

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ESTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MERKEZİ OLMAYAN İKİ SEVİYELİ ÇOK AMAÇLI
KESİRLİ PROGRAMLAMA PROBLEMİ İÇİN JACOBIAN
MATRİSİ TABANLI BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA
YAKLAŞIMI**

**Hazırlayan
Yasemin KÖSE**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. M. Duran TOKSARI**

Yüksek Lisans Tezi

**Mart 2012
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

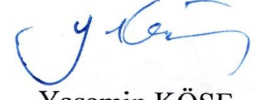
**MERKEZİ OLMAYAN İKİ SEVİYELİ ÇOK AMAÇLI
KESİRLİ PROGRAMLAMA PROBLEMİ İÇİN JACOBIAN
MATRİSİ TABANLI BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA
YAKLAŞIMI
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Yasemin KÖSE**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. M. Duran TOKSARI**


**Mart 2012
KAYSERİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Yasemin KÖSE

Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemi İçin Jacobian Matrisi Tabanlı Bulanık Hedef Programlama Yaklaşımı adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Tezi Hazırlayan

Yasemin KÖSE



Danışman

Yrd. Doç. Dr. M. Duran TOKSARI



Endüstri Mühendisliği ABD Başkanı

Doç. Dr. Mithat ZEYDAN

Yrd. Doç. Dr. M. Duran TOKSARI danışmanlığında **Yasemin KÖSE** tarafından hazırlanan “**Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemleri İçin Jacobian Matrisi Tabanlı Bulanık Hedef Programlama Yaklaşımı**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.


08/03 /2012

JÜRİ:

Danışman : Yrd. Doç. Dr. M. Duran TOKSARI



Üye :Yrd. Doç. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN

Üye :Yrd. Doç. Dr. Celal ÖZTÜRK



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 13/03/2012 tarih ve 2012/13-02 sayılı kararı ile onaylanmıştır.


13/03/2012

 Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez yazımının tüm aşamalarında sahip olduğu bilgileri paylaşarak, getirdiği özgün yaklaşımlar ve yorumlarıyla, güven aşılayıcı, özverili ve sabırlı tutumuyla tezin oluşumuna büyük katkıda bulunan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Duran TOKSARI'ya;

Ayrıca tez yazımı sırasında manevi desteklerini her zaman hissettiğim sevgili annem Asiye KÖSE ve abim Serhan KÖSE'ye

Şu an yanımda olmayan fakat bu tez dahil olmak üzere hayatımın tümüne azmi ve kararlılığı ile ışık tutan, kendisine çok şey borçlu olduğum ve tezimi adadığım kişi olan rahmetli babam Ali KÖSE'ye; en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yasemin KÖSE
Kayseri, Mart 2012

**MERKEZİ OLMAYAN İKİ SEVİYELİ ÇOK AMAÇLI KESİRLİ
PROGRAMLAMA PROBLEMİ İÇİN JACOBIAN MATRİSİ TABANLI
BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI**

Yasemin KÖSE

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Mart 2012

Danışman: Yrd. Doç. Dr. M. Duran TOKSARI

KISA ÖZET

Bu çalışma, Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Probleminin (MİS_ÇAKPP) çözümüne ışık tutmaktadır. Birinci seviyede tek karar vericiden, ikinci seviyede iki karar vericiden oluşan hiyerarşi yapısına sahip, MİS_ÇAKPP'nin çözümü için jacobian matrisi tabanlı bulanık hedef programlama yaklaşımı sunuldu. Önerilen yaklaşımla, her iki seviyedeki karar vericilerin bütün amaç fonksiyonları için üye fonksiyonları oluşturuldu ve bu üye fonksiyonları jacobian matris kullanılarak doğrusallaştırıldı. Daha sonra, bütün karar vericiler için en memnun edici çözüm elde edilerek, üyelik fonksiyonlarının en yüksek dereceye ulaşması için bulanık hedef programlama yaklaşımı kullanıldı. Önerilen yaklaşımın etkinliğini ve üstünlüğünü göstermek için bilinen sayısal bir örnek çözüldü ve ayrıca bir uygulama yapıldı.

Anahtar Kelimeler: Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemi; kesirli programlama; hedef programlama; jacobian matris.

**INTERACTIVE FUZZY GOAL PROGRAMMING BASED ON JACOBIAN
MATRIX TO SOLVE DECENTRALIZED BI-LEVEL MULTI-OBJECTIVE
FRACTIONAL PROGRAMMING PROBLEM**

Yasemin KÖSE

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, March 2012

Supervisor: Yrd. Doç.Dr. MehmetDuranTOKSARI

ABSTRACT

This paper attempts to shed light on the solving decentralized bi-level multi-objective fractional programming problems (DBL-MOFPP) with single decision maker at the first level and multiple decision makers at the second level. In this paper we proposed a fuzzy goal programming (FGP) based on Jacobian matrix for DBL-MOFPP. In the proposed approach, membership functions are associated for the fuzzy goals of all objectives at two levels and they are linearized using a Jacobian matrix. Then FGP approach is used to achieve highest degree of each of membership goals by obtaining the most satisfactory solution for all decision makers. We used known numerical example and practical application are used in order to show the efficiency and superiority of the proposed approach.

Keywords: Decentralized bi-level multi-objective fractional programming problems; fractional programming, fuzzy goal programming, jacobian matrix.

İÇİNDEKİLER

MERKEZİ OLMAYAN İKİ SEVİYELİ ÇOK AMAÇLI KESİRLİ PROGRAMLAMA PROBLEMİ İÇİN JACOBIAN MATRİSİ TABANLI BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI

	Sayfa No
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISA ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLO ve ŞEKİL LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR TARAMASI

2. BÖLÜM

KARAR VERME

2.1. Karar Verme Kavramı	7
2.2. Karar Verme Süreci.....	10
2.3. Karar Yapıları.....	12
2.4. Çok Amaçlı Karar Verme.....	13
2.4.1. Çok Amaçlı Karar Vermede Temel Kavramlar	14

3. BÖLÜM

BULANIK MANTIK

3.1. Bulanık Mantık Kavramı.....	17
3.2. Bulanık Mantığın Tarihçesi ve Uygulama Alanları.....	19
3.3. Bulanık Küme Teorisi.....	22
3.3.1. Üyelik Fonksiyonu.....	23

4. BÖLÜM

PROBLEMİN TANIMLANMASI

4.1. Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemi...	26
--	----

5. BÖLÜM

MERKEZİ OLMAYAN İKİ SEVİYELİ ÇOK AMAÇLI KESİRLİ PROGRAMLAMA PROBLEMİ İÇİN BULANIK AMAÇ PROGRAMLAMA

5.1. Modelde Kullanılan Üyelik Fonksiyonun Yapısı	31
5.2. Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemi İçin Bulanık Amaç Programlama Yaklaşımı	33
5.2.1. Jacobian Matris Yaklaşımı Kullanılarak Üye Fonksiyonun Doğrusallaştırılması.....	33
5.3. MİS-ÇALPP İçin Bulanık Amaç Programlama Modeli.....	35
5.4. MİS-ÇAKPP Çözümü İçin Bulanık Amaç Programlama Algoritması.....	37

6. BÖLÜM

BULGULAR

6.1. Sayısal Örnek	39
6.2. Uygulama.....	45

7. BÖLÜM

SONUÇLAR–TARTIŞMA VE ÖNERİLER

KAYNAKÇA.....	51
ÖZGEÇMİŞ	58

TABLO ve ŞEKİL LİSTESİ

Tablo 2.1. Karar Verme Süreci.....	10
Tablo 3.1. Bulanık mantığın bazı uygulama alanları.....	21
Tablo 3.2. Boy sözel değişkeni için klasik kümenin karakteristik fonksiyonu.....	25
Tablo 3.3. Boy sözel değişkeni için bulanık kümenin üyelik fonksiyonu.....	25
Tablo 6.1. Minimum ve maksimum değerler, aspirasyon seviyesi, tolerans limiti ve ağırlıklar.....	40
Tablo 6.2. Kısıtlar altında her iki seviyedeki üye fonksiyonları için çözümler.....	41
Table 6.3. Diğer alternatif optimum çözümler kullanılarak Baky'nin çözümü ve önerilen yaklaşımın karşılaştırılması.....	44
Tablo 6.4. Uygulama için ürün bilgileri.....	45
Tablo 6.5. Aspirasyon seviyesi, tolerans limiti ve ağırlıklar.....	47
Şekil 2.1. Yönetim Düzeyleri-Karar ilişkisi.....	12
Şekil 3.1. Boy sözel değişkeni için klasik kümede karakteristik fonksiyon.....	24
Şekil 3.2. Boy sözel değişkeni için bulanık kümede üyelik fonksiyonu.....	24
Şekil 4.1. Merkezi olmayan iki seviyeli karar verme probleminin yapısı.....	27
Şekil 5.1. Minimizasyon şeklindeki amaç fonksiyonunun üye fonksiyonu.....	32

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
$\mu_i(x)$	üyelik fonksiyonu
m	karar verici sayısı
$f_{ij}(x)$	i 'nci karar vericinin j 'nci amaç fonksiyonu
p_i	i 'nci karar vericinin amaç fonksiyonu sayısı
s	kısıt sayısı
A_i	$(s \times p)$ büyüklüğündeki katsayı matrisi
g_{ij}	i 'nci karar vericinin j 'nci amaç fonksiyonu için aspirasyon seviyesi
t_{ij}	i 'nci karar vericinin j 'nci bulanık hedefi için en yüksek tolerans limiti
J	Jacobian matris
w_{ij}	i 'nci karar vericinin j 'nci bulanık hedefinin önem ağırlığı
D_{1j}^-	istenilen hedef değerinin altında olan sapma
D_{1j}^+	istenilen hedef değerinin üstünde olan sapma

Kısaltmalar	Açıklama
MİS_ÇAKPP	Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemi
MİS_ÇALPP	Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Lineer Programlama Problemi
KV	Karar Verici
BSKV	Birinci Seviyedeki Karar Verici
İSKV	İkinci Seviyedeki Karar Verici

GİRİŞ

Karar verme, belirli bir eyleme yönelik birden fazla seçenek arasından belirli bir tanesinin seçilmesidir. Karar verme problemi de en genel anlamda bir dizi seçenek arasından en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun alternatifin seçilmesi şeklinde tanımlanabilir. Dolayısıyla bir karar verme probleminin elemanları, karar vericiler, amaç ya da amaçlar, seçenekler ve ölçütlerdir.

Bir amacın tanımlanmasındaki ifadelerin belirsizliğine bulanıklık denilebilir. Bulanık mantık, bir bulanık küme mantığına dayanır. Karar verme sürecinde eksik ve sayısal olmayan bilgiler olması durumunda bulanık küme teorisi karar verme sürecine dahil edilerek daha etkin kararlara ulaşılabilmektedir. Karar verme süreci belirsizlikler içermekte ve klasik karar verme yöntemleri belirsiz ve kesin olmayan durumları ele almada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle bu gibi durumlarda bulanık karar verme yöntemlerini kullanmak daha uygun olacaktır. Klasik küme kavramında bilindiği gibi bir eleman bir kümenin ya üyeliğidir ya da üyeliği değildir. Bulanık mantıkta ise üyelik fonksiyonu (μ) 0 ile 1 arasında değişmekte ve 0; kümeye üyelik olmamayı anlatırken, 1; kümenin üyeliği olmayı ifade etmektedir. Gerçek hayatta, pek çok durumun kesin tanımını yapmak olanaksızdır. Bunun sebebi gerçek hayattaki yüksek derecedeki belirsizliktir.

Bu çalışmada Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemi (MİS_ÇAKPP) çözümü için jacobian matris temelli bulanık amaç programlama modeli ele alınacaktır. Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı karar verme problemi çözüm yönteminde her karar vericiye farklı amaçlar, karar değişkenleri kümesi ve tüm karar vericileri etkileyen ortak kısıtlar kümesi atanır. Birinci seviye tek karar verici, ikinci seviye ise organizasyonun yapısındaki birden fazla karardan oluşur. Merkezi olmayan sistemlerde farklı seviyelerdeki amaçlar da farklıdır. Eğer bir problemin amaç fonksiyonu iki fonksiyonun oranı şeklinde ise bu problem kesirli

programlama problemi olarak ele alınmaktadır. Bu durumda karar vericilerin amaç fonksiyonları kesirli, kısıtları ise lineer fonksiyonlar olacaktır.

Çok amaçlı karar problemlerinin çözümünde kullanılan hedef programlamada hedefler karar verici tarafından belirlenmekte ve bu hedefler doğrultusunda problem çözülmektedir. Ancak hedeflerin belirlenmesinde karar vericiler her zaman emin olmayabilir ve dolayısıyla hedef değerlerinde belirsizlikler olabilir. Bu gibi durumlarda bulanık hedef programlama yaklaşımı kullanılabilir.

Bulanık ortamlarda merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama probleminin her amacı ile ilgili üyelik fonksiyonları oluşturulur. Böyle bir ortamda bulanık hedefler 0-1 arasında değer alabilen üyelik fonksiyonları ile temsil edilmektedirler. Söz konusu üyelik fonksiyonları elemanların bir bulanık kümeye ait olma derecelerini belirlemektedir. MİS_ÇAKPP'nin her amacı ile ilgili üyelik fonksiyonları jacobian matris kullanılarak dönüştürülecektir. Burada jacobian matrisi her amaçla ilgili kesirli üyelik fonksiyonlarını doğrusallaştırmak için kullanılacaktır. Jacobian matrisi, skaler veya vektörel değerli fonksiyonların bütün l . dereceden kısmi türevlerinin matrisidir. $y_1(x_1, \dots, x_n), \dots, y_n(x_1, \dots, x_n)$ şeklinde n gerçek değerli elemanlardan oluşan fonksiyonlardır. Bu fonksiyonların kısmi türevleri $(m \times n)$ matrisi oluşturur. Jacobian matrisin önemi, verilen bir noktanın yakınındaki türevlenebilir bir fonksiyona en iyi doğrusal yaklaşımı sunar. Bu anlamda jacobian matris çok değişkenli bir fonksiyonun türevidir. Bu çalışmada jacobian matris kullanılarak, iki seviyedeki her bir amaçla ilgili kesirli üyelik fonksiyonuna denk bir polinomal üyelik fonksiyonu elde edilecektir. Üyelik fonksiyonları jacobian matris yaklaşımı kullanılarak doğrusallaştırıldıktan sonra MİS_ÇAKPP merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı doğrusal programlama problemine (MİS_ÇALPP) dönüşmektedir. Daha sonra MİS_ÇALPP'nin çözmek için bulanık amaç programlama modeli geliştirilecektir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR TARAMASI

Karar vericinin her bir amaç fonksiyonu ile ulaşmak istediği sonucu belirlemesi zor bir iştir. Bu gibi karar verme durumlarında elde edilen veriler bulanık ve belirsizdir. Bulanık küme teorisi bu tip belirsizlikleri çözmek için kullanılmaktadır.

Bulanık mantık kuramı ilk olarak Lotfy A. Zadeh tarafından 1965 yılında geliştirilmiştir [1]. Daha sonra Bellman ve Zadeh [2], bulanık ve belirsiz ortamlarda karar verme durumunda bulanık küme teorisinin kullanılmasına yönelik uygulamalar önermiştir. Zimmerman [3, 4], tek ve çok amaçlı doğrusal programlama problemlerinin çözümünde bulanık optimizasyon tekniğini önermiştir. Narsimhan [5], bulanık hedef değerlerin belirlenmesinde bulanık hedef programlamanın kullanılmasını önermiştir. Yang, Ignizio ve Kim [6] de bulanık hedef programlama modellerini doğrusal olmayan üyelik fonksiyonlarıyla formüle etmiştir.

İki seviyeli programlama problemi, birinci ve ikinci seviye olmak üzere iki seviyeden oluşur. Birinci seviyedeki karar verici, merkez olarak adlandırılır. İkinci seviyedeki karar verici ise takipçi olarak adlandırılır. Lider kendi amaçlarını diğerlerinden bağımsız olarak optimize etmektedir ancak takipçilerden etkilenmektedir [7, 8]. İki seviyeli programlama, kararların iki seviyeli hiyerarşik yapıda ve her karar vericinin diğer karar vericiler üzerinde doğrudan kontrolü olmadığı durumlarda ortaya çıkar. Ancak bir karar verici tarafından yapılan eylemlerden diğer karar verici etkilenir [9-19].

Geleneksel tek seviyeli programlama modelleri ile iki seviyeli programlama modelleri karşılaştırılırsa, iki seviyeli programlama modellerinin daha üstün olduğu görülmektedir. İki seviyeli programlama modellerinin ana avantajı, karar verme sürecinde iki farklı ve hatta birbiriyle çelişen amaçları aynı anda analiz etmek için

kullanılabilmesidir. Huijun ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, lojistik dağıtım merkezleri için optimum yer araştırması problemine iki seviyeli programlama modeli yaklaşımı sunmuştur [20].

Bulanık parametrelili iki seviyeli programlama üzerine yapılan araştırmalar, literatürde bulanık iki seviyeli programlama olarak adlandırılmıştır. Örneğın Sakawa ve arkadaşları ortak bulanık iki seviye programlama problemlerini formüle etmiş ve problemin çözümü için interaktif bulanık programlama yaklaşımı sunmuşlardır [7, 21-25]. Sakawa ve Nishizaki [7]'te yaptıkları çalışmada iki seviyeli lineer kesirli programlama problemi için bulanık programlama yöntemini genişletmişlerdir. İnteraktif metod iki fazdan oluşmaktadır. Birinci fazda, her iki seviyedeki karar vericilerin bulanık amaçları belirlenmektedir. Daha sonra, öznel olarak en üst seviyedeki karar verici, mümkün olduğunca tatminkâr bir seviyeyi belirtmektedir. Zhang ve arkadaşları [26]'daki çalışmada, bulanık talep ve çok amaçlı konularının her ikisini açıklamış olup, bulanık çok amaçlı iki seviyeli programlama modelini önermişlerdir. Bulanık talepli çok amaçlı iki seviyeli karar verme problemlerini çözmek için dal-sınır algoritması yaklaşımı geliştirmişlerdir. Baky [27], merkezi olmayan iki seviyeli programlama problemlerinin çözümü için bulanık amaç programlama algoritması önermiştir. Ahlatçioğlu ve Tiryaki [28], merkezi olmayan iki seviyeli lineer kesirli programlama problemi için iki yeni interaktif bulanık programlama yaklaşımı sunmuştur. Fakat bu çalışmada, her iki seviyedeki karar vericilerin tek amacı olduğu varsayılmıştır. Sakawa [29], ev aletleri üreticisi için, merkezi olmayan iki seviyeli taşıma problemine interaktif bulanık programlama metodu uygulamıştır. Ev aletleri üreticisinin iki amacı vardır. Mishra [30], iki seviyeli lineer kesirli programlama problemine ağırlıklandırma metodu ile çözüm önermiştir. Roghian ve arkadaşları [31], iki seviyeli lineer çok amaçlı programlama problemine olasılıksal bir model ileri sürmüş ve girişimci-tedarik zinciri planlama problemine uygulamıştır. Bu olasılıksal model deterministik denk bir modele dönüştürülmüştür. Emam [32], iki seviyeli tamsayı doğrusal olmayan programlama problemleri için bulanık yaklaşım modeli ileri sürmüştür. Andersson ve Marklund [33], bir depo N farklı perakendeciden oluşan iki seviyeli bir dağıtım sisteminde merkezi olmayan stok kontrol modeli geliştirmişlerdir. Bard ve arkadaşları [34], biyoyakıt üretimi için vergi kredilerinin belirlenmesine iki seviyeli programlama yaklaşımı ileri sürmüşlerdir. Modelde birinci seviyedeki karar verici hükümettir ve amacı yıllık vergi

kredilerini minimize etmektir. İkinci seviyedeki karar verici ise tarım sektörüdür ve amacı en iyi ürün karışımını seçerek karı maksimize etmektir.

Literatürde, çok seviyeli programlama problemleri, iki seviyeli programlama problemleri kadar yaygın değildir. Çok seviyeli programlama problemlerinin çözümü için üye fonksiyonları tolerans kavramını kullanarak bulanık yaklaşımı ilk kez Lai [35] tarafından 1996'da geliştirilmiştir. Shih ve arkadaşları [36], çok seviyeli programlama problemlerinin çözümü için kompensatör olmayan max-min toplama operatörü kullanarak Lai'nin kavramını geliştirmişlerdir. Daha sonra, Shih ve Lee de [37], çok seviyeli programlama problemlerinin çözümü için kompensatör bulanık operatör kullanarak Lai'nin kavramını modifiye etmişlerdir. Sinha [38, 39] çok seviyeli lineer programlama problemlerini çözümüne ulaşmak için bulanık matematiksel programlama yaklaşımını uygulamıştır. Abo-Sinna ve Baky [40] çok seviyeli çok amaçlı programlama problemlerinin çözümü için interaktif denge uzay yaklaşımını sunmuştur. Abo-Sinna ve Baky çalışmalarında üç seviyeli karar verme modeli ve bu gibi modellerin çözümü için bir algoritma önermiştir. Madadi ve arkadaşları [41], tedarikçi-depo-perakendeciden oluşan çok seviyeli stok yönetim modeli üzerine çalışmışlardır. Sinha [42], çok seviyeli merkezi olmayan programlama problemlerine Karush-Kuhn-Tucker (KKT) dönüşüm metodu uygulamıştır. Daha önce KKT dönüşüm metodu, karar değişkenlerinin belirli alt kümelere ayrıldığı ve her karar vericinin sadece bir alt kümeyi kontrol edebildiği sistemler için uygulanmıştır. Sinha ise [42], karar vericilerin belirli karar değişkenleri üzerinde mutlak bir şekilde kontrol edebildiği ve bazı değişkenlerin ortak olabileceği için iki ya da daha fazla karar verici tarafından kontrol edilebildiği durumda, çok seviyeli merkezi olmayan programlama problemleri için KKT dönüşüm metodunu uygulamıştır. S.Pramanik ve T.K.Roy [43], çok seviyeli programlama problemlerine bulanık amaç programlama yaklaşımı sunmuştur. S. Sinha [39]' da yaptığı çalışmada, çok seviyeli programlama problemlerine alternatif bir bulanık matematiksel model önermiştir. Modelde bütün seviyedeki karar vericilerin tek bir amacı olduğu düşünülmüştür. M.Sakawa ve I.Nishizaki [44], çok seviyeli lineer programlama problemleri için interaktif bulanık programlama yöntemini sunmuştur. Sakawa ve arkadaşları [45], çok seviyeli 0-1 programlama problemleri için genetik algoritma vasıtasıyla interaktif bulanık programlama yöntemini sunmuşlardır. Sakawa ve arkadaşları [46], bulanık parametrelili çok seviyeli lineer programlama problemleri için

bulanık matematiksel programlama metodunu önermişlerdir. Bulanık yaklaşımların temel görüşü aynıdır. Memnun edici bir çözüm elde etmek için, çözüm araştırma sürecinde belirlenen üye değerlerin yeniden tanımlanarak ve tekrar tekrar problemin yeniden değerlendirilmesi görüşünü temel almaktadır [40]. Bulanık amaç programlama Mohamed [47] tarafından geliştirilmiştir. Mohamed'in bulanık amaç programlaması [48] de çok amaçlı lineer kesirli programlama problemleri, [49] da her seviyede tek amaç fonksiyonlu iki seviye programlama problemleri, [50] de iki seviye ikinci derece programlama problemleri ve [51] de her seviyede tek amaç fonksiyonlu çok seviyeli programlama problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Abd El-Wahed ve M. Lee [52] çok amaçlı taşıma problemleri için interaktif bulanık amaç programlama modeli sunmuştur.

Bu çalışmada, merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemine jacobian matrisi tabanlı bulanık hedef programlama yaklaşımı sunulmaktadır. Merkezi olmayan iki seviyeli programlama problemlerine, jacobian matrisi yaklaşımı ile üye fonksiyonların doğrusallaştırılarak, bulanık hedef programlama yaklaşımının uygulanması literatürde ilk kez yapılan bir çalışmadır.

2. BÖLÜM

KARAR VERME

İnsanlar, kişisel gereksinimlerini ve toplumsal ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli karar verme kavramı ile karşı karşıya kalırlar. Karar, bir iş ya da sorun hakkında düşünülerek verilen kesin yargıdır. Karar verme ise, genel anlamda, karar vericinin değişik alternatifler arasından, kendi amaçlarına uygun, kendisince önceden belirlenmiş belirli kriterlere göre en uygun alternatifi seçebilmesidir [53].

Karar teorisi, karar verme işlemini analitik ve sistematik bir yaklaşımla incelemektedir. Karar teorisinde kullanılan matematiksel modeller, işletme yöneticilerine en iyi kararın verilmesinde yardımcı olmaktadır. Karar teorisine göre verilecek iyi bir karar, mantıksal bir esasa dayanan sayısal bir yaklaşımla seçenekler arasından en iyi olanı seçilerek verilmektedir. İyi bir karar, bazı durumlarda hemen beklenen ve istenilen sonuçları veremeyebilmektedir. Fakat bu durum, uzun dönemde kararın iyi olma özelliğini değiştirmez. Karar teorisine göre kötü bir karar, mantıksal bir esasa dayanmayan, sayısal yaklaşım yerine subjektif bir yaklaşımla, bütün seçenekleri göz önüne almadan verilen bir karardır [54].

2.1. Karar Verme Kavramı

Karar verme, insanın yaşamı boyunca hemen hemen her dönemde karşılaştığı bir olgudur. İnsan hayatı boyunca çeşitli alternatifler arasından seçim yapmak zorunda kalır [55]. Karar verme, bir amaca ulaşabilmek için eldeki olanak ve koşullara göre mümkün olabilecek çeşitli faaliyetlerden en uygun olanı seçmektir [56]. Başka bir tanıma göre karar verme, hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi yönünde alternatif eylem planlarından birini seçme sürecidir. Bu süreç içinde mevcut tüm alternatifler, faaliyetler,

seçenekler, olasılıklar, stratejiler içinden amaç veya amaçlara uygun ve mümkün bir veya bir kaçı seçilir [55].

Bir problemin karar problemi olabilmesi için Őu Őartları birlikte taŐıması gerekmektedir [55]:

- Birden çok davranış yolunun bulunması,
- Her bir davranıŐın sonuçlarının birbirinden farklı olması,
- GerçekleŐtirilmek istenen birtakım amaçların olması.

Tek bir davranış yolunun bulunması durumunda, karar vermeden söz edilemez. Çünkü böyle bir durumda çözüm tektir ve mutlaka uygulanacaktır. Tüm bu koŐulların var olması durumunda karar verici, problemin yapısını bir model biçiminde ortaya koyabilir [57].

Kuruüzüm [58], karar verme ile ilgili özellikleri üç ana baŐlıkta toplamıŐtır.

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

İnsanlar günlük yaŐantılarında ne zaman kalkacaklarına, ne yiyeceklerine, ne giyeceklerine ve ne zaman uyuyacaklarına dair karar vermek durumundadır. Bunun yanında işletme yöneticileri de, karŐılaŐtıkları problemleri çözümlemek ve amaçları gerçekleŐtirmek için sürekli olarak karar vermek durumundadır [57]. Yöneticiler, sadece kişisel yaŐantıları üzerine karar vermezler. Onlar aynı zamanda çalıŐtıkları kuruluŐlarla ilgili kararlar da verirler [56]. Zamanlarının büyük bir bölümünü; işletmenin kurulması, üretim, pazarlama, finansman, işletmenin organizasyonu ve yönetimi gibi başlıca konularda karar verme eylemine ayırırlar [59]. Günümüz piyasalarında rekabet Őartlarındaki artıŐa bağlı olarak bu piyasalarda faaliyet gösteren iŐletmelerin baŐarısı, büyük ölçüde yöneticilerin alacakları kararların isabet derecesine bağlı olacaktır. İŐletmelerin ellerindeki sınırlı kaynakların verimli bir Şekilde kullanılabilmesi, alternatif çözüm yolları arasında iyi bir seçim yapılarak alınacak olan kararların optimal olmasına bağlıdır [54].

İyi bir karar; mantığa dayanan, var olan tüm verileri ve olası alternatifleri dikkate alan ve nicel yaklaşıma başvurarak elde edilen karardır. Bazen iyi bir karar ile beklenmedik veya uygun olmayan bir sonuç elde edilebilir. Fakat bu o kararın iyi olma özelliğini değiştirmez. Öte yandan, kötü bir karar ise mantığa dayanmayan, mevcut bilgileri kullanmayan, tüm alternatifleri dikkate almayan ve sayısal tekniklere başvurmadan alınan karardır. Eğer kötü bir karar alınmasına rağmen şans faktörü sayesinde iyi bir sonuca ulaşıldıysa, bu durum kişinin kötü bir karar verdiği gerçeğini değiştirmez [60].

Karar verme sorunu, bazen oldukça basit olmasına karşılık, bazen de oldukça karmaşık ve içinden çıkılmaz bir durum arz etmektedir. Aralarında seçim ve tercih yapılacak olan alternatiflerin, karar verici tarafından göz önüne alınacak amaçlar çerçevesinde değerlendirilmesi sonucunda oluşan olgu, optimum seçeneğin belirlenmesidir. Çözüm, amaçların kesişim noktası olan seçeneğin saptanmasıdır [53].

Matematiksel modeller, yöneticilere karar verme sürecinde destek sağlamakla birlikte nihai kararın verilmesi, kolay bir süreç değildir. Bunun birinci nedeni, verilen kararın alınacağı geleceğin sonuçlarının belirsizlik içermesidir. Modele dâhil edilemeyen faktörler ve modele dâhil edilen faktörlerdeki beklenmedik değişiklikler modeli gelecek için geçersiz kılabilir. İkinci nedeni ise karar sürecinde ulaşılmaya çalışılan ve birbiri ile çelişen birden fazla hedefin olmasıdır [61].

İncelenen konunun kapsamına, basit veya karmaşık oluşuna ve önem derecesine göre, karar verme eylemleri farklılık gösterir. Fakat temelde karar verme eylemleri şu ortak özellikleri taşır [59]:

- Tüm kararlar, çeşitli alternatifler veya seçenekler arasından seçim yapmayı gerektirir.
- Her karar verme eylemi, bir amaca yöneliktir ve kararlar genellikle amacın gerçekleşmesi için verilir.
- Karar verme eylemi, bir zaman sürecini gerektirir. Çünkü karar verme işlemi çeşitli zamanlarda gerçekleşen bir süreçtir.
- Kararlar geleceğe yöneliktir ve geleceği tahminlemeye dayanırlar.

- Karar verici, geleceğin belirsizliği nedeniyle şimdiden hedeflenen amacın gerçekleşmemesi olasılığını göz önünde bulundurmak veya bazı riskleri üstlenmek durumundadır.

2.2. Karar Verme Süreci

Karar, bir anda ortaya çıkan bir olgu değil; çeşitli aşamalardan geçerek oluşan bir süreçtir. Genel anlamda süreç, belirli bir sona ulaştıran bir dizi eylem ve çalışmaların tümüdür. Bundan dolayı, etkin bir karara ulaşmak için karar verme sürecinin hangi aşamalardan oluştuğunu bilmek gerekmektedir [53]. Karar verme, karar vericinin değişik alternatifler ile karşılaşması durumunda bu alternatifler arasından kendi amaçlarına en uygun olanını seçme işlemi iken; karar süreci ise bu işlemlerin sırasıyla yapılmasını içerir [54].

Karar verme süreci Koçel [62] tarafından başlıca beş safhada incelenmiştir. Bu safhalar Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Karar verme süreci.

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

Bir dizi zihinsel faaliyeti içeren karar verme süreci, karar vermek için kullanılan yöntemlerin eylem düzeni ve izlenen yolu ifade ettiği için karmaşık yapıdaki karar problemleri sistematik bir şekilde irdelenmekte ve en iyi karara ulaşabilmek için uygun yöntemler kullanılarak karar kalitesi artırılmaktadır [55].

Genel anlamda, bir karar sürecinde ele alınan karar problemi aşağıda belirtilen öğeleri içerir [59]:

Karar verici: Belirli bir konuda karar verme durumunda olan kişi veya kişilerdir.

Amaç: Karar vericinin ulaşmak istediği hedef veya durumdur.

Karar kriteri (ölçütü): Karar vericinin seçim yaparken göz önünde bulundurduğu ölçüt veya değer yargısıdır.

Alternatifler (seçenekler): Karar vericinin amacına ulaşması için kontrolünde olan ve izlemesi gereken değişik hareket tarzları veya stratejilerdir.

Olaylar (karar ortamı): Karar vericinin kontrolü dışında olan fakat alternatifler arasında seçimini etkileyen faktörlerdir. Diğer bir deyişle, karar vericinin içinde bulunduğu karar ortamıdır.

Sonuçlar (ödemeler): Her bir alternatif ve olay bileşimi sonucu ortaya çıkan sonuç veya değerdir.

Karar verme sürecini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında; doğa koşulları, karar verici, ulaşılmak istenen amaçlar, seçenekler, seçeneklerin sonuçları ve seçenekler arasında seçim yapılması sayılabilmektedir [54].

Karar verme sürecinde etkin olan karar verici olsa da bu süreçten dış çevrede yer alan diğer insanlar da etkilenir. Herhangi bir karar probleminin çözümü, aşağıda belirtilen kişilerin karar verme sürecine katılmalarını gerektirir:

Karar vericiler: Alınacak karar üzerinde kontrolü olan kişi veya kişilerdir.

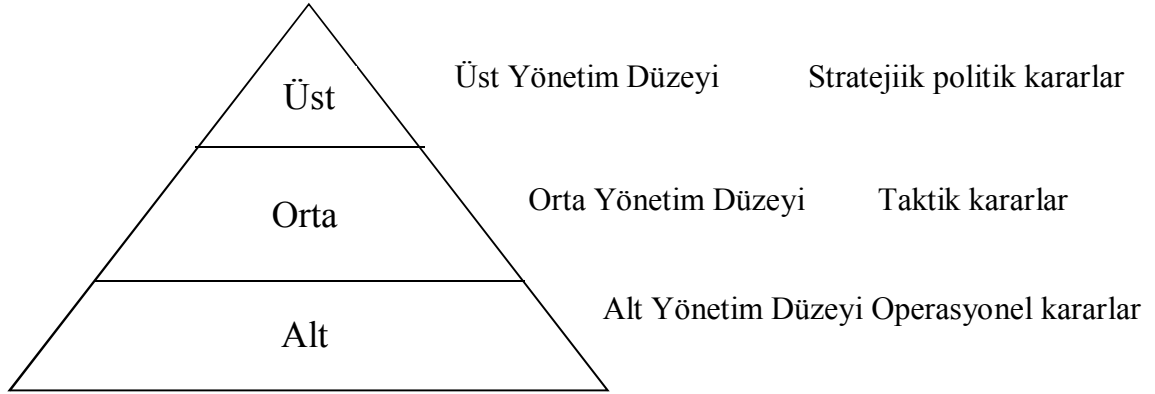
Çözüm kullanıcı: Karar verici tarafından oluşturulan çözümü kullanan ve/veya kararı uygulayan fakat çözüm üzerinde herhangi bir değişiklik yetkisi olmayan kişi veya kişilerdir.

Karardan etkilenenler: Çözümün veya kararın sonuçlarından faydalanan ya da zarar gören kişilerdir.

Karar analisti / Problem çözücü: Problemi analiz eden ve karar verici için çözüm geliştiren ya da karar vericiye çözüm sürecinde yardımcı olan analisttir [55].

2.3. Karar Yapıları

Yönetimsel karar verme, Şekil 2.1’de gösterildiği gibi, üst düzey, orta düzey ve alt düzey yönetimin verdiği kararlar olmak üzere 3 grupta incelenebilir [58].



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 [58].

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 [58].

Koçel [62], 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 [58, 62].

Değişik düzeylerdeki yönetim kararları başlıca 2 ana grupta toplanabilmektedir [58, 62]:

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.

2.4. Çok Amaçlı Karar Verme

Boray [63]'e göre, 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 [63].

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 bilgiden yoksunsa, ancak bu durumların gerçekleşme olasılıklarını saptayabilir. Saptanan bu olasılıklar kesinse risk ortamında bulunuluyor demektir [63].

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 [63].

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 [63].

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 [64].

2.4.1. Çok Amaçlı Karar Vermede Temel Kavramlar

Çok amaçlı karar vermede karar verme işlemini 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 [65].

Boran [66], 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.

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 [58]. Amaç bir şeyi tamamlamak için onun peşine düşmektir. Bir işletmenin karını maksimize etmek, hizmetin kalitesini maksimize etmek ya da müşteri şikâyetlerini minimize etmek istemesi gibi [65].

Hedef (goal): Evren ve Ülengin [64], 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 [65].

Kriter (criteria):Kuruüzüm’e göre kriter, performans etkinliğinin bir ölçüsüdür ve değerlendirme yapabilmenin temelini oluşturur [58].

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 [58].

3. BÖLÜM

BULANIK MANTIK

Gerçek dünya karmaşıktır ve bu karmaşıklık, genel olarak belirsizlik ve kesin karar verilemeyişten kaynaklanır. Birçok sosyal, iktisadi ve teknik konularda insan düşüncelerinin tam anlamı ile olgunlaşmamış olmasından dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. İnsan tarafından geliştirilmiş olan bilgisayarlar, bu tür belirsizlikleri izleyemezler ve bilgisayarların çalışmaları için sayısal bilgiler gereklidir. Gerçek bir olayın tam olarak kavranılması insan bilgisinin yetersizliği nedeniyle tam anlamı ile mümkün olamayacağı için insan düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık düşünme ve eksiklik ya da belirsizlik içeren veri ile işlem yapabilme yeteneği vardır. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık kaynaklar adı verilir [67]. Bu tür tam ve kesin olmayan bilgilere dayanarak tutarlı ve doğru kararlar vermeyi sağlayan düşünme ve karar verme mekanizması bulanık mantık olarak adlandırılır [68]. Bulanık mantık, modelleme ve hesap yaparken günlük konuşma dilinde geçen sözel belirsizlikleri işin içine katma imkânı sağlar. Gerçekte insan kararları belirsiz ve bulanıktır ve kesin sayısal değerlerle belirtmeye uygun değildir. Bu nedenle insan kararlarını modellemede sözel değişkenler kullanmak daha gerçekçi olacaktır. Bulanık mantığın diğer mantık sistemlerinden önemli bir farklılığı sözel değişkenlerin kullanılmasına izin vermesidir [69]. Bulanık mantığı diğer mantık sistemlerinden ayıran diğer bir özellik ise üçüncünün olmazlığı ilkesi ve çelişmezlik ilkesi olarak adlandırılan ve diğer mantık sistemleri için oldukça önemli olan, hatta temel kural denilebilecek iki özelliğin bulanık mantık için geçerli olamamasıdır. Bulanık mantıkta bir önerme aynı zamanda hem doğru hem yanlış olamaz denilemez. Bu durum, doğruluğun çok değerli oluşundan ve bu çerçevede “ve” bağlaçlarına yüklenen anlamdan kaynaklanmaktadır. Bulanıklık bir önermeyle, değili arasındaki belirsizlikten kaynaklanır [70]. Bir sistem hakkında ne

kadar fazla öğrenerek bilgi sahibi olunursa, sistem daha iyi anlaşılabilir ve onun hakkındaki karmaşıklıklar da o derece azalır, fakat tamamen yok olmaz. İncelenen sistemlerin karmaşıklığı, az veya yeterli miktarda veri bulunmazsa bulanıklık o kadar etkili olacaktır. Bu sistemlerin çözümünün araştırılmasında bulanık olan girdi ve çıktı bilgilerinden, bulanık mantık kurallarının kullanılması ile anlamlı ve yararlı çözüm çıkarımlarının yapılması yoluna gidilebilir [67].

Bulanık mantık iki anlamda kullanılmaktadır. Dar anlamda bulanık mantık, klasik iki değerli mantığın genelleştirilmiş şeklidir. Geniş anlamda ise bulanık kümeleri kullanan bütün teorileri ve teknolojileri ifade etmektedir. Dar anlamda bulanık mantık, geniş anlamda bulanık mantığın bir dalını oluşturur. Diğer alanlar; bulanık kontrol, bulanık model tanımlama, bulanık aritmetik, bulanık matematiksel programlama, bulanık karar analizi, bulanık sinir ağları olarak sayılabilir.

3.1. Bulanık Mantık Kavramı

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından “Information and Control” dergisinde yayınlanan “Bulanık Kümeler” adlı makale ile ortaya atılmıştır. Zadeh [1], gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Çünkü bilgi kaynaklarının tümünü insan aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de içerdiği vurgulanmalıdır. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez [67]. Bulanık sistemlerin asıl değerlendireceği alan, bu tür bilgilerin bulunması halinde çözüme ulaşmak için nasıl düşünüleceğidir. Bulanık mantıkta, herhangi bir problemin yaklaşık olarak modellenmesine ve matematiksel olarak karmaşık olmayacak çözümlerle denetim altına alınmasına çalışılmaktadır [70].

Bulanık mantık yaklaşımı, makinalara insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve öngörülerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. İşte bu sembolik ifadelerin makinalara aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantıktır [71]. Bulanık mantık ilişki olarak

makinaları ve ürünleri insanların yaptığı şekle benzeyen süreç bilgisi vasıtasıyla, bağımsız ve daha etkili bir şekilde işletmeyi mümkün kılar. Bulanık mantık, uzman tahminlerini ya da yaklaşımlarını kullanır, ayrıca hızlı, geniş, biraz ya da yeşile bakan mavi gibi öznel ya da bulanık kavramları içerme kapasitesine sahiptir [72]. İnsan mantığı; açık, kapalı, sıcak, soğuk, 0 ve 1 gibi değişkenlerden oluşan kesin ifadelerin yanı sıra az açık, az kapalı, serin, ılık gibi ara değerleri de göz önüne almaktadır. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır [71]. Bir başka deyişle; bulanık mantık, doğruluğun veya yanlışlığın derecesini konu aldığı için iki seviyeli mantığın oldukça genişletilmiş hali olarak da düşünülebilir. Öyle ki, doğru ve yanlış arasında kısmen doğru ve kısmen yanlış kavramları da sokularak spektrum genişletilmiştir [72].

İnsan beyninin muhakeme etme yeteneği bilgisayarlarınkinden farklıdır. Bilgisayarlar, muhakemede bulunurken siyah veya beyaz şeklinde ifadelere dayanan belirgin adımlar izlerler ve 0-1’li sistemi kullanırlar. İnsanlar ise sağduyularına dayanarak belirsizlik ve bulanıklık içeren ifadeler ile muhakemede bulunurlar. Bulanık veya gri durumlar, 0 ile 1 arasında değerler alır. İnsan beyni, bu bulanık modeller ile rahatlıkla çalışırken, bilgisayarlar için aynı durum geçerli değildir. Bulanık mantık yardımıyla, bu eksikliğin üstesinden gelinmeye çalışılmaktadır [73]. Yalnız, bulanık mantığın da yapabilecekleri sınırlıdır. İnsan düşüncesinin ve yaratıcılığının bulanık mantık ile tümüyle taklit edilmesi imkânsızdır. Bununla birlikte bulanık mantık, bir durum için çözüm üretirken aynı durumlar için önceden tanımlanmış kuralları kullanır. Yani, teknik bir sistemin, belirli, kesin durumlarda istenilen performansa ulaşması için gerekli kurallar tanımlanabilirse, bulanık mantık etkin bir biçimde bu bilgiyi çözüme çevirecektir [74]. Bulanık mantık özellikle anlaşılması güç ve yoruma dayanan çok karmaşık sistemlerde ve insan muhakemesine, algılamasına veya karar verme olgusuna dayanan süreçlerde çok faydalı olmaktadır [55].

Bulanık mantığın en geçerli olduğu durumlardan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve yargılarına yer verilmesi, ikincisi ise insan kavrayış ve yargısına gerek duyan hallerdir [75]. Bulanık mantıkta karşılaşılan her türlü sorunun karmaşık da olsa çözülebileceği anlamı çıkarılmamalıdır. Ancak en azından insan düşüncelerinin incelenen olayla ilgili

olarak bazı sözel çıkarımlarda bulunması dolayısıyla en azından daha iyi anlaşılabilirdiği sonucuna varılabilir [67].

Araştırmacıların bulanık sistemleri kullanması için genel olarak iki sebep sıralanabilir [67]:

- Gerçek dünya olaylarının çok karmaşık olması nedeniyle bu olayların belirgin denklemler ile tanımlanarak kesinlikle kontrol altına alınması mümkün olmaz. Bunun sonucu olarak araştırmacı, kesin olmasa bile yaklaşık fakat çözülebilirliği olan yöntemlere başvurmayı tercih eder.
- Mühendislikte bütün teori ve denklemler gerçek dünyayı yaklaşık bir şekilde ifade eder. Birçok gerçek sistem doğrusal olmamasına rağmen bunların klasik yöntemlerle incelenmesinde doğrusallık kabulünü işin içine koymak için her türlü gayret sarf edilir.

Bulanık mantığın ardındaki temel fikir, bir önermenin doğruluğunun, önermelerde kesin yanlış ve kesin doğru arasındaki sonsuz sayıda doğruluk değerlerini içeren bir kümedeki değerler, ya da sayısal olarak $[0,1]$ gerçel sayı aralığında ilişkilendirilen bir fonksiyon olarak kabulüdür [70]. Bulanık mantığın genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir [70]:

- Bulanık mantıkta kesin nedenlere dayalı düşünme yerine yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey $[0,1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.

3.2. Bulanık Mantığın Tarihçesi ve Uygulama Alanları

Bulanık mantık kavramı ilk kez Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atıldıktan sonra, bu fikir batı dünyasında şüphe ile karşılanmış ve yoğun tenkit almıştır. Ancak, 1970 yılından sonra doğu dünyasında özellikle Japonya'da bulanık mantık ve sistem

kavramlarına önem verilmiştir. Bunların teknolojik cihaz yapım ve işleyişinde kullanılması günümüzde tüm dünyada yaygın bir şekilde tanınmıştır [67].

Bulanık mantığın ilk uygulaması, Mamdani tarafından 1974 yılında bir buhar makinasının bulanık denetiminin gerçekleştirilmesi olmuştur. 1980 yılında Hollandalı bir şirket çimento fırınlarının denetiminde bulanık mantık denetimini uygulamıştır. Daha sonra Fuji elektrik şirketi su arıtma alanları için kimyasal püskürtme aleti üzerine çalışmalar yapmıştır. 1987’de ikinci IFSA kongresinde ilk bulanık mantık denetleyicileri sergilenmiştir. Bu denetimler 1984 yılında araştırmalara başlayan Omron şirketinin yaptığı yedi yüzden fazla uygulamayı içermektedir. 1987 yılında ise Hitachi takımının tasarladığı Japon Sendai metrosu denetleyicisi çalışmaya başlamıştır. Bu bulanık mantık denetimi metroda daha rahat bir seyahat, düzgün bir yavaşlama ve hızlanma sağlamıştır [71]. 1988 yılında, Yamaichi menkul kıymetler firmasının geliştirdiği bulanık mantık temelli uzman sistem yardımıyla “Kara Pazar” adı verilen büyük çöküş on sekiz gün önceden tahmin edilebilmiştir. Portföyündeki hisse senetlerinin değerleri Nikkei ortalamasından genelde %40 fazla olmuştur. 1989 yılında Omron şirketi Japonya’nın Harumi şehrinde bulunan çalışma merkezinde yapmış olduğu depolama, tekrar etme ve bulanık sonuçlarını elde etmek için kullanılan bulanık mantığa dayanan bilgisayar çalışmalarını tanıtmıştır. Bu kadar başarılı uygulamanın sonucunda bulanık mantığa olan ilgi artmış ve 1989 yılında aralarında dünya devlerinin de bulunduğu elli bir firma tarafından LIFE laboratuvarları kurulmuştur.

Bulanık teori uygulamalarının ürünleri Japonya’da 1990 yılında tüketicilere sunulmuştur. Örneğin, bulanık denetimli çamaşır makinesi, bu makina çamaşırın cinsine miktarına, kirliliğine göre en etkili çamaşır yıkama ve su kullanım programını seçebilmektedir [71]. Bulanık mantığın uygulama alanlarına bazı örnekler Tablo 3.1’de görülmektedir [76].

Tablo 3.1. Bulanık mantığın bazı uygulama alanları.

Uygulama alanı	Firma	Sonuç
Asansör denetimi	Fujitec/ Toshiba	Yolcu trafığını değerlendirir, böylece bekleme zamanı azalır
Video kayıt cihazı	Panasonic	Cihazın elle tutulması nedeni ile çekim sırasında oluşan sarsıntılar ortadan kalkar.
Çamaşır makinası	Matsushita	Çamaşırın kirliliğini, ağırlığını, kumaş cinsini sezer ona göre yıkama programı seçer
Elektrikli süpürge	Matsushita	Yerin durumunu ve kirliliğini sezer, motor gücünü uygun bir şekilde ayarlar.
Su Isıtıcısı	Matsushita	Isıtmada kullanılan suyun miktar ve sıcaklığına göre ayarlar.
Klima Cihazı	Mitsubishi	Ortam koşullarını sezerek en iyi çalışma durumunu saptar.
ABS Fren Sistemi	Nissan	Tekerleklerin kilitlenmeden frenlenmesini sağlar.
Sendai Metro Sistemi	Hitachi	Hızlanma ve yavaşlamayı ayarlayarak rahat bir yolculuk sağlar. Durma pozisyonunu iyi ayarlayıp güçten tasarruf sağlar.
Çimento Sanayi	Mitsubishi Chem.	Degirmende ısı ve oksijen oranları için denetim yapar.
Televizyon	Sony	Ekran kontrastını, parlaklığını ve rengini ayarlar.

Bazı mühendislik projelerinde bulanık mantık güncel olarak kullanılmaktadır ve mühendisler, bulanık mantık değişkenleri ve terimlerini bir sistemin çalışmasını tanımlamakta kullanmaktadır. Örneğin, ‘hızlı’ terimi bir arabanın hızını belirtmek için bir bulanık mantık değişkeni olarak kullanılabilir. ‘Çok yavaş’, ‘yavaş’, ‘orta hızlı’ da bu değişkenlerin diğer terimleri olabilir. Güncel uygulamalardan birisi de bir sistemden bulanık mantığa uyarlamaktır. Kurallar sisteminin çalışmasını tanımlar ve bulanık mantık (veya sözel) terimleri ile ifade edilir. Örneğin eğer hız ‘fazla’ ve durulması gereken mesafe ‘orta uzun’ ise hızlanmayı ‘sıfıra yaklaştı’ ve ‘hafif’ fren yap gibi. Buraya gelen bu türden kurallar sistem akışlarını, girişlerinin birer fonksiyonu olacak şekilde tanımlar [72].

Bulanık mantıkla ilgili yöntem ve tekniklerin yaygın olarak kullanıldığı temel konular; görüntü işleme, sinyal işleme, denetleyici sistemler, uzman sistemler, veritabanları ve veri madenciliği olarak sıralanabilir [77].

3.3. Bulanık Küme Teorisi

Zadeh’e göre klasik sistem kuramının matematiksel yöntemleri, gerçek dünyadaki özellikle insanları içeren karmaşık sistemlerle uğraşırken yetersiz kalmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için Zadeh [1], niteliklerin üyelik fonksiyonlarıyla ifade edildiği bulanık kümeler tanımlamasını önermiştir. Bulanık küme, devamlı üyelik derecesine sahip nesnelere kümesidir. Bulanık küme, her nesneyi 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip üyelik fonksiyonu ile nitelendirmektedir [1]. Başka bir deyişle; bulanık küme, değişik üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluktur. Burada “0” değeri üye olmamayı, “1” değeri de tam üye olmayı belirtirken (0,1) arası değerler de kısmi üyelik kavramına karşılık gelir. Klasik küme teorisinde kesin sınırlı küme kavramı kullanılır. Bu kavram bir nesnenin bir kümenin elemanı olması ya da olmaması gibi iki seçeneğe dayanan mantığa dayanmaktadır [70]. Klasik küme teorisinde, bir elemanın hem üye hem de üye olmama durumu söz konusu olamaz. Bu yüzden gerçek hayattan birçok uygulama problemi klasik küme teorisi ile açıklanıp ele alınamaz. Bu durumun tersine, bulanık küme teorisi kısmi üyeliği kabul etmektedir. Bu yüzden bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinin geliştirilmiş şeklidir [78].

Klasik kümeler, matematik ve bilgisayar bilimi için önemli bir araç ve çeşitli uygulamalar için uygun olmasına rağmen, insani düşünce tarzını ve kavramları yansıtamamaktadır [79]. Bulanık kümeler, insan bilgisini veya insan anlayışını ve dünya ile ilgili kavramları modellemek için önemli bir araçtır [80]. Bulanık küme teorisi az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dilbilimsel yapıları kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesini sağlar [81]. Başka bir deyişle, belirsiz bilgileri işleyebilme ve kesin rakamlar ile ifade edilemeyen durumlarda karar vermeyi kolaylaştırmaktadır [82].

“1’den çok büyük gerçel sayılar kümesi”, “güzel kadınlar kümesi”, “uzun erkekler kümesi” matematiksel anlamda küme oluşturmazlar. Fakat bu tür belirsiz şekilde tanımlanmış kümeler insani düşünce tarzında önemli yere sahiplerdir [55]. Gerçek hayatta karşılaşılan problemlerde ortaya çıkan belirsizliği modellemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Nesne sınıflarının sınırlarının keskin bir şekilde tanımlanamamasından kaynaklanan belirsizlik durumunda, bulanık kümelerden yararlanılır [83]. Bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri uzman kişilerin de vereceği sözel bilgileri işleyerek toptan çözüme gitmeye yarar. Her sözel bilgi bir bulanık kümeye karşılık gelir. Bulanık kümelerde üyelik derecesi fonksiyonlarına, öznel tercihler yaparak karar verilebilir. Bulanık kümeler böylelikle kişiler arası diyaloga yardımcı olur [70]. Bulanık küme teorisi, tam olarak tanımlanması zor olan sistemleri modellemede kullanılmaktadır. Metodoloji olarak, bulanık küme teorisi; belirsizlik ve sübjektiviteyi model oluşturma ve çözüm sürecine dâhil eder [84].

3.3.1. Üyelik Fonksiyonu

Genel olarak, küme üyelerinin değerleri ile değişiklik gösteren eğriye *üyelik fonksiyonu* adı verilmektedir. Başka bir deyişle, bulanık küme tarafından tanımlanan ve 0 ile 1 arasında değer alabilen ilgili karakteristik fonksiyona üyelik fonksiyonu denilmektedir [85].

Bulanık kümelerde, söz konusu evrenin elemanlarının bir A bulanık kümesine ait olma derecelerini temsil etmek amacıyla üyelik fonksiyonları belirlenir. Bu fonksiyonlar, elemanlara $[0,1]$ kapalı aralığında gerçel değerler atayarak elemanların A bulanık

kümesi ile temsil edilen kavrama ne derece uygun olduklarını veya A bulanık kümesi ile temsil edilen özellikleri ne derece taşıdıklarını gösterir [68]. E evrensel kümesinde tanımlanan, bulanık küme A için $\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu

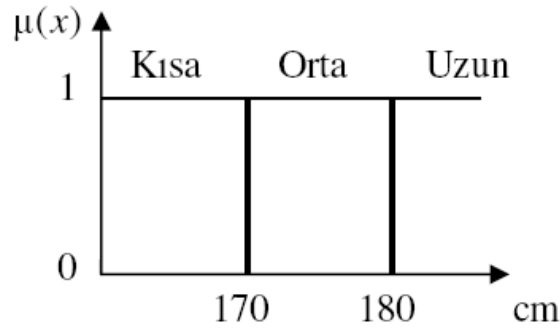
$$\mu_{\tilde{A}} : E \rightarrow [0,1] \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilir. Yine bulanık A kümesindeki x elemanı için üyelik derecesi şu şekilde gösterilir [86]:

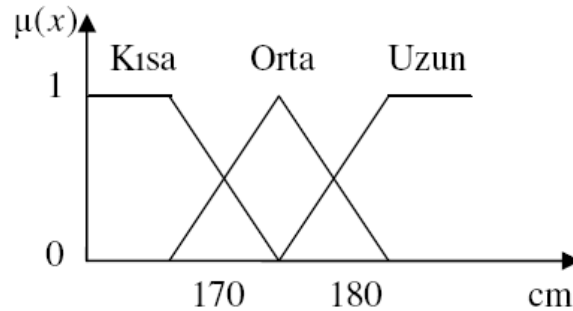
$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in E\} \quad (3.2)$$

$\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu, $[0,1]$ kapalı aralığında gerçek bir sayıyı göstermektedir [87]. Burada 0 sayısı ilgili nesnenin kümenin üyesi olmadığını, 1 sayısı ilgili nesnenin kümenin tam üyesi olduğunu ve bu iki değer arasındaki herhangi bir sayı ise ilgili nesnenin kümeye kısmi üyeliğini gösterir.

Klasik kümenin karakteristik fonksiyonu ile bulanık kümenin üyelik fonksiyonunu bir örnek yardımıyla şu şekilde karşılaştırılabilir [88]:



Şekil 3.1. Boy sözel değişkeni için klasik kümede karakteristik fonksiyon.



Şekil 3.2. Boy sözel değişkeni için bulanık kümede üyelik fonksiyonu.

Üç kişinin boyları şu şekilde verilsin:

A : 179 cm

B : 171 cm

C : 168 cm

Bu üç kişinin boyları Şekil 3.1'deki gibi klasik küme ile tanımlanacak olursa, Tablo 3.2'deki gibi karakteristik fonksiyonlara ulaşırız. Karakteristik fonksiyonun değerine göre A ve B orta boy kümesine, C ise kısa boy kümesine aittir. B ile C arasındaki boy farkı 3 cm olmasına rağmen farklı gruptayken, A ile B arasındaki boy farkı 8 cm olmasına rağmen aynı gruptadırlar. Bu durum orta boy küme ayırımının 170 ile 180 cm arasında olmasından kaynaklanmaktadır [88].

Tablo 3.2. Boy sözel değişkeni için klasik kümenin karakteristik fonksiyonu.

	Boy	Kısa	Orta	Uzun
A	179 cm	0	1	0
B	171 cm	0	1	0
C	168 cm	1	0	0

Bulanık kümede boy kümesinin üyelik fonksiyonu Şekil 3.2'de görüldüğü gibi oluşturulur. A , B , C 'nin üyelik değerleri Tablo 3.3'teki gibidir [88].

Tablo 3.3. Boy sözel değişkeni için bulanık kümenin üyelik fonksiyonu.

	Boy	Kısa	Orta	Uzun
A	179 cm	0	0.4	0.6
B	171 cm	0.4	0.6	0
C	168 cm	0.7	0.3	0

Tablo 3.3'e göre A orta boylular kümesine 0.4 üyelik derecesi, uzun boylular kümesine 0.6 üyelik derecesi ile aittir. Benzer şekilde B kısa boylular kümesine 0.4 üyelik derecesi, orta boylular kümesine 0.6 üyelik derecesi ile, C kısa boylular kümesine 0.7 üyelik derecesi, orta boylular kümesine 0.3 üyelik derecesi ile aittir.

4. BÖLÜM

PROBLEMİN TANIMLANMASI

4.1. Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemi

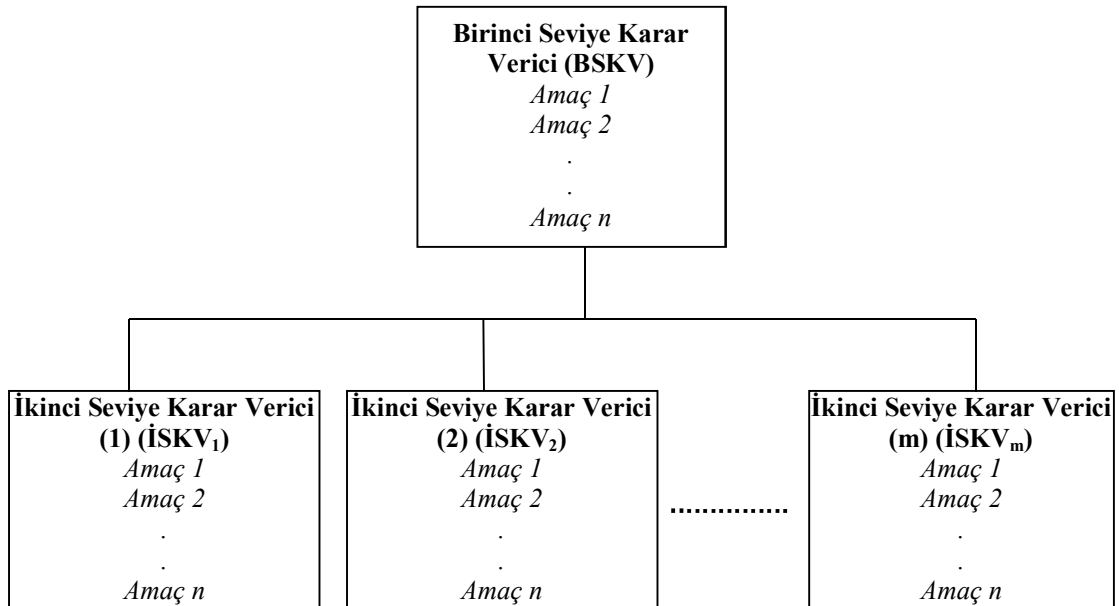
Bu bölümde merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemi detaylı biçimde sunulacaktır.

Karar verme problemi, bir dizi seçenek arasından en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun alternatifin seçilmesi olarak tanımlanabilir. Karar verme sürecinin amacı, bireyin bir dizi eyleme girmesine yardımcı olabilmek ve bununla birlikte bireyin kararından memnun olma olasılığını arttırmaktır.

Eğer bir problemin amaç fonksiyonu iki fonksiyonun oranı şeklinde ise bu problem kesirli programlama problemi olarak ele alınmaktadır. Bu durumda karar vericilerin amaç fonksiyonları kesirli, kısıtları ise doğrusal fonksiyonlar olacaktır. Kesirli programlama problemleri, mühendislik, finans, ekonomi gibi farklı disiplinlerde kullanılan önemli bir planlama aracıdır. Kesirli programlama genellikle, kar/maliyet, stok/satış, ürün/işçi, gerçek maliyet/standart maliyet oranları gibi bir ya da daha fazla amaçlı gerçek hayat problemlerinin modellenmesi için kullanılır [89]. Amaç fonksiyonu sayısının artırılması, pratikteki problemlere daha gerçekçi bir yaklaşım için, çok amaçlı karar verme olarak adlandırılan karar verme problemlerini ortaya çıkarmıştır.

Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemi, iki farklı hiyerarşi seviyesine sahiptir. Birinci seviyede tek karar verici, ikinci seviyede ise birden fazla karar verici bulunmaktadır. Karar vericilerin birden fazla amaç fonksiyonları vardır ve her karar verici kendisine ait bağımsız karar değişkenleri kümesine sahiptir. Birinci seviyedeki karar verici merkez, ikinci seviyedeki karar verici ise takipçi olarak

adlandırılır. Her karar verici bağımsız karar değişkenleri kümesi ile kendi amaç fonksiyonunu optimize etmeyi hedeflemekte, ayrıca diğer karar vericilerin hareketlerinden de etkilenmektedir. Merkezi olmayan sistemlerde farklı seviyelerdeki amaçlar da farklıdır. Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı karar verme probleminin çözüm yönteminde her karar vericiye farklı amaçlar, karar değişkenleri kümesi ve tüm karar vericileri etkileyen ortak kısıtlar kümesi atanmaktadır. Merkezi olmayan ikiseviyeli karar verme problemlerine devlet kurumları, üretim tesisleri, lojistik şirketleri gibi büyük şirketlerin hiyerarşik organizasyonlarında karşılaşılmaktadır. Merkezi olmayan iki seviyeli karar verme problemlerinin yapısı Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Merkezi olmayan iki seviyeli karar verme probleminin yapısı.

Şekil 4.1’ de verilen yapı, birinci seviyede tek karar verici, ikinci seviyede birden fazla karar vericiden oluşan iki seviyeli hiyerarşiden oluşmaktadır. Birinci seviyedeki karar verici organizasyonun en üst kademesinde bulunan yönetici olarak düşünülebilir. Birinci seviyedeki karar verici birden fazla amaç fonksiyonuna sahiptir. İkinci seviyedeki birden fazla karar verici, organizasyonun bünyesinde çeşitli bölümlerde görev alan müdürler olarak düşünülebilir. İkinci seviyede m tane karar verici bulunmaktadır. İkinci seviyedeki karar vericiler de birden fazla amaç fonksiyonuna sahiptir. Şekil 4.1’de amaç fonksiyonu sayısı, karar vericilerin birden fazla amaca sahip olduğunu göstermek için n olarak ifade edilmiştir. Her iki seviyede bulunan karar vericilerin amaç fonksiyonu sayısı eşit sayıda olmayabilir.

Bu çalışmada, bulanık bir çevrede merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama modeli sunulacaktır.

Her iki seviyede toplam m adet karar verici bulunmaktadır. Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama probleminin minimizasyon şekli aşağıdaki gibi formüle edilebilir [23, 27-29, 36, 90, 91]:

(birinci seviye için)

$$\text{Min}_{x_1} F_1(x = x_1, x_2, \dots, x_m) = \text{Min}_{x_1} (f_{11}(x), f_{12}(x), \dots, f_{1p_1}(x))$$

Burada x_1, x_2, \dots, x_m karar değişkenleri, $f_{ij}(x)$, i 'nci karar vericinin j 'nci amaç fonksiyonudur. Dolayısıyla $f_{11}(x)$, birinci karar vericinin birinci amaç fonksiyonunu ifade etmektedir.

(ikinci seviye için)

$$\text{Min}_{x_2} F_2(x = x_1, x_2, \dots, x_m) = \text{Min}_{x_2} (f_{21}(x), f_{22}(x), \dots, f_{2p_2}(x))$$

$$\text{Min}_{x_3} F_3(x = x_1, x_2, \dots, x_m) = \text{Min}_{x_3} (f_{31}(x), f_{32}(x), \dots, f_{3p_3}(x))$$

•
•
•

$$\text{Min}_{x_m} F_m(x = x_1, x_2, \dots, x_m) = \text{Min}_{x_m} (f_{m1}(x), f_{m2}(x), \dots, f_{mp_m}(x))$$

İkinci seviyede toplam $m-1$ adet karar verici için amaç fonksiyonu yukarıdaki gibi yazılır. $f_{21}(x)$, ikinci karar vericinin birinci amaç fonksiyonunu, $f_{31}(x)$ üçüncü karar vericinin birinci amaç fonksiyonunu, $f_{m1}(x)$ m 'inci karar vericinin birinci amaç fonksiyonunu ve $f_{mp_m}(x)$ m 'inci karar vericinin p 'inci amaç fonksiyonunu ifade etmektedir.

kısıtlar

$$x \in G = \left\{ x \in R^n \left| \begin{array}{l} A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3 + \dots + A_m x_m \\ \left(\begin{array}{l} \leq \\ = \\ \geq \end{array} \right) b, x \geq 0, b \in R^s \end{array} \right. \right\} \neq \phi \quad (4.1)$$

$$f_{ij} = \frac{c_1^{ij} x_1 + c_2^{ij} x_2 + \dots + c_m^{ij} x_m + a^{ij}}{d_1^{ij} x_1 + d_2^{ij} x_2 + \dots + d_m^{ij} x_m + b^{ij}}, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, p_i \quad (4.2)$$

f_{ij} , iki fonksiyonun oranı şeklinde olan kesirli amaç fonksiyonudur. p_i , i 'nci karar vericinin $KV_m (i=1,2,\dots,m)$ amaç fonksiyonu sayısı, s , kısıt sayısı ve A_i , $(s \times p)$ büyüklüğündeki katsayı matrisidir.

5. BÖLÜM

MERKEZİ OLMAYAN İKİ SEVİYELİ ÇOK AMAÇLI KESİRLİ PROGRAMLAMA PROBLEMİ İÇİN BULANIK AMAÇ PROGRAMLAMA

Standart bir hedef programlama formülasyonunda hedefler ve kısıtlar açık ve kesin olarak tanımlanarak birden fazla amacın optimal gerçekleşmesi araştırılır. Karar verici hedeflerin kesin olarak belirlenmesi konusunda bir belirsizliğe düşebilir. Hedef programlama içerisinde bulanık küme teorisinin uygulanması ile karar verici hedeflerini kesin olarak belirlemek yerine, bulanık hedef değerler belirlemektedir. Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama probleminde, her bulanık hedefe aspirasyon seviyesi atandığından bulanık hedefler, bulanık amaçlar olarak adlandırılmaktadır. Bulanık hedefler, tolerans limitleri belirlenip, ilgili üye fonksiyonları kullanılarak tanımlanır.

5.1. Modelde Kullanılan Üyelik Fonksiyonun Yapısı

Çok amaçlı problemlerin çözümlenmesinde kullanılabilen hedef programlama modelinde hedeflerden toplam sapmalar minimize edilmeye çalışılır. Bulanık ortamda bulanık hedef ya da kısıtlar 0-1 arasında değer alabilen üyelik fonksiyonları ile temsil edilmektedir. Bir üyelik fonksiyonu ait olduğu hedef ya da kısıtın gerçekleşme derecesini göstermektedir. Üyelik fonksiyonları ait oldukları hedeflere ulaşılma derecesini, diğer bir ifadeyle tatmin derecelerini göstermektedir. Dolayısıyla bu fonksiyonların maksimize edilmeleri gerekmektedir. $\mu_i(x)=1$ iken ilgili hedefe tamamen ulaşıldığı, $\mu_i(x)=0$ iken ilgili hedefe tamamen ulaşılmadığı ve $0 < \mu_i(x) < 1$ iken ilgili hedefe kısmen ulaşıldığı düşünülür.

Bulanık hedef programlama modellerinin çözümü için geliştirilen yaklaşımlarda genellikle Zimmerman tipi üyelik fonksiyonları kullanılmaktadır. Zimmermann üyelik fonksiyonuna göre, i 'nci bulanık hedef için doğrusal üyelik fonksiyonu μ_i aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & \text{eger } f_{ij}(x) \geq g_{ij}, \\ \frac{f_{ij}(x) - L_i}{g_{ij} - L_i} & \text{eger } L_i \leq f_{ij}(x) \leq g_{ij}, \\ 0 & \text{eger } f_{ij}(x) \leq L_i \end{cases} \quad (5.1)$$

ya da

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & \text{eger } f_{ij}(x) \leq g_{ij}, \\ \frac{U_i - f_{ij}(x)}{U_i - g_{ij}} & \text{eger } g_{ij} \leq f_{ij}(x) \leq U_i, \\ 0 & \text{eger } f_{ij}(x) \geq U_i \end{cases} \quad (5.2)$$

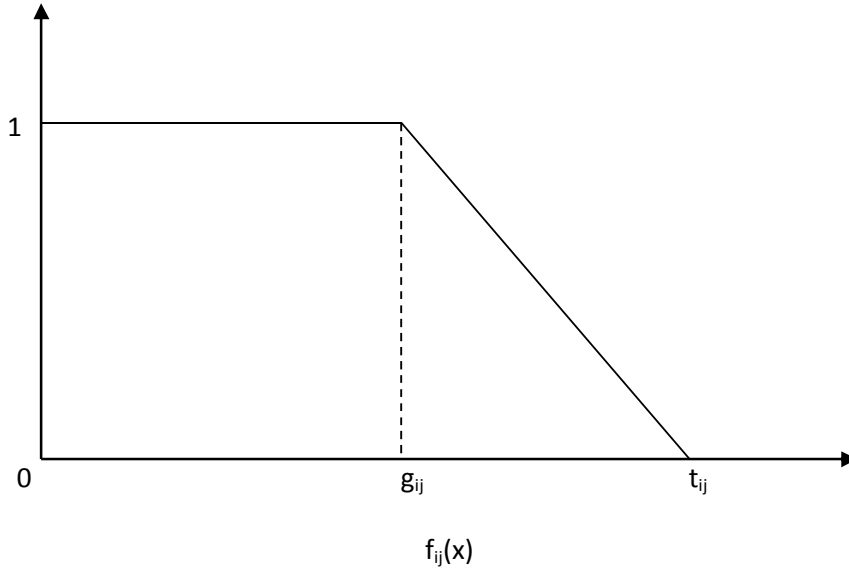
Bu formülasyonda $L_i, f_{ij}(x) > g_i$ i 'nci bulanık hedefi için en düşük tolerans limiti, $U_i, f_{ij}(x) < g_i$ i 'nci bulanık hedefi için en yüksek tolerans limitidir.

Merkezi olmayan iki seviyeli karar verme probleminde, her karar vericinin amacı, modelin kısıtları tarafından oluşan uygun bölge içinde, kendi amaçlarını minimize etmektir. Bu çalışmada üye fonksiyonu oluşturulması için Baky'nin [2] yaklaşımı kullanılacaktır.

$x^{ij} = (x_1^{ij}, x_2^{ij}, \dots, x_m^{ij})$, herhangi bir seviyedeki karar vericinin amaç fonksiyonunun optimum çözümü olarak tanımlansın. $g_{ij} \gtrsim f_{ij}^{\min}(x)$ olmak üzere, her $f_{ij}(x)$ amaç fonksiyonuna, g_{ij} , aspirasyon seviyesi belirlenir. $x^{0*} = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ problemin birinci seviyesi için optimum çözümdür. Her iki seviyedeki karar vericilerinin amaç fonksiyonlarının bulanık amaçları, birinci ve ikinci seviyedeki karar vericiler tarafından kontrol edilen karar değişkenlerinin bulanık amaç vektörleri aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$g_{ij} \lesssim f_{ij}(x) \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, p_i \text{ ve } x_0 \cong x_0^* \quad (5.3)$$

burada “ \lesssim ” ve “ \cong ” sırasıyla, “daha az” ve “eşit” olarak anlaşılabilir. [4, 27, 28]. g_{ij} , $f_{ij}(x)$ amaç fonksiyonunun aspirasyon(erişim) seviyesidir.



Şekil 5.1. Minimizasyon şeklindeki amaç fonksiyonunun üye fonksiyonu

Problemin her bulanık amacı için bir üye fonksiyonu tanımlanmalıdır. Bir üye fonksiyonu aşağıdaki gibi açıklanabilir [89] (Şek. 5.1):

eğer $f_{ij}(x) \lesssim g_{ij}$

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } f_{ij}(x) \leq g_{ij}, \\ \frac{t_{ij} - f_{ij}(x)}{t_{ij} - g_{ij}} & \text{if } g_{ij} \leq f_{ij}(x) \leq t_{ij}, \\ 0 & \text{if } f_{ij}(x) \geq t_{ij}, \end{cases} \quad (5.4)$$

Burada, t_{ij} , i 'inci karar vericinin j 'inci bulanık hedefi $f_{ij}(x)$ için en yüksek tolerans limitidir.

5.2. Merkezi Olmayan İki Seviyeli Çok Amaçlı Kesirli Programlama Problemi İçin Bulanık Amaç Programlama Yaklaşımı

Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemlerinde, her amaca ait kesirli üye fonksiyonları ilk olarak jacobian matris kullanılarak lineer üye fonksiyonuna dönüştürülmektedir. Burada jacobian matris, kesirli üye fonksiyonuna denk olan, polinomal bir üye fonksiyonu elde etmektedir. Jacobian matris kullanılarak, üye fonksiyonların doğrusallaştırılmasından sonra, merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemi, merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı lineer programlama problemine dönüştürülür. Daha sonra merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı lineer programlama problemini çözmek için, bulanık amaç programlama yaklaşımı kullanılarak bir model geliştirilecektir.

5.2.1. Jacobian Matris Yaklaşımı Kullanılarak Üyelik Fonksiyonun Doğrusallaştırılması

Jacobian matrisi, skaler veya vektörel değerli fonksiyonların bütün l . dereceden kısmi türevlerinin matrisidir. $F: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ olan bir fonksiyon, $y_1(x_1, \dots, x_n), \dots, y_n(x_1, \dots, x_n)$ şeklinde n gerçekteğerli elemanlardan oluşan fonksiyonlardır. Bu fonksiyonların kısmi türevleri $(m \times n)$ matrisi oluşturur. F 'nin jacobian matrisi (J) aşağıdaki gibidir.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial x_1} & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial y_1}{\partial x_n} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ \frac{\partial y_n}{\partial x_1} & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{\partial y_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad (5.5)$$

J 'nin determinanı, jacobian matrisin determinantıdır ve aşağıda ifade edilmiştir.

$$J = \left| \frac{\partial(y_1, \dots, y_n)}{\partial(x_1, \dots, x_n)} \right| \quad (5.6)$$

Diferansiyeli alınırsa,

$$dy = y_x dx \quad (5.7)$$

Bu ifade göstermektedir ki, J, y_x matrisinin determinantıdır.

$$dy_1 \dots dy_n = \left| \frac{\partial(y_1, \dots, y_n)}{\partial(x_1, \dots, x_n)} \right| dx_1 \dots dx_n \quad (5.8)$$

Jacobian matrisin önemi, verilen bir noktanın yakınındaki türevlenebilir bir fonksiyona en iyi doğrusal yaklaşımı sunar. Bu anlamda jacobian matris çok değişkenli bir fonksiyonun türevidir.

p, R^n 'de bir nokta ve F, p' de türevlenebiliyorsa, bu türev $J_F(p)$ şeklinde verilir.

Bu anlamda, $J_F(p)$ tarafından tanımlanan lineer karşılaştırma, p noktasına yakın F fonksiyonunun en iyi doğrusal yaklaşımıdır. Bu bağlamda,

$$F(X) = J_F(p)(x - p) \quad (5.9)$$

Bu makalede jacobian matris kullanılarak her amaçla ilgili üye fonksiyonu doğrusallaştırılıp, MİS_ÇALPP için bulanık amaç programlama modeli çözülerek, modelin değişkenleri için memnun edici değerler elde edilir. Burada jacobian matris, kesirli üye fonksiyonuna denk olan, polinomal bir üye fonksiyonu elde etmektedir. Önerilen yaklaşım iki adımda açıklanabilir.

Adım 1. i 'nci amaçla ilgili $f_{ij}(x)$, i 'nci üye fonksiyonunu $\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x))$ maksimize eden $x_i^* = (x_{i1}^*, x_{i2}^*, \dots, x_{ip_i}^*)$ değerlerini belirle, ($i = 1, 2, \dots, m$) ve ($j = 1, 2, \dots, p_i$).

Adım 2. Eşitlik (5.9) kullanılarak üye fonksiyonlarını doğrusallaştır.

$$\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x)) \cong \left[(x_1 - x_{i1}^*) \frac{\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x_i^*))}{\partial x_1} + (x_2 - x_{i2}^*) \frac{\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x_i^*))}{\partial x_2} + \dots + (x_m - x_{ip_m}^*) \frac{\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x_i^*))}{\partial x_m} \right] \quad (5.10)$$

Burada ($i = 1, 2, \dots, m$) dir. Jacobian matrisi yaklaşımı kullanılarak üye fonksiyonlarının doğrusallaştırılmasından sonra MİS_ÇAKPP, merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı doğrusal programlama problemine (MİS_ÇADPP) dönüşür.

5.3. MİS-ÇADPP İçin Bulanık Amaç Programlama Modeli

İlk olarak, birinci seviyedeki karar verici tarafından kontrol edilen karar değişkenlerinin bulanık amaçları için oluşturulan üye fonksiyonlarını elde etmek için, Çok Amaçlı Doğrusal Programlama Probleminin (ÇADPP) birinci seviyesi için optimum çözüm değerleri, $x^{0*} = (x_1^*, x_2^* \dots, x_m^*)$, elde edilmelidir. ÇADPP'nin birinci seviyesindeki optimum çözümü elde etmek için Mohamed [47] tarafından önerilen bulanık amaç programlama yaklaşımı kullanılacaktır. Önerilen yaklaşım aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$\min Z = \sum_{j=1}^{p_1} w_{1j}^+ D_{1j}^+$$

kısıtlar

$$\mu_{f_{1j}}(f_{1j}(x)) + D_{1j}^- - D_{1j}^+ = 1 \quad j = 1, \dots, p_1$$

$$-(d_1^{1j} x_1 + d_2^{1j} x_2 + \dots + d_m^{1j} x_m) + D_{1j}^+ \leq b^{1j} \quad j = 1, \dots, p_1$$

$$A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3 + \dots + A_m x_m \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} b, \quad x \geq 0$$

$$D_{1j}^- \times D_{1j}^+ = 0 \quad \text{ve} \quad D_{1j}^-, D_{1j}^+ \geq 0, \quad j = 1, \dots, p_1 \quad (5.11)$$

Hedef programlamada doğrusal programlamada olduğu gibi amaç kriterinin doğrudan maksimize veya minimize yapılmasının yerine, hedefler arasındaki sapmalar minimize yapılır. Bu sapan değişkenler, her bir hedeften hem pozitif yönde hem de negatif yönde sapmalar şeklinde iki boyutta gösterilir. Amaç fonksiyonu yalnızca bu sapan değişkenlerden oluşturulur. Aynı anda hem pozitif sapma hem de negatif sapma meydana gelemeyeceğinden sapan değişkenlerin en az bir tanesinin veya her ikisinin de sıfır olması gerekmektedir.

Yukarıda verilen modelde $w_{1j}^+, j = 1, \dots, p_1$, birinci karar vericinin j 'nci bulanık hedefin önem ağırlığını göstermektedir. b ise bulanık olmayan (belirli) sistem kısıtlarıdır.

Bulanık hedeflerin ortak doyum derecesini belirlemek yerine, bireysel hedeflerin doyum derecelerinin toplamı en büyükmeye çalışılmaktadır. Ulaşılması zor hedefleri başarmak için diğer hedeflerin doyum derecesi azaltılmayacaktır.

$D_{1j}^-, D_{1j}^+ \geq 0$, $j=1, \dots, p_1$, sırasıyla istenilen hedef değerinin altında ve üstünde olan sapmalardır [27]. Bu çalışmada, w_{1j}^+ 'nin değerini belirlemek için, aşağıda gösterilen Mohamed [47]'in ağırlıklandırma modeli kullanılacaktır.

$$w_{1j}^+ = \frac{1}{|t_{1j} - g_{1j}|}, \quad (j=1, \dots, p_1) \quad (5.12)$$

Çok amaçlı kesirli programlama probleminin birinci seviyesi için optimum çözüm, $x^{0*} = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$, bulunduktan sonra, MİS_ÇADPP'nin çözümü için Mohamed [47] tarafından önerilen bulanık amaç programlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşım aşağıdaki gibidir.

$$\min Z = \sum_{j=1}^{p_1} w_{1j}^+ D_{1j}^+ + \sum_{j=1}^{p_2} w_{2j}^+ D_{2j}^+ + \dots + \sum_{j=1}^{p_m} w_{mj}^+ D_{mj}^+$$

kısıtlar

$$\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x)) + D_{ij}^- - D_{ij}^+ = 1, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, p_m$$

$$-(d_1^{ij} x_1 + d_2^{ij} x_2 + \dots + d_m^{ij} x_m) + D_{ij}^+ \leq b^{ij} \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, p_1$$

$$A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3 + \dots + A_m x_m \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} b, \quad x \geq 0$$

$$D_{ij}^- \times D_{ij}^+ = 0 \quad \text{ve} \quad D_{ij}^-, D_{ij}^+ \geq 0, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, p_m \quad (5.13)$$

Burada w_{ij}^+ , $i=1, \dots, m, j=1, \dots, p_m$, i 'nci karar vericinin j 'nci bulanık hedefinin önem ağırlığıdır.

$D_{ij}^-, D_{ij}^+ \geq 0$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, p_m$ sırasıyla istenilen seviyelerin altında ve üstünde olan sapmalardır. w_{ij}^+ 'nin değeri aşağıdaki gibi belirlenir.

$$w_{ij}^+ = \frac{1}{|t_{ij} - g_{ij}|}, \quad (i = 1, \dots, m), \quad (j = 1, \dots, p_m) \quad (5.14)$$

5.4. MİS-ÇAKPP Çözümü İçin Bulanık Amaç Programlama Algoritması

Bu makalede, önerilen bulanık amaç programlama modeli, her iki seviyedeki karar vericiler için en memnun edici çözümü elde etmektedir. MİS-ÇAKPP çözümü için önerilen algoritma aşağıda verilmiştir.

Adım 1. Ortak kısıtlar altında her iki seviyedeki bütün amaç fonksiyonları için min ve max değerlerini bul.

Adım 2. Her iki seviyedeki bütün amaç fonksiyonları için g_{ij} aspirasyon seviyesi, t_{ij} tolerans limiti ve w_{ij} ağırlıkları hesapla, $(i = 1, \dots, m)$, $(j = 1, \dots, p_i)$.

Adım 3. Aspirasyon seviyesi, tolerans limiti ve ağırlıkları kullanarak her iki seviyedeki bütün amaç fonksiyonları için üye fonksiyonlarını $\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x))$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, p_i$ oluştur.

Adım 4. Jacobian matrisi kullanılarak bütün kesirli üye fonksiyonlarını lineerleştir.

Adım 5. MİS-ÇADPP'nin birinci seviyesi için bulanık amaç programlama modelini formüle et ve daha sonra problemin alternatif optimum $x^{0*} = (x_1^*, x_2^* \dots, x_m^*)$ çözümünü elde etmek için modeli çöz.

Adım 6. MİS-ÇADPP'nin ikinci seviyesi için bulanık amaç programlama modelini formüle et ve MİS-ÇADPP için aday çözüm elde etmek için modeli çöz.

Adım 7. Eğer karar verici Adım 6'da elde edilen aday çözümden memnunsa Adım 8'e git, yoksa Adım 9'a git.

Adım 8. Aday çözüm merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemi (MİS-ÇAKPP) için optimum çözümdür.

Adım 9. Her iki seviyedeki bütün amaç fonksiyonlarının aspirasyon seviyesi , g_{ij} , ve tolerans limitini, t_{ij} , değiştir ve Adım 3'e git.

6. BÖLÜM

BULGULAR

Bu bölümde, önerilen çözüm metodu sayısal örnekler için kullanılarak, önerilen metodun etkinliği ve üstünlüğü ispatlanacaktır.

6.1. Sayısal Örnek

Önerilen çözüm metodu bilinen bir sayısal örnek üzerinde uygulanmıştır. Söz konusu sayısal örnek, merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı programlama problemlerini çözmek için Baky [2] tarafından kullanılmıştır. Sonuç açıkça göstermektedir ki, önerilen yaklaşım Baky'nin yaklaşımından daha hızlı ve daha kolaydır.

Aşağıda merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemi (MİS_ÇAKPP) verilmiştir.

(birinci seviye)

$$\text{Min}_{x_0} \left(f_{11} = \frac{-x_0 - 4x_1 + x_2 + 1}{2x_0 + 3x_1 + x_2 + 2}, f_{12} = \frac{-2x_0 + x_1 + 3x_2 + 4}{2x_0 - x_1 + x_2 + 5} \right)$$

Yukarıda birinci seviyede bulunan karar vericinin minimize etmek istediği amaçlar yazılmıştır. f_{11} , birinci karar vericinin birinci amaç fonksiyonunu, f_{12} ise birinci karar vericinin ikinci amaç fonksiyonunu ifade etmektedir.

Problemin ikinci seviyesinde iki karar verici bulunmaktadır. İkinci seviyedeki her karar vericinin minimize etmek istediği iki amacı vardır.

(ikinci seviye)

$$[1^{\text{st}} \text{KV}] \quad \text{Min}_{x_1} \left(f_{21} = \frac{3x_0 - 2x_1 + 2x_2}{x_0 + x_1 + x_2 + 3}, f_{22} = \frac{-7x_0 - 2x_1 + x_2 + 1}{5x_0 + 2x_1 + x_2 + 1} \right)$$

$$[2^{\text{nd}} \text{KV}] \quad \text{Min}_{x_2} \left(f_{31} = \frac{x_0 + x_1 + x_2 - 4}{x_0 - 2x_1 + 10x_2 + 6}, f_{32} = \frac{2x_0 - x_1 + x_2 + 4}{-x_0 + x_1 + x_2 + 10} \right)$$

Kısıtlar

$$\begin{aligned} x_0 + x_1 + x_2 &\leq 5, & -x_0 + x_1 + x_2 &\leq 1, \\ x_0 + x_1 - x_2 &\leq 2, & x_0 - x_1 + x_2 &\leq 4, \\ x_0 + x_1 + x_2 &\geq 1, & x_0 + 2x_2 &\leq 4, \\ & & x_0, x_1, x_2 &\geq 0. \end{aligned}$$

Tablo 6.1, karar vericiler tarafından belirlenen problemin minimum ve maksimum değerlerini (Adım 1), her iki seviyedeki amaç fonksiyonlarının aspirasyon seviyesini, tolerans limitini ve ağırlıklarını (Adım 2) göstermektedir.

Tablo 6.1. Minimum ve maksimum değerler, aspirasyon seviyesi, tolerans limiti ve ağırlıklar.

	f_{11}	f_{12}	f_{21}	f_{22}	f_{31}	f_{32}
$\min f_{ij}$	-0.733	0	-0.5	-1.18	-0.75	0.2727
$\max f_{ij}$	0.667	1.25	1.353	1	-0.026	1.125
g_{ij}	-0.7	0	-0.5	-1	-0.75	0.25
t_{ij}	0.6	1.2	1.3	1	-0.05	1.125
w_{ij}	0.769	0.83	0.56	0.5	1.43	1.143

Her iki seviyedeki amaç fonksiyonlarına ait üye fonksiyonları $\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x))$ aşağıdaki gibi oluşturulur (Adım 3).

$$\begin{aligned} \mu_{f_{11}}(f_{11}(x)) &= \frac{0.6 - \frac{-x_0 - 4x_1 + x_2 + 1}{2x_0 + 3x_1 + x_2 + 2}}{1.3} & \Rightarrow & \mu_{f_{11}}(f_{11}(x)) = \frac{2.2x_0 + 5.8x_1 - 0.4x_2 + 0.2}{2.6x_0 + 3.9x_1 + 1.3x_2 + 2.6} \\ \mu_{f_{12}}(f_{12}(x)) &= \frac{1.2 - \frac{-2x_0 + x_1 + 3x_2 + 4}{2x_0 - x_1 + x_2 + 5}}{1.2} & \Rightarrow & \mu_{f_{12}}(f_{12}(x)) = \frac{4.4x_0 - 2.2x_1 - 1.8x_2 + 2}{2.4x_0 - 1.2x_1 + 1.2x_2 + 6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{f_{21}}(f_{21}(x)) &= \frac{1.3 - \frac{3x_0 - 2x_1 + 2x_2}{x_0 + x_1 + x_2 + 3}}{1.8} \Rightarrow \mu_{f_{21}}(f_{21}(x)) = \frac{-1.7x_0 + 3.3x_1 - 0.7x_2 + 3.9}{1.8x_0 + 1.8x_1 + 1.8x_2 + 5.4} \\ \mu_{f_{22}}(f_{22}(x)) &= \frac{1 - \frac{-7x_0 - 2x_1 + x_2 + 1}{5x_0 + 2x_1 + x_2 + 1}}{2} \Rightarrow \mu_{f_{22}}(f_{22}(x)) = \frac{12x_0 + 4x_1}{10x_0 + 4x_1 + 2x_2 + 2} \\ \mu_{f_{31}}(f_{31}(x)) &= \frac{-0.05 - \frac{x_0 + x_1 + x_2 - 4}{x_0 - 2x_1 + 10x_2 + 6}}{0.7} \Rightarrow \mu_{f_{31}}(f_{31}(x)) = \frac{-1.05x_0 - 0.9x_1 - 1.5x_2 + 3.7}{0.7x_0 - 1.4x_1 + 7x_2 + 4.2} \\ \mu_{f_{32}}(f_{32}(x)) &= \frac{1.125 - \frac{2x_0 - x_1 + x_2 + 4}{-x_0 + x_1 + x_2 + 10}}{0.875} \Rightarrow \mu_{f_{32}}(f_{32}(x)) = \frac{-3.125x_0 + 2.125x_1 + 0.125x_2 + 7.25}{-0.875x_0 + 0.875x_1 + 0.875x_2 + 8.75} \end{aligned}$$

Tablo 6.2’de problemin kısıtları altında her iki seviyedeki üye fonksiyonları için $\bar{x} = (\bar{x}_0, \bar{x}_1, \bar{x}_2)$ çözüm değerleri özetlenmiştir. Üye fonksiyonlarının oluşturulmasından sonra, jacobian matris kullanılarak kesirli üye fonksiyonlarının doğrusallaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Adım 4). Ayrıca çözüm değerlerini elde etmek için LINGO 8 yazılım programı kullanılmıştır.

Tablo 6.2. Kısıtlar altında her iki seviyedeki üye fonksiyonları için çözümler.

	$\mu_{f_{11}}(f_{11}(x))$	$\mu_{f_{12}}(f_{12}(x))$	$\mu_{f_{21}}(f_{21}(x))$	$\mu_{f_{22}}(f_{22}(x))$	$\mu_{f_{31}}(f_{31}(x))$	$\mu_{f_{32}}(f_{32}(x))$
\bar{x}_0	0.5	2	0	2	0	0
\bar{x}_1	1.5	0	1	0	1	1
\bar{x}_2	0	0	0	0	0	0

Aşağıda verilen jacobian matrisi yaklaşımı kullanılarak bütün üye fonksiyonları lineerleştirilecektir.

$$\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(x)) \cong \left| \begin{array}{c} \frac{\partial(\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(\bar{x})))}{\partial x_0} \\ \frac{\partial(\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(\bar{x})))}{\partial x_1} \\ \frac{\partial(\mu_{f_{ij}}(f_{ij}(\bar{x})))}{\partial x_2} \end{array} \right| \times \begin{bmatrix} x_0 - \bar{x}_0 \\ x_1 - \bar{x}_1 \\ x_2 - \bar{x}_2 \end{bmatrix}$$

$$\mu_{f_{11}}(f_{11}(x)) \cong |-0.16 \quad 0.18 \quad -0.18| \times \begin{bmatrix} x_0 - 0.5 \\ x_1 - 1.5 \\ x_2 - 0 \end{bmatrix} = -0.16x_0 + 0.18x_1 - 0.18x_2 - 0.19$$

$$\mu_{f_{12}}(f_{12}(x)) \cong |0.22 \quad -0.11 \quad -0.26| \times \begin{bmatrix} x_0 - 2 \\ x_1 - 0 \\ x_2 - 0 \end{bmatrix} = 0.22x_0 - 0.11x_1 - 0.26x_2 - 0.44$$

$$\mu_{f_{21}}(f_{21}(x)) \cong |-0.5 \quad 0.21 \quad -0.07| \times \begin{bmatrix} x_0 - 0 \\ x_1 - 1 \\ x_2 - 0 \end{bmatrix} = -0.5x_0 + 0.21x_1 - 0.07x_2 - 0.21$$

$$\mu_{f_{22}}(f_{22}(x)) \cong |0.05 \quad -0.02 \quad -0.01| \times \begin{bmatrix} x_0 - 2 \\ x_1 - 0 \\ x_2 - 0 \end{bmatrix} = 0.05x_0 - 0.02x_1 - 0.01x_2 - 0.1$$

$$\mu_{f_{31}}(f_{31}(x)) \cong |-0.63 \quad 0.18 \quad -3.04| \times \begin{bmatrix} x_0 - 0 \\ x_1 - 1 \\ x_2 - 0 \end{bmatrix} = -0.63x_0 + 0.18x_1 - 3.04x_2 - 0.18$$

$$\mu_{f_{32}}(f_{32}(x)) \cong |-0.24 \quad 0.13 \quad -0.08| \times \begin{bmatrix} x_0 - 0 \\ x_1 - 1 \\ x_2 - 0 \end{bmatrix} = -0.24x_0 + 0.13x_1 - 0.08x_2 - 0.13$$

Merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı lineer programlama probleminin birinci seviyesi için önerilen bulanık amaç programlama modeli aşağıdaki gibidir (Adım 5).

$$\min \quad Z = 0.769D_{11}^+ + 0.83D_{12}^+$$

kısıtlar

$$-0.16x_0 + 0.18x_1 - 0.18x_2 + D_{11}^- - D_{11}^+ = 1.19$$

$$-2x_0 - 3x_1 - x_2 + D_{11}^+ \leq 2$$

$$0.22x_0 - 0.11x_1 - 0.26x_2 + D_{12}^- - D_{12}^+ = 1.44$$

$$-2x_0 + x_1 - x_2 + D_{12}^+ \leq 5$$

$$x_0 + x_1 + x_2 \leq 5,$$

$$x_0 + x_1 - x_2 \leq 2,$$

$$x_0 + x_1 + x_2 \geq 1,$$

$$-x_0 + x_1 + x_2 \leq 1,$$

$$x_0 - x_1 + x_2 \leq 4,$$

$$x_0 + 2x_2 \leq 4,$$

$$x_0, x_1, x_2 \geq 0.$$

$$D_{ij}^- \times D_{ij}^+ = 0 \quad \text{ve} \quad D_{ij}^-, D_{ij}^+ \geq 0, \quad i = (1), j = (1,2)$$

LINGO 8 yazılım programı kullanılarak, MİS-ÇADPP'nin birinci seviyesi için optimum çözümler elde edilmiştir.

$$x^{0*} = (x_1^*, x_2^* \dots, x_m^*) = (1, 0, 0), (1, 1, 0) \text{ ve } (2, 0, 0)$$

MİS_ÇADPP'nin ikinci seviyesi için önerilen bulanık amaç programlama modeli aşağıdaki gibidir (Adım 6).

$$\min Z = 0.769D_{11}^+ + 0.83D_{12}^+ + 0.56D_{21}^+ + 0.5D_{22}^+ + 1.43D_{31}^+ + 1.143D_{32}^+$$

kısıtlar

$$-0.16x_0 + 0.18x_1 - 0.18x_2 + D_{11}^- - D_{11}^+ = 1.19$$

$$-2x_0 - 3x_1 - x_2 + D_{11}^+ \leq 2$$

$$0.22x_0 - 0.11x_1 - 0.26x_2 + D_{12}^- - D_{12}^+ = 1.44$$

$$-2x_0 + x_1 - x_2 + D_{12}^+ \leq 5$$

$$-0.5x_0 + 0.21x_1 - 0.07x_2 + D_{21}^- - D_{21}^+ = 1.21$$

$$-x_0 - x_1 - x_2 + D_{21}^+ \leq 3$$

$$0.05x_0 - 0.02x_1 - 0.01x_2 + D_{22}^- - D_{22}^+ = 1.1$$

$$-5x_0 - 2x_1 - x_2 + D_{22}^+ \leq 1$$

$$-0.63x_0 + 0.18x_1 - 3.04x_2 + D_{31}^- - D_{31}^+ = 1.18$$

$$-x_0 + 2x_1 - 10x_2 + D_{31}^+ \leq 6$$

$$-0.24x_0 + 0.13x_1 - 0.08x_2 + D_{32}^- - D_{32}^+ = 1.13$$

$$x_0 - x_1 - x_2 + D_{32}^+ \leq 10$$

$$x_0 + x_1 + x_2 \leq 5,$$

$$x_0 + x_1 - x_2 \leq 2,$$

$$x_0 + x_1 + x_2 \geq 1,$$

$$-x_0 + x_1 + x_2 \leq 1,$$

$$x_0 - x_1 + x_2 \leq 4,$$

$$x_0 + 2x_2 \leq 4,$$

$$x_0, x_1, x_2 \geq 0.$$

$$D_{ij}^- \times D_{ij}^+ = 0 \quad \text{ve} \quad D_{ij}^-, D_{ij}^+ \geq 0, \quad i = (1,2,3), \quad j = (1,2)$$

En üst seviyedeki karar verici, aday çözüm $x^{0*} = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) = (1, 1, 0)$ ile memnun edilmiştir (Adım 7). $x^{0*} = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) = (1, 1, 0)$ çözümü için amaç değerleri, $f_{11} = -0.57, f_{12} = 0.5, f_{21} = 0.2, f_{22} = -1, f_{31} = -0.4$ ve $f_{32} = 0.5$ ve üye fonksiyon değerleri $\mu_{11} = 0.9, \mu_{12} = 0.58, \mu_{21} = 0.61, \mu_{22} = 1, \mu_{31} = 0.5$ and $\mu_{32} = 0.71$ şeklinde elde edilmiştir.

Tablo 6.3'te Baky'nin çözümü [2] ve önerilen yaklaşım diğer alternatif optimum çözümler kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Table 6.3. Diğer alternatif optimum çözümler kullanılarak Baky'nin çözümü ve önerilen yaklaşımın karşılaştırılması.

	Önerilen yaklaşım		Baky'nin yaklaşımı [2]	
	(0.5, 1.5, 0)	(2, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 1, 1)
$\mu_{f_{11}}(f_{11}(x))$	1.00	0.59	0.46	0.75
$\mu_{f_{12}}(f_{12}(x))$	0.17	1.00	0.76	0.29
$\mu_{f_{21}}(f_{21}(x))$	0.89	0.06	0.31	0.44
$\mu_{f_{22}}(f_{22}(x))$	0.92	1.00	1.00	0.89
$\mu_{f_{31}}(f_{31}(x))$	0.74	0.29	0.54	0.02
$\mu_{f_{32}}(f_{32}(x))$	0.92	0.14	0.52	0.66
Ortalama	0.78	0.53	0.60	0.51

Tablo 6.3 göstermektedir ki, önerilen yaklaşımla elde edilen çözümler için üyelik fonksiyonu değerleri, Baky'nin yaklaşımıyla elde ettiği değerlerden daha iyi sonuçlar elde etmektedir. Baky'nin yaklaşımının [2] diğer alternatif optimum çözümler için üye fonksiyonlarının ortalama değeri yaklaşık olarak (0.56), önerilen yaklaşımın diğer alternatif optimum çözümler için üye fonksiyonlarının ortalama değeri ise yaklaşık

olarak (0.66)'dır. Bu çözümler, önerilen yaklaşımın hedeflere ulaşmada ve karar vericileri tatmin etmede daha iyi olduğunu, ayrıca önerilen yaklaşımın etkinliğini ve güvenilirliğini göstermektedir.

6.2. Uygulama

Önerilen çözüm metodu, üretim planlama problemine uygulanacaktır. Bir şirket P_1, P_2 ve P_3 olmak üzere üç ürün üretmektedir. Artan maliyetler ve gerekli talepler bireysel aktivitelerle orantılı olduğu kabul edilmektedir. Şirket, bütün ürünlerin 10 birimden daha fazla üretilmesi gerektiğine karar vermektedir. Buna ek olarak, güvenlik seviyesini garanti altına almak için stok, toplam üretimin % 12'sinden daha fazladır. Talebin belirsiz olmasından ve gerçekleşen talebin tahmin edilen talepten daha fazla olmasıyla ürün açığı oluşmasından dolayı güvenlik stoğu tutulmaktadır. Her bir ürün için stok kısıtları, sırasıyla toplam üretim miktarının %15, %12 ve %8'i olarak belirlenmiştir. Tablo 6.4 her bir ürün için üretim bilgilerini göstermektedir. Şirket birinci seviyede tek karar verici, ikinci seviyede ise iki karar vericiye sahiptir. Birinci seviyedeki karar verici brut kar oranını (f_{11}) ve stok devir oranını (f_{12}) maksimize etmek istemektedir. İkinci seviyedeki birinci karar verici net kar oranını (f_{21}) maksimize etmek ve işletme faaliyet oranını (f_{22}) minimize etmek istemektedir. İkinci seviyedeki ikinci karar verici, satış gider oranı (f_{31}) ve yönetim gider oranı (f_{32}) olmak üzere iki gider oranını minimize etmek istemektedir. P_1, P_2 ve P_3 ürünlerinin üretim miktarları sırasıyla x_0, x_1 ve x_2 iken, ürünlerin stok miktarları sırasıyla y_0, y_1 ve y_2 'dir.

Tablo 6.4. Uygulama için ürün bilgileri.

Her bir ürün için bilgiler	Ürünler		
	P_1	P_2	P_3
Ham madde (birim)	2	5	3
Kapasite: 700			
Makinalar (saat)	5	7	4

Kapasite: 800			
Her bir ürünün satış fiyatı (\$)	15	18	14
İade edilen ürünün satış fiyatı (\$)	2	4	3
Her bir ürün için satılan malın maliyeti (\$)	6	7.5	3.5
Her bir ürün için net kar (\$)	1.5	2	1.8
Her bir ürün için stok maliyeti (\$)	1.4	1.1	1.3
Her bir ürünü işletme giderleri (\$)	1	1.5	1.5
Her bir ürünün satış giderleri (\$)	2.5	2.1	3.1
Her bir ürünün yönetim giderleri (\$)	1.8	1.4	1.9

Uygulama problem için düşünülen MİS_ÇAKPP aşağıdaki gibidir.

(birinci seviye)

$$\text{Max}_{x_0} \left(f_{11} = \frac{7x_0 + 6.5x_1 + 7.5x_2}{13x_0 + 14x_1 + 11x_2}, f_{12} = \frac{6x_0 + 7.5x_1 + 3.5x_2}{1.4y_0 + 1.1y_1 + 1.3y_2} \right)$$

(ikinci seviye)

$$[1^{\text{st}} \text{ KV}] \quad \text{Max}_{x_1} \left(f_{21} = \frac{1.5x_0 + 2x_1 + 1.8x_2}{13x_0 + 14x_1 + 11x_2} \right), \text{Min}_{x_1} \left(f_{22} = \frac{7x_0 + 9x_1 + 5x_2}{13x_0 + 14x_1 + 11x_2} \right)$$

$$[2^{\text{nd}} \text{ KV}] \quad \text{Min}_{x_2} \left(f_{31} = \frac{2.5x_0 + 2.1x_1 + 3.1x_2}{13x_0 + 14x_1 + 11x_2}, f_{32} = \frac{1.8x_0 + 1.4x_1 + 1.9x_2}{13x_0 + 14x_1 + 11x_2} \right)$$

kısıtlar

$$2x_0 + 5x_1 + 3x_2 \leq 700,$$

$$5x_0 + 7x_1 + 4x_2 \leq 800,$$

$$0.12(x_0 + x_1 + x_2) \leq (y_0 + y_1 + y_2),$$

$$0.15x_0 \leq y_0, \quad 0.12x_1 \leq y_1, \quad 0.08x_2 \leq y_2,$$

$$x_0, x_1, x_2 \geq 10, \quad y_0, y_1, y_2 \geq 0.$$

Tablo 6.5 her iki seviyedeki amaç fonksiyonların aspirasyon seviyesini, tolerans limitini ve ağırlıkları göstermektedir (Adım 2).

Tablo 6.5. Aspirasyon seviyesi, tolerans limiti ve ağırlıklar.

	f_{11}	f_{12}	f_{21}	f_{22}	f_{31}	f_{32}
g_{ij}	0.6	50	0.2	0.5	0.1	0.1
t_{ij}	0.1	20	0.1	0.9	0.8	0.4
w_{ij}	2.0	0.03	10.0	2.5	1.43	3.33

MİS-ÇADPP'nin birinci seviyesi için önerilen bulanık amaç programlama modeli aşağıdaki gibidir.

$$\min Z = 2.0D_{11}^+ + 0.03D_{12}^+$$

kısıtlar

$$-0.0006x_0 - 0.0018x_1 + 0.0013x_2 + D_{11}^- - D_{11}^+ = 0.0003$$

$$-13x_0 - 14x_1 - 11x_2 + D_{11}^+ \leq 0$$

$$0.0114x_0 + 0.0142x_1 + 0.0066x_2 - 0.1289y_0 - 0.1013y_1 - 0.1197y_2 + D_{12}^- - D_{12}^+ = -0.0005$$

$$-1.4y_0 - 1.1y_1 - 1.3y_2 + D_{12}^+ \leq 0$$

$$2x_0 + 5x_1 + 3x_2 \leq 700,$$

$$5x_0 + 7x_1 + 4x_2 \leq 800,$$

$$0.12(x_0 + x_1 + x_2) \leq (y_0 + y_1 + y_2),$$

$$0.15x_0 \leq y_0, \quad 0.12x_1 \leq y_1, \quad 0.08x_2 \leq y_2,$$

$$x_0, x_1, x_2 \geq 10, \quad y_0, y_1, y_2 \geq 0.$$

$$D_{ij}^- \times D_{ij}^+ = 0 \text{ ve } D_{ij}^-, D_{ij}^+ \geq 0, \quad i = (1), j = (1,2)$$

LINGO 8 yazılım program kullanılarak, MİS-ÇADPP'nin birinci seviyesi için optimum çözümler

$$x^{0*} = (x_1^*, x_2^*, x_3^*; y_1^*, y_2^*, y_3^*) = (40, 75, 10; 6, 9, 0), (20, 92, 13; 3, 11, 1) \text{ ve } (134, 10, 13; 20, 1, 1)$$

olarak hesaplanmıştır.

MİS_ÇAKPP'nin ikinci seviyesi için önerilen bulanık amaç programlama modeli aşağıdaki gibidir.

7. BÖLÜM

SONUÇLAR-TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Günümüzde karar verme oldukça güç bir süreçtir. Karar vericiler, karar verme sürecinde deneyim ve öznel algılardan kaynaklanan belirsizlik ile karşı karşıya kalırlar. Bu tür karar ortamlarında bulanık karar verme yaklaşımının kullanılması uygun olmaktadır. Bulanık yaklaşım yardımıyla verilerin değerlendirilmesinde yer alan belirsizlik etkili bir şekilde temsil edilebilmekte ve daha etkin bir karara ulaşılabilmektedir.

Bu çalışmada, merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemlerinin çözümü için güçlü ve güvenilir bir bulanık amaç programlama algoritması önerilmiştir. MİS_ÇAKPP'nin birinci seviyesinde tek karar verici, ikinci seviyesinde ise birden fazla karar verici bulunmaktadır. Önerilen bulanık amaç programlama, her iki seviyedeki karar vericiler için en memnun edici çözümleri elde etmektedir. Problemin her amacıyla ilgili üye fonksiyonlarını lineerleştirmek için jacobian matris kullanılmıştır.

Önerilen bulanık amaç programlama algoritmasının merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemini çözmede etkinliğini ispatlamak için, merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı programlama problemini çözmede Baky [2] tarafından kullanılan sayısal örnek ele alınmıştır. Problemin en iyi çözümü Baky'nin elde ettiği çözüm ile aynı bulunmuştur. Ancak önerilen yaklaşım, en iyi çözümü daha basit adımlarla ve daha az iterasyonla elde edilmiştir. Tablo 6.3'te önerilen yaklaşımın diğer alternatif optimum çözümleri ile Baky'nin yaklaşımı ile elde ettiği alternatif çözümlerin karşılaştırılması verilmiştir. Tablodan anlaşıldığı gibi, önerilen yaklaşımla elde edilen çözümler için üyelik fonksiyonu değerleri, Baky'nin yaklaşımıyla elde ettiği değerlerden daha iyi sonuçlar elde etmektedir. Baky'nin yaklaşımının [2] diğer alternatif optimum çözümler için üye fonksiyonlarının ortalama değeri yaklaşık olarak (0.56),

önerilen yaklaşımın diğer alternatif optimum çözümler için üye fonksiyonlarının ortalama değeri ise yaklaşık olarak (0.66)'dır. Bu çözümler, önerilen yaklaşımın hedeflere ulaşmada ve karar vericileri tatmin etmede daha iyi olduğunu, ayrıca önerilen yaklaşımın etkinliğini ve güvenilirliğini göstermektedir.

Yapılan uygulama çalışmasında, birinci seviyede tek karar vericiden ikinci seviyede iki karar vericiden oluşan merkezi olmayan iki seviyeli çok amaçlı kesirli programlama problemi ele alınmıştır. Her bir seviyedeki karar vericinin birden fazla amacı vardır. MİS-ÇADPP'nin birinci seviyesi için oluşturulan bulanık amaç programlama modeli, LINGO 3.0 yazılım program kullanılarak, elde edilen optimum çözümler, $x^{0*} = (x_1^*, x_2^*, x_3^*; y_1^*, y_2^*, y_3^*) = (40,75,10;6,9,0), (20,92,13;3,11,1)$ ve $(134,10,13;20,1,1)$ olarak hesaplanmıştır. En üst seviyedeki karar verici aday çözüm $x^{0*} = (x_1^*, x_2^*, x_3^*; y_1^*, y_2^*, y_3^*) = (20,92,13;3,11,1)$ tarafından memnun edilmiştir. Bu çözüm için amaç değerleri;

$$f_{11} = 0.49, f_{12} = 48.61, f_{21} = 0.14, f_{22} = 0.61, f_{31} = 0.17 \text{ ve } f_{32} = 0.11,$$

üye fonksiyonu değerleri ise;

$$\mu_{11} = 0.79, \mu_{12} = 0.95, \mu_{21} = 0.40, \mu_{22} = 0.96, \mu_{31} = 0.90 \text{ ve } \mu_{32} = 0.96$$

olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, hedeflere ulaşma derecesi diğer bir ifadeyle karar vericileri tatmin etme derecesi yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Pratik uygulamadan elde edilen çözümler açıkça göstermektedir ki, önerilen yaklaşım etkili ve başarılıdır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, bulanık hedeflerin üyelik fonksiyonları farklı yaklaşımlarla doğrusallaştırılarak problem çözülebilir. Ayrıca, üç veya çok seviyeli programlama problemleri için de önerilen yöntem uygulanabilir.

KAYNAKÇA

1. Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. **Information & Control**, **8**: 338–353.
2. Bellman, R.E., Zadeh L.A., 1970. Decision-making in a fuzzy environment. **Management Science**, **17**: 141–164.
3. Zimmermann, H.J., 1976. Description and optimization of fuzzy systems. **International Journal of General Systems**, **2**: 209–215.
4. Zimmermann, H. J., 1978. Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. **Fuzzy Sets and Systems**, **1**: 45–56.
5. Narsimhan, R., 1980. Goal programming in a fuzzy environment. **Decision Sciences**, **11**: 325–336.
6. Yang, T., Ignizio, J. P., Kim, H. J., 1991. Fuzzy programming with nonlinear membership functions: piecewise linear approximation. **Fuzzy Sets and Systems**, **11**: 39–53.
7. Sakawa, M., Nishizaki I., 2001. Interactive fuzzy programming for two-level linear fractional programming problems. **Fuzzy Sets and Systems**, **119** (1) : 31–40.
8. Miller, T., Friesz, T., Tobin R., 1992. Heuristic algorithms for delivered price spatially competitive network facility location problems. **Annals of Operations Research**, **34**:177–202.
9. Anandalingam, G., Friesz, T., 1992. Hierarchical optimization: an introduction. **Annals of Operations Research**, **34**: 1–11.
10. Bard, J., 1998. Practical Bilevel Optimization: Algorithms and Applications. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.
11. Bard, J., Falk, J., 1982. An explicit solution to the programming problem. **Computers and Operations Research**, **9**: 77–100.
12. Bialas, W., Karwan, M., 1984. Two-level linear programming. **Management Science**, **30**:1004–1020.
13. Bracken, J., McGill, J., 1973. Mathematical programs with optimization problems in the constraints. **Operations Research** **21**: 37–44.
14. Candler, W., Townsley, R., 1982. A linear two-level programming problem. **Computers and Operations Research**, **9**: 59–76.
15. Chen Y., Florian M., Wu S., 1992. A descent dual approach for linear bilevel programs. **Technical Report CRT-866, Centre de Recherche sur les Transports**

16. Dempe, S., 1987. A simple algorithm for the linear bilevel programming problem, **Optimization**, **18** : 373–385.
17. Hansen, P., Jaumard, B., Savard, G., 1992. New branch-and-bound rules for linear bilevel programming. **SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing**, **13**:1194–1217.
18. Tiryaki, F., 2006. Interactive compensatory fuzzy programming for decentralized multi-level linear programming (DMILP) problems. **Fuzzy Sets and Systems**, **157**:3072–3090.
19. White, D., Anandalingam, G., 1993. A penalty function approach for solving bi-level linear programs. **Journal of Global Optimization**, **3**: 397– 419.
20. Huijun, S., Ziyou, G., Jianjun, W., 2008. A bi-level programming model and solution algorithm for the location of logistics distribution centers. **Applied Mathematical Modelling**, **32**: 610-616
21. Sakawa, M., Nishizaki, I., Uemura, Y., 2000. Interactive fuzzy programming for two-level linear fractional programming problems with fuzzy parameters. **Fuzzy Sets and Systems**, **115** (1): 93–103.
22. Sakawa, M., Yauchi, K., 2000. Interactive decision making for multiobjective nonconvex programming problems with fuzzy numbers through coevolutionary genetic algorithms. **Fuzzy Sets and Systems**, **114** (1): 151–165.
23. Sakawa, M., Nishizaki, I., 2001. Interactive fuzzy programming for decentralized two-level linear programming problems. **Fuzzy Sets and Systems**, **125** (3): 301–315.
24. Sakawa, M., Nishizaki, I., 2002. Interactive fuzzy programming for two-level nonconvex programming problems with fuzzy parameters through genetic algorithms. **Fuzzy Sets and Systems**, **127** (2): 185–197.
25. Sakawa, M., Nishizaki, I., 2002. Interactive fuzzy programming for two-level conconvex programming problems with fuzzy parameters through genertic algorithms. **Fuzzy Sets and Systems**, **127**: 185–197.
26. Zhang, G., Lu, J., Dillon, T., 2007. Decentralized multi-objective bilevel decision making with fuzzy demands. **Knowledge-Based Systems**, **20**: 495-507
27. Baky, I. A., 2009. Fuzzy goal programming algorithm for solving decentralized bi-level multi-objective programming problems. **Fuzzy Sets and Systems**, **160**: 2701-2713

28. Ahlatçioğlu, M., Tiryaki, F., 2007. Interactive fuzzy programming for decentralized two-level linear fractional programming (DTLLFP) problems. **Omega**, **35**: 432-450
29. Sakawa, M., Nishizaki, I., Uemura, Y., 2002. A decentralized two-level transportation problem in a housing material manufacturer: interactive fuzzy programming approach. **European Journal of Operational Research**, **141**: 167-185
30. Mishra, S., 2007. Weighting method for bi-level linear fractional programming problems. **European Journal of Operational Research**, **183**: 296-302.
31. Roghanian, E., Sadjadi, S.J., Aryanezhad, M.B., 2007. A probabilistic bi-level linear multi-objective programming problem to supply chain planning. **Applied Mathematics and Computation**, **188**: 786-800.
32. Emam, O.E., 2006. A fuzzy approach for bi-level integer non-linear programming problem. **Applied Mathematics and Computation**, **172**: 62-71.
33. Andersson, J., Marklund, J., 2000. Decentralized inventory control in a two-level distribution system. **European Journal of Operational Research**, **127**: 483-506.
34. Bard, J.F., Plummer, J., Sourie, J.C., 2000. A bilevel programming approach to determining tax credits for biofuel production. **European Journal of Operational Research**, **120**:30-46.
35. Lai, Y.J., 1996. Hierarchical optimization: a satisfactory solution. **Fuzzy Sets and Systems**, **77**: 321–335.
36. Shih, H.S., Lai, Y.J., Lee, E.S., 1996. Fuzzy approach for multi-level programming problems. **Computers and Operations Research**, **23**: 73-91.
37. Shih, H., Lee, E., 2000. Compensatory fuzzy multiple level decision making. **Fuzzy Sets and Systems**, **114**: 71–87.
38. Sinha, S., 2003. Fuzzy programming approach to multi-level programming problems. **Fuzzy Sets and Systems**, **136**: 189–202.
39. Sinha, S., 2003. Fuzzy mathematical programming applied to multi-level programming problems. **Computers and Operations Research**, **30**: 1259-1268.
40. Abo-Sinna, M.A., Baky, I.A., 2007. Interactive balance space approach for solving multi-level multi-objective programming problems. **Information Sciences**, **177**: 3397-3410.

41. Madadi, A., Kurz, M.E., Ashayeri, J., 2010. Multi-level inventory management decisions with transportation cost consideration. **Transportation Research Part E**, **46**: 719-734.
42. Sinha, S., Sinha, S.B., 2002. KKT transformation approach for multi-objective multi-level linear programming problems. **European Journal of Operational Research**, **143**: 19-31.
43. Pramanik, S., Roy, T.K., 2007. Fuzzy goal programming approach to multilevel programming problems. **European Journal of Operational Research**, **176**: 1151-1166.
44. Sakawa, M., Nishizaki, I., 1998. Interactive fuzzy programming for multilevel linear programming problems. **Computers Mathematics Application**, **36** (2): 71-86.
45. Sakawa, M., Nishizaki, I., Hitaka, M., 1999. Interactive fuzzy programming for multi-level 0-1 programming problems through genetic algorithms. **European Journal of Operational Research**, **114**: 580-588.
46. Sakawa, M., Nishizaki, I., Uemura, Y., 2000. Interactive fuzzy programming for multi-level linear programming problems with fuzzy parameters. **Fuzzy Sets and Systems**, **109**: 3-19.
47. Mohamed, R.H., 1997. The relationship between goal programming and fuzzy programming. **Fuzzy Sets and Systems**, **89**: 215–222.
48. Pal, B.B., Moitra, B.N., Maulik, U., 2003. A goal programming procedure for fuzzy multiobjective linear fractional programming problem. **Fuzzy Sets and Systems**, **139** (2): 395–405.
49. Moitra, B.N., Pal, B.B., 2002. A fuzzy goal programming approach for solving bilevel programming problems, in: N.R. Pal, M. Sugeno (Eds.), AFSS 2002, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 2275, Springer, Berlin, Heidelberg, 2002, pp. 91–98.
50. Pal, B.B., Moitra, B.N., 2003. A fuzzy goal programming procedure for solving quadratic bilevel programming problems. **International Journal of Intelligent Systems**, **18** (5): 529–540.
51. Pramanik, S., Roy, T.K., 2006. Fuzzy goal programming approach to multi-level programming problems. **European Journal of Operational Research**, **176**: 1151–1166.

52. Abd El-Wahed, W.F., Lee, S.M., 2006. Interactive fuzzy goal programming for multi-objective transportation problems. **Omega**, **34**: 158-166.
53. Karakaya, K., 2003. İstanbul Boğazı'ndan Geçen Gemilerin Emniyetli Geçişinin Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanarak Analizi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
54. Tekin M., 2004. Sayısal Yöntemler. Selçuk Üniversitesi, Konya, 364 s.
55. Tekeş, M., 2002. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 173 s.
56. Öztürk, A., 2011. Yöneylem Araştırması. Ekin Kitabevi, Bursa, 810 s.
57. Tütek H. H., Gümüşoğlu U., 2008. Sayısal Yöntemler Yönetmelik Yaklaşım. Beta Basım A.Ş., İstanbul, 504 s.
58. Kuruüzüm, A., 1998. Karar Destek Sistemlerinde Çok Amaçlı Yöntemler. Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya.
59. Dogan, M., 1985. İşletmelerde Karar Verme Teknikleri. Bilgehan Basımevi, İzmir, 236 s.
60. Render, B., Stair, R. M., 1991. Quantitative Analysis for Management. Allyn and Bacon, USA.
61. Ulucan, A., 2004. Yöneylem Araştırması. Siyasal Kitabevi, Ankara, 484 s.
62. Koçel, T., 2011. İşletme Yöneticiliği. Beta Yayınları, İstanbul, 729 s.
63. Boray, A., 1993. Kesikli Üretim Sistemlerinde Çok Amaçlı İşyeri Düzenlemesi ve Bir Hastahane Uygulaması. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
64. Evren, R., Ülengin, F., 1992. Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme. İTÜ Matbaası, İstanbul.
65. Zionts, S., 1985. Multiple criteria mathematical programming: an overview and several approaches, pp.84-128. In: Multiple Criteria Decision Methods And Applications (Eds. G. Fandel, J. Sprank). Springer Verlag.
66. Boran, S., 1987. Bir Çok Amaçlı karar Verme Yönteminin Eleştirisel İncelemesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

67. Şen, Z., 2004. Mühendislikte Bulanık Mantık ile Modelleme Prensipleri. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 189 s.
68. Allahverdi, N., 2002. Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması. Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 248 s.
69. Li, D. F., Yang, J. B. 2004. Fuzzy linear programming technique for multiattribute group decision making in fuzzy environments. **Information Sciences**, **158**: 263-264.
70. Baykal, N., Beyan, T., 2004. Bulanık Mantık İlke ve Temelleri. Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 413 s.
71. Elmas, Ç., 2003. Bulanık Mantık Denetleyiciler. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 230 s.
72. Ertugrul, İ., 1996. Bulanık Mantık ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
73. Kosko, B., 1997. Fuzzy Engineering. Prentice Hall, New Jersey, 549 pp.
74. Öztürk, R. Ö., 1999. Fuzzy Karar Verme. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
75. Ertugrul, İ., Pelitli, D., 2008. Portföy analizinde bulanık mantık yaklaşımı. **İktisat İşletme ve Finans Dergisi**, **23** (265): 91-113.
76. Menteş, A., 2000. Manevra ve Sevk Sistemi Seçiminde Bulanık Çok Kriterli Karar Verme. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
77. Baykal, N., Beyan, T., 2004. Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler. Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 509 s.
78. Chen, G., Pham, T.T., 2001. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems. CRC Press, USA, 316 pp.
79. Jang, J., S. R., Sun, C. T., Mizutani E., 1997. Neuro-Fuzzy and Soft Computing. Prentice Hall Inc., USA, 614 pp.
80. Kecman, V., 2001. Learning and Soft Computing. MIT Press, London, 541 pp.
81. Nabiye, V. V., 2003. Yapay Zeka-Problemler-Yöntemler-Algoritmalar. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 764 s.
82. Öztemel, E., 2003. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul, 238 s.
83. Nguyen, H.T., Walker, E.A., 2000. A First Course in Fuzzy Logic. Chapman&Hall/Crc, Florida, 373 pp.

84. Guiffrida, A. L., Nagi, R. 1998. Fuzzy set theory applications in production management research: a literature survey, **Journal of Intelligent Manufacturing**, **9**(1): 39-56.
85. Zadeh, L. A., Kacprzyk, J., 1992. Fuzzy Logic for the Management of Uncertainty. John Wiley & Sons Inc., Newyork, 676 pp.
86. Zimmermann, H.J., 1992. Fuzzy Set Theory and Its Applications. Kluwer Academic Publishers, USA, 435 pp.
87. Zadeh, L. A., 1975. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-I, **Information Sciences**, **8**: 199-249.
88. Tanaka, K., 1997. An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications. Springer-Verlag, New York, 138 pp.
89. Toksari, M.D., 2008. Taylor series approach to fuzzy multiobjective linear fractional programming. **Information Sciences**, **178**: 1189-1204.
90. Anandalingam, G., 1988. A mathematical programming model of decentralized multi level systems. **Journal of the Operations Research Society**, **39**: 1021-1033.
91. Lee, E.S., Shih, H.S., 2001. Fuzzy and Multi-level Decision Making –An Interactive Computational Approach, Springer, London.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Yasemin KÖSE

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 21 Aralık 1987, Giresun

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: +90 505 581 33 27

email: yaseminkose28@gmail.com

Yazışma Adresi: Mevlana mah. Turgut Özal cad. Vilayet sok. Köknar Apt.

Talas/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Erciyes Üniversitesi Endüstri Mühendisliği	2010
Lise	Giresun Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi, Giresun	2005

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2010-2011	Merkez Çelik A.Ş.	Uzman Yardımcısı

YABANCI DİL

İngilizce