaman “okul öncesi eğitim hangi gruptaki/ lardaki çocuklara verilmeli ki eldeki kaynakların kullanımı ile proje başarıya ulaşsın” sorusu ortaya çıkmaktadır. Bu sorun okul öncesi eğitimin iyi bir değerlendirmesini yapma ile aşılabılır. Sadece istatistiksel teknikleri kullanarak böyle bir değerlendirmeyi yapmak mümkün değildir.

Çalışmamızda böyle bir eğitim programının değerlendirilmesinde Çok Amaçlı Karar Verme yöntemlerinden Hedef Programlama yaklaşımı AHY ile birlikte kullanılmıştır.

4.5.3. AHY’nin Kullanılması

EÇGDP’nin istatistiksel verilerinden faydalanılarak sosyal gelişim, dil gelişimi, bilişsel gelişim, motor gelişimi ve özbakım*becerilerinin hedefleri oluşturduğu bu modelde her hedef aynı önceliğe sahip değildir. Konunun uzmanlarına göre okul öncesi eğitimde özbakım becerileri sosyal gelişimden, sosyal gelişim dil gelişimi, bilişsel gelişim ve motor gelişiminden daha önemlidir.

Örneğin Demiriz ve Dinçer’e göre (2000), çocuğa okul öncesi dönemde kazandırılacak öz bakım becerileri, bir yönüyle onun gelecek yaşantısına güvenle bakmasını sağlayacaktır. Bu konuda bilinçli olarak verilecek eğitimin katkıları büyüktür. Bu bağlamda hedeflerin önceliklerini belirlemede analitik hiyerarşi yönteminden faydalanılmıştır.

Okul öncesi eğitimle ilgili olarak bir uzmanın görüşlerinden faydalanılarak tercihler (veya ikili karşılaştırmalar) matrisi oluşturulmuş (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Tercihler Matrisi

| | Sosyal Gelişim | Özbakım Becerileri | Dil Gelişimi | Bilişsel Gelişim | Motor Gelişimi | Öncelik Ağırlığı |
|--------------------|----------------|--------------------|--------------|------------------|----------------|------------------|
| Sosyal Gelişim | 1 | 1/3 | 7 | 5 | 5 | 0.335 |
| Özbakım Becerileri | | 1 | 5 | 7 | 7 | 0.391 |
| Dil Gelişimi | | | 1 | 5 | 3 | 0.136 |
| Bilişsel Gelişim | | | | 1 | 1 | 0.078 |
| Motor Gelişimi | | | | | 1 | 0.060 |

Tutarlılık oranı (CI) = 0.10

Expert Choice 2000 Programı kullanılarak Tablo 4.4'te görülen her bir kritere ait nisbi ağırlıklar elde edilmiştir. Davranışların öncelikli ağırlığı Şekil 4.7'de görülmektedir.

Priorities with respect to:
Goal

| | | |
|---|------|--|
| sosyal gelişim | ,335 | |
| özbakım becerileri | ,391 | |
| dil gelişimi | ,136 | |
| bilimsel gelişim | ,078 | |
| motor gelişimi | ,060 | |
| Inconsistency = 0,10 with 0 missing judgments. | | |

Şekil 4.7. Davranışların Öncelikli Ağırlığı

4.5.4. Hedef Programlama Modelinin Oluşturulması

Tablo 4-2'de ki veriler kullanılarak oluşturulan HP modelinde hedeflerden sapma değişkenlerinin ağırlıkları olarak AHY'den elde edilen nisbi ağırlıklar kullanılmıştır. Model aşağıda verilmiştir.

$$\min 0.335 d_1^- + 0.136 d_2^- + 0.078 d_3^- + 0.060 d_4^- + 0.391 d_5^-$$

st

$$2.091 x_1 + 2.172 x_2 + 1.872 x_3 + 2.152 x_4 + 2.112 x_5 + 2.029 x_6 + 2.058 x_7 + 1.989 x_8 +$$

$$2.545 x_9 + 2.068 x_{10} + d_1^- - d_1^+ = 3$$

$$2.1 x_1 + 1.87 x_2 + 1.84 x_3 + 2.1 x_4 + 1.995 x_5 + 1.938 x_6 + 1.993 x_7 + 1.906 x_8 +$$

$$2.16 x_9 + 2.545 x_{10} + d_2^- - d_2^+ = 3$$

$$2 x_1 + 1.318 x_2 + 1.691 x_3 + 1.953 x_4 + 1.772 x_5 + 1.670 x_6 + 1.675 x_7 + 1.888 x_8 +$$

$$1.764 x_9 + 1.636 x_{10} + d_3^- - d_3^+ = 3$$

$$2.117 x_1 + 2.005 x_2 + 1.905 x_3 + 2.884 x_4 + 2.079 x_5 + 2.067 x_6 + 2.191 x_7 + 2.083 x_8 +$$

$$2.482 x_9 + 2.132 x_{10} + d_4^- - d_4^+ = 3$$

$$2.444 x_1 + 2.133 x_2 + 2.156 x_3 + 2.389 x_4 + 2.172 x_5 + 2.256 x_6 + 2.413 x_7 + 2.255 x_8 +$$

$$2.511 x_9 + 2.311 x_{10} + d_5^- - d_5^+ = 3$$

$$7x_1 + 8.6x_2 + 8.4x_3 + 11.167x_4 + 9.927x_5 + 9.365x_6 + 7.286x_7 + 9.941x_8 + 7.8x_9 + 8.25x_{10} \geq 7$$

$$1x_1 + 4.2x_2 + 5x_3 + 4x_4 + 3.473x_5 + 3.54x_6 + 2.714x_7 + 2.824x_8 + 2.4x_9 + 1.5x_{10} \leq 5$$

$$1x_1 + 4.2x_2 + 5x_3 + 4x_4 + 3.473x_5 + 3.54x_6 + 2.714x_7 + 2.824x_8 + 2.4x_9 + 1.5x_{10} \geq 2$$

$$5x_1 + 4.2x_2 + 4.6x_3 + 4.5x_4 + 4.491x_5 + 4.096x_6 + 4.5x_7 + 4.176x_8 + 3.8x_9 + 3.25x_{10} \leq 5$$

$$5x_1 + 4.2x_2 + 4.6x_3 + 4.5x_4 + 4.491x_5 + 4.096x_6 + 4.5x_7 + 4.176x_8 + 3.8x_9 + 3.25x_{10} \geq 2$$

$$2.4x_2 + 2.2x_3 + 2.333x_4 + 2.236x_5 + 2.385x_6 + 3x_7 + 2.588x_8 + 2x_9 + 2.5x_{10} \leq 5$$

$$2.4x_2 + 2.2x_3 + 2.333x_4 + 2.236x_5 + 2.385x_6 + 3x_7 + 2.588x_8 + 2x_9 + 2.5x_{10} \geq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 1$$

$$x_j \geq 0, \quad j=1, \dots, 10$$

$$d_i, d_i' \geq 0, \quad i=1, \dots, 5$$

Bu modelde ilk beş eşitlik için sağ taraf değerinin 3 olarak alınmasının sebebi çocukların sosyal gelişim, dil gelişimi, bilişsel gelişim, motor gelişimi ve öz bakım becerileri ile ilgili olarak alacakları puan ortalamalarının en fazla üç olabilmeleridir.

Diğer kısıtlara gelince, Tablo 4.2'den de görülebileceği gibi ilk test ile ilgili olan kısım için çocukların verdiği doğru cevap sayısı ortalamalarının en az 7 olmasından dolayı sağ taraf değerinin en az 7 olması arzu edilmektedir. Davranışlarla ilgili diğer 3 kısıt için ise sağ taraf değerlerinin alabileceği maksimum değer 5 iken Tablo 4.2'de görüleceği gibi ortalama 2'nin üzerinde değerler olduğu için 2'den büyük değerler alınması istenmiştir.

4.5.5. HP Modelinin Çözümü

Yukarıdaki model LINDO 6.1 programında çözüldüğünde en başarılı grup aşağıda da görüleceği gibi X_7 ve X_9 yani hane halkı sayısı 7-9 arası olan ve yeterli durumda gecekonduda oturanlar ile hane halkı sayısı 10 ve üzeri olan ve yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocuklar çıkmaktadır;

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 13

(13 İTERASYONDA OPTİMUM ÇÖZÜME ULAŞILDI)

OBJECTIVE FUNCTION VALUE (AMAÇ FONKSİYONU DEĞERİ)

1) 0.7096405

| VARIABLE (DEĞİŞKEN) | VALUE (DEĞER) | REDUCED COST (KARAR SATIRI) |
|------------------------|------------------|--------------------------------|
| d_1 | 0.698500 | 0.000000 |
| d_2 | 0.923500 | 0.000000 |
| d_3 | 1.280500 | 0.000000 |
| d_4 | 0.663500 | 0.000000 |
| d_5 | 0.538000 | 0.000000 |
| X_1 | 0.000000 | 0.687093 |
| X_2 | 0.000000 | 0.276170 |
| X_3 | 0.000000 | 0.398379 |
| X_4 | 0.000000 | 0.101879 |
| X_5 | 0.000000 | 0.264392 |
| X_6 | 0.000000 | 0.239287 |
| X_7 | 0.500000 | 0.000000 |
| X_8 | 0.000000 | 0.189005 |
| X_9 | 0.500000 | 0.000000 |
| X_{10} | 0.000000 | 0.159650 |
| d_1 | 0.000000 | 0.335000 |
| d_2 | 0.000000 | 0.136000 |
| d_3 | 0.000000 | 0.078000 |
| d_4 | 0.000000 | 0.060000 |
| d_5 | 0.000000 | 0.391000 |

Elde edilen sonuçlara göre projeye katılacak X_7 ve X_9 'un temsil ettiği hane halkı sayısı 7-9 arası olup yeterli durumda gecekonduda oturanlar ile hane halkı sayısı 10 ve üzeri olup yeterli durumda gecekonduda oturan çocukların oluşturduğu gruptaki öğrenciler projeye diğerlerine göre daha iyi bir seviyede başlamaktadır. Yani sosyal gelişim, dil gelişimi, bilişsel gelişim, motor gelişimi, özbakım becerileri, ilk test ve oluşturulan 3 davranış grubu başarıları daha yüksektir.

Ancak 1. model verileri eğitimin başlangıcında çocukların mevcut durumunu gösterdiği için en iyi durumdaki çocukları önermektedir. Bu bakımdan yeterli bir model değildir.

4.5.6. İkinci HP Modeli

Tablo 4.3'deki veriler ve Tablo 4.4'deki nisbi ağırlıklar kullanılarak elde edilen HP modeli

$$\min 0.335 \bar{d}_1 + 0.136 \bar{d}_2 + 0.078 \bar{d}_3 + 0.060 \bar{d}_4 + 0.391 \bar{d}_5$$

st

$$2.727 x_1 + 2.891 x_2 + 2.836 x_3 + 2.879 x_4 + 2.841 x_5 + 2.779 x_6 + 2.916 x_7 + 2.722 x_8 +$$

$$2.564 x_9 + 2.659 x_{10} + \bar{d}_1 - \bar{d}'_1 = 3$$

$$2.4 x_1 + 2.6 x_2 + 2.640 x_3 + 2.717 x_4 + 2.802 x_5 + 2.654 x_6 + 2.821 x_7 + 2.635 x_8 +$$

$$2.540 x_9 + 2.5 x_{10} + \bar{d}_2 - \bar{d}'_2 = 3$$

$$2.545 x_1 + 2.255 x_2 + 2.618 x_3 + 2.742 x_4 + 2.810 x_5 + 2.530 x_6 + 2.539 x_7 + 2.701 x_8 +$$

$$1.945 x_9 + 2.477 x_{10} + \bar{d}_3 - \bar{d}'_3 = 3$$

$$2.941 x_1 + 2.882 x_2 + 2.765 x_3 + 3 x_4 + 2.879 x_5 + 2.777 x_6 + 2.735 x_7 + 2.797 x_8 +$$

$$2.259 x_9 + 2.676 x_{10} + \bar{d}_4 - \bar{d}'_4 = 3$$

$$2.889 x_1 + 2.9 x_2 + 2.756 x_3 + 2.870 x_4 + 2.879 x_5 + 2.759 x_6 + 2.651 x_7 + 2.817 x_8 +$$

$$2.222 x_9 + 2.722 x_{10} + \bar{d}_5 - \bar{d}'_5 = 3$$

$$12 x_1 + 11.6 x_2 + 13.6 x_3 + 14.5 x_4 + 13.518 x_5 + 13.019 x_6 + 12.429 x_7 + 13.353 x_8 +$$

$$12.6 x_9 + 10.5 x_{10} \geq 10$$

$$5 x_1 + 3 x_2 + 4 x_3 + 3 x_4 + 3.148 x_5 + 3.654 x_6 + 3.643 x_7 + 3.176 x_8 + 3.8 x_9 + 3.25 x_{10} \leq 5$$

$$5 x_1 + 3 x_2 + 4 x_3 + 3 x_4 + 3.148 x_5 + 3.654 x_6 + 3.643 x_7 + 3.176 x_8 + 3.8 x_9 + 3.25 x_{10} \geq 2.5$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 1$$

$$x_j \geq 0, \quad j=1, \dots, 10$$

$$d_i, d_i' \geq 0, \quad i=1, \dots, 5$$

şeklindedir.

Buradaki sağ taraf değerlerinin belirlenmesinde ilk modeldeki mantık sürdürülmüştür.

4.5.7. İkinci HP Modelinin Çözümü

Yukarıdaki model LINDO 6.1 programı yardımıyla çözüldüğünde en başarılı grup aşağıda da görüleceği gibi X_5 yani hane halkı sayısı 4-6 arası olup yeterli durumda gecekonduda oturan çocuklar çıkmaktadır;

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 12

(12 İTERASYONDA OPTİMUM ÇÖZÜME ULAŞILDI)

OBJECTIVE FUNCTION VALUE (AMAÇ FONKSİYONUNUN DEĞERİ)

1) 0.1495840

| VARIABLE (DEĞİŞKEN) | VALUE (DEĞER) | REDUCED COST (KARAR SATIRI) |
|------------------------|------------------|--------------------------------|
| d_1 | 0.159000 | 0.000000 |
| d_2 | 0.198000 | 0.000000 |
| d_3 | 0.190000 | 0.000000 |
| d_4 | 0.121000 | 0.000000 |
| d_5 | 0.121000 | 0.000000 |
| X_1 | 0.000000 | 0.105902 |
| X_2 | 0.000000 | 0.045621 |
| X_3 | 0.000000 | 0.093616 |
| X_4 | 0.000000 | 0.000393 |

| | | |
|----------|----------|----------|
| X_5 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_6 | 0.000000 | 0.115778 |
| X_7 | 0.000000 | 0.091217 |
| X_8 | 0.000000 | 0.100241 |
| X_9 | 0.000000 | 0.489984 |
| X_{10} | 0.000000 | 0.201583 |
| d_1 | 0.000000 | 0.335000 |
| d_2 | 0.000000 | 0.136000 |
| d_3 | 0.000000 | 0.078000 |
| d_4 | 0.000000 | 0.060000 |
| d_5 | 0.000000 | 0.391000 |

İkinci modelden elde edilen sonuca göre okul öncesi eğitim sadece hane halkı sayısı 4-6 arasında olan ve yeterli durumda gecekonduda oturan çocuklara verilirse proje amacına ulaşacaktır. İkinci modeldeki veriler okul öncesi eğitim sonucundaki değerleri gösterdiği için eğitim sonucunda her yönden en başarılı olan grubu referans almaktadır. Ancak eğitim sonucunda en başarılı olan çocuklar, eğitimden en fazla faydayı sağlayan çocuklar olmayabilir. Bu nedenle eğitimin yaptığı katkıyı gözönüne alan başka bir modele ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 4.5. Üçüncü Model Verileri

| Seçilen kriterler | Ölçüm Birimi | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ |
|-----------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Sosyal Gelişim | 1-3 | 0,636 | 0,718 | 0,963 | 0,727 | 0,783 | 0,750 | 0,857 | 0,733 | 0,018 | 0,591 |
| Dil Gelişimi | 1-3 | 0,300 | 0,730 | 0,800 | 0,617 | 0,818 | 0,715 | 0,828 | 0,729 | 0,380 | 0,450 |
| Bilişsel Gelişim | 1-3 | 0,545 | 0,945 | 0,927 | 0,803 | 1,058 | 0,860 | 0,836 | 0,813 | 0,181 | 0,841 |
| Motor Gelişimi | 1-3 | 0,824 | 0,876 | 0,859 | 0,715 | 0,816 | 0,710 | 0,546 | 0,712 | -0,222 | 0,544 |
| Özbakım Becerileri | 1-3 | 0,444 | 0,767 | 0,600 | 0,481 | 0,722 | 0,502 | 0,238 | 0,562 | -0,289 | 0,361 |
| İlk test doğru sayısı | 1-20 | 5,000 | 3,000 | 5,200 | 3,333 | 3,685 | 3,653 | 5,142 | 3,411 | 4,800 | 2,250 |
| Davranış Grubu | 1-5 | 5,000 | 3,000 | 4,000 | 3,000 | 3,148 | 3,654 | 3,642 | 3,176 | 3,800 | 3,250 |

4.5.8. Üçüncü HP Modeli

Okul öncesi eğitim bittiğinde sosyal gelişim, dil gelişimi, bilişsel gelişim, motor gelişim ve öz bakım becerileri alanından elde edilen veriler ile başlamadan önceki veriler arasındaki farklar tablo 4.5'te görülmektedir. Eğitimin her gruba katkısı farklı olduğu için Tablo 4.5'teki verilerden faydalanılarak oluşturulan model aşağıdaki gibidir

$$\min 0.335 d_1^- + 0.136 d_2^- + 0.078 d_3^- + 0.060 d_4^- + 0.391 d_5^-$$

st

$$0.636 x_1 + 0.718 x_2 + 0.963 x_3 + 0.727 x_4 + 0.783 x_5 + 0.750 x_6 + 0.857 x_7 + 0.733 x_8 +$$

$$0.018 x_9 + 0.591 x_{10} + d_1^- - d_1^+ = 0.678$$

$$0.3 x_1 + 0.730 x_2 + 0.8 x_3 + 0.617 x_4 + 0.818 x_5 + 0.715 x_6 + 0.828 x_7 + 0.729 x_8 +$$

$$0.380 x_9 + 0.450 x_{10} + d_2^- - d_2^+ = 0.636$$

$$0.545 x_1 + 0.945 x_2 + 0.927 x_3 + 0.803 x_4 + 1.058 x_5 + 0.860 x_6 + 0.836 x_7 + 0.813 x_8 +$$

$$0.181 x_9 + 0.841 x_{10} + d_3^- - d_3^+ = 0.78$$

$$0.824 x_1 + 0.876 x_2 + 0.859 x_3 + 0.715 x_4 + 0.816 x_5 + 0.710 x_6 + 0.546 x_7 + 0.712 x_8 -$$

$$0.222 x_9 + 0.544 x_{10} + d_4^- - d_4^+ = 0.638$$

$$0.444 x_1 + 0.767 x_2 + 0.6 x_3 + 0.481 x_4 + 0.722 x_5 + 0.502 x_6 + 0.238 x_7 + 0.562 x_8 -$$

$$0.289 x_9 + 0.361 x_{10} + d_5^- - d_5^+ = 0.439$$

$$5 x_1 + 3 x_2 + 5.2 x_3 + 3.333 x_4 + 3.685 x_5 + 3.653 x_6 + 5.142 x_7 + 3.411 x_8 + 4.8 x_9 + 2.25 x_{10} \geq 3$$

$$5 x_1 + 3 x_2 + 4 x_3 + 3 x_4 + 3.148 x_5 + 3.654 x_6 + 3.643 x_7 + 3.176 x_8 + 3.8 x_9 + 3.25 x_{10} \leq 5$$

$$5 x_1 + 3 x_2 + 4 x_3 + 3 x_4 + 3.148 x_5 + 3.654 x_6 + 3.643 x_7 + 3.176 x_8 + 3.8 x_9 + 3.25 x_{10} \geq 3$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 1$$

$$x_j \geq 0, \quad j=1, \dots, 10$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad i=1, \dots, 5$$

Bu modelde kullanılan sağ taraf değerleri her bir gelişim aşaması için Tablo 4.5'te ki her satırın aritmetik ortalaması alınarak oluşturulmuştur. Gelişimlerin bu ortalamalardan yüksek

olması hedeflenmektedir. Diğer kısıtlarda ise sağ taraf değerleri dikkate alınarak grupların aritmetik ortlamaları göz önünde bulundurulmuştur.

4.5.9. Üçüncü HP Modelinin Çözümü

Bu model Lindo 6.1 programıyla çözüldüğünde ilk aşama ile ikinci aşama arasında en fazla artış gösteren grup X_3 yani ailedeki kişi sayısı 4'den az olup yetersiz durumda gecekonduda oturan çocuklar olarak karşımıza çıkmaktadır

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

(1 İTERASYONDA OPTİMUM ÇÖZÜME ULAŞILDI)

OBJECTIVE FUNCTION VALUE (AMAÇ FONKSİYONUNUN DEĞERİ)

1) 0.0000000E+00

| VARIABLE (DEĞİŞKEN) | VALUE (DEĞER) | REDUCED COST (KARAR SATIRI) |
|------------------------|------------------|--------------------------------|
| d_1 | 0.000000 | 0.335000 |
| d_2 | 0.000000 | 0.013000 |
| d_3 | 0.000000 | 0.078000 |
| d_4 | 0.000000 | 0.060000 |
| d_5 | 0.000000 | 0.391000 |
| X_1 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_2 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_3 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_4 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_5 | 1.000000 | 0.000000 |
| X_6 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_7 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_8 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_9 | 0.000000 | 0.000000 |
| X_{10} | 0.000000 | 0.000000 |

| | | |
|-------|----------|----------|
| d_1 | 0.000000 | 0.000000 |
| d_2 | 0.000000 | 0.000000 |
| d_3 | 0.000000 | 0.000000 |
| d_4 | 0.000000 | 0.000000 |
| d_5 | 0.000000 | 0.000000 |

Bu model diğer iki modelden daha iyi bir modeldir. Çünkü eğitimin, çocuğun davranışlarında (dil gelişimi, bilişsel gelişim, motor gelişimi ve özbakım becerileri ve sosyal gelişiminde ilerleme, ilk test- son test ve ailenin gözlemlerine göre özbakım becerilerindeki ilerlemenin en faydalı olduğu grubu vermektedir. Bu grup ailedeki kişi sayısı 4'den az olan ve yetersiz durumda gecekonduda oturan çocukların bulunduğu gruptur. Modelde amaç fonksiyonu tam olarak sağlanmıştır.

SONUÇ

Geleneksel çok amaçlı karar verme yöntemleri günümüzün karmaşık problemlerini çözmedeki güncelliğini korumasına rağmen son yıllarda kendini yenileme gereği hissetmiş ve genetik tabanlı evrimsel çok amaçlı tekniklerle geleneksel yaklaşımların dışına çıkmaya başlamıştır. Yapılan ulusal ve uluslararası yazın taramasında eğitim alanında çok amaçlı yöntem uygulamalarının yok denecek kadar az olduğu gözlenmiştir.

Toplumların sosyal, kültürel, ekonomik ve politik yapısını oluşturan özellikler eğitim yoluyla şekillenir. Eğitimin insan hayatındaki önemi tartışılmayacak derecede önemlidir. Yapılan araştırmalar 17 yaşına kadar olan zihinsel gelişimin %50'sinin 4 yaşına, %30'unun 4 yaşından 8 yaşına kadar oluştuğunu, 18 yaşına kadar gösterilen okul başarılarının %33'ünün 0-6 yaşına kadar alınan eğitime bağlı olduğunu söylemektedir. Bu nedenle erken çocukluk döneminde iyi bir eğitim alınması zorunludur. Ancak büyük şehirlerde okul öncesi eğitim oranı yükselmekte iken gecekondu bölgelerinde özellikle ailelerin eğitim durumunun düşüklüğü, beslenme, barınma ve eğitim olanaklarının yetersizliği gibi konular sorun olarak karşımıza çıkmakta ve okul öncesi eğitim ikinci plana atılmaktadır.

Okul öncesi eğitim programlarının değerlendirilmesinde çoğunlukla istatistiksel yöntemlerden faydalandığı görülmüştür (Bloodworth, 2001; Dinçer, Demiriz, 2001). Verilen eğitim programları çocukların eğitimsel, davranışsal ve sosyal yönden gelişimini hedeflemektedir. Bu tip araştırmalarda kullanılan istatistiksel yöntemler sosyal boyutta, davranışsal boyutta ve eğitsel boyutta ayrı ayrı bilgi verebilmekte ancak tüm boyutları birlikte ele alan bir değerlendirme yapmakta yetersiz kalmaktadır.

Bu çalışmada, Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2001 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında Antalya'daki gecekondu bölgelerinde yaşayan çocuklar için gerçekleştirdiği 6 yaş okul öncesi eğitim programının başlangıç ve bitişinde çocuklara uygulanan anket sonuçlarından elde edilen ham veriler öncelikle istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel veriler kullanılarak üç hedef programlama modeli oluşturulmuştur. Bu üç model, eğitim programının genel bir değerlendirmesini yapmayı amaçlamaktadır.

Her modeldeki karar değişkenleri aynıdır ve hane halkı sayısı ile konut tipi temel alınarak oluşturulmuştur. Kısıtlar çocuk ebeveyninin (daha çok anne) algılamasıyla çocuğun

davranışlarını kapsarken hedefler eğitimi veren öğretmenlerin Portage ve Denver II ölçeklerinden faydalanılarak hazırlanmış anketlere verdikleri yanıtlardan oluşmaktadır. Diğer bir ifade şekli ile öğretmenin çocuğa ilişkin algısını yansıtmaktadır. Modeldeki hedefler eğitim sonucunda gecekonda bölgesinde oturan çocuğun davranışsal ve sosyal yönden ilkökul eğitimine hazır olmasını, standart bir ilkökul birinci sınıf öğrencisinin seviyesine ulaşmasını ifade etmektedir. Ancak davranışsal ve sosyal boyutların (sosyal gelişim, dil gelişimi, bilişsel gelişim, motor gelişimi, özbakım becerileri) önemi aynı değildir. Uzmanlara göre 6 yaşındaki bir çocuğun ilkökulda başarılı olması için özbakım becerileri, sosyal gelişim, dil gelişimi diğer boyutlardan daha önemlidir (Shearer ve Shearer, 1999). Bu nedenle her boyutta hedefin ağırlığını bulmak amacıyla en uygun analitik yöntem olan "Analitik Hiyerarşi Yöntemi" nden faydalanılmıştır.

Birinci model eğitim programının başlangıcında çocukları annenin davranışsal ve sosyal, öğretmenin çocukların davranış, sosyal ve eğitim yönünden değerlendirdiği anketteki ham verilerin uygun hale getirilmesi ile oluşturulmuştur. Bu modelin sonuçlarına göre tüm boyutlarda en iyi durumda eğitime başlayan çocuklar hane halkı 7-9 arası ve 10 ile üzerinde olup yeterli durumda gecekonduda oturanlardır. Görüş aldığımız uzmanlara göre bu çocuklar çok kalabalık bir ortamda yaşadıklarından ve ailede okula giden çocuk sayısının fazlalığı nedeni ile az çocuklu ve yetersiz durumdaki konutlarda yaşayanlara göre daha avantajlı durumda bulunmaktadır.

İkinci model eğitim programının sonunda elde edilen verilerden oluşturulmuştur. Modelin çözümünden verilen eğitim sonucunda en başarılı olan grubun hane halkı sayısı 4-6 arası olup yeterli durumda gecekonduda yaşayan çocukların oluşturduğu grup olduğu görülmektedir.

Halbuki eğitimin başında ve sonunda en başarılı olanları belirlemek yerine eğitimden en fazla yararlanan yani eğitimin her boyutta en fazla katkı yaptığı çocukların hangi çocuklar olduğunu belirlemek daha rasyoneldir. Eğitimin sonunda elde edilen ham verilerden eğitimin başındaki ham verilerin çıkartılması ile ifade edilen veriler eğitimin her boyuttaki katkısını vermektedir. Bu nedenle, bu fark değerleri kullanarak üçüncü bir optimizasyon modeli oluşturulmuştur. Modelin çözümü sonucunda eğitim programından genel olarak tüm boyutlarda en büyük faydayı sağlayan grubun hane halkı sayısı 4'den az olup yetersiz durumda gecekonduda yaşayan çocuklar olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, verilen eğitimin tek çocuklu ve yetersiz durumda bir konutta yaşayan çocuklara genel olarak (tüm boyutlarda) diğerlerine göre daha fazla katkı yarattığı anlamına gelmektedir.

Araştırmada kullanılan üç model bütün erken çocukluk gelişimi programlarının değerlendirilmesinde istatistiksel yöntemleri tamamlayıcı bir araç olarak kullanılabilir. Modelin, tüm boyutları kapsayacak şekilde genel bir değerlendirme yapma imkanı vermesi, oluşturulması, çözümü ve elde edilen sonuçları yorumlamadaki kolaylığı ona gelecekte benzer çalışmalarda kullanılabilir bir teknik olma özelliği kazandırmaktadır.

KAYNAKÇA

- Allenson R., (1992), Genetic Algorithms with Gender for Multi-Function Optimisation, Teknik Rapor EPCC-SS92-01, Edinburgh Parallel Computing Centre, Edinburgh, Scotland.
- Altıparmak F., (1996), Genetik Algoritma ile Haberleşme Şebekelerinin Topolojik Optimizasyonu, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi
- Anlar B., Yalaz K., (1990), Denver II Gelişimsel Tarama Testi Türk Çocuklarına Uyarlanması ve Standardizasyonu.
- Aouni B., Kettani O., (2001), Goal Programming Model: A Glorious History and a Promising Future, *European Journal Of Operational Research*, 133, 225-231.
- Aytaç S., Bayram N., (2001), Üniversite Gençliğinin İş ve Eş Seçimindeki Etkin Kriterlerinin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Analizi, *İş-Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 3 (1), <http://www.isguc.org>.
- Azarm S., Reynolds B.J. Ve Narayanan S., (1999), Comparison of Two Multiobjective Optimization Techniques With and Within Genetic Algorithms, CD-ROM içinde Proceedings Of The 25th Asme Design Automation Conference, Vol. Paper No. DEIC99/DAC-8584, Las Vegas, Nevada.
- Ballesterio E., Romero C., (1994), Multiple Criteria Decision Making: Some Connections With Economic Analysis, Sixto R., (der.), *Decision Theory And Decision Analysis: Trends And Challenges* içinde, Kluwer Academic Public, 223-232.
- Bağış A., (1996), Genetik Algoritma Kullanılarak Ders Programının Optimum Şekilde Düzenlenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- Bayram, N, Sütütemiz N., (2001), Deprem Sonrası Adapazarı'nın Yerleşim Yeri Olarak Seçiminde Etkili Olan Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Belirlenmesi, *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi*, 19 (3), <http://iktisat.uludag.edu.tr/dergi>.

- Bingul Z., Sekmen A.S., Palaniappan S., Sabatto S., (2000), Genetic Algorithms Applied To Real Time Multi Objective Optimization Problems, In Proceedings Of The 2000 IEEE Souteast Konferansı (Southeastcon'2000), Nashville, Tennessee.
- Bloodwoorth B.D., (2001), A Study of the Formulation and Development of a Pre-kindergarten Program in a Public School, The University of North Carolina at Greensboro Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Boran S., (1987), Bir Çok Amaçlı Karar Verme Yönteminin Eleştirisel İncelemesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Boray A., (1993), Kesikli Üretim Sistemlerinde Çok Amaçlı İşyeri Düzenlemesi ve Bir Hastane Uygulaması, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Bunn W.D., (1984), *Applied Decision Analysis*, McGraw Hill (Mc Graw Hill Series In Quantative Methods For Management).
- Chan F.T.S., Abhary K., (1996), Design End Evaluation Of Automated Cellular Manufacturing Systems With Simulation Modeling And AHY Approach: A Case Study, *Integrated Manufacturing Systems*, 7 (6), 39-52.
- Chen H.K., (1994), A Note On A Fuzzy Goal Programming Algorithm By Tiwari, Dharmar And Rao, *Fuzzy Sets And Systems*, 62, 287-290.
- Chin K.S., Chiu S., Tummala, V.M.R., (1999), An Evaluation Of Success Factors Using The AHP to Implement ISO 14001-Based EMS, *International Journal Of Quality And Reliability Management*, 16 (4), 341-361.
- Coello C.C A., (1996), An Empirical Study Of Evolutionary Techniques For Multiobjective Optimization In Engineering Design, Tulane Üniversitesi Yayınlanmamış Doktora Tezi,

Coello C.C.A., (1999a), An Updated Survey Of Evolutionary Multiobjective Optimization Techniques: State of the Art and Future Trends, Evolutionary Computation Kongresi, Washington, D.C., IEEE Service Center, 3-13

Coello C.C.A., (1999b), A Comprehensive Survey Of Evolutionary- Based Multiobjective Optimization Techniques, Knowledge And Information Systems, *An International Journal*, 1(3), 269-308.

Colson G., Bruyn C.D., (1989), Models And Methods In Multiple Objectives Decision Making, *Mathematical Computer Modelling*, 12 (10/11), 1201-1211. Rodin E.Y., (der.) *Models And Methods In Multiple Criteria Decision Making* içinde, USA.

Cvetkovic D., Perme I.C., (1999), Genetic Algorithm-Based Multi-Objective Optimisation and Conceptual Engineering Design, Evolutionary Computation Kongresi, CEC99, 1, 29-36, Washington D.C., USA.

Çabuk G., (2002), Antalya Valiliği Erken Çocukluk Gelişimini Destekleme Projesi.

Deb K., (2001), Nonlinear Goal Programming Using Multi-Objective Genetic Algorithms, *Journal Of The Operational Research Society*, 52, 291-302.

Dündar C.A., (1995), Çok Amaçlı Karar Vermede Yeni Bir Yöntem ve Uygulaması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi

Demiriz S., Dinçer Ç., (2000), Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Özbakım Becerilerinin Annenin Çalışıp Çalışmama Durumuna Göre İncelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 58-65.

Erkiletlioğlu A., (2000), İşletmelerde Karar Verme ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Bir Uygulama, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Evren R., Ülengin F., (1992), *Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme*, İTÜ Matbaası, İstanbul.

- Fleming P.J., Purshouse R.C., (2001), Genetic Algorithms In Control Systems Engineering, Department Of Automatic Control And Systems Engineering University Of Sheffield, S1 3JD UK, Araştırma Raporu No:789.
- Golden L., Wasil E.A., Levy D.E., (1989), Applications Of The Analytic Hierarchy Process: A Categorized, Annotated Bibliography, Golden, B.L., Wasil, E.A., Harker P.T. (Der.) *The Analytic Hierarchy Process* içinde, Springer Verlag, New York, 37-58.
- Gondhalekar S., Karamchandani V., (1994), Robust Kaizen Systems, *The TQM Magazine*, 6 (3), 5-8.
- Hannan E.L., (1981), On Fuzzy Goal Programming, *Decision Sciences*, 12, 522-532.
- Harker P.T., (1989), The Art and Science of Decision Making: The Analytic Hierarchy Process, Golden B.L., Wasil E.A., Harker P.T. (Der.) *The Analytic Hierarchy Process* içinde, Springer Verlag, New York, 3-29.
- Harrison E.F., Pelletier A.M., (2000), Levels Of Strategic Decision Success, *Management Decision*, 38 (2), 107-117.
- Harrison E.F., Pelletier A.M., (1998), Foundations Of Strategic Decision Effectiveness, *Management Decision*, 36 (3), 147-159.
- Hastings S., (1996), A Strategy Evaluation Model for Management, *Management Decision*, 34 (1), 25-34.
- Hemaida R.S., Hupfer M.A., (Winter 1994/1995), A Multiobjective Model for Managing Faculty Resources, *Journal Of Applied Business Research*, 11, 24-32.
- <http://www.basarm.com.tr/yayin/tip/cocuk/cocuk5.htm> (Cebakan D.)
- <http://www.meb.gov.tr/index2.htm>
- http://www.okuloncesi.biz.tc/egitim/bilissel_gelisim.htm

http://www.okuloncesi.bz.tc/egitim/sosyal_gelisim.htm

http://www.okuloncesi.bz.tc/egitim/dil_gelisimi.htm

http://www.okuloncesi.bz.tc/egitim/hareket_gelisimi.htm

<http://ooegm.meb.gov.tr/projeler.htm>

<http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/evrimps>

<http://www.smokhyill.org/denver.htm>

Hwang C.L. ve Masud A.S , (1979), *Multiple Objective Decision Making Methods And Applications*, (Lecture Notes In Economics And Mathematical Systems) New York.

Kandır A , (2001), Çocuk Gelişiminde Okul Öncesi Eğitim Kurumlarının Yeri Ve Önemi, *Milli Eğitim Dergisi*, 151, <http://www.meb.gov.tr/index2.htm>

Kamarji H.H , (1995), Bulanık Hedef Programlama ve Bir Algoritma Önerisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Kamarji H.H , (1992), Çok Amaçlı Hedef Programlama ve Bir Hastane Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Kaya M., (1999), Genetik Algoritma ve Gezgin Satıcı Probleminin Çözümü, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.

Koçak N., (2001), Erken Çocukluk Döneminde Eğitim ve Türkiye'de Erken Çocukluk Eğitiminin Durumu, *Milli Eğitim Dergisi*, 151, <http://www.meb.gov.tr/index2.htm>

Koçel I., (1998), *İşletme Yöneticiliği*, Beta Yayınları, İstanbul.

Köksalan M., Beşeli Ç., (1989), A Variation Of The Methods Of Zions- Wallenius, Karpak B., Zions S., (der.), *Multiple Criteria Decision Making And Risk Analysis Using*

Microcomputer, NATO ASI Series, Series F Computer And System Sciences, 56, 283-291, Germany.

Kurt M, Semetay C., (2001), Genetik Algoritma Ve Uygulama Alanları, *Mühendis Ve Makine Dergisi*, 501.

http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2001/ekim/genetik_algoritma.Htm

Kuruüzüm A., Atsan N., (2001), Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, *Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi*, 1 (1), 83-105.

Kuruüzüm A., (1998), *Karar Destek Sistemlerinde Çok Amaçlı Yöntemler*, Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya.

Kuruüzüm O., (1986), Proses Endüstrisinde Proses Kontrolü Problemine Hedef Programlama ile Yaklaşım ve Alternatif Bir HP Algoritma Önerisinin Bir Uygulama Üzerinde Değerlendirilmesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi.

Lagréze E.J., Siskos Y., (2001), Preference Disaggregation: 20 Years of MCDA Experience, *European Journal Of Operational Research*, 130, 233- 245.

Lee S M., (1972), *Goal Programming For Decision Analysis*, Auerbach Publisher Inc. Philadelphia.

McClatchey C.A., (1998), A Multi-Criteria Model For Optimizing University Tution Structures, *Journal Of Applied Business Research*, 14 (2), 117-127.

Min H., (1994), International Supplier Selection: A Multi- Attribute Utility Approach, *International Journal Of Physical Distribution & Logistic Management*, 24 (5), 24-33.

Oğuz, Akbaş, <http://www.yeniweb.net/bilimsel>

Ramadhan R H., Wahhab H.I.A., Duffuaa S O., (1999), The Use Of Analytical Hierarchy Process In Pavement Maintenance Priority Ranking, *Journal Of Quality Maintenance Engineering*, 5 (1), 25-39.

- Rıfai A.K., (1996), A Note On The Structure Of The Goal-Programming Model: Assessment And Evaluation, *International Journal Of Operations And Production Management*, 16 (1), 10-19.
- Rubin P., Narasimhan R., (1984), Fuzzy Goal Programming With Nested Priorities, *Fuzzy Sets And Systems*, 14, 115-129.
- Saaty L. T., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Comp, USA.
- Shearer D., Shearer D., (1999), Portage Erken Çocukluk Dönemi Eğitim Semineri Notları, Hacettepe Üniversitesi.
- Shniederjans M.J., Hoffman J.J., (1999), Downsizing Production/ Operations With Multi-Objective Programming, *International Journal Of Operations & Production Management*, 19 (1), 79-91.
- Sipahi S., (1998), Çok Amaçlı Karar Verme Ve Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Srigiriraju K.C, (2000), Noninferior Surface Tracing Evolutionary Algorithm (NSTEA) For Multi Objective Optimization, North Carolina State Üniversitesi Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Şimşek B., (1997), Genetik Programlamanın Bir İşletme Öngörü Tekniği Olarak Kullanımı ve Uygulaması, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Tekin M., (1995), *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*, Kuzucular Ofset, Konya.
- Turgut P., Arslan A., (2001), Sürekli Bir Kirişte Maksimum Momentlerin Genetik Algoritmalar ile Belirlenmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3 (3), 1-9.

Vanderpooten D., (1989), The Interactive Approach in MCDA: A Technical Framework and Some Basic Conceptions, *Mathematical Computer Modelling*, 12 (10/11), 1213-1220. Rodin E Y., (der.), *Models And Methods In Multiple Criteria Decision Making* içinde, USA.

Vanderpooten D., Vincke P., (1989), Description And Analysis Of Some Representative Interactive Multicriteria Procedures, 12 (10/11), 1221-1238 Rodin E. Y., (der.), *Models And Methods In Multiple Criteria Decision Making* içinde, USA.

Wu N., Coppins R., (1981), *Linear Programming And Extensions*, McGraw Hill, USA.

Yang J., Lee H., (1997), An AHY Decision Model For Facility Location Selection, *Facilities*, 15 (9/10), 241-254.

Yılmaz N., (2000), Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Zionts Stanley, (1989), Multiple Criteria Mathematical Programming: An Updated Overview and Several Approaches, 56, 7-60. Karpak B., Zionts S., (der.) *Multiple Criteria Decision Making And Risk Analysis Using Microcomputers, Nato Ası Series, Series F Computer And System Sciences* içinde, Germany

Zionts S., (1985), Multiple Criteria Mathematical Programming: An Overview And Several Approaches, S 84-128. Fandel G., Sprank J. (der.), *Multiple Criteria Decision Methods And Applications* içinde, Springer Verlag.

Zionts S., Wallenius J., (1976), An Interactive Programming Method for Solving the Multiple Criteria Problem, *Management Science*, 22.

EK-1

Çocukların Gelişim Aşamalarını Ölçmek İçin Hazırlanan Anket Formu

Kreşin Adı:

Çocuğun Adı Soyadı:

Doldurulduğu Tarih:

Yönlendiricinin Adı Soyadı:

| SOSYAL GELİŞİM | | |
|--|---------------|------------|
| DAVRANIŞLAR | Değerlendirme | Düşünceler |
| 1- Kendi arkadaşlarını kendisi seçer. | | |
| 2- Denetlenmeden 4-5 çocukla kooperatif oyun kurar. (Küçük grup oyunları oynar) | | |
| 3- Oyunun kurallarını anlayabilir ve onlara uyar. | | |
| 4- Yetişkinlerin rollerini taklit eder. | | |
| 5- Basit alış veriş işlerini yapar. | | |
| 6- Yapamadığı işler için yetişkinden yardım ister. | | |
| 7- Küçük çocukları ve hayvanları sever. | | |
| 8- Üzüntü içinde olan arkadaşlarına yardım eder. | | |
| 9- Okul ve sınıf kurallarına uyar (sıra olur vb. gibi) | | |
| 10- Kendisi için amaç belirler ve bu doğrultuda etkinliklerini sürdürür. | | |
| 11- Kukla oynatarak veya kendisi rol alarak öyküyü dramatize eder. | | |
| DİL GELİŞİMİ | | |
| DAVRANIŞLAR | Değerlendirme | Düşünceler |
| 1- Adını soyadını söyler. | | |
| 2- Ailedeki kişilerin adını söyler. | | |
| 3- Telefon numarasını ve adresini söyler. | | |
| 4- Basit şakalar yapar. | | |
| 5- Günlük deneyimlerini anlatır. | | |
| 6- 3 veya 5 bölümlük öyküyü birleştirir anlatır. | | |
| 7- Sözcükleri tanımlar (Masa, ev, elma, top, araba, merdiven, bardak, soba gibi 8 sözcükten 6 tanesine doğru yanıt vermelidir.) | | |
| 8- Zıt anlamlı sözcüklere doğru yanıt verir (Temiz X pis, şıman X zayıf, Sert X yumuşak, Ağır X hafif, gece X gündüz 5'te 4 geçer). | | |
| 9- "Eğer Olsaydı ne olurdu?" sorusunu yanıtlar (eğer yumurtayı düşürseydin ne olurdu? Gibi) | | |
| 10- Dün ve yarın anlamlı olarak kullanır. | | |
| Not: 7. Bölümde çocuğa "ev nedir?" diye sorulmalıdır. Çocuğun buna uygun ve mantıklı bir yanıt vermesi gerekmektedir. "Ev içinde yaşadığımız, üzerinde çatısı olan yer gibi) | | |
| 8. Bölümde; yönlendirici çocuğa "bana tersini söyle" demelidir. | | |

| BİLİŞSEL GELİŞİM | | |
|--|----------------------|-------------------|
| DAVRANIŞLAR | Değerlendirme | Düşünceler |
| 1- 1'den 10'a kadar rakamları isimlendirir. | | |
| 2- Ana ve ara renkleri tanır. | | |
| 3- Kendi sağını ve solunu bilir. | | |
| 4- Dokunarak soğuk, sıcak, ılık nesnelere ayırt eder. | | |
| 5- 1'den 20'ye kadar olan rakamlar arasından isimlendirilen rakamı gösterir. | | |
| 6- 8 sayısının ardından gelen rakamı söyler. | | |
| 7- Sıra dizisi içinde eksik olan rakamı bulup isimlendirir. | | |
| 8- Nesnelere sıra içindeki pozisyonunu birinci, ikinci, üçüncü olarak isimlendirir. | | |
| 9- Sıra ile haftanın günlerini söyler. | | |
| 10- Doğum gününü gün ve ayı söyler. | | |
| 11- Bir günü sabah- öğle- akşam olarak algılar. | | |
| MOTOR GELİŞİMİ | | |
| DAVRANIŞLAR | Değerlendirme | Düşünceler |
| 1- Kalem düzgün tutar. | | |
| 2- Modele bakarak üçgen resmi çizer. | | |
| 3- Kapısı, penceresi ve bacası olan ev resmi çizer. | | |
| 4- Nokta nokta verilen bir resmin noktalarını birleştirir. | | |
| 5- 6 kısımlı bir adam resmi çizer. | | |
| 6- Adının soyadının üzerinden geçebilir. | | |
| 7- Dikey (I), yatay (-), Eğri (), eğik (/) çizgilerini çizer. | | |
| 8- Sınırlı boyama yapar. | | |
| 9- Yardım görmeden bir kağıdı 20-30 cm. kadar keser. | | |
| 10- Kağıdı çapraz ikiye katlar. | | |
| 11- Verilen sıralamaya göre ipe boncuk dizer (renk, büyüklük vb.) | | |
| 12- Tek ayağı üzerinde 10 sn. durur. | | |
| 13- 5 kez üst üste sekerek sıçrama hareketi yapar. | | |
| 14- Kaydırığın merdivenlerinden çıkar. | | |
| 15- 30 cm. yükseklikten atlar. | | |
| 16- Basit bir müziğin tempo ve ritmine uyarak dans eder. | | |
| 17- Zıplayan bir topu yakalar. | | |
| ÖZBAKIM BECERİLERİ | | |
| DAVRANIŞLAR | Değerlendirme | Düşünceler |
| 1- Üzerini ıslatmadan elini yüzünü yıkar. | | |
| 2- Saçlarını tarar, dişlerini fırçalar. | | |
| 3- Tuvaletini yalnız başına yapar. | | |
| 4- Sofra kurallarına uygun olarak, çatal-bıçak-kaşık kullanır. | | |
| 5- Düğmelerini ilikler ve çözer. | | |
| 6- Ayakkabılarını bağlar. | | |
| 7- Yalnız başına giyinip soyunur. | | |
| 8- Karşıdan karşıya emniyetli bir şekilde geçer (durup- sağ- solu kontrol ederek) | | |
| 9- Havaya uygun giyecek seçer. | | |

EK-2

İlk Test- Son test (Değerlendirme Testi)

Çocuğun Adı Soyadı :
 Doğum Tarihi :
 Cinsiyeti :
 Okul Adı :
 Testin Verildiği Tarih :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1- Hangisi yaşlı göster | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2- Hangi çiçek büyümeye başlamış? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3- Kim zor bir iş yapıyor? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4- Dışarıda oynayan çocukları göster. | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5- Hangisinin şapkası yok? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6- Hangisi sağlıklı? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7- Hangisi eğri çizgi? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8- Hangi tekneler eşit büyüklükte? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 9- Hangi kayık geniş? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10- En kalın ekmek hangisi? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 11- Hangisi eğik çizgi? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 12- Hangi çocuğun sütü en az? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13- Suyun üstünden geçen yolu göster. | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 14- Masanın ortasında duran oyuncacı göster | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15- Hangi taş düzgün? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16- Hangi uçak bulutların üzerinden uçuyor? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 17- Altı çizgili olan oyuncak hangisi? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 18- Hangi tahta tam ortadan ikiye bölünmüş? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 19- Hangisi kız çocuk? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20- Genç olan hangisi? | 1 | 2 | 3 | 4 |

Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI : Emre İPEKÇİ ÇETİN

Doğum Tarihi ve Yeri : 24.05.1977, Almanya

Medeni Durumu : Evli

Eğitim Durumu

Mezun Olduğu Lise : Gazi Lisesi, Antalya.

Lisans Diploması : Akdeniz Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi
Matematik Bölümü

Tez Konusu : Çok Amaçlı Karar Verme Konusunda Yeni Yaklaşımlar
Ve Okul Öncesi Eğitime İlişkin Bir Uygulama

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurumlar

2000- : Akdeniz Üniversitesi SBE, Araştırma Görevlisi, Antalya.

1998- 2000 : Pamfilya Turizm Seyahat ve Vapurculuk Tic. A.Ş.

Adres : Akdeniz Üniversitesi İİBF, Kampüs ANTALYA

Telefon : 0 242 310 18 39 (iş)

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ**