



T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

KISITLAR TEORİSİ İLE MALİYET-HACİM-KÂR ANALİZLERİNDE
BULANIK MANTIK UYGULAMALARI

Hazırlayan
Mihriban COŞKUN ARSLAN

İşletme Ana Bilim Dalı
Muhasebe - Finansman Bilim Dalı
Doktora Tezi

Danışman
Prof. Dr. Fatih Coşkun ERTAŞ

TOKAT – 2012

KISITLAR TEORİSİ İLE MALİYET- HACİM- KÂR
ANALİZLERİNDE BULANIK MANTIK UYGULAMALARI

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 21 / 12 / 2012

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Nalan AKDOĞAN

Üye : Prof. Dr. Fatih Coşkun ERTAŞ

Üye : Prof. Dr. Nevin YÖRÜK

Üye : Doç. Dr. Naim ÇAĞMAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. S. Serdar KARACA

Bu tez, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun
25.../12.../2012 tarih ve 01-12 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul
edilmiştir.

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Ali AÇIKEL

Prof. Dr. Ali AÇIKEL
İmza
Enstitü Müdürü



ETİK SÖZLEŞME

T.C.

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

(21/12/2012)

Mihriban COŞKUN ARSLAN



ÖZET

İşletmelerin temel amaçlarından olan kısa ve uzun vadede kâr sağlamanın doğru bir şekilde yönlendirilmesi için rasyonel bir kâr planlaması yapılmalıdır. Maliyet-Hacim-Kâr (MHK) analizleri kâr planlamasına yardımcı olan yönetimsel bir araç olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, MHK analizleri optimal mamul karmasının belirlenmesinde de çoğunlukla kullanılmaktadır. Kısıtlar Teorisi (KT) işletmelerde MHK analizlerine alternatif bir yöntem olarak daha kârlı sonuçların elde edilmesinde kullanılmaktadır. Çünkü, KT'ye göre işletmenin temel amacı kâr elde etmektir ve hammadde maliyetini tek değişken maliyet olarak kabul ettiğinden dolayı bu şekilde belirlenen mamul karması sebebiyle daha kârlı sonuçlar elde edilmektedir. Fakat, her iki yöntemde de gerçek hayatta karşılaşılan belirsiz durumların işletmenin kârı üzerindeki etkileri dikkate alınmamaktadır. Belirsizliklerden kaynaklanan bulanık ortamlardaki karar verme problemlerinde, problem konusu olan sistemde, kavramda ve amaçta, kesin ifadelerin olmayışı nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik durumu BM ile Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) kullanılarak çözümlenmektedir. Bulanık Mantık (BM), insanların belirsizlik altında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünce mekanizmalarının oluşturulmasını amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; işletmenin kârının hesaplamasında ve en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karmasının tespit edilmesinde MHK ile BM-BDP entegrasyonu ve KT ile BM-BDP entegrasyonu ile uygulanabilirliğini göstermektir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle işletmenin kârı ve en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karması; MHK analizi ve KT ilkeleri doğrultusunda belirlenmiştir. Daha sonra aynı problem konusu aynı veriler kullanılarak MHK ile BM-BDP entegrasyonu ve KT ile BM-BDP entegrasyonu ile çözümlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kısıtlar Teorisi, Maliyet-Hacim-Kâr Analizi, Bulanık Mantık, Bulanık Doğrusal Programlama

ABSTRACT

Making profit in short and long terms, as one of the fundamental objectives of a firm, needs to be planned rationally in order to be managed properly. For this manner, Cost-Volume-Profit (CVP) Analysis is considered as one of the managerial tool that helps planning profits. Besides, it is a widely used method in determining optimal product mix. Theory of constraints (TOC) is an alternative method of CVP analysis that provides more profitable results. Because, according to TOC, the main objective of a firm is to make profit and accepting the raw material cost as the only variable cost in the product mix, it is viable to come up with more profitable results. But, both methods ignore the effects of uncertain conditions on profit in real life. For decision-making problems in such fuzzy environments, Fuzzy Linear Programming (FLP) provides solutions with fuzzy logic when there is a lack of the precise statements in the related terms and objective. Fuzzy Logic (FL) aims to form consistent and rational decision mechanisms in ambiguous conditions.

The objective of this research is to indicate the applicability of the integration of the methods CVP & FL-FLP and TOC & FL-FLP when determining the optimal product mix and calculating the highest profit. In accordance with the objective, firstly business profit and optimum product mix with the highest profit were determined using CVP Analysis and the principles of TOC. Following this, the same data were analyzed with the integration of CVP & FL-FLP analysis and TOC & FL-FLP analysis for the solution of the same problem.

Keywords: Theory of Constraints, Cost-Volume-Profit Analysis, Fuzzy Logic, Fuzzy Linear Programming

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KISITLAR TEORİSİ.....	9
2.1.KISIT KAVRAMI VE TÜRLERİ.....	11
2.1.1. Davranış (Paradigma) Kısıtları	12
2.1.2. Politik (Yönetimsel) Kısıtlar	13
2.1.3. Malzeme Kısıtları.....	14
2.1.4. Kapasite Kısıtları.....	15
2.1.5. Lojistik Kısıtlar	15
2.1.6. Pazar Kısıtları.....	16
2.2.KISITLAR TEORİSİNİN GELİŞİM AŞAMALARI	16
2.2.1. Lojistik Bileşeni	17
2.2.2. Performans Ölçütleri	23
2.2.3. Mantıksal Düşünce Süreçleri	30
2.3.KISITLAR TEORİSİ İLKELERİ	41

2.4.KISITLAR TEORİSİ VARSAYIMLARI	43
2.5.SÜREÇ KATKI MUHASEBESİ.....	45
3. MALİYET-HACİM-KÂR ANALİZLERİ	50
3.1.MHK ANALİZLERİNDE KULLANILAN KAVRAMLAR.....	53
3.1.1. Sabit Maliyet.....	53
3.1.2. Değişken Maliyetler	55
3.1.3. Katkı Payı.....	56
3.1.4. Katkı Oranı.....	57
3.1.5. Kâr Fonksiyonu.....	58
3.2.BAŞABAŞ NOKTASI ANALİZİ	61
3.2.1. Başabaş Noktasının Tespit Edilmesinde Kullanılan Yöntemler	62
3.2.2. Başabaş Noktası Analizinde Kullanılan Diğer Kavramlar.....	67
3.3.MHK ANALİZLERİNİN YÖNETİM KARARLARINDA UYGULANMASI	69
3.3.1. Satış Fiyatının Tespiti	69
3.3.2. Optimal Mamul Karmasının Tespiti	72
3.3.3. Üretme veya Satın Alma Kararı.....	74
3.3.4. Bir Mamullün Üretimine Devam Edip Etmeme Kararı	75
3.3.5. Yeni Bir Makine Alma Kararı.....	76
3.4.MHK ANALİZLERİNİN VARSAYIMLARI.....	76
4. BULANIK MANTIK.....	78
4.1.BULANIK MANTIK KAVRAMININ GELİŞİM SÜRECİ	78
4.2.BULANIK MANTIK UYGULAMA ALANLARI.....	81

4.3.BULANIK MANTIK KURAMI	83
4.4.BULANIK KÜME TEORİSİ	86
4.5.ÜYELİK DERECESESİ	88
4.6.ÜYELİK FONKSİYONU VE ÜYELİK FONKSİYONU BİÇİMLERİ	91
4.6.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	94
4.6.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	94
4.6.3. Gaussian Üyelik Fonksiyonu	95
4.7.DİLSEL DEĞİŞKENLER	95
4.8.BULANIK ÇIKARIM SİSTEMLERİ	98
4.8.1. Bulanıklaştırma	101
4.8.2. Veri Tabanı	101
4.8.3. Bulanık Kural Tabanı	102
4.8.4. Karar Verme Birimi	104
4.8.5. Durulaştırma.....	104
4.9.BULANIK ÇIKARIM YÖNTEMLERİ	108
4.9.1. Mamdani Tipi Çıkarım Yöntemi.....	108
4.9.2. Takagi-Sugeno-Kang Çıkarım Yöntemi	110
4.10. BULANIK DOĞRUSAL PROGRAMLAMA.....	111
4.10.1. Matematiksel Bir Modelin Oluşturulması	112
4.10.2. Bulanık Ortamda Karar Verme.....	113
4.10.3. Klasik Doğrusal Programlama Modeli	114
4.10.4. Bulanık Doğrusal Programlama Modeli.....	119

4.11. BULANIK MANTIĞIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	130
5. LİTERATÜR TARAMASI	132
6. KISITLAR TEORİSİ VE MALİYET-HACİM-KÂR ANALİZLERİNİN BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜMLENMESİ	143
6.1.ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ	143
6.2.ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI VE KISITLARI	144
6.3.ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	146
6.4.ARAŞTIRMAYA AİT İŞLETMELERİN SEÇİMİ VE VERİLERİN TOPLANMASI	152
6.5.ARAŞTIRMADA VAK'A ÇALIŞMASI - I.....	153
6.5.1. İşletmeye Ait Genel Bilgiler	153
6.5.2. İşletmenin Üretim Sistemi	158
6.5.3. MHK Analizi İle İşletme Kârının Hesaplanması	162
6.5.4. KT İlkelerine Uygun Olarak İşletme Kârının Hesaplanması	168
6.5.5. MHK Analizi İle KT' nin Karşılaştırılması	174
6.5.6. MHK Analizinde Kullanılan Prensipler Doğrultusunda İşletme Kârının BM Yöntemiyle Çözümlemesi	177
6.5.7. KT İlkeleri Doğrultusunda İşletme Kârının BM Yöntemiyle Çözümlemesi	191
6.5.8. MHK, KT VE BM İle Çözümlenen İşletme Kârının Karşılaştırılması	204
6.6.ARAŞTIRMADA VAK'A ÇALIŞMASI - II	205
6.6.1. İşletmeye Ait Genel Bilgiler	208
6.6.2. İşletmenin Üretim Sistemi	209
6.6.3. MHK Analizi İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi.....	211
6.6.4. KT İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi.....	227

6.6.5. MHK Analizi Ve BDP Entegrasyonu İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi ...	232
6.6.6. KT Ve BDP Entegrasyonu İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi	241
6.6.7. MHK, KT ve BDP Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	250
7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	255
KAYNAKLAR	269
EKLER.....	294
EK 1: MHK-BM İLE KÂR ÇÖZÜMLEMESİNDE BULANIK KURALLAR	294
EK 2: KT-BM İLE KÂR ÇÖZÜMLEMESİNDE BULANIK KURALLAR	296
EK 3: GELENEKSEL MHK İLE BDP ENTEGRASYONU İÇİN KURULAN MODELİN MATLAB'DA ÇÖZÜMLENMESİ.....	298
EK 4: KT İLE BDP ENTEGRASYONU İÇİN KURULAN MODELİN MATLAB'DA ÇÖZÜMLENMESİ.....	300

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2-1 Mantıksal Düşünce Süreci Araçları	35
Tablo 2-2 Süreç Katkı Muhasebesine Ait Gelir Tablosu	48
Tablo 4-1 Bulanık Mantık Denetimin Endüstriyel Uygulamaları	82
Tablo 4-2 BDP Problemlerinde Bulanıklığın Türleri	121
Tablo 6-1 Direkt İşçilik Maliyetlerinin Ürün Bazında Dağıtımı	163
Tablo 6-2 Değişken Genel Üretim Maliyetlerinin Dağılımı	163
Tablo 6-3 Değişken Genel Üretim Maliyetlerinin Ürün Bazında Dağıtımı	164
Tablo 6-4 Ürünlere Ait Birim Maliyetler	164
Tablo 6-5 Ürünlere Ait Toplam Maliyetler	165
Tablo 6-6 İşletmenin Toplam Satış Tutarları	165
Tablo 6-7 MHK Analizine Göre Katkı Payları	166
Tablo 6-8 İşletmeye Ait Sabit Maliyetler	167
Tablo 6-9 MHK Analizine Göre İşletmenin Gelir Tablosu.....	168
Tablo 6-10 Her Mamule Ait Kısıtlı Katkı Payları.....	171
Tablo 6-11 Mamullere Ait Toplam Kısıtlı Katkı Payları	172
Tablo 6-12 KT İlkelerine Göre İşletmenin Gelir Tablosu	173
Tablo 6-13 Katkı Payı ve Kısıtlı Katkı Payının Karşılaştırılması	175
Tablo 6-14 Katkı Oranı, Başabaş Noktası ve Kâr Tutarlarının Karşılaştırılması.....	176
Tablo 6-15 Gelir Tablolarının Karşılaştırılması	177
Tablo 6-16 Girdi-Çıktı Değişkenleri ve Dilsel Değişkenler.....	179
Tablo 6-17 Girdi-Çıktı Değişkenlerine Ait Üyelik Fonksiyonları	180
Tablo 6-18 Girdi-Çıktı Değişkenleri ve Dilsel Değişkenler.....	192
Tablo 6-19 Girdi-Çıktı Değişkenlerine Ait Üyelik Fonksiyonları	193
Tablo 6-20 Kâr Tutarlarının Yöntemler Bazında Karşılaştırılması.....	204

Tablo 6-21 İşletmede Üretilen Ürün Listesi	211
Tablo 6-22 Mamullere Ait Birim Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyetleri	212
Tablo 6-23 Mamullere Ait Birim Direkt İşçilik Maliyetleri.....	213
Tablo 6-24 İşletmeye Ait Genel Üretim Maliyetleri	213
Tablo 6-25 Mamullere Ait Birim Genel Üretim Maliyetleri	214
Tablo 6-26 Günlük Talep Miktarları ve Satış Fiyatları	215
Tablo 6-27 Üretim İçin Gerekli Un Miktarı (çuval).....	215
Tablo 6-28 Mamullere Ait Yoğrulma Süreleri	216
Tablo 6-29 Mamullere Ait Şekillendirme Süreleri (dakika)	217
Tablo 6-30 Esas Üretim Maliyet Yerleri Mamul Üretim Süreleri (dakika)	223
Tablo 6-31 Esas Üretim Maliyet Yerleri Fiili Kapasiteleri (dakika).....	224
Tablo 6-32 Geleneksel Katkı Pay Yaklaşımına Göre Üretim Öncelikleri	225
Tablo 6-33 Katkı Payı Yaklaşımına Göre Üretilen Miktarlar.....	226
Tablo 6-34 Kapasite Kaynak Profili	229
Tablo 6-35 Kısıtlar Teorisi Yaklaşımına Göre Üretim Öncelikleri.....	230
Tablo 6-36 KT Yaklaşımına Göre Üretilen Miktarlar	231
Tablo 6-37 Amaç Fonksiyonu ve Kısıtlayıcılara Ait Katsayılar	234
Tablo 6-38 Amaç Fonksiyonu ve Kısıtlayıcılara Ait Katsayılar	242
Tablo 6-39 Uygulama Sonuçlarına Göre Elde Edilen Optimal Mamul Karmaları (adet)..	250
Tablo 6-40 Katkı Paylarının Karşılaştırılması.....	251
Tablo 6-41 Geleneksel MHK Yaklaşımına Göre Gelir Tablosu (TL).....	253
Tablo 6-42 MHK ile BDP Entegrasyonuna Göre Gelir Tablosu(TL)	253
Tablo 6-43 KT Yaklaşımına Göre Gelir Tablosu (TL)	254
Tablo 6-44 KT ile BDP Entegrasyonuna Göre Gelir Tablosu (TL)	254

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1 Süreç Katkı Muhasebesinin Hesap Akış Şeması.....	48
Şekil 3-1 Başabaş Noktasının Grafik Üzerinde Gösterimi	65
Şekil 3-2 Hacim-Kâr Grafiği	66
Şekil 4-1 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları.....	82
Şekil 4-2 Klasik ve Bulanık Yaş Küme Gösterimi	90
Şekil 4-3 Üyelik Fonksiyonu Kısımları	92
Şekil 4-4 Üçgen Üyelik Fonksiyonu.....	94
Şekil 4-5 Yamuk Üyelik Fonksiyonu	95
Şekil 4-6 Gaussian Üyelik Fonksiyonu	95
Şekil 4-7 Hız Değerlerine Ait Dilsel Değişkenlerin Bulanık Kümedeki Gösterimi.....	97
Şekil 4-8 Bulanık Çıkarım Sistemi	100
Şekil 4-9 Ağırlık Merkezi Yöntemi	106
Şekil 4-10 Ağırlık Ortalaması Yöntemi.....	107
Şekil 4-11 Mean-Max Üyelik Yöntemi	108
Şekil 4-12 Mamdani Tipi Çıkarım Yöntemi.....	110
Şekil 4-13 Takagi-Sugeno-Kang Çıkarım Yöntemi	111
Şekil 4-14 Maksimum amaç fonksiyonu ve \geq kısıtlayıcısı için üyelik fonksiyonu.....	124
Şekil 4-15 Minimum Amaç Fonksiyonu ve \leq Kısıtlayıcısı İçin Üyelik Fonksiyonu ...	125
Şekil 6-1 İş Akış Şeması.....	159
Şekil 6-2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması	181
Şekil 6-3 Satış Fiyatına Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması.....	181
Şekil 6-4 Değişken Maliyete Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	182
Şekil 6-5 Satış Hacmine Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	182

Şekil 6-6 Sabit Maliyete Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	183
Şekil 6-7 Kâra Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	183
Şekil 6-8 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi	185
Şekil 6-9 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi (devamı).....	185
Şekil 6-10 Kâra Ait Çıkarım Sonucu	186
Şekil 6-11 Kâra Ait Çıkarım Sonucu (devamı)	187
Şekil 6-12 Satış Fiyatı İle Değişken Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi	188
Şekil 6-13 Satış Fiyatı İle Satış Hacmi Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi	189
Şekil 6-14 Satış Fiyatı İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi	189
Şekil 6-15 Değişken Maliyet ile Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi ..	190
Şekil 6-16 Değişken Maliyet İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi..	190
Şekil 6-17 Sabit Maliyet İle Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi.....	191
Şekil 6-18 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması	194
Şekil 6-19 Satış Fiyatına Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması.....	194
Şekil 6-20 DİMMM Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması.....	195
Şekil 6-21 Satış Hacmine Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	195
Şekil 6-22 Sabit Maliyete Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	196
Şekil 6-23 Kâra Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	196
Şekil 6-24 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi	197
Şekil 6-25 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi (devamı).....	198
Şekil 6-26 Kâra Ait Çıkarım Sonucu	199
Şekil 6-27 Kâra Ait Çıkarım Sonucu (devamı)	199
Şekil 6-28 Satış Fiyatı İle DİMMM Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi.....	201
Şekil 6-29 Satış Fiyatı İle Satış Hacmi Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi	201

Şekil 6-30 Satış Fiyatı İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi	202
Şekil 6-31 DİMMM ile Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi.....	202
Şekil 6-32 DİMMM İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi	203
Şekil 6-33 Sabit Maliyet İle Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi.....	203
Şekil 6-34 Ekmek Üretimi İş Akış Şeması	209



KISALTMALAR LİSTESİ**BBN:** Başabaş Noktası**BDP:** Bulanık Doğrusal Programlama**BM:** Bulanık Mantık**DGÜM:** Değişken Genel Üretim Maliyeti**DİM:** Direkt İşçilik Maliyeti**DİMMM:** Direkt İlk Madde Ve Malzeme Maliyeti**DM:** Değişken Maliyet**DP:** Doğrusal Programlama**DTİ:** Davul- Tampon- İp**EÜMY:** Esas Üretim Maliyet Yeri**GÜM:** Genel Üretim Maliyeti**KBBK:** Kapasite Birimi Başına Katkı**KKP:** Kısıtlı Katkı Payı**KT:** Kısıtlar Teorisi**MHK:** Maliyet- Hacim- Kâr**SF:** Satış Fiyatı**SH:** Satış Hacmi**SM:** Sabit Maliyet**TDM:** Toplam Değişken Maliyetler

1. GİRİŞ

İşletmeler, insan ihtiyaçlarını direkt veya endirekt olarak karşılamak adına üretim faktörlerini bir araya getirir ve bunun sonucunda da kâr elde ederek faaliyetlerini sürdürür. İnsan ihtiyaçları ve alışkanlıkları birçok değişken sebebiyle farklılaşabileceğinden işletmeler de, bu sosyal olguyu dikkate alarak üretim planlaması yaparlar. Her ne kadar değişen her koşula ayak uydurmak zor olsa da asgari olarak bu uyum sağlandığında temel amaçlardan biri olan kârdan işletmeler uzaklaşmazlar. İşletmelerin üretim süreçlerini insan davranışları kadar asıl bu süreç üzerinde işletmelerin elinde bulunan imkânlar da (makine, ekipman, işgücü, kaynak ve sermaye gibi) etkilidir.

Üretim süreci planlanırken dış çevre faktörleri ile iç çevre faktörleri birlikte değerlendirilmelidir. Dış çevre faktörlerini kontrol altında tutmak daha zor olduğundan işletmeler iç çevre faktörlerini en etkin şekilde yöneterek en çok kâr sağlayacak mamul karmalarını oluşturabilirler. Mamul maliyetlerinin hesaplanması; maliyet muhasebesi açısından değerlendirildiğinde hassasiyet isteyen bir konu ve aynı zamandan farklı teknikler ile elde edilen bir durumdur. Her işletme kendi işletme yapısına ve üretim sürecine uygun teknikler kullanarak mamul maliyeti hesaplar ve mamul karmalarını oluştururlar. Günümüzde artık ne üretilirse satılır mantığı üretim sürecinin planlanmasında işletmelerin yanlış kararlar almasına neden olur ki, bu sakıncalı durumdan kaçınmak için dış çevre faktörlerinden, taleplerin de iyi analiz edilmesi gerekir.

Günümüzde artan rekabet ortamında işletmeler; mamul maliyetlerini düşürmek, en yüksek katkıyı sağlayacak mamulleri satış karması içerisine dahil etmek ve üretim sürecini engelleyen her türlü kısıtı tespit etmek suretiyle faaliyetlerini

sürdürebilmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte üretim süreçlerindeki otomasyon ve kalifiye işgücü gibi gereksinimler göz ardı edildiğinde kârdan uzaklaşmak içten değildir. Bu ve benzeri gelişme ve değişimler işletmeler açısından farklı yönetim ve maliyet tekniklerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Artık eskiden kullanılan maliyetleme yöntemleri yerine yeni teknikler geliştirilmiş ve kârın artırılması için işletmelerde bu uygulamaların kullanılması yaygınlaşmıştır. Bu şekilde ortaya çıkan değişimlere karşı direnç göstermek yerine değişimin farkında olarak en üst kademedeki en alt kademeye kadar bu değişim ruhunu işletmelere taşımak bu denli bir rekabet ortamında işletmeler açısından en rasyonel kararlardan birisi olacaktır.

İşletmeler kârlılıklarını arttırmak için çeşitli yönetsel kararla karşı karşıya kalırlar. Her karar işletme adına pek çok durumun bir arada değerlendirilmesini gerektiren süreçleri içerir. Bu açıdan Maliyet-Hacim-Kâr (MHK) analizleri işletmelerin yönetsel kararlarının verilmesinde yardımcı olan önemli bir araçtır. İşletmeler çeşitli mamullerin kârlılık durumlarını dikkate alarak MHK analizlerinden elde edilecek bilgiler doğrultusunda, üretim ve satış koşulları ile birlikte değerlendirilmek suretiyle optimal mamul karmasını oluşturabilirler.

MHK analizlerine göre işletmelerin maksimum kârı sağlayacak optimal mamul karmalarının tespitinde "değişken maliyet katkı payı analizi" kullanılır. Bu analize göre, mamul satış fiyatlarından o mamule ilişkin birim değişken maliyet çıkartılarak katkı payı hesaplanır. Bu şekilde en yüksek katkıyı sağlayan mamuller tespit edilmiş olur. Mamullere ait üretim öncelik sırasını tespit etmek için "kapasite birimi başına katkı " tutarı; birim katkı payını, mamul için gerekli kapasite birim sayısına bölmek suretiyle hesaplanır. Kapasite birimi başına katkı tutarı en yüksek olan mamulden başlamak

suretiyle kapasiteye kadar büyükten küçüğe sıralanarak optimal mamul karması belirlenir.

İşletmeler optimal mamul karmasının belirlenmesine ait problemin çözümünde MHK analizlerinden faydalanmaktadır. Ancak bu yöntemler işletmelerin kârlılıklarını arttırmada yeterli olmamaktadır. Bu sebeple işletmelerin kârlılıklarını arttıran yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Kısıtlar Teorisi (KT) beş aşamalı odaklanma süreci ile işletmelere güvenilir ve yönetimi kolay bir üretim süreci oluşturma, geliştirme ve iyileştirme çabalarını işletme kârı üzerinde en büyük katkıyı oluşturacak yere odaklanma, bir problem çözme ve yaratıcı düşünce sistemi olarak işletmelere yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır. KT' ye göre işletmelerin şimdi ve gelecekteki asıl amacı kâr elde etmek olduğundan işletmenin her fonksiyonunun kâr üzerine odaklanmasını sağlamaktadır. Üretim süreçlerinde ve mamul karmasının oluşturulmasında da asıl yön verici faktör kâr olduğundan, bu yöntemle elde edilecek kâr rakamları da diğer yöntemlere göre elde edilecek kârdan daha fazla olmaktadır.

KT; Goldratt tarafından geliştirilmiştir. Goldratt, işletmeyi bir sistem olarak değerlendirmekte ve her sistemde performansı belirleyen az bir tane kısıt olduğunu savunmaktadır. Ortaya atıldığı 1980' li yıllardan günümüze pek çok çalışmaya konu olan KT' nin gelişiminin son aşamasında insana dayalı düşünce ve davranışlarındaki değişikliklerin kapsamını genişleten "düşünce süreçleri" yer almaktadır. KT, bir üretim ve yönetim felsefesi olarak ortaya çıksa da günümüzde, pazarlama, dağıtım, muhasebe, proje yönetimi gibi alanlarda da ilgi çekici uygulamalara ışık tutmaktadır.

İşletmelerin önemli yönetimsel kararlarından olan en yüksek kârı sağlayacak mamul karmasının tespitinde KT' nin ortaya koyduğu süreç katkı muhasebesi, MHK analizlerine alternatif bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Yönetim ve maliyet

muhasebesine farklı bir bakış açısı kazandıran KT' nin önemli bir varsayımı da değişken maliyet olarak sadece direkt ilk madde ve malzeme maliyeti ile bir takım enerji maliyetlerinin kabul edilmesi olduğundan mamul maliyetlerinin hesaplanmasına da yeni bir soluk getirmiştir. KT' ye göre mamullere ait hesaplanan katkı payı "kısıtlı katkı payı" olarak adlandırılmıştır. Bu durumda KT kısıtlı katkı payı yaklaşımı ile belirlenen mamul karması sonucu elde edilen kâr, MHK analizi ile elde edilen kârdan daha fazla olmuştur.

MHK analizi ile elde edilen mamul karması sonucundaki kâr ile KT' ye göre hesaplanan kâr arasındaki farklılıkların temel sebebi değişken maliyetin tanımlanmasından kaynaklanmaktadır. KT' ye göre mamul karmasının hesaplanmasında işletmede öncelikle belli başlı sorulara cevap aranmaktadır. Bu sorulara alınan cevaplar doğrultusunda sistemin kısıtları belirlenerek, bu kısıtların en iyi şekilde yönetilmesi sonucunda optimal mamul karması probleminin çözümüne odaklanılmaktadır. Araştırma kapsamında da uygulama yapılan işletmede ilk olarak aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

- İşletmenin üretim sürecini etkileyen kısıt ya da kısıtları var mıdır?
- İşletme optimal mamul karması probleminin farkında mıdır?
- MHK analizleri ile belirlenen mamul karması ile KT ile belirlenen mamul karmasından elde edilen kârlar arasında fark var mıdır?

Temelde tez çalışmasının soruları yukarıdaki şekilde özetlenmekte olup son soruya Bulanık Mantık (BM) ile de cevap arandığından son soru aşağıdaki gibi genişletilmiştir.

- MHK analizleri ile belirlenen mamul karması ile BM ve MHK entegrasyonu ile elde edilen mamul karmasından elde edilen kârlar arasında fark var mıdır?

- KT ile belirlenen mamul karması ile BM ve KT entegrasyonu ile elde edilen mamul karmasından elde edilen kârlar arasında fark var mıdır?

BM, 1960'lı yıllarda Dr. Lotfi Zadeh tarafından, doğal dildeki belirsizliği modellemek için ortaya konmuştur. BM, insan düşünme ve algılamasını modellemek için kullanılan güçlü bir yöntemdir ve amacı, insanların belirsizlik altında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünce mekanizmalarının oluşturulmasıdır. BM, insanların kesin olmayan ifadelerle düşünme yeteneğiyle örtüşen mantık sistemidir ve bulanık küme teorisine dayanan bir matematiksel disiplindir. BM kesin yerine yaklaşık karar verme biçimleri ile ilişkilidir. BM'nin önemi, bireysel, özellikle de sağduyu kullanılarak verilen kararların doğasının yaklaşıklık üzerine kurulu olmasından kaynaklanmaktadır.

İşletmeler açısından kâr elde etmek temel amaçlarından kabul edildiğinden kârın belirlenmesi ve yönetilmesi de çok yönlü olarak ele alınmalıdır. Gerçek hayatta, karşılaşılan durumlar her zaman net faktörlere dayanmadığından yani net değerlerle ifade edilemediğinden, bulanık olarak ifade edilen bu durumların da işletme yönetsel kararlarında değerlendirmeye alınması gerekir. Gerek işletmelerde mevcut durumun analizi sonucunda elde edilecek kârın hesaplanmasında gerekse en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karmasının belirlenmesinde bulanık ifade ve durumların dikkate alınması BM ilke ve yöntemleri ile mümkün olabilir. BM, gerçek hayat problemlerinde, genelde parametreler arasındaki farklar, oranlar ve ilişkili unsurlarda hakim olan belirsizliklerin çözümünde karar vericilere yardımcı olur.

Belirsizliklerden kaynaklı bulanık ortamda karar verme problemlerinde, problem konusu olan sistemde, kavramda ve amaçta, kesin ifadelerin olmayışı nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik durumu BM ile Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) ile

çözümlemektedir (Masahiro ve Tetsuzo,2004:358). BDP, BM ve Doğrusal Programlamanın (DP) entegrasyonunu ifade etmektedir. BDP, DP' nin yetersiz kaldığı durumlardan dolayı ortaya çıkmıştır. BDP, mevcut belirsizlik ortamında, bulanık kümeleri kullanarak esnek, yaklaşık ya da belirsiz kısıtlar ve amaçlar ile optimizasyon problemlerini formüle eden teknikler ile çözüm oluşturmaktadır (Kaymak ve Sousa, 2001: 21).

BM' nin sağladığı avantajlar göz önüne alınarak araştırmada MHK analizi ile KT yöntemine entegrasyon sağlanarak işletmelerin kârı ve optimal mamul karması oluşturulmasından sonra elde edilecek kâr hesaplanmıştır ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan uygulamalarda, her yöntemin aşamalarına ayrıntılı bir şekilde değinilerek en yüksek kârı sağlayan yöntem ya da entegrasyon belirlenmiştir. Yapılan açıklamalar doğrultusunda, tez çalışması, toplam yedi bölüm olarak şekillendirilmiştir.

Birinci bölüm; tez çalışmasının giriş kısmından oluşmaktadır. Bu bölümde hedeflenen araştırma ve uygulamalara özet şekilde değinilmiştir ve diğer bölümlerin içeriğinden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, KT' nin ayrıntılı olarak incelemesi yer almıştır. Kısıtın tanımlanması, KT' nin gelişim aşamaları, ilkeleri, varsayımları ve süreç katkı muhasebesi hakkında bilgi verilmiştir. KT beş aşamalı odaklanma süreci ve düşünce süreçleri; KT' nin gelişim aşamaları başlığı altında anlatılmıştır. Beş aşamalı odaklanma süreci kullanılarak da tez çalışmasına ait uygulama planlanmıştır. Ayrıca, KT ile optimal mamul karmasına ait durum da bu bölüm içerisinde incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, MHK analizlerine ait konular başlıklar halinde anlatılmıştır. Bu başlıklar, MHK analizleri, MHK analizlerinde kullanılan kavramlar, başabaş analizi, MHK analizlerinin yönetim kararlarında uygulanması ve MHK analizinin

varsayımlarından oluşmaktadır. MHK analizleri optimal mamul karmasının tespit edilmesinde kullanılan yönetsel bir araç olarak işletmelerde kullanıldığından MHK analizlerinin yönetim kararlarında uygulanması başlığı altında bu konu incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, BM kavramı ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Özellikle muhasebe literatürü açısından yeni bir kavram olan BM temellerinin iyi anlaşılabilmesi adına konu en temel bileşenden başlanılarak anlatılmıştır. BM çok kapsamlı bir kavram olduğundan tez çalışmasına yön veren uygulamaları şekillendiren konuların ayrıntılı açıklamaları yapılmıştır. Tez çalışmasının uygulama yöntemlerinden olan BDP'de bu başlık altında açıklanmıştır. BM kavramının gelişim süreci, BM uygulama alanları, BM kuramı, bulanık küme teorisi, üyelik fonksiyonları ve biçimleri, dilsel değişkenler, bulanık çıkarım sistemleri ve yöntemleri, BDP, BM' nin avantajları ve dezavantajları bu bölümün ana başlıklarını oluşturmaktadır.

Beşinci bölümde, araştırmada incelenen konu başlıklarına ait literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması konu bütünlüğünü sağlamak açısından KT ile ilgili yapılan literatürde çalışmalar ve sonuçları ilk başlık olarak incelenmiştir. MHK analizleri ile ilgili yapılan çalışmalar tez çalışmasının amacı doğrultusunda incelenmiş ve sonuçları ayrı bir başlık halinde verilmiştir. Son olarak BM ile ilgili literatür taraması da yine araştırma amacı doğrultusunda yapılan çalışmalar dikkate alınarak incelenmiştir.

Altıncı bölümde, tez çalışmasına ait uygulama yer almaktadır. Araştırmanın amacı, önemi, varsayımları, kısıtları, yöntemi ve araştırmanın yapılacağı işletmelerin seçim süreci ve verilerin toplanması ayrı başlıklar halinde açıklanmıştır. Uygulama iki ayrı işletmede yapılmıştır. Çünkü araştırmanın amaçlarından biri işletme kârının hesaplanmasında MHK analizi, KT yöntemi ve her iki yöntemin BM ile

entegrasyonunun uygulanabilirliğini göstermek ve sonucunda elde edilen kârları karşılaştırmak olduğundan bu amaca uygun bir işletme seçilmiştir. Araştırmada amaçlanan bir diğer konu da işletmelerde en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karmalarının tespit edilmesini oluşturduğundan, bu amaç MHK analizi, KT ilkeleri ve her iki yöntemin BDP ile entegrasyonu ile optimal mamul karması problemi olan bir işletmede uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma, BM' nin yönetsel kararlarda MHK ve KT ile birlikte uygulanabilirliğini ortaya koymayı amaçladığından uygulama ayrı iki işletme üzerinde, iki bölüm halinde yapılmıştır.

Uygulamanın birinci bölümde uygulamanın yapıldığı işletmeye ait genel bilgiler ve üretim sürecine değinildikten sonra öncelikle MHK analizi ile daha sonra da KT yöntemi ilkeleri kullanılarak işletmenin kârı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar da ayrı bir başlık altında karşılaştırılmıştır. MHK analizi ile BM entegrasyonu ve KT ilkeleri ile BM entegrasyonu sağlanarak işletme kârı yeniden hesaplanmıştır. Elde edilen bütün kâr çözümlenmeleri de ayrı bir başlık altında tartışılmıştır.

Uygulamanın ikinci bölümünde ilk olarak yine uygulamanın yapılacağı işletme ile genel bilgiler ve üretim süreci hakkında bilgi verilmiştir. En yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karmasına ilişkin problemin çözümü öncelikle MHK analizi ile daha sonra da KT ilkeleri kullanılarak yapılmıştır. MHK analizi ve KT ilkeleri ile BDP entegrasyonu sağlanarak optimal mamul karmaları tekrar iki ayrı başlık altında hesaplanmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırılarak sonuçlara ait bulgular da ayrı bir başlık altında açıklanmıştır.

Yedinci bölümde, araştırmanın sonuçları açıklanmıştır. Uygulamalar sonucunda elde edilen bulguların ve önerilerin yer aldığı sonuç bölümünde ayrıca literatüre yapılan katkıdan da kısaca bahsedilmiştir.

2. KISITLAR TEORİSİ

Kısıtlar Teorisi (KT), Dr Eliyahu M. Goldratt tarafından 1980' lerin ortalarında geliştirilmiş bir yönetim felsefesidir. KT' nin ana aracı ve başlangıcı Dr. Eliyahu Goldratt ve Ceff Cox tarafından yazılan “The Goal” isimli bir romandır (Rahman, 2002: 810). İşletmeyi bağımsız süreçler topluluğu yerine bütün bir sistem olarak gören KT' nin büyük bir kısmı da Goldratt'ın çalışmalarına dayanmaktadır. Goldratt (2004) KT' yi, sistem kısıtlarının belirlenmesi ve amaçlara ulaşılabilmesi için bu kısıtlar arasındaki ilişkinin ortaya konmasını sağlayan bütünleşik bir yönetim felsefesi olarak tanımlamaktadır.

Her organizasyon kendi içerisinde bir sistemdir. KT, sistemlerin temel amacının şimdi ve gelecekte kâr elde etmek olarak tanımlamakta ve bu amaca ulaşmayı engelleyen kısıtların tespit edilerek ortadan kaldırılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda KT' nin amacı, sistemleri geliştirmek ve daha iyiye ulaştırmaktır. Ancak, bu amaca ulaşmada sistemin herhangi bir bölümünü değiştirmeden önce sistemin bütünsel amacı ve bu amacın üzerinde etkili olabilecek alt sistemler ile kararları net bir şekilde ortaya konmalıdır (Patrick, 1998: 3).

KT' nin temel felsefesi, işletmelerin ana hedefinin kârlılıklarını arttırmak olduğu ve yönetimin bu hedefi başarmalarını engelleyen kısıtların yönetimine odaklanması gerektiğidir. Bu kısıtların belirlenip ortadan kaldırılması yani yönetilmesi, üretim sürecinin daha akıcı ve verimli hale gelmesini sağlayacak, bu sayede taleplerin zamanında karşılanması yoluyla firma rekabet üstünlüğü kazanacak ve dolayısıyla kârlılığı artacaktır. Ayrıca üretim sürecinde oluşan gereksiz yarı mamul stoklarının azalması yoluyla firmanın katlanacağı maliyetler azalacak, bu sayede kârlılıkta artış sağlanacaktır (Ünal, 2006: 45).

KT, herhangi bir sistemin performansının artırılması aşamasında, sistemin performansını en çok engelleyen kısıtların bulunması, yönetilmesi ve ortadan kaldırılması konusunda oluşturulmuş bir yönetim felsefesidir. KT, sistemi bir zincir olarak düşünür ve zincir ise esneklik veya kapasite yönünden birbirinden farklı halkaların birleşmesinden meydana gelir. Bu durumda KT, her zincirde en az bir tane en zayıf halkanın var olduğunu ifade eder. Sistemde yer alan en zayıf halka yani kısıt bir bütün olarak performansı etkiler. Öncelikle, en zayıf halkanın güçlendirilmesi için gerekli adımlar atılır ve bu kısıtın ortadan kaldırılması ile sonuçlanır, ancak süreç tamamlanmaz, bu durumda bir başka halka en zayıf halka olarak sistem performansını etkiler. Bu durumda sistem sürekli dinamik bir hal alır. Unutulmamalıdır ki; sistemler en zayıf halkaları kadar güçlüdürler (Dettmer,1998: 11-12). KT, her kısıtın bir ilerleme fırsatı olduğunu öne sürerek, kısıtları pozitif olarak değerlendirir ve kısıtların aşama aşama kaldırılmasının sistemin performansını arttıracığını savunur (Akman ve Karakoç, 2005: 105).

KT, sistemde verimliliği arttırmakla kalmaz aynı zamanda rekabet avantajı da kazandırarak, gelecek yatırımlar için yeni stratejilerin daha rahat belirlenmesine yardımcı olur (Chakravorty ve Atwater, 1994: 10). Böylece yöneticiler mevcut uygulamaları neye, niye ve nasıl dönüştüreceklerine dair bilgiler edinir. Bu şekilde kalite ve verimlilik artarken, ürünün üretim süresinin kısılmasına ve stokların azaltılması sağlanmış olur (Ifandoudas ve Gurd, 2010: 45). Ayrıca, KT maliyet azaltımına odaklanmak yerine süreç katkısını arttırmaya çalışır (Chakravorty ve Atwater, 1994: 10).

KT bir yönetim sistemi felsefesidir ve temel olarak kısıtlar sistemin performansını belirlemektedir(Ruhl, 1995: 21). KT' nin ana amacı bir işletmenin değer

ekleme sürecini sınırlayan kısıtları belirlemek, analiz etmek ve ortadan kaldırmak için süreci sürekli olarak dinamik tutmaktır (Souren ve diğerleri, 2005: 361). Goldratt, sistemin her aşamasında kısıtlar arayarak, bunları kullanma üzerine yoğunlaşan bir yaklaşımı öne sürmüştür (Gupta vd., 2002: 908). Her sistemde de en az bir tane sistemin performansını etkileyen bir kısıt olduğu vurgulanan KT' de öncelikli olarak kısıtın tanımlanması gerekmektedir (Tollington, 1998: 46).

2.1. KISIT KAVRAMI VE TÜRLERİ

KT, sistemlerin amaçlarının şimdi ve gelecekte para kazanmak olarak belirtmektedir. Bu amaca ulaşmak için de sistemde yer alan kısıt ya da kısıtların tespiti ve yönetilmesi oldukça önem arz etmektedir (Blackstone, 2001: 1053). Çünkü, KT' ye göre her sistemde, sistemin performansını ve işletmenin amacına ulaşmasını engelleyen en az bir kısıt mevcuttur. Zaten, sistemlerde hiç bir kısıt olmasaydı, işletmeler sonsuz kârlar elde edebilirlerdi (Corbett, 1999: 34)

Kısıt, bir sistemin hedefi ile ilgili olarak, performansı sınırlayan her şey olarak tanımlanmaktadır. Doğal olarak her sistem bir veya birkaç kısıta sahiptir (Atwater ve Gagne, 1997: 6). Bu süreçte önemli olan kısıtın teşhis edilmesi ve kısıtın gücünü maksimum düzeyde gerçekleştirmesini engelleyen etmenlerin ortaya çıkartılması yani yönetilmesidir.

Kısıt, Goldratt ve Cox tarafından, sistemin başarıya ulaşmasını engelleyen her hangi bir faktör ya da element olarak ifade edilmiştir. Bu durumda, kısıtlar sistemin içinden veya dışından kaynaklanabilir (Simatupang vd., 2004: 58). Sistemlerin kârlılıklarını arttırabilmesi için öncelikle performanslarını sınırlayan kısıt türlerini belirlemesi gerekmektedir (Umble ve Srikant, 1995: 81). Kısıtlar; paradigma (davranış), politika (yönetim) ve fiziksel kısıtlar olmak üzere üç ana sınıfa ayrılır (Scheinkopf,

1999: 16). Ana sınıflandırma ayrıntılandırıldığında, kısıt türleri aşağıdaki şekilde sıralabilir (Umble ve Srikanth, 1995: 81-85):

1. Davranış (paradigma) kısıtları
2. Politik (yönetimsel) kısıtları
3. Malzeme kısıtları
4. Kapasite kısıtları
5. Lojistik kısıtlar
6. Pazar kısıtları

2.1.1. Davranış (Paradigma) Kısıtları

İşletmedeki tüm çalışanların davranışları, çalışanlar ile üst yöneticilerdeki genel eğilimler davranış kısıtlarını oluşturmaktadır. Davranışlar, eğitim, deneyim ve mantıksal anlayışa göre değişmektedir. O halde bir davranış, gerçek durum ile ters düştüğünde ve işletmenin performansı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunda davranışsal kısıt ortaya çıkmaktadır. Bu durumda çalışanlarda performans düşüklüğüne neden olan davranışlar ve iş alışkanlıkları işletmelerde bir kısıta neden olmaktadır (Atwater ve Gagne, 1997: 7).

İnsan davranışları ve alışkanlıkları farklı farklı olduğunda göre davranışsal kısıtlar çok çeşitli nedenlerden ortaya çıkabilmektedir. Goldratt "bana beni nasıl ölçeceğini söyle, ben de sana nasıl davranacağımı söyleyeyim", "beni mantıksız bir şekilde ölçersen... mantıksız davranışlarımdan şikayetçi olma" diyerek aslında, davranışsal kısıtın en önemli sebebinin büyük bir ihtimalle işletmenin performans ölçüm sistemlerinden kaynaklandığını vurgulamaktadır (Jones ve Dugdale, 1998: 82-83).

İşletmede oluşan davranışların bir anda değiştirilmesi ya da ortadan kaldırılması oldukça zordur. Ancak davranışlar işletme performansı üzerinde negatif bir etki oluşturmaya başladığında kısıt iyi yönetilmelidir. İyi yönetilemeyen bir kısıt işletme açısından daha olumsuz sonuçlara neden olabilir. Örneğin, işletme kaynaklarının sürekli çalışır durumda olması gerektiği anlayışı, işletme içindeki değiştirilmesi en zor davranış kısıtlarından biridir. Çünkü, "bir çalışan aktif olmak adına ne yapıyor olursa olsun mutlaka iyi bir şekilde sonuçlanacaktır" inancı, genellikle sürekli artan stoklar, dengesizleşen ürün karmaları ve malzeme kısıtları gibi yeni kısıtlarla işletmeyi karşı karşıya bırakır (Umble ve Srikanth, 1995: 86).

Üretime hazırlık aşamasında tasarrufları en yüksek seviyeye çıkarma isteği de başka bir davranışsal kısıta örnek verilebilir. Çünkü, hazırlık aşamasında, nakit girdi, stoklar ve faaliyet giderlerini dahil etmeden yapılan bir zaman planlamasında kârlılıkta azalma görülebilir. Bu davranış aslında duruma geniş bir açıdan bakıldığında fark edilebilir ve iyi bir şekilde yönetilirse kısıt işletme lehine döndürülebilir (Stein, 1997: 14).

2.1.2. Politik (Yönetimsel) Kısıtlar

İşletme yöneticilerinin, dış çevredeki bütün değişikliklere rağmen zaman içerisinde yenilenmesi gerekli yönetim anlayışlarını değiştirmeden uygulamaya devam etmesi ya da yanlış yönetim stratejilerini işletme içerisinde uygulamaya çalışması sonucu yönetimsel kısıtlar ortaya çıkmaktadır. Bu kısıtlar, ileri görüşlü olmayan yöneticiler tarafından işletmenin karşısına çıkan fırsatların değerlendirilmesini kısıtlayıcı engeller ortaya konulduğu zaman da ortaya çıkmaktadır (Atwater ve Gagne, 1997: 6-7). Yanlış yönetim politikaları ve stratejiler, bir işletmenin kaynaklarından

doğru şekilde yararlanmasını engellediği gibi üretim ile ilgili yanlış kararlar verilmesine de sebep olmaktadır (Umble ve Srikanth, 1995: 85).

Yönetimsel kısıtlar, işletme politikaları, prosedürleri, yönetim şekilleri ve işletmeyi etkileyen dışsal kurallar olarak örneklendirilebilir. Bu örnekler gösteriyor ki, politik kısıtların tespit edilerek çözülmesi diğer kısıtlara göre daha zordur. Çünkü, yöneticinin bu kısıtı fark edebilmesi için önce yönetimsel anlamda bir problem olduğuna inanması gerekir. Yöneticilerin öngürü sahibi olamamasından dolayı zaten işletmelerde karşılaşılan kısıtların büyük bir kısmı yönetimseldir. Yalnız unutulmaması gereken nokta, bu kısıtlar genellikle sisteme diğer kısıtlardan daha fazla zarar vermektedir (McMullen, 1998: 20).

2.1.3. Malzeme Kısıtları

İşletmelerde üretimin devam edebilmesi için hammaddelere ve malzemelere ihtiyaç vardır. Bu durumda üretimin durmaması için gerekli hammadde ve malzeme tedarikçiler tarafından zamanında ve istenilen kalitede sunulması gerekmektedir. İşletmelerin hammadde ve malzeme ihtiyaçlarını karşıladıkları tedarik sürecinde ortaya çıkabilecek bir sorun üretimi engellemektedir. Bu durum üretim sürecinde duraksamalara sebep olacağından işletmeler malzeme kısıtı ile karşı karşıya kalmaktadır (Dettmer, 1997: 82).

Hammadde ve malzeme kısıtları, hammaddenin zamanında ulaşmaması, kusurlu çıkması veya pazarda bulunmaması şeklinde ortaya çıkmaktadır ve bu da hammadde için katlanılan maliyetleri arttırmaktadır. Bu durumda işletmenin maliyetleri değişmekte ve maliyet artışları üretim kararlarını doğrudan etkilemektedir (Büyükmirza, 2008: 579).

İşletmelerin tedarikçileri ürünü zamanında teslim edemediğinde veya ürün kusurlu çıktığında kısa dönemli, pazardaki hammadde ve malzeme sıkıntısı olduğunda da uzun dönemli bir malzeme kısıtı söz konusu olur. Kısa ya da uzun dönemli malzeme kısıtlarını önleyebilmek için işletmeler yeni tedarikçiler bulabilir veya malzemeler için tedarikçilere ödenilen fiyatı arttırabilir (Umble ve Srikanth, 1995: 82).

2.1.4. Kapasite Kısıtları

Kapasite kısıtları, firmadaki kaynakların pazar talebini tamamen karşılamak için yetersiz kaldığı durumu ifade etmektedir (Karamaraş, 2002: 52). Bu durum; bir kaynağa olan talebin o kaynağın üretim kapasitesini aşması durumunda ortaya çıkmakta ve işletmenin daha fazla katkı elde etmesini engellemektedir (Umble ve Srikanth, 1995: 82). İşletmelerde kapasite kısıtı ortaya çıktığında, üretim süreci bozulmakta, siparişler zamanında tamamlanmakta ve dolayısıyla satıştan kaynaklanan gelirler azalmaktadır (Dettmer, 1987: 83).

Kapasite kısıtı, makine ve çalışanların yetersizliği şeklinde de ortaya çıkabildiği gibi bu kısıtlar sistemdeki akışı sınırlayabilmektedir. Bu durum, fazla mesailer, destekleyici ekipmanlar, kalifiye işgücü, ürün veya süreci yeniden tasarlanması ile ortadan kaldırılabılır (Chase vd.,1998: 824).

2.1.5. Lojistik Kısıtlar

Lojistik kısıtlar, faaliyetleri kısıtlayan işletme prosedürlerinin ve yöntemlerinin uygulanması sonucunda oluşmaktadır (Atwater ve Gagne, 1997: 7). Çünkü işletmelerin, ihtiyaç duyulan hammadde ve malzemeleri üretim sahasına ya da mamullerini ve ticari mallarını pazarlara ulaştırmada karşılaştıkları sorunlar, üretim akışını da bozacağından; siparişlerin zamanında yapılamaması durumunu ortaya çıkaracak ve işletmenin kârlılığı olumsuz yönde etkilenebilecektir (Dettmer, 1997: 84). Bu durumda,

lojistik kısıtlar, siparişin alınıp ürün dağıtılmasına kadar herhangi bir aşamada sistemin uyumunu ve kârlılığını negatif yönde etkileyebilmektedir (Umbleve Srikarth, 1995: 84).

İşletmenin karşılaştacağı lojistik kısıtları, yalnızca üretim planlama ve kontrol açısından ve tek yönlü olarak kısacası işletme açısından değil; aynı zamanda işletmenin lojistik hizmet aldığı işletme var ise o işletme açısından dolayısıyla tedarik zinciri açısından da değerlendirmek gerekmektedir (Karamaraş, 2002: 62).

2.1.6. Pazar Kısıtları

İşletmeler ürettikleri mamulleri satabilmek için onların mamullerine ihtiyaç duyan bir pazar bulmak zorundadırlar (Dettmer, 1997: 81). Pazar, özellikle artan rekabet ile birlikte, ürünü, fiyatını, sipariş ile teslimat arasında geçen zamanı, sunulan ürünün veya hizmetin miktarını ve kalitesini kontrol etmekte, aynı zamanda belirleyici olmaktadır (Stein, 1997: 16). Pazar kısıtları, firmanın ürün üretme kapasitesini tamamen kullanmak için yetersiz pazar talebi olduğunda yani üretilen ürünler için pazarda yeterince talep oluşmaması durumunda ortaya çıkmaktadır. (Atwater ve Gagne, 1997: 7).

Dengesiz pazar talebi üretim yapabilmesi için işletmelerin kapasitesini kısıtlayabilmektedir. İşletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmesi için öncelikle ürettiği ürün veya hizmete yönelik bir pazar talebinin olması ve pazar talebini karşılaması gerekmektedir. Bu nedenle genellikle firmalar için pazar kısıtı en temel kısıtlardandır (Umble ve Spoede, 1991: 26).

2.2. KISITLAR TEORİSİNİN GELİŞİM AŞAMALARI

KT; sistem kısıtlarının belirlenerek, sistemin amacına ulaşabilmesi için bu kısıtlar arasındaki ilişkinin ortaya konmasını sağlayan bütünlük bir yönetim felsefesidir (Goldratt ve Cox, 1992: 45). KT' nin temel amacı, işletmenin değer katma

sürecini sınırlayan kısıtları tanımlayan, analiz eden ve sonuç olarak ortadan kaldırmak için gerekli değişiklikleri uygulayan bir sürecin geliştirilmesidir (Souren vd, 2005: 361).

KT' nin, literatüre kazandırıldığını andan itibaren birçok aşamadan geçtiği gözlemlenmektedir. Bu aşamalar birbirleri ile bağlantılı olduklarından beraber değerlendirilmektedir (Jones ve Dugdale, 1998: 77-79). KT, birbirleri ile ilişkili olan üç ayrı bölüme sahiptir. Bu üç bölümde kendi içerisinde başlıklara ayrılmaktadır. Buna göre KT' nin gelişim aşamalarında sahip olduğu bileşenler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Rahman, 1998: 337).

1. Lojistik Bileşeni

- Davul-tampon-ip yöntemi
- VAT analizleri

2. Performans Ölçütleri

- Faaliyet Ölçütleri
- Finansal Ölçütler

3. Mantıksal düşünce süreçleri

- Beş aşamalı odaklanma süreci
- Düşünce süreçleri

2.2.1. Lojistik Bileşeni

KT lojistik bileşeni Davul-Tampon-İp programlama yöntemleri ve VAT analizleri gibi iki önemli bileşenden oluşmaktadır.

2.2.1.1. Davul-Tampon-İp Yöntemi

KT' nin üretim işletmelerine uygulanması "senkronize üretim" olarak adlandırılmaktadır. Senkronize üretim mantığı, tüm kaynakları, bir arada ve uyum içinde çalıştıracak bir koordinasyon sağlamaya yönelmiştir. Bu ortamda, işgücü veya

kaynak kullanımı gibi kısmi başarı ölçüleri üzerinde değil, toplam sistem başarısı üzerinde yoğunlaşmıştır (Kartal, 2006: 47).

İşletmelerde pazardan gelen talepler üretim sürecini aştığında üretim sürecinde en az bir tane darboğaz kaynak olduğu anlamına gelmektedir. Darboğazlı kaynak, kapasitesi kendisine olan talepten daha az olan kaynaktır ve işletmede, birden fazla darboğazlı kaynak görülebilmektedir. Ancak bu darboğazlı kaynakların yalnız bir tanesi kısıttır ve işletmenin amacına ulaşmasını engelleyen gerçek kısıt "kapasite kısıtlı kaynak" ya da "darboğazlı kısıt" olarak adlandırılmaktadır (Noreen vd., 1995: 32).

Senkronize üretim, işletmenin amaçlarına ulaşmak için, üretim sürecinin aksama, duraksama ve bekleme olmaksızın çalışmasını sağlayacak şekilde tüm aşamaların uyumlu biçimde bir araya getirilmesi şeklinde tanımlanabilir. Senkronize üretimin de temelini oluşturan Davul-Tampon-İp (DTİ) yönteminde, darboğazlı kısıtın belirlenmesi ve etkin bir şekilde kullanımı esastır. DTİ yönteminde amaç, bir işletmenin katkı hedefine minimum stok ve dönem giderleri düzeyinde ulaşmasıdır (Umble ve Umble, 1999: 29).

KT' nin üretim sürecinde uygulaması, DTİ yönetimi ile yürütülmektedir. DTİ, problemlerin üstesinden gelmek için davul, tampon ve ip olarak adlandırılan 3 ayrı mekanizma kullanmaktadır. (Rahman, 1998: 339).

2.2.1.1.1. Davul

İşletmenin üretim çıktı hızını ayarlayan ana üretim çizelgesi "davul" olarak tanımlanır (Umble and Umble, 1999: 30). Yani sistemlerdeki darboğazlar için en iyi kontrol noktalarıdır ve üretim hattının darboğaza göre hızını belirler (Ünal, 2000: 51).

Davulun yerleştirilebileceği ilk yer darboğazlı kaynakların önüdür. Çünkü darboğazlı kaynak kendisine olan talepten daha düşük kapasiteye sahip olan kaynak

olduğundan sürekli çalışır durumdadır. Davulun buradaki amacı, diğer kaynakların darboğazlı kaynağın işleyebileceğinden fazla mamul üretilmesini önleyerek stokların artmasını engellemektir. Davul noktaları bir de yaklaşık tam kapasite ile çalışan ve yanlış planlama halinde darboğazlı kaynağa dönüşebilecek olan kapasite kısıtlı kaynaklara yerleştirilebilir (Şahbaz, 2005: 39).

Sonuç olarak, darboğazlı kaynaklar, kendi hızına uyduracak şekilde diğer kaynakların hızını belirlemektedir. Başka bir ifadeyle tüm süreç için "davul vuruşu" yaratmaktadır (Kartal, 2006: 63).

2.2.1.1.2. Tampon

Sistemdeki üretim akışına ait operasyonlarda değişimlere karşı korunmak ve problemleri çözmek için olan zaman "tampon" olarak ifade edilmektedir. Darboğazlı kaynağın boş kalmamasını sağlamak için, darboğazın önünde yer almakta ve davul için bir koruma kalkanı görevi üstlenmektedir (Shia, 1999: 257).

KT, darboğazlı kaynaktaki gecikmeleri önlemek amacıyla, davulun tam önünde tampon yani bir miktar stokun bulunması gerektiğini savunur. Tampon sayesinde, üretim hattında bir takım nedenlerden ve istatistiksel dalgalanmalardan kaynaklanan gecikmeler sebebiyle, üretim hattı kesintiye uğramayacaktır (Schragenheim ve Ronen, 1990: 18). Bunun için darboğazlı kısıtın sürekli çalışır durumda olmasını sağlayan koruyucu tampon ile mamullerin teslim zamanından önce sevk edilmek üzere sevk tamponu oluşturulmaktadır (Noreen vd., 1995: 33).

İşletmelerin üretim sürecindeki davul vuruşu darboğazdan önceki işlemlerin hepsinin darboğazın oranında adım atmalarını sağlamada kullanılır. Bu şekilde, darboğazdan önceki kaynakların darboğazla aynı hızda çalışmaları sağlanır. Darboğazın

önüne konulan tampon, davul vuruşunun sürekliliğini sağlamak için kullanılır (Kartal, 2006: 62).

2.2.1.1.3. İp

Kısıttan önce, kısıta doğru ve kısıttan sonraki iş merkezlerinden veya kaynaklardan geriye, kısıta doğru kurulmuş bir haberleşme ve işaretleşme mekanizması "ip" olarak tanımlanmaktadır (Blackstone, 2001: 1054). İp, ilk makinenin üretim hızını darboğazlı makinenin üretim hızına bağlamaktadır ve ipin uzunluğu da, aradaki makinelerin işlem süreleri ile koruyucu tampon işlem süresi toplamına eşittir (Smith, 2000: 68).

İp mekanizmasının; iş istasyonları ve kaynaklar arasındaki bilgi akışını doğru, anlamlı ve tutarlı olmasını sağlamak ve gelen bilgilere dayanarak kaynakların ve iş istasyonlarının bağımsız olarak planlamasını sağlamak gibi iki önemli temel görevi vardır (Umble ve Srikanth, 1990: 160). İp, aynı zamanda davul programını desteklemek için doğru zamanda, sistemin içine doğru materyalleri yerleştirmeyi amaçlayan bir fonksiyona da sahiptir (Umble ve Umble, 2001: 43).

2.2.1.2. VAT Analizi

VAT Analizi, hammaddeden son ürüne doğru parça ve süreçlerin genel akışını belirlemek için bir kısıt yönetim sürecidir (Cox ve Spencer, 1998: 105). Bir tesisin yapısını belirlemek için ürün akış diyagramları kullanılır ve akış diyagramlarının üç önemli noktası bulunmaktadır. Bu noktalar: ayrılma noktaları, montaj birleşme noktaları ve montaj ayrılma noktalarıdır. Ayrılma noktaları, malzemenin ürün akışı sırasında iki veya daha fazla malzemeye ayrıldığı adımlardır. Birleşme noktaları, iki veya daha fazla farklı parçanın tek bir ürün oluşturmak üzere montajlandığı noktalardır. Montaj ayrılma noktaları ise bir dizi ortak bileşen parçasının çok sayıda ve çok çeşitli yollarla olası ana

ürünleri oluşturmak üzere birleştiğinde ya da montajlandığında meydana gelmektedir (Kartal, 2006: 24).

KT, geleneksel süreci terk ederek, üretim sürecini V tipi, A tipi ve T tipi şekillerine göre sınıflandırmıştır. Bu tesis tipleri ürün ailelerinin, hammaddeden başlayarak çeşitli iş merkezlerini geçerek son mamullere dönüşmesi boyunca akışını tanımlamaktadırlar. Bu kendilerine değer eklemek için kullanılan kaynaklarla, parçalar arasındaki ilişkiyi sağlar. Her tesis tipi kısıt kaynaklarının bulunması için kendine özgü farklı teknikler gerektiren karakteristiklere sahiptir (Tersine, 1994: 591)

Mamulün üretim hattı içindeki taşınma şeklinde göre sınıflandırıldığı VAT analizinde ana amaç sorunlu veya kısıtlı kaynağı bulmak için üretim sürecinin anlaşılır hale getirilmesi ve düzeltmeleri uygun yerlere yerleştirmek açısından yol gösterici olmasıdır (Şahbaz, 2005: 32).

VAT analizi yaklaşımı, organizasyondaki bir süreç içinde baştan sona kadar akışı belirleyen kısıt yönetim sürecidir. Organizasyon bu bakış açısıyla göz önüne alındığında üç genel süreç yapısı veya şekli ortaya konabilir (Yaralıoğlu, 2011).

2.2.1.2.1. V Yapısı

Tek ya da birkaç hammadde ile başlayıp, üretim akışının sonlarına doğru yaklaştıkça ürün çeşidinin giderek arttığı bir yapıdır (Cox ve Spencer, 1998: 122).

V yapısında kısıt genellikle, farklılaştırma noktasında yer almaktadır. Kısıtın, herhangi bir aksamaya yol açmaması için, öncesinde ve sonrasında tamponlar oluşturulmaktadır. Farklılaştırma noktası çok iyi yönetilmeli ve planlanmalıdır. Farklılaştırma noktasında yönetim, hammaddenin dağılımını kontrol etmelidir. İş istasyonları ön hazırlık zamanını kısaltmak ve departman verimliliklerini artırmak için hammaddeleri hatalı dağıtabilmektedir. Farklılaştırma noktalarında hammaddenin

dağılımının kontrolü, siparişin farklı bir müşteriye yönlendirilmesine de engel olmaktadır (Karamaraş, 2002: 72).

V yapısına uygun düzenlenmiş tesisler için mamul akış diyagramları üretim süreci boyunca ayrılma noktaları ile karakterize olur. V yapısında, çok az hammadde vardır ve bunlar nispeten standart sayılabilecek işlemlere tabi tutularak pek çok sayıda ürüne dönüştürülürler. V yapısında dağıtım zayıftır ve pek çok tamamlanmamış ürün stoku mevcuttur, bunun sebebi üretim partilerinin, kaynaklardan etkin yararlanmak için geniş tutulmasıdır (Şahbaz, 2005: 33).

2.2.1.2.2. A Yapısı

A yapısı, yönlendirici noktalardan oluşmaktadır. Birçok hammadde tek ya da birkaç ürüne dönüşmek üzere üretim sürecine sokulur (Cox ve Spencer, 1998: 122).

A yapılarında parçaların genellikle tek bir nihai mamul olarak işlenmesi gerekliliği ile malzemelerin yanlış tahsisi en aza indirildiğinden montaj birleştirme noktalarında baskındırlar. A yapılarında kaynakların yanlış tahsisinden kaynaklanan problemler ortaya çıkmaktadır. Bireysel olarak kaynakların çok farklı malzemelerle işlem görmesinden kaynaklanan, yanlış kaynak tahsisine daha sık rastlanılmaktadır (Umble ve Umble, 1999: 35).

A yapısı, V yapısının tam tersidir. A yapısında süreç boyunca montaj birleşme noktalar ile karakterize olurlar. Pek çok hammadde vardır ve bunlar az sayıda ürüne dönüştürülürler. Son montaj gerçekleştirilmeden önce tipik olarak çeşitli düzeylerde alt montajlar zorunludur. Bu tip yapılarda hammadde sürümü, fazla mesai gibi konularda kontrolü sağlamaya çalışan siparişi yetiştirmeye yönelik bir yönetim yapısı söz konusudur. Genel görünümü A harfine benzer ve bir piramidi andırır (Şahbaz, 2005: 35).

A yapısının bir başka özelliği de, son süreç çıktısının ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan akışların çeşitliliği ve faaliyetlerin düzenliliğidir. V ve T yapılarında ise daha az akış bulunmaktadır (Yaralıoğlu, 2011).

2.2.1.2.3. T Yapısı

Organizasyonlarda en fazla kullanılan yapı T yapısıdır. Bu yapının en belirgin özelliği, süreç içinde belirli sayıdaki benzer aşamalar sonucunda birden fazla son süreç çıktısını elde etmenin mümkün olmasıdır (Yaralıoğlu,2011). T yapısı aynı montaj hattından gelen, aynı türden nihai ürünlerden oluşur. Bir kez genel parça akışı belirlendikten sonra sistemin kontrol noktaları bulunabilir ve yönetilebilir (Cox ve Spencer, 1998: 122).

T yapısında nihai mamul pek çok parçanın montajı ile elde edilir. Öncelikle temel parçalar üretilir ve depolanır. Daha sonra montaj hattında bir araya getirilerek nihai mamul oluşturulur. Bu yapıdaki tesislerde mamul yapısının çok sayıda nihai mamul üretebilmek için genişlediği son montaj işleminde kritik işlemler ve ürün etkileşimleri meydana gelir. Dar bileşen tabanı nihai mamulleri temsil eden çok geniş bir tepe kısmı ile mamul akışı T harfine benzemektedir (Umble ve Srikanth, 1999: 240).

2.2.2. Performans Ölçütleri

Sistemin amacıyla bağlantılı olarak sistemin performansını açıkça belirleyen performans ölçütleri kullanılmalıdır (Karamaraş, 2002: 79). KT' ye göre sistemlerin şimdi ve gelecekteki amaçları para kazanmak ve kâr elde etmek olduğuna göre bu amaca ulaşmak üzere işletme performansını ölçmeye yönelik olarak geliştirilen ölçütler iki grupta toplanmaktadır (Corbett, 2000: 38, Rahman, 1998: 342):

1. Faaliyet Ölçütleri

- Kısıtlı katkı payı / Süreç katkısı

- Stok
- Dönem gideri

2. Finansal Ölçütler

- Net kâr
- Yatırımın getirisi
- Nakit Akış

2.2.2.1. Faaliyet Ölçütleri

Faaliyet ölçütleri, firmanın kârlılık ve verimliliği üzerinde üretim faaliyetlerinin etkisini uygun, doğru bir şekilde değerlendirebilmektedir. Bu ölçütler aynı zamanda doğru faaliyet kararları vermeyi sağlayan prosedürlerin oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır (Ünal, 2000: 21).

Sistemlerin amaçlarına ne ölçüde yaklaştıklarını ortaya koyabilmek açısından aşağıdaki üç temel sorunun cevabı aranmaktadır. Bu soruların cevabı ise faaliyet ölçütleri ile doğru olarak yanıtlanabilmektedir. Bu sorular ve cevap olarak uygun olan faaliyet ölçütleri şu şekilde sıralanmaktadır (Balderstone ve Keef, 1999: 26);

Soru 1: İşletme tarafından kazanılan para ne kadardır?

Cevap 1: Kısıtlı katkı payı/süreç katkısı

Soru 2: İşletme tarafından sisteme ne kadar yatırım yapılmaktadır?

Cevap 2: Stok

Soru 3: Faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için ne kadar harcanmalıdır?

Cevap 3: Dönem giderleri

2.2.2.1.1. Kısıtlı Katkı Payı/ Süreç Katkısı

Sistemin satışlar yoluyla para elde etmesi Kısıtlı Katkı Payı (KKP) ya da süreç katkısı olarak tanımlanabilir (Balderstone ve Keef, 1999: 27). KKP' nin tespitinde

işletmenin satışlarından hammadde maliyetlerini çıkartmak gerekmektedir. Burada sadece hammadde maliyetlerinin dikkate alınmasının temel sebebi, hammaddenin işletmeye dışarıdan gelen bir değer olması ve KT' nin hammadde maliyetleri dışındaki değerleri dönem gideri olarak kabul etmesidir (Tanış, 1998: 187). KKP, çıktı miktarından ziyade satış miktarına odaklanmaktadır. Çünkü, satışı yapılmayan mamuller işletmeye kâr getirmemektedir (Sheu vd., 2003: 434).

KKP, Maliyet-Hacim-Kâr analizlerinde kullanılan değişken maliyet katkı payı analizi ile benzerlik göstermektedir. Ancak katkı payı; satış fiyatından tüm değişken maliyetlerin (direkt hammadde, direkt işçilik ve değişken genel üretim maliyetleri) çıkarılması ile hesaplanırken, KT' ye göre tek değişken maliyet hammadde maliyeti kabul edildiğinden KKP, satış fiyatından hammadde maliyetinin çıkarılması ile hesaplanmaktadır (Louderback ve Patterson, 1996: 190).

KKP satış fiyatı ve değişken maliyet gibi iki temel bileşenden oluşmaktadır (Corbett, 1999: 34). KKP, aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır (Kaygusuz, 2005: 141-142).

$$T = P - TVC$$

Formülde T, *kısıtlı katkı payını*; P *mamulün satış fiyatını* ve TVC, *birim başına toplam değişken maliyeti* temsil etmektedir. Değişken maliyet ile, direkt ilk madde ve malzeme giderleri ifade edilmektedir. Toplam KKP ise, aşağıdaki formülde gösterildiği gibi, birim KKP ile satış miktarının çarpılması sonucunda hesaplanmaktadır:

$$\Sigma T = T \times Q$$

ΣT , *toplam kısıtlı katkı payını* ve Q, *satılan mamul miktarını* temsil edilmektedir.

2.2.2.1.2. Stok

KT' ye göre stoklar, sistemin satışa yönelik olarak yatırdığı tüm para olarak tanımlanabilir. Bu durumda üretimde kullanılan malzemelerin yanı sıra işletmenin sahip olduğu donanım ve tesisler de birer stok olarak kabul edilmektedir (Gupta, 2003: 650). Bu nedenle de, stoklar yerine yatırım kavramının da kullanıldığı da görülmektedir (Corbett, 1998: 31).

KT' de stok kavramı, varlık yerine kaynak olarak tanımlanmakta ve bu tanım ile de, genel kabul görmüş muhasebe ilkelerindeki stok tanımından farklılaşmaktadır (Sheu vd., 2003: 434).

Sistemde gereğinden fazla stokların bulunması sonucunda faiz, amortisman (depolama nedeni ile yer işgali), kayıp, bozulma ve malzeme yönetimi gibi maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. KT' ye göre gereğinden fazla stok, işletmenin amacına ulaşmasını engellemektedir (Kaygusuz, 2005: 142).

2.2.2.1.3. Dönem Giderleri/Faaliyet Giderleri

KY' ye göre dönem giderleri, hammadde maliyetleri dışındaki tüm üretim maliyetlerini kapsamaktadır (Huff, 2001: 38). KT' de satışlara bağlı olarak değişme gösteren gider kalemi, direkt ilk madde ve malzemedir. Klasik gider sınıflandırmaların tersine, direkt ilk madde ve malzeme maliyetleri dışında kalan direkt işçilik maliyetleri, genel üretim maliyetleri gibi üretim maliyetleri yanında, pazarlama, satış ve dağıtım giderleri ve genel yönetim giderleri KT' de dönem gideri kapsamına girmektedir. Dönem giderlerindeki olası artış ya da azalışların üretim performansının üzerindeki etkisi dikkate alınmamaktadır (Kaygusuz, 2005: 142).

KT' ye göre tanımlanan faaliyet giderleri, dönüşüm maliyeti olarak nitelendirilebilir. Zira dönüşüm maliyetleri direkt işçilik maliyetleri ve genel üretim

maliyetlerinden oluşmakta olup, KT' ye göre faaliyet giderleri de aynı şekilde hammadde maliyetleri dışındaki tüm maliyetlerden oluşmaktadır (Ünal, 2006: 70).

İşletmelerin KT' ye göre şimdi ve gelecekte para kazanmak olan temel amaçlarını gerçekleştirebilmek için katkı paylarını arttırmaları ve stok ve dönem giderlerini azaltmaları gerekmektedir (Luebbe ve Finch, 1992: 1471). Bu süreç planlanırken ilk önce KKP arttırılmalı sonra stoklar azaltılmalı daha sonra ise dönem giderlerinin azaltılmalıdır. Çünkü sistemlerde maliyet azaltımını gerçekleştirmek, satışları arttırmaktan çok daha güç bir durumdur (Rahman, 1998: 343).

Bu üç ölçütün kullanılmasında işletmeler, ya süreç katkısını arttırarak ya da stokları veya faaliyet giderini azaltarak daha fazla gelir elde edebileceklerdir. KKP' nin arttırılması ile birlikte, işletmenin yarı mamul stokları azalacak ve stok kendiliğinden düşecektir. Bu anlamda faaliyet gideri de azalarak işletme daha başarılı sonuçlar elde edecektir (Tanış, 2005: 48).

2.2.2.2. Finansal Ölçütler

Finansal ölçütler, faaliyet ölçütleri ile açıklanabilmektedir. Net kâr, yatırımın kârlılığı ve nakit akışı olarak üç başlıkta toplanmaktadır (Corbett, 1999: 35). Bu kavramlar sistemin performansını etkilemekte ve bir tanesinin değişmesi durumunda diğerlerinde de değişiklikler meydana gelmektedir (Rahman, 1998: 342).

2.2.2.2.1. Net Kâr

KT' ye göre sistemin para kazanıp kazanmadığının mutlak bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir (Lockamy ve Spencer, 1998: 2049).

Net Kâr, KKP ya da süreç katkısı ile dönem giderleri arasındaki fark alınarak hesaplanmaktadır (Ricketts, 2008:56):

$$\text{Net Kâr} = \text{Kısıtlı Katkı Payı} - \text{Dönem Giderleri}$$

İşletmeler her zaman kârlılıklarını arttırmak isteyeceklerdir, ancak bu istek tek başına anlamlı olmadığından işletmenin kazandığı paranın yeterli olup olmadığını değerlendirmek için yatırım kârlılığı gibi bir ölçütten yararlanılmaktadır (Demirel Utku, 2007: 34).

2.2.2.2.2. Yatırımın Kârlılığı

Sistemin para kazanma hedefinin oransal bir ölçütü olarak tanımlanmaktadır (Ünal ve diğerleri, 2007: 28) Yatırım kârlılığı KT' ye göre aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Ferguson, 2002: 1739)

$$\text{Yatırım Kârlılığı} = \text{Net Kâr} / \text{Stok}$$

Yatırımın getirisini arttırmak için süreç katkısı yükseltilebilir ya da dönem gideri ve stok azaltılabilir. KKP' nin arttırılmasını yardımcı olmak açısından nihai verim ve kârlılığın arttırılması, diğer unsurların azaltılması gerekmektedir (Tanış,2005:49).

2.2.2.2.3. Nakit Akışı

KT nakit akışını; sistemin finansal yükümlülüklerini karşılayabilmesi için mevcut olan para miktarı olarak tanımlanmaktadır (Demirel Utku, 2007: 34). Yani, bir anlamda işletmenin hayatta kalabilme ölçüsü olarak da ifade edilmektedir (Lockamy ve Spencer, 1998: 2049). Nakit akışı işletmenin net kârından, aynı dönem içerisinde stoklardaki olumlu veya olumsuz değişimin çıkartılması ile hesaplanmaktadır (IMA, 1999: 38).

$$\text{Nakit Akışı} = \text{Net Kâr} - \text{Nakit Girişi ve Çıkışı Açısından Stoktaki Değişim}$$

2.2.2.3. Optimal Mamul Karması

İşletmelerin kârlılıklarını arttırmadaki önemli yönetimsel kararlardan bir tanesi de optimal mamul karmasının belirlenmesidir. Bu çalışmanın amaçlarından birinin de KT sistemi altında optimal mamul karması oluşturulması olmasından dolayı,

işletmelerin bu kararı vermelerinde yardımcı olan yöntemlerin açıklanması uygun olacaktır.

KT sistemi altında optimal mamul karmasına karar vermek için birçok algoritma geliştirilmiştir. KT sistemi açısından optimal mamul karmasının belirlenmesi, kritik zincir yaklaşımı, süreç katkı muhasebesi, performans ölçütleri, tedarik zinciri gibi birçok alanda yapılan bilimsel çalışmalarda KT etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Üretim işletmelerinde en uygun mamul karmasının belirlenmesine yönelik çalışmalar karar almaya ilişkin sorunların çözümüne önemli katkılar sağlamaktadır. KT' de mamul karmasının belirlenmesi işlemi kârlılığı en yüksek olan mamullerin, mamul karması için ilk sırada gelmesi temeline dayanır (Souren vd., 2005: 368).

KT sistemi altında optimal mamul karması kararlarına yönelik Markland ve Sweigart'ın (1987) Doğrusal Programlamaya (DP) dayalı mamul karması formülü örneği geliştirmişlerdir. Goldratt, 1990 yılında KT mamul karması algoritması olarak da adlandırılan yaklaşımı ortaya koyarak, en iyi mamul karmasını oluşturmak için bir yöntem geliştirmiştir. Goldratt ve Cox (1992), KT' yi buluşsal bir yaklaşıma dayandırarak mamul karmasını tek bir kısıtı dikkate alarak oluşturmuşlardır. Luebbe ve Finch (1992) de DP kullanarak tek baskın kısıtlı kaynağa dayalı mamul karmasına örneklendirerek açıklamışlardır. Bu çalışma ile en uygun mamul karmasının belirlenmesinde KT' nin DP' ye göre daha basit olduğu sonucuna varmışlardır. Patterson (1992), üretim önceliğinin belirlenmesinde nakdi girdi muhasebesi kavramına odaklanarak, kısıtlı katkı payını kullanmış ve optimal mamul karması problemini bir DP ile göstermiştir. Hsu ve Chung (1998), birden çok kısıt olması durumunda optimal mamul karması problemini üstünlük kuralına dayanan bir algoritma ile çözmüşlerdir. Onwubolu ve Mutingi (2001), ise yine birden çok kısıt altında en çok kısıtlı katkı payını

amaçlayan DP modeli oluşturmuşlardır. Souren vd. (2005), optimal mamul karması problemini çeşitli örnekler üzerinden tartışmışlardır.

2.2.3. Mantıksal Düşünce Süreçleri

KT mantıksal düşünce süreçleri; beş aşamalı odaklanma süreci ve düşünce süreçlerinden oluşmaktadır.

2.2.3.1. Beş Aşamalı Odaklanma Süreci

KT, beş aşamalı odaklanma süreci ile kısıt yönetim sürecine odaklanmaktadır (Rahman, 1998: 338). Bu sürecin temelini; sistem kısıtlarının tanımlanması ve bu kısıtların üretim süreçleriyle ortak olarak nasıl çalıştırılması gerektiğinin araştırılması oluşturmaktadır (Rand, 2000: 175).

KT' ye göre sistemde yer alan kısıtların tespit edilmesi ve ortadan kaldırılması için beş aşamalı bir süreç takip edilir. Bu süreç hem karar vericilerin, kapsamlı bir süreç planı yapmalarına olanak sağlar hem de sistemde en iyi etkiyi yaratan kaynakları ortaya çıkarır (Ronald, 2008: 1820). Beş aşamalı odaklanma süreci durağan bir süreç değildir ve sistemlerde yinelenen bir şekilde izlenmelidir.

Bu sürece ait aşamalar şu şekilde sıralanmaktadır (Goldratt ve Cox, 2004: 307):

1. Sistemin kısıt(lar)ının tanımlanması,
2. Sistemin performansını artırmak için tanımlanan kısıtların etkin bir şekilde yönetilmesi,
3. Sistemin ikinci aşamadaki karara odaklanması,
4. Performansın artırılması için kısıtların ortadan kaldırılması,
5. Dördüncü aşamadaki kısıt ortadan kaldırıldığında birinci aşamaya dönülmesi

KT' ye göre işletmeler bu beş aşamalı odaklanma süreci takip ettiklerinde satışlarını ve beraberinde kârlılıklarını arttırabilmektedir (Gardiner ve diğerleri, 1994:

14). KT' de kullanılan beş odaklanma adımlarından ilk iki adım, kısa dönemli mamul karması kararlarını desteklerken, diğer adımlar üretim sistemlerinde ki orta ya da uzun dönemli kapasite planları oluşturmayı kapsamaktadır (Kartal, 2006: 41).

2.2.3.1.1. Sistemin Kısıt(lar)ının Tanımlanması

Bir sistemi etkin biçimde yönetmenin yolu kısıtlarını etkin bir biçimde yönetmekten geçmektedir. Çünkü kısıt belirlenmeden işletme performansı ne etkin bir şekilde geliştirilebilir ne de güçlendirilebilir (Miller, 2000: 49). Kısıtlar sistemin içinde olabileceği gibi sistemin dışında da yer alabilir. Sistem içindeki kısıtlar, fiziksel kısıtlar (malzeme, makine, vb) olabileceği gibi yönetsel kısıtlar da olabilir (Kartal, 2006: 17).

Bir sisteme ait kısıtlar belirlenirken öncelikle her kaynağın kapasitesi daha sonra da kapasite üzerindeki yükler hesaplanmalıdır. Eğer, işletme pazar talebi karşısında sıkıntı yaşıyor ise, kaynak kısıtından bahsedilebilir (Luebbe ve Finch, 1992: 1473).

Bir sistemdeki darboğazı yani kısıtı teshis etmek için iki yol bulunmaktadır; ilki kapasite kaynak profili hazırlamak, ikincisi ise belirli bir firmadaki bilgimizi kullanmak, sistemi incelemek ve yönetici ve çalışanlarla konuşmaktır (Demirel Utku, 2007: 41).

2.2.3.1.2. Sistemin Performansını Artırmak İçin Tanımlanan Kısıtların Etkin Bir Şekilde Yönetilmesi

Bu aşamada amaç, sistemin temel kısıtlarının süreç katkısını en yüksek düzeye çıkarmaktır veya diğer bir deyişle kısıtlardan maksimum KKP elde etmeye çalışmaktır (Ünal ve diğerleri, 2007: 32). Sistemde tespit edilen kısıt fiziksel bir kısıtsa ek vardiyalar koyarak, tam kapasite üretim için ekipmanları hep hazırda bulundurarak ya da kalite kontrol noktalarını kısıtlardan önceye koyarak kısıtlar yönetilmeye çalışılır (Ergun ve Karamaraş, 2002: 100). Eğer sistemdeki kısıt bir yönetim kısıtı ise, yönetim davranışlarının değiştirilmesi daha uygun olur (Rahman,1998: 337).

Bu aşama aynı zamanda en kârlı mamul karması belirlendiği aşamadır (Scheinkopf, 1999: 17). Bunun için öncelikle o kısıtı kullanan tüm mamullerin KKP hesaplanmalıdır.

$$\text{Kısıtlı Katkı Payı} = \text{Satış Fiyatı} - \text{Hammadde Maliyeti}$$

Hesaplama yapıldıktan sonra kısıtlı kaynağın o mamul için harcadığı zaman da aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Kısıtlı Kaynak Kullanımı Başına Katkı Payı} = \text{Kısıtlı katkı payı} / \text{Kısıtlı kaynağın o mamul için harcadığı zaman}$$

Kısıtlı kaynak kullanımı başına katkı payı da hesaplandıktan sonra oranlar en yüksek olandan en küçük olana doğru sıralanarak, darboğazlı kaynağın kapasitesi dolana kadar mamul yüklemesi yapılır. Bu şekilde mamul karması belirlenmiş olur (Fredendall ve Lea, 1997: 1536).

2.2.3.1.3. Sistemin İkinci Aşamadaki Karara Odaklanması

Sistemi oluşturan tüm bileşenler kısıtların en iyi şekilde yönetilmesi doğrultusunda geliştirilen stratejiyi desteklemelidir (Filiz, 2011). Sistemde kısıt olmayan kaynakların, kısıtları desteklemek için verimli kapasitelerinin üzerinde kullanılması işletme kârlılığını arttırmayacaktır (Rahman, 1998: 338). Bu durumda tüm kaynakların değil, ancak kısıtlı kaynakların kullanımını maksimum yapmak yoluyla performansta artış sağlanabilmektedir. Çünkü işletmeler sadece kısıtlı kaynak kapasitesi kadar mamul üretilenmektedir. Kısıtlı olmayan kaynakların maksimum kullanımı sadece yarı mamul stoklarını arttıracaktır (Ünal, 2006: 60).

Bu aşamanın temel amacı, kısıtın dışında kalan tüm durumların kısıttan yararlanmalarının sağlanmasıdır. Tabii ki amaç sadece kısıtı çalışır halde tutmak değil

aynı zamanda da doğru kararlar ve adımlarla stokların ve dönem giderlerinin azaltılması için gerekli çalışmaların yapılmasıdır (Luebbe ve Finch, 1992: 1475).

2.2.3.1.4. Performansın Artırılması İçin Kısıtların Ortadan Kaldırılması

Bu aşamada, kısıtları gidermek yoluyla sistem performansında artış sağlanabilmektedir. Kısıtları ortadan kaldırmak için ise birçok alternatif söz konusu olabilmektedir (Ünal, 2006: 61).

Kısıtın kaldırılması için, sistemde kullanılan makinelerde birtakım değişiklikler yapılması, en yüksek hızın kullanılması veya sürece yeni makineler ilave edilmesi gibi faaliyetler gerçekleştirilebilir (Aoki, 2008: 54) Sistemde yer alan kısıtların ortadan kaldırılması ile KKP' de ve kârda artış sağlanacaktır. Ancak, kısıtın ortadan kaldırılması sistemde başka kısıtların olmayacağı anlamına gelmemektedir (Kaygusuz, 2006: 162).

2.2.3.1.5. Dördüncü Aşamadaki Kısıt Ortadan Kaldırıldığında Birinci Aşamaya Dönülmesi

Sistemde tespit edilen kısıt ortadan kaldırıldığında, birinci aşamaya geri dönülerek süreç yeniden başlatılmalıdır. Eğer sistemdeki kısıt giderilememişse ikinci aşamaya dönülerek yeniden çalışmalar yapılmazdır (Luebbe ve Finch, 1992: 1476). Sistemdeki kısıt kaldırıldıktan sonra sürekli gelişme süreci çalışmaya devam etmelidir çünkü süreç çalışmazsa yöneticilere ait tembellik bir sistem kısıtı olarak ortaya çıkar (Ruhl, 1997: 18). Yöneticiler açısından tembellik, şartlar değişince değişmeye istekli olmama durumudur ve mevcut kısıt ortadan kaldırıldıktan sonra da sanki bu kısıt giderilmemiş gibi davranmaya devam etmelerini ifade eder. Oysa ki bir kısıt ortadan kaldırıldıktan sonra yeni bir kısıt oluşmaktadır. Dolayısıyla yöneticiler tembelliğe yenilmemeli ve değişen durumları dikkate alarak yeni duruma uygun kararlar vermelidir (Ünal, 2006: 62).

2.2.3.2. *Düşünce Süreçleri*

KT' nin uygulama alanları Goldratt'ın düşünce süreçlerini geliştirmesi ile birlikte genişleyerek, üretim faaliyetleri dışında da kullanılmaya başlanmıştır. KT düşünce süreçleri, stratejik planlamada, politikaların belirlenmesinde, süreç yönetiminde, proje yönetiminde, karmaşık ve basit problemlerin çözümünde kullanılabilir (McMullen, 1998; 51). Düşünce süreçleri, belirli bir amacı olan her sisteme uygulanabilir (Dettmer, 1998: 27)

Düşünce süreçleri Goldratt tarafından sistemlerdeki kısıtların belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu amaçla, düşünce süreçleri insanlara, organizasyonda gelişme sağlayan değişimleri ne şekilde gerçekleştireceklerini sistematik bir yaklaşımla göstermektedir. Sistemin bütün olarak performansını sınırlandıran kısıtın incelenmesi, çözüm önerilmesi, çözümlerin bulunması ve uygulanması sırasında karşılaşılabilecek güçlüklerin ortadan kaldırılması düşünce süreci yöntemlerinin konusunu oluşturmaktadır (Köksal ve Karşılıklı, 2000: 176).

Sistemin amaçlarına ulaşmasını engelleyen faktörler üzerinde odaklanan düşünce süreçleri, mevcut durumun anlaşılmasında, amaçların başarılmasında, arzu edilen stratejilerin tanımlanmasında ve işletme içerisinde gelişmelerin uygulanmasında bir yapı sağlamaktadır (Scoggin vd., 2003: 767). Düşünce süreçlerinin organizasyon içerisinde uygulanmasında öncelikle "*ne değiştirilecek?*," "*neye dönüştürülecek?*" ve "*değişim nasıl gerçekleştirilecek?*" sorularının cevaplanması gerekmektedir (Scheinkopf, 1999: 4).

1. Ne Değiştirilecek? Bu soru ile, KT uygulanarak organizasyonel bir kısıtın, yani performansı engelleyen temel problemin tanımlanması sağlanır. Organizasyonun

performansını artırmayı ya da performansını geliştirmeyi engelleyen, yanlış politikalar ve etkenler tespit edilir. (Verma, 1996: 191).

2. Neye Dönüştürülecek? Bu aşamada neyin değiştirileceği belirlendikten sonra mantıklı, basit ve pratik çözümler araştırılır. Amaç çözüm üretmeyen politikaların neye dönüşmesi gerektiğini belirlemektir (Verma, 1996: 191). Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, kısıtın ortadan kaldırılması, karar vericiyi farklı iki yönde karar vermesini gerektiren birbiriyle çatışan iki güç tarafından engellenebilmektedir. Bu durumda da bir çatışma söz konusu olmaktadır (Choe, 2004: 543-544).

3. Değişim Nasıl Gerçekleştirilecek? Bu soru ile çözümler uygulanmaya başlayacaktır. Bu noktada belirlenen amaçlara ulaşmayı engelleyen sorunları tanımlamak, ortadan kaldırmak için gerekli değişimleri geliştirmek ve açık bir şekilde gerekçelendirerek paylaşmak oldukça önemli olmaktadır (Scoggin vd., 2003: 768).

Düşünce süreçleri bu sorulara ait çözümün uygulanmasında izlenecek yolun saptanması doğrultusunda değişim için bir yol haritası sağlayan mantıksal düşünce süreçleri sunmaktadır. Goldratt tarafından mantıksal düşünce araçları olarak nitelendirilen beş farklı ağacın meydana getirilmesi ile geliştirilen düşünce süreçleri araçlarının hangi sorulara cevap verdiği ve hangi amaçla kullanıldığı aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Rahman, 2002: 812).

Tablo 2-1 Mantıksal Düşünce Süreci Araçları

Temel Soru	Amaç	Düşünce Süreci Araçları
Ne değiştirilecek?	Temel problemin tanımlanması	Mevcut gerçeklik ağacı
Neye dönüştürülecek?	Basit ve uygulanabilir çözümler geliştirilmesi	Buharlaşan bulut Gelecekteki gerçeklik ağacı
Değişim nasıl gerçekleştirilecek?	Çözümün uygulanması	Ön gereksinim ağacı Geçiş ağacı

Bu temel beş mantıksal ağaç düşünce prosesi kendi içlerinde özel kuralları ve gereksinimleri olan yapılardır. Bu temel düşünce süreci araçları kısaca aşağıda açıklanmıştır.

2.2.3.2.1. Mevcut Gerçeklik Ağacı

Düşünce süreçleri, temel problemin tanımlanması amacıyla “Ne değiştirilecek?” sorusu ile başlamaktadır. Bu soru, belirli bir sistemin mevcut durumunu belirlemek amacıyla kullanılan mevcut gerçeklik ağacı ile cevaplanmaktadır. Mevcut gerçeklik ağacı sistemin mevcut durumunu analiz etmek ve problemleri daha iyi anlamak için oluşturulur ve sistemin performansını azaltan istenmeyen etkilere sahip temel problemleri tanımlar (Pfeifer and Tillmann, 2003: 352).

Mevcut gerçeklik ağacı, sistemdeki istenmeyen etkilere neden olan temel problemleri belirlemek amacıyla neden- sonuç ilişkilerini kullanan mantıksal bir araçtır (Walker ve Cox, 2006: 139). Mevcut gerçeklik ağacı, anlaşılması zor karmaşık sistemlerin anlaşılabilir konuma getirilmesini sağlar ve sistemdeki kısıtların kök nedenlerine inilmesini sağlar (Sadıç ve Özdemir, 2006:102).

Mevcut gerçeklik ağacı, çevrede görülen ancak istenmeyen sonuçlarla başlamakta ve geriye doğru düşünülerek mevcut zamanda istenmeyen sonuçları yaratan temel problem ya da problemlerin teşhisini beş aşamalı odaklanma sürecini kullanarak gerçekleştirir (Dettmer, 1997: 252).

Sistemlerdeki neden-sonuç ilişkisi mevcut gerçeklik ağacı ile aranmaktadır. Bu arama sürecinde ilk olarak istenmeyen etkiler gözlemlenir ve sert mantık kuralları ile “eğer.....ise” formatındaki sistem modelleri kurulur. Bu model, sistem hakkındaki sezgilerin gerçekliğinden emin olmak için mantıksal yapılarla insanlar tarafından incelenir, daha sonra ana problemin keşfedilmesi için değerlendirilir. Mevcut gerçeklik

ağacı yapısındaki ilişkiye neden olan durumlar gerçekliği gözlemlemeye yönelten durumlardır. Ağacı inceleme ve geliştirme, soruna yabancı veya sistemdeki olumsuz duruma düşmüş karar verici için zordur, çünkü karar verici gerçeğin objektif gelişimini kabul etmek zorundadır (Yaralıoğlu, 2011).

2.2.3.2.2. Buharlaşan Bulutlar

Sistem içerisindeki temel problem tanımlandıktan sonra “Neye dönüştürülecek?” sorusuna cevap aranmaktadır. Kök problemin ortadan kaldırılmasında buharlaşma bulutundan yararlanılmaktadır. Bu araç yardımıyla, sürekli olarak problemlerin ortaya çıkmasına sebep olan gizli çatışmaların yok edilmesi amaçlanır (Dettmer, 1997: 259). Buharlaşan bulutlar aracı ile gizli çatışmaya neden olan gerçek koşullar ya da varsayımlar ortaya çıkartılarak yoğunlaştırılması gereken alan belirlenmeye çalışılır (Karamaraş, 2002: 85). Başka bir ifadeyle, buharlaşan bulutlar karar vericiye bu çatışmanın altındaki varsayımlara meydan okuyarak bir çözümün araştırılmasına yardımcı olmaktadır (Choe, 2004: 543-544).

Buharlaşan bulutlar bir çatışma çözüm aracıdır. Bulut, ana soruna kalıcı çözümler tanımlamak için gerekli ağaç yapısıdır ve düşünme sürecine orijinal yaklaşımda temel problemle başlayarak ve ters etkilerini tanımlayarak yaratılır. Mevcut gerçeklik ağacı yaklaşımı beş istenmeyen etki için beş buharlaşan bulutla başlar ve buharlaşan bulutlar bu noktada devreye girerek istenmeyen etkilerden ortaya çıkan beş ana çatışmanın sentezini yapar. Çoğu zaman çatışmada ortaya atılan varsayımlar sözlü hale getirildiğinde, çatışan taraflar yanlış varsayımlar altında çatıştıklarını fark ederler ve çatışma bir buhar bulutu gibi dağılır (Yaralıoğlu, 2011):

2.2.3.2.3. Gelecekteki Gerçeklik Ağacı

Buharlaşan bulut ile çözüm önerisi tanımlandıktan sonra gelecek gerçeklik ağacının oluşturulmaktadır. Çözüm önerisi belirlendikten sonra, uygulanacak çözüm önerisinin istenilmeyen etkileri ortadan kaldırmak konusundaki başarısı gelecekteki gerçeklik ağacı ile araştırılır. Gelecekteki gerçeklik ağacı, önerilen değişikliklerin mevcut gerçekliğe nasıl etkisinin olacağını belirlemede yeterlilik temelli mantıksal diyagramdır (Dettmer, 1997: 262).

Gelecekteki gerçeklik ağacı ile negatif dallanmalar yoluyla, uygulanacak çözüm önerisi sonrasında ortaya çıkabilecek başka olumsuz sonuçlar da hesaba katılmaktadır. Eğer çözüm önerisinin istenilmeyen etkileri ortadan kaldırmak konusunda etkili olmadığı tespit edilirse ve uygulanması ile başka olumsuz sonuçlar ortaya çıkacağına inanılırsa mevcut çözüm önerisinin yenilenmesi gerekmektedir. Çözüm arayışları, istenilmeyen etkileri ortadan kaldırırken aynı zamanda başka olumsuz sonuçlara sebep olmayan yeni bir önerinin bulunmasıyla sona ermektedir (Noreen vd., 1995: 51).

Gelecekteki gerçeklik ağacı, mevcut sistemde yapılacak değişiklikler ile meydana gelebilecek sonuçlar arasındaki neden-sonuç ilişkisini gösterir ve bir organizasyon için strateji, vizyon veya bir planın resminin görülmesini sağlar (Mcmullen, 1998: 82).

Gelecekteki gerçeklik ağacı istenen etkiyi oluşturma aracıdır ve “eğer-ne” çalışması ile sonuca ulaşmaya çalışır. Mevcut gerçeklik ağacı istenmeyen etkilerin gözlenmesi ile işe başlarken, gelecekteki gerçeklik ağacı ise istenen etki seçeneklerine nasıl ulaşılacağı düşüncesi ile başlar. Gelecekteki gerçeklik ağacı, uygulamaya başlamadan önce çözümün değerlendirilip geliştirilmesini ve çözümde nelerin eksik olduğunun fark edilmesini sağlar. İstenen etkilere neden olan yeterli ve gerekli bütün

şartların tanımlanmasında başarısızlık söz konusu olduğunda gelecekteki gerçeklik ağacının eksik olduğu ortaya çıkar (Yaralıoğlu, 2011).

Gelecekteki gerçeklik ağacı, aşağıdaki amaçlar için oluşturulur (Kıncal, 2007: 368).

- Yeni fikirlerin etkinliğini test etmeyi sağlar.
- Sistemde önerilen değişikliklerin negatif etkiler yaratmaksızın istenen etkileri üretilip üretmeyeceğini belirler.
- Negatif etkilerin, önerilen değişimin eski problemlerini çözerken yeni problemler yaratıp yaratmayacağını ve hangi ek faaliyetlerin negatif taraf etkisini önlemek için gerekli olduğunu ortaya çıkarır.
- Pozitif güçlendirici döngülerin birleşiminde kendini güçlendiren yararlı etkilerin oluşturulmasını sağlar.
- Tüm sistemin yerelleştirilen kararlarının etkilerini saptamayı sağlar.
- Faaliyetin istenen bir bölümünü desteklemede karar vericileri inandırmak için etkili bir araç sağlar.
- Bireysel bir planlama aracı olarak kullanılır.

2.2.3.2.4. Ön Gereksinim Ağacı

Düşünce sürecinin bu ağacında işletmenin asıl varmak istediği amacına ulaşmak için gerekli ara amaçlar tanımlanıp sıralanarak bu ara amaçların gerçekleşmesini engelleyen unsurlar listelenmektedir. Bu şekilde, değişimin nasıl gerçekleştirileceği sorusuna da cevap aranmaktadır (Dettmer, 1997: 265).

Ön gereksinim ağacı, buharlaşan bulutlar gibi gereklilik mantığını kullanmaktadır. Ön gereksinim ağacında amaca ulaşmayı engelleyen kritik elemanları ve engelleri tanımlamaya odaklanılmaktadır. Ön gereksinim ağacının gerekli olup

olmadığının belirlenmesinde aşağıdaki iki kritik sorunun kullanıldığı belirtilmektedir (Mabin vd. ,2001: 174);

- Amaç, karmaşık bir durumda mıdır? Eğer öyleyse, ön gereksinim ağacı bunun başarılması için ara aşamaları sıralamada gerekli olabilmektedir.
- Bunun nasıl başarılacağını kesin olarak bilmekte miyim? Eğer hayırsa ön gereksinim olası engellerin haritalanmasında, üstesinden gelmede gerekli olan aşamaları ve uygun sıralamaları haritalamada yardımcı olacaktır.

2.2.3.2.5. Geçiş Ağacı

Bu son ağaç ile beraber, değişimin nasıl gerçekleştirileceği sorusu cevaplandırılmış olur. Bu aşamada işletmenin uygulayacağı değişim planı ortaya çıkar ve işletmenin mevcut durumdan varmak istediği duruma doğru yapılacak her eylem adım adım açıklanır. Geçiş ağacında gerekli her açıklama ve doğrulama ihtiyacı kendiliğinden cevaplanmış olur (Dettmer, 1997: 304)

Geçiş ağacı, çözüm önerisinin uygulanması sırasında karşılaşılabilecek engellerin yok edilmesini sağlayan eylem planıdır. Bu ağaç kullanılarak işletmenin şimdiki durumundan istenen durumuna geçiş yapması sağlanır. Geçiş ağacı, daha önce ön gereksinim ağacında tanımlanmış olan ara amaçlara ulaşmak için gerekli eylemleri o anda bulunduran ortam dikkate alınarak belirlenir. Eylemlerin bulunan ortam için bir anlam ifade etmesi gerekmektedir. Bu eylem planının uygulanmasıyla artık değişim gerçekleşir (Noreen vd., 1995: 61). Geçiş ağacı, satış tahmini, çizelgeleme, yeni ürün geliştirme prosesleri gibi mevcut ve yeni oluşturulan süreçlerin belgelenmesinde, yeni yerleşim düzeninin oluşturulması, işletme süreçlerinin geliştirilmesi, stratejik hareketlerin belirlenmesi durumlarındaki değişimlerin zamanında yapılmasında kullanılmaktadır (Mcmullen, 1998: 80).

2.3. KISITLAR TEORİSİ İLKELERİ

KT, üretim süreçlerindeki kısıtlara odaklanarak, kısıtların etkin bir şekilde yönetilmesi yoluyla işletmelerin sürekli gelişimine ve performanslarının dolayısıyla kârlarının artmasına dayanan bir yönetim felsefesidir. Aynı zamanda, KT, kaynağını optimal üretim yöntemlerinden alan kendine özgü yöntemlerle üretim sürecine odaklanan, süreci değerlendiren, çözüm önerileri geliştiren, hem mevcut durumla hem de gelecekle ilgilenip olası senaryolara hazırlık yapılmasını sağlayan bir üretim felsefesidir. Bir yönetim ve üretim felsefesi olan KT' yi açıklayıcı ilkeler farklı kaynaklardan derlenilerek aşağıdaki gibi sıralanabilir (Umblde ve Srikanth, 1990: 64-119, Dettmer, 1997: 12-14, Karamaraş, 2002: 36-38, Goldratt, 1990: 65-72, Yaralıoğlu, 2011).

1. Tüm sistem ve süreçler birbirine bağlı olayların bir dizisidir ve zincire benzerler.
2. Tüm sistemler bünyelerinde en az bir kısıt barındırırlar. Kısıt, zincirin en zayıf noktası ya da süreçteki darboğazdır.
3. En zayıf halka dışında herhangi bir halkanın güçlendirilmesi tüm sistemin iyileştirilmesi adına hiçbir etkide bulunmaz.
4. Neyi değiştireceğini bilmek sistemin gerçekliği ile hedefinin arasındaki farkının büyüklüğünü iyi kavramayı gerektirir.
5. Kısıt performansındaki herhangi bir iyileşme doğrudan sistemin bütününe de performans artışı sağlar. Zayıf noktanın güçlendirilmesi ile zincirin tamamı daha güçlü hale gelir. Darboğaza doğru akışın artırılması ile de, sistemin çıktı miktarı artar.

6. Kısıtlar nedenlerine göre sınıflandırılabilir. Kısıtların çoğu organizasyonel kurallar, eğitim ve ölçülerdir. Bunlar politik kısıtlardır. Diğer kısıtlar ise kaynak ve fiziksel kısıtlardır.
7. Kısıtlı olmayan bir kaynak veya süreçte yapılacak herhangi bir iyileştirme sistem performansını etkilemeyecektir.
8. Kapasitenin değil akışın dengelenmesi gerekmektedir.
9. Kısıtlar, sistemdeki darboğaz olmayan kaynakların kullanımını belirlemektedir.
10. Bir kaynağın harekete geçirilmesi ve kullanılması aynı anlama gelmemektedir.
11. Darboğazlarda meydana gelecek zaman kayıpları aynı oranda sistemde oluşacak zaman kaybını ifade etmektedir.
12. Sistem içerisindeki darboğazlar çıktıları ve stokları yönetmektedir.
13. Sisteme ait bölümlerin optimum durumları, tüm sistemin optimum durumuna eşit değildir.
14. Problem çözümünde ve değişim yönetiminde sistem düşüncesi, analitik düşünceye göre daha kullanışlı olabilmektedir.
15. Zamanla sistem ortamı değiştikçe, en uygun sistem çözümü de farklılaşır. Devam eden bir iyileştirme süreci güncelleştirilmeli ve çözümün etkinliği muhafaza edilmelidir.
16. Bir sistemde istenmeyen sonuçların birçoğu belli başlı birkaç temel problem tarafından yaratılmaktadır.

- 17.** Temel problemler kolayca ortaya çıkartılamaz. Birkaç istenmeyen sonuç neden-sonuç ilişkisi içinde bağlandığında temel problemler kendini göstermeye başlar.
- 18.** İstenmeyen etkileri tek tek ortadan kaldırmak yalnızca kısa vadeli bir çözüm getirerek yanıltıcı olabilmektedir. Ana sorunun çözümü aynı anda istenmeyen etkilerin ortadan kaldırılmasını gerektirmektedir
- 19.** Ana sorunların altında genellikle onların sürekli olmasını sağlayan bir çatışma yatmaktadır. Ana sorunların çözümü çatışmanın altında yatan varsayımların değiştirilmesini ya da en az bir tanesinin geçersiz kılınmasını gerektirmektedir
- 20.** Sistem kısıtları yönetimsel veya fiziksel olabilir. Fiziksel kısıtların yönetimsel kısıtlara oranla saptanması ve ortadan kaldırılması nispeten daha kolaydır. Yönetimsel kısıtların saptanması ve yok edilmesi daha zordur ama ortadan kaldırıldığında fiziksel kısıta oranla sistemde daha fazla gelişme görülmesi söz konusudur.
- 21.** Tembellik, sürekli iyileşme sürecinin en büyük düşmanıdır.
- 22.** Fikirler çözüm değildir.

2.4. KISITLAR TEORİSİ VARSAYIMLARI

KT, bir işletmenin temel amacının şimdi ve gelecekte para kazanmak olduğunu ileri sürmektedir (Rahman, 1998: 342). Bu amaç doğrultusunda KT, temelde doğru olarak kabul edilen Maliyet - Hacim - Kâr (MHK) analizleri ile ortaya konulan tanımları farklı bir bakış açısı ile tanımlanmaktadır. Örneğin, maliyet muhasebesinde, dönem sonunda henüz satılmamış olan mamuller stoklar hesabında bir sonraki döneme aktarılırken, KT bu mamulleri işletmenin kârını azaltan bir faktör olarak

değerlendirmektedir (Şahbaz, 2005: 14-15). KT' nin bu örnek dışında başka varsayımları da mevcuttur (HUANG, 1999: 21-27, Kaygusuz, 2005: 135-137).

1. Direkt ilk madde ve malzeme maliyetleri dışındaki tüm maliyetler, direkt işçilik maliyetleri de dahil olmak üzere, dönem gideri olarak kabul edilmektedir.

Bu durumda da KKP satış fiyatından sadece direkt ilk madde ve malzeme maliyetlerinin çıkartılması sonucu hesaplanmaktadır. MHK analizlerinde kullanılan değişken maliyet katkı payı yaklaşımında ise, döneme ait tüm değişken maliyetler, direkt işçilik ve genel üretim maliyetlerinin değişken kısmı, satış fiyatından çıkartılarak katkı payı hesaplanmaktadır (Dugdale ve Jones, 1997: 53). KT, direkt işçilik maliyetleri de dahil olmak üzere, direkt ilk madde ve malzeme maliyeti dışında kalan maliyetlerin kısa dönemde sabit olacağını yani değişken bir özellik göstermeyeceğini savunduğundan bu maliyet kalemleri sabit olarak kabul edilmektedir (Smith, 1997: 33).

KT' ye göre, direkt ilk madde ve malzeme dışında kalan tüm maliyetler, dönem gideri olarak gelir tablosunda yer alacaktır. Bunun sonucunda, işletmelerin stok maliyetleri azalacak ve dönen varlık yapısı daha likit hale gelecektir (Kaygusuz, 2005: 136). Ayrıca KT, KKP yaklaşımı ile belirlenen mamul karması sonucu elde edilen kâr, değişken maliyet katkı payı yaklaşımına göre belirlenen mamul karması sonucu elde edilen kârdan daha fazla olabilmektedir. Çünkü değişken maliyet sisteminden farklı olarak KT' ye göre, tek değişken maliyet olarak hammadde maliyeti dikkate alınmakta ve mamul karması kararları buna göre verilmektedir (Demircioğlu vd., 2010: 46).

2. İşletmenin temel amacı kâr elde etmektir. İşletmenin müşteri taleplerine ve beklentilerine en uygun ve en hızlı bir şekilde cevap verebilmesi, zincirin yani işletmenin üretim sisteminin etkin bir şekilde işlediğinin bir göstergesidir. Maliyetler,

tam maliyet yöntemi kullanıldığında, zincirde yer alan her halkaya eşit olarak dağıtılmaktadır ve zincirin en zayıf halkası da aynı maliyet payını almaktadır. Zincirin halkaları birbirine benzediği için her halkaya odaklanan tam maliyet yöntemi gibi klasik yöntemlerde, zincirden elde edilecek katkı payını artırmak gibi bir amaç yoktur. Oysa ki, KT, zayıf halkadaki çıktı miktarını artırmaya odaklanmaktadır (Kaygusuz, 2005: 136).

3. Her mamul için en az bir kısıt vardır. Kısıt, bir sistemin amacına yönelik yüksek performans elde etmesini sınırlayan her şey olarak tanımlanmaktadır (Blackstone ve Cox, 2002: 417). KT, her sistemde en az bir kısıt, işletme içinden veya dışından, olduğu savunmaktadır ve bu kısıt ya da kısıtlar doğrudan pazar talebini karşılamak için üretilen mamulleri etkilemektedir. Önemli olan, kısıtların iyi bir şekilde yönetilmesi ile negatif olan durumların pozitif bir hale çevrilebilmesidir. Yani, kısıtın mümkünse tamamen ortadan kaldırılması, eğer mümkün değilse işletme lehine kullanılmasının öğrenilmesi gerekmektedir. Bu şekilde, mamul üretim sürecinde de en yüksek verim elde edilerek kârlılık artırılabilir. İster işletme içinden isterse de işletme dışından işletmenin kâr elde etmesini engelleyen tüm kısıtlar Doğrusal Programlama, Bulanık Doğrusal Programlama gibi yöntemlerle yönetilmelidir.

2.5. SÜREÇ KATKI MUHASEBESİ

KT, üretim planlaması ve optimizasyonu konularına olduğu gibi, aynı zamanda yönetim muhasebesine de oldukça farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. Süreç katkı muhasebesi, KT' nin ihtiyaç duyduğu yeni ölçümlenmeleri ortaya koyan bir anlayış olarak ortaya çıkmıştır (Bayazıtlı vd., 2005: 6). Süreç katkı muhasebesi, klasik yönetim muhasebesi yaklaşımlarından ayrılmaktadır (Karamaraş, 2002: 98).

Klasik maliyet sistemlerine göre, genel üretim maliyetlerinin ürün veya hizmetlere yüklenmesinde direkt işçilik saati, direkt işçilik maliyeti, makine saatleri, direkt hammadde maliyeti gibi çıktı hacmine dayanan dağıtım anahtarları kullanılmaktadır. Genel üretim maliyetlerinin bu dağıtım anahtarları kullanılarak ürün veya hizmetlere dağıtılması sonucu ürün maliyetleri yanlış tespit edilebilmektedir (Ünal, 2006: 84). Faaliyetler sonucu oluşan genel üretim giderleri eğer üretim hacmiyle doğru orantılı olarak gerçekleşmişse söz konusu dağıtım temelleri bu giderleri ürünlere doğru bir şekilde yükleyebilir. Fakat genellikle bu tür giderler üretim hacmiyle büyük ölçüde doğru orantılı değildirler. Bu nedenle, bu temellerin kullanılması ile yapılacak bir dağıtım ürün maliyetlerinin tespitinde yanlış sonuçlara neden olur. Bu da işletmenin kârlılığını ve rekabet gücünü azaltır. KT, bu eksikleri dikkate alarak mamul maliyetlerine rastgele yapılan genel üretim giderleri dağıtımını yerine, bir ürün veya ürün grubunun üretim sürecinde sebep olduğu veya tükettiği zaman dikkate alınarak "Süreç Katkı Muhasebesi" denilen yeni bir yöntem kullanmaktadır (Tanış, 1998: 187-188).

Süreç katkı muhasebesi, direkt madde maliyetlerini değişken maliyet kabul etmektedir. Bu yöntemin savunucuları; günümüzde mamul maliyetleri içinde direkt maddelerin payı aşırı yüksek olmasından dolayı süreç katkı muhasebesinin kullanılması gerektiğinin altını çizmektedir. Bu yöntemde direkt maddeler dışında kalan bütün giderler dönem gideri olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan süreç katkı muhasebesi; mamul maliyetlerinin hesaplanmasında sadece direkt madde giderlerini dikkate alan ve bunun dışında kalan bütün üretim giderlerini dönem gideri olarak kabul eden maliyetleme yöntemi olarak da tanımlanmaktadır (Horngren vd., 2001: 299). Süreç katkı muhasebesi yaklaşımı, kısıtlar üzerine odaklanan bir direkt maliyetleme sistemi olarak geliştirilmiş ve özellikle kısa ve orta dönemli üretim kararlarını desteklemektedir.

Bu nedenle teoride ve uygulamada mamul karması kararları süreç katkı muhasebesi için önemli bir uygulama alanı olmuştur (Souren vd., 2005: 361).

KT, KKP yani süreç katkısı yaklaşımında direkt işçilik maliyetleri değişken bir maliyet unsuru olarak sayılmamaktadır. Bunun en önemli nedeni ise, yetişmiş kalifiye işçilerin istenildiği anda işten çıkartılıp, ihtiyaç duyulduğunda tekrar geri alınamayacağıdır. Dolayısıyla bu yaklaşım, direkt işçiliği bir sabit girdi olarak görmektedir (Tanış, 1998: 185).

Süreç katkı muhasebesi işletmelerde birçok farklı amaç için kullanılabilir. Bunlardan bazıları ürün fiyatlama ve mamul karması kararları ve üretim planlaması olarak gösterilebilir (Dugdale ve Jones, 1997: 53-54). Süreç katkı muhasebesinin ürün maliyeti hesaplamasında ele alınması iki şekilde gerçekleşmektedir (Tanış, 1998: 190).

1.Süreç Zamanını Ve Kısıtların Maliyetini Dikkate Alan Yöntem: Bu yöntemde toplam dönem giderleri, kısıtlı kaynak kapasitesine (dk) bölünerek kısıtlı kaynak kapasitesi başına maliyet hesaplanır. Daha sonra kısıtlı kaynak kapasitesi başına maliyet ile kısıtlı kaynakta gereken süre çarpılmakta ve hammadde maliyeti eklenerek mamul maliyeti hesaplanır (Dugdale ve Jones, 1996:16)

2. Süreç Zamanını Ve Ürünlerin Satış Fiyatını Dikkate Alan Yöntem: Bu yöntemde ise, bir parti mamulün üretilmesi için gerekli süreç zamanı, parti üretim miktarı ve ürün satış fiyatı çarpılarak her bir mamul grubu için toplam tutar ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu toplamlar kendi aralarında toplanarak, dağıtılacak toplam faaliyet giderine eşitlenmektedir (Tanış, 1998: 192).

Süreç katkı muhasebesi mamul maliyetlendirme kararları için kullanıldığı gibi, daha önceden değinildiği üzere, optimal mamul karması kararlarında da kullanılmaktadır. KT, KKP' ye göre tespit edilen mamul karması ve tam maliyet ve

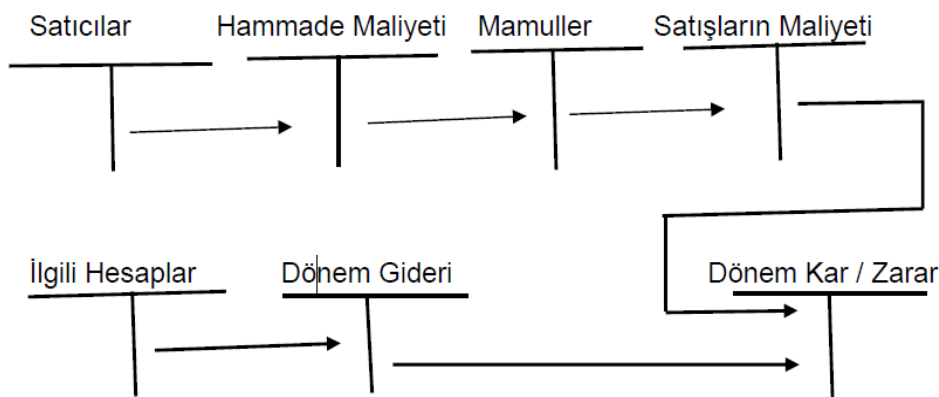
değişken maliyet yöntemleri ile belirlenen optimal mamul karmaları ve bunlara ait kârlılıklar karşılaştırıldığında KT ile belirlenen mamul karması sonucu elde edilen kârlılığın, diğer klasik maliyetleme yöntemlere göre belirlenen mamul karması ile elde edilen kârlılıktan daha fazla olduğu görülmektedir. Çünkü, KT süreç katkısına göre tek değişken maliyet olarak, direkt hammadde maliyeti kabul edilmekte ve mamul karması buna göre oluşturulmaktadır (Küçüksavas vd., 2006: 17).

Süreç katkı muhasebesinin bahsedilen ilkeleri çerçevesinde gelir tablosu aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Dugdale ve Jones, 1997: 53):

Tablo 2-2 Süreç Katkı Muhasebesine Ait Gelir Tablosu

Satışlar	XXXX
Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti (-)	(XX)
Kısıtlı Katkı Payı (Süreç Katkısı)	XXX
Dönem Giderleri (-)	(X)
Net Kâr/Zarar	XX

Süreç katkı muhasebesine ait gelir tablosunun yanı sıra kendine özgü bir hesap akış şeması da bulunmaktadır (Atmaca ve Terzi, 2007: 302).



Şekil 2-1 Süreç Katkı Muhasebesinin Hesap Akış Şeması

Süreç muhasebesi, yöneticilerin daha iyi kararlar vermesini sağlamak için, maliyet muhasebesi sisteminin ortaya koyduğu ölçülerden uzaklaşmaları gerektiğini

savunmaktadır. Goldratt'a göre, maliyet muhasebesi "verimliliğin bir numaralı düşmanıdır." Goldratt, yöneticilerin temel amaca ulaşmak için maliyet ve yönetim muhasebesi sistemlerinin ürettiği maliyet ve verimlilik ölçülerini dikkate almamaları gerektiğini ifade etmektedir. Bununla birlikte başarılı kararlar için herhangi bir maliyet ölçüm sistemine gerek olmadığını da iddia etmektedir. (Corbett, 2000: 37).



3. MALİYET-HACİM-KÂR ANALİZLERİ

İşletmelerin temel amaçlarından birisi de kısa ve uzun vadede kâr sağlamaktır. Bu amacın doğru bir şekilde yönlendirilmesi için rasyonel bir kâr planlaması yapılmalıdır. Kâr planlaması ise, kârı etkileyen unsurların dikkatli bir şekilde incelenmesini ve bunlar arasındaki gerekli olan uyumun sağlanmasını içeren bir dizi yönetim çalışmasından oluşur (Büyükmirza, 2008: 409). Bir işletmede kârı etkileyen unsurlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Arora, 2010: 6.6):

- Satış fiyatındaki değişim
- Satış hacmindeki değişim
- Değişken maliyetteki değişim
- Sabit maliyetteki değişim

Kâr planlamasını etkileyen bu unsurları ve aralarındaki ilişkiyi Maliyet-Hacim-Kâr (MHK) analizleri açıklamaktadır. Kısacası MHK analizleri, satış hacmindeki değişme, satış geliri ve maliyetlerindeki değişme ve net kâr arasındaki ilişkiyi inceleyen sistematik bir metottur (Periasamy, 2010: 538). MHK analizlerinin amacı, maliyet ve hacim düzeylerindeki değişimlerin kâr üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, kârın tahmin edilmesidir (Armstrong, 2006: 383).

Maliyet, hacim ve kâr kavramlarından oluşan MHK analizinde bu üç unsurun arasında yakın bir ilişki vardır. Örneğin, satış hacmindeki değişmeler, maliyette ve dolayısıyla kârda değişikliğe neden olmaktadır. MHK analizleri, işletme yönetimine kâr planlamasına yardımcı olurken, bu konu ile ilgili politikaların oluşturulması ve karar verilmesi için gerekli olan verilerin büyük bir bölümünü maliyet muhasebesinden sağlamaktadır (Erdoğan ve Saban, 2010: 402).

MHK analizleri, maliyet-hacim bağıntıları ile hacim-gelir bağıntılarını birlikte ele alarak hem bu bağıntıların hem de bu bağıntılarda meydana gelecek değişmelerin, kâr tutarı üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Kısacası MHK analizleri, satış hacmi ile kâr arasındaki ilişkileri yansıtan kâr fonksiyonun ve bu fonksiyondaki parametrelerde kaydedilen değişmelerin incelenmesini kapsamaktadır (Büyükmirza, 2008: 410).

MHK analizleri işletmelerde planlama ve kontrolün işlevlerinin yerine getirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bu analiz, kâr planlaması, maliyet kontrolü ve karar vermede işletme yöneticileri tarafından uygulanabilmektedir. MHK analizlerinin temel amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Bhad ve Rau, 2008: 68, Periasamy, 2010: 539):

- Tam ve doğru olarak kâr tahminini yapabilmesini sağlar. Bunun için kâr, maliyet ve hacim arasındaki ilişkinin bilinmesi esastır.
- Satışlar ve maliyet çıktı hacmine göre değişiklik gösterdiğinden, satış başına düşen değişken maliyetin bütçelenmesini sağlar. Bunun için de ilk olarak hacim ile ilgili bütçelemenin yapılması gerekir.
- Başabaş noktasının hesaplanmasına yardımcı olur ve arzulanan kâr düzeyi için üretim hacmi seviyesini belirler.
- Üretim sürecini kontrol altında tutarak, en çok kâr sağlayacak mamul karmasının belirlenmesini sağlar.
- Esnek bütçelerin hazırlanmasına yardımcı olur.

MHK ilişkisini anlamak, dinamik bir yönetim içerisinde finansal karar vermede önemlidir ve aşağıda yer alan sorulara doğru cevaplar vermeyi sağlar (Ramapopal, 2009: 431):

- Zararı önlemek için ne kadarlık bir satış miktarı gereklidir?

- Hedeflenen miktardaki kârı elde edebilmek için satış seviyeleri ne olmalıdır?
- Fiyat, maliyet ve hacim değişimlerinin kâr üzerindeki etkisi ne olacaktır?
- Satış karmasının değişiminin kâr üzerindeki etkisi ne olacaktır?
- Fiyat, maliyet, hacim veya satış karmasında bir değişiklik olduğu zaman yeni başabaş noktası ne olacaktır?
- Bazı ürün ve bileşenleri satın mı almalıyız yoksa üretmeli miyiz?
- Tesis büyümesinin MHK ilişkisi üzerindeki etkisi ne olacaktır?
- Hangi ürün karması/karmaları en kârlı, hangisi/hangileri en az kârlıdır?
- Bir ürünün satışı veya bir tesisin faaliyeti durdurulmalı mıdır?
- Tesisi geçici olarak kapatmak uygun mudur?

MHK analizi sayesinde yönetimin bazı karmaşık problemlere yanıt bulabilmesi mümkündür. Yukarıda yer alan bütün noktaların şirketin kârlılığı üzerinde çok büyük etkisi söz konusudur. MHK analizi tüm kârlılık planlaması ile ilgili olup, yönetimin ana hamlesi tüm zamanların en kârlı seviyesine ulaşmaktır. Bu analiz sayesinde yönetim gerekli olan bakış açısı ile uygun ve yerinde hareketler için kararlar alabilir. Kârlılık planlaması, maliyet kontrolü ve karar vermede büyük bir kolaylık sunar (Ramapopal, 2009: 431).

MHK analizi, işletmenin faaliyet hacminde, ürün satış fiyatında, değişken ve sabit maliyetlerindeki değişmelerin işletmenin faaliyetleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi işlemleridir. Bu analiz; maliyet, hacim ve kâr arasındaki karşılıklı ilişkilerin anlaşılabilmesinde yöneticilere yardım ettiğinden, analizde kullanılan kavramların açıklanması ile konu daha anlaşılır hale getirilebilir.

3.1. MHK ANALİZLERİNDE KULLANILAN KAVRAMLAR

MHK analizi, işletme yönetiminin vereceği kararlarda kullandığı araçlardan biridir. Maliyet yapısındaki değişiklikler MHK ilişkilerinin yeniden incelenmesini gerektirmektedir. MHK analizleri, bir işletmenin mamullerine ilişkin fiyatlar, birim değişken maliyetler, toplam sabit maliyetler, satış miktarları ile satış karmasındaki değişmelerin işletme kârları üzerindeki etkileriyle doğrudan doğruya ilişkilidir. İşletmenin kısa vadede maliyetlerinin sabit ve değişken olarak ayrılması, bu analizlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır (Kartal, 1985: 5-6). Bu durumda MHK analizlerinde kullanılan temel kavramlarda şu şekilde sıralanabilir:

- Sabit Maliyet
- Değişken Maliyet
- Katkı Payı
- Katkı Oranı
- Kâr Fonksiyonu
- Başabaş Noktası

3.1.1. Sabit Maliyet

Üretimdeki önemli değişmelere rağmen belirli bir hesap dönemindeki (ay,yıl vs.) toplam tutarı aynı kalan maliyetlere "sabit maliyet" denir. Sabit maliyetlere örnek olarak; kiralar, amortisman giderleri ve yönetici maaşları gösterilebilir (Gürsoy, 1999: 29-30). Sabit maliyetler kısa dönemde iş hacmi ile orantılı değildir. Yani, faaliyet hacmi bu maliyetlerin tutarını belirleyen etken bir durum olarak kabul edilmez. Bu durumda sabit maliyetlerin belirleyicisi olarak iki durumdan bahsedilir (Büyükmirza, 2008: 329-330):

- ***Kısa dönemde sabitlik:*** Herhangi bir maliyetin sabit olarak kabul edilebilmesi için işletmenin elinde bulunan kapasitenin talepleri karşılamak için yeterli olduğu sürenin esas alınması gerekmektedir. Kapasitede herhangi bir değişikliğin olmadığı bu süre "kısa dönem" olarak adlandırılmakta ve en çok gelecekteki bir bütçe yılını kapsamaktadır. Sabit maliyetlerin sabit kalabilmesi için kapasitenin değişmemesi gerekmektedir. Ancak uzun dönemde işletmenin kapasitesi finansal, fiziksel ve örgütsel yönlerden genişleyebilmektedir. Bu durumda, uzun vadeli borçlanma faizleri, amortismanlar ve yönetici aylıkları gibi sabit maliyetler artarken uzun dönemde iş hacmindeki değişikliğe bağlı olarak sabit maliyetler değişken bir yapıya dönüşmektedir (Büyükmirza, 2008: 330). Sonuç olarak, uzun dönemde sabit maliyetten söz etmek doğru olmamaktadır. Yani, sabit maliyetler belirli bir hesap dönemi için sabittir. Bir sonraki dönemde başka bir sabit tutara ulaşabilmektedirler (Gürsoy, 1999: 30).
- ***İş hacmindeki dalgalanmalar karşısındaki sabitlik:*** Sabit maliyetlerin, sabit olma özelliği iş hacmi işe ilgili olarak değişmemesine rağmen, sabit maliyetler sonsuza kadar sabit kalma özelliklerini koruyamazlar. Üretimin belirli bir hacmi aşması durumunda yeni bina, makine, danışman gibi ek maliyetler getirecek ihtiyaçlar ortaya çıkabilir (Yükçü, 1999: 54). Sabit maliyetler "geçerli üretim aralığı" denilen belirli bir kapasite sınırları içerisinde sabittir. Eğer çalışma kapasitesi, uzun süren bir grev, çok ciddi talep azalması, hammadde ithalinde karşılaşılan uzun süreli bir darboğaz gibi nedenlerle büyük oranda düşer, hatta işletme belirsiz bir süre için faaliyetlerini durdurma zorunda kalırsa, sabit maliyetlerde de önemli azalmalar olabilir (Gürsoy, 1999: 30).

Sabit maliyetler belirli bir zaman diliminde ve faaliyet hacminde, faaliyet hacmindeki dalgalanmalar karşısında sabit kalırken, yönetim kararına göre artar ya da azalır (Akdoğan, 2000: 26). Sabit maliyetler kısa dönemde ve belirli bir üretim hacminde sabit kalmalarına karşın, birim sabit maliyetler, üretim miktarı arttıkça azalır (Ramagopal, 2009: 353).

Sabit maliyetler, yapısal ve programlanmış olmak üzere ikiye ayrılırlar. Yapısal giderler; işletmenin yapısına bağlı olarak ortaya çıkar ve yöneticilerin kısa dönemde alacakları karardan etkilenmezler ve işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için yapılması zorunlu olan giderlerdir. Örneğin; kira, amortisman ve yönetici giderleri gibi. Programlanmış giderler; üst kademe yönetimi tarafından belli bir dönem içinde harcanacakları en yüksek tutarı belirlenen ve bütçeye konulan ödenekler uyarınca yapılan giderlerdir. Örneğin; reklam, ar-ge giderleri. Bu giderler genellikle önceden planlanıp belirlenmektedir (Akdoğan, 2000: 26).

3.1.2. Değişken Maliyetler

İş hacmindeki değişim eğer bir maliyet kaleminin miktarının değişmesini de gerektiriyor ise bu durumda o maliyet kaleminin değişken maliyet olduğu kabul edilir (Sharma, 2010: 239). Bu durumda değişken maliyetler, iş hacmiyle aynı yönde ve genelde aynı oranda değişme gösterir. Değişken maliyetler iş hacmi arttıkça artar, azaldıkça düşer ve sıfırlanınca kendiliğinden ortadan kalkar (Hermanson, 1995: 768). Değişken maliyetlere örnek olarak; direkt ilk madde ve malzeme maliyetleri, direkt işçilik maliyetleri, bir kısım genel üretim maliyetleri, ticaret işletmelerinde satılan malların maliyeti, satış komisyonları, ambalaj malzemesi tüketimi, nakliye ve teslim giderleri ile enerji maliyetleri verilebilir (Büyükmirza, 2008: 334).

Toplam değişken maliyetin faaliyet hacmindeki değişme oranına eşit oranda değişim göstermesi şart değildir. Ayrıca, değişken maliyet ile iş hacmi arasındaki ilişkinin doğrusal olması da gerekli değildir. Bu durumda önemli olan, değişken maliyetin iş hacmi ile aynı anda ve aynı yönde değişim göstermesidir. Ancak, uygulamada, karşılaşılan ölçme sorunlarından kaçınabilmek için değişken maliyet ile iş hacmi ilişkisinin doğrusal olduğu varsayılır. (Gürsoy, 1999: 29). Toplam değişken maliyetler üretim hacmi arttığında artış gösterir ancak birim değişken maliyetler sabit kalır (Ramagopal, 2009: 353).

3.1.3. Katkı Payı

Katkı payı; satışlar ile üretime ait değişken maliyetlerin arasındaki fark olarak tanımlanır. Katkı payı, sabit maliyetini karşılamak ve kâr elde edebilmek için mevcut para miktarı gösterir (Siegel vd., 2008: 311). Hesaplanan katkı payı ile öncelikle sabit maliyetler karşılanır daha sonra kalan tutar net kâra eklenir (Periasamy, 2010: 539). Eğer katkı payı sabit maliyetleri karşılamaz ise işletme zarar eder. Bu durumla karşılaşmamak için işletmeler önceden başabaş noktalarını hesaplamalıdır. Ayrıca, gerek üretim planlaması yaparken gerekse satış kararlarını şekillendirirken en yüksek katkı payına sahip olan ürünler tercih edilmelidir. Bunun için de katkı payı kâr planlaması kararlarında işletme için hayati önem taşımaktadır (Ramagopal, 2009: 432).

Yapılan açıklamalar doğrultusunda katkı payı aşağıdaki gibi farklı şekillerde formüle edilebilir (Aora, 2010: 6.7):

$$\text{Toplam Katkı Payı} = \text{Toplam Satışlar} - \text{Toplam Değişken Maliyetler}$$

Birim katkı payı; satış fiyatı ile birim değişken maliyet arasındaki farktır. Satılan her birimin, o birime ait değişken maliyeti karşıladıktan sonra geriye kalan payı gösteren birim katkı payı aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Ramagopal, 2009: 433).

$$\text{Birim Katkı Payı} = \text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Değişken Maliyet}$$

Birim katkı payının satış miktarı ile çarpımı ise satılan bütün birimlerin değişken maliyetleri karşıladıktan sonra geriye bıraktıkları toplam katkı payını gösterir. Aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Büyükmirza, 2008: 411).

$$\text{Toplam Katkı Payı} = \text{Birim Katkı Payı} \times \text{Satış Hacmi}$$

Katkı payı analizinden yola çıkarak işletmenin kârı ve zararı da hesaplanabilir (Ramagopal, 2009: 433):

$$\text{Kâr} = \text{Toplam Katkı Payı} - \text{Toplam Sabit Maliyetler}$$

$$\text{Zarar} = \text{Toplam Sabit Maliyetler} - \text{Toplam Katkı Payı}$$

Yukarıda yapılan hesaplama göz önüne alındığında, toplam katkı payı sabit maliyetleri aştığı sürece işletme kâr elde edecektir. Eğer toplam katkı payı toplam sabit maliyetlerden daha az olursa da bu durumda işletme zararla karşılaşacaktır.

3.1.4. Katkı Oranı

Katkı oranı, işletme faaliyetlerinin kârlılıklarını incelemek için oldukça önemlidir. Bu oran katkı payı ile satış tutarı arasındaki ilişkiye dayanır. Ayrıca işletmelerde başabaş noktasının hesaplanması için de kullanışlı bir orandır (Ramagopal, 2009: 434). Kâr-Hacim oranı olarak da bilinen katkı oranı aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Arora, 2010: 6.8):

$$\text{Katkı Oranı} = \frac{\text{Toplam Katkı Payı}}{\text{Toplam Satışlar}} \text{ ya da } \frac{\text{Toplam Satışlar} - \text{Toplam Değişken Maliyetler}}{\text{Toplam Satışlar}}$$

Katkı oranı ayrıca satışlardaki ve katkı payındaki değişimler karşılaştırılarak da hesaplanabilir. Sabit maliyetler belirli bir üretim hacminde sürekli sabit kabul edildiğinden, kârda meydana gelebilecek her artış katkı payında da artış sağlayacaktır. Bu durumda katkı oranı aşağıdaki şekilde de hesaplanabilir (Ramagopal, 2009: 435)

$$\text{Katkı Oranı} = \frac{\text{Kârdaki ya da Katkı Payındaki Değişim}}{\text{Toplam Satışlar}}$$

Katkı oranı satışlardan sağlanan her bir liranın sabit maliyete ve kâra olan katkısı şeklinde ifade edilebileceği gibi, toplam net satışların yüzde kaçının sabit maliyeti karşılamak ve kâr sağlamak amacına hizmet ettiğini belirten bir oran olarak da kabul edilebilir (Büyükmirza, 2008: 413).

MHK analizlerinin önemli bir parçasını oluşturan katkı payı ve katkı oranı hesaplanması birçok işletme kararı açısından zorunludur. Bu işletme kararlarına örnek olarak aşağıdaki durumlar gösterilebilir (Gürsoy, 1999: 315-316):

- Kâr planlamasının yapılmasına yardımcı olur.
- Birden fazla mamul üreten işletmelerde hangi malların üretimine öncelik verileceğine ya da hangi malların üretimden kaldırılacağına ait kararın verilmesine yardımcı olur.
- Bir mamulün üretimine devam edilip edilmemesi kararına yardımcı olur.
- Farklı yönetsel kararlarda en yüksek kârı sağlayacak alternatifin seçilmesine yardımcı olur.
- İşletmenin mevcut kaynaklarının hangi işlere ya da mamullere tahsis edileceği konusunda yardımcı olur.
- Mamul fiyatlandırılması konusunda yardımcı olur.

3.1.5. Kâr Fonksiyonu

Kâr ekonomistler, avukatlar, iş adamları ve halk tarafından farklı tanımlamalara sahiptir. Muhasebeciler açısından kâr, işletme faaliyetlerinden sonucunda özkaynaklarda meydana gelen artış olarak tanımlanır ve kâr, toplam gelirlere toplam maliyetlerin çıkartılmasına eşittir (Needles vd., 1999: 102).

$$\text{Toplam Kâr} = \text{Toplam Gelir} - \text{Toplam Maliyet}$$

Katkı payı analizinden yola çıkarak işletmenin kârının aşağıdaki şekilde de hesaplanabileceği belirtilmişti (Ramagopal, 2009: 433):

$$Kâr = Toplam Katkı Payı - Toplam Sabit Maliyetler$$

Yukarıdaki formülde yer alan toplam katkı payı aşağıdaki şekilde hesaplandığında işletmenin kâr fonksiyonu biraz daha ayrıntılı bir hal alacaktır.

$$Toplam Katkı Payı = Birim Katkı Payı \times Satış Hacmi$$

Bu durumda oluşan kâr fonksiyonu satış miktarının fonksiyonu olarak elde edilmiştir (Büyükmirza, 2008: 410-411):

$$Kâr = (Birim Katkı Payı \times Satış Miktarı) - Toplam Sabit Maliyetler$$

Kâr satışların tutarının bir fonksiyonu olarak da yazılabilir. Bu durumda, hesaplanan katkı oranı fonksiyona dahil edilmelidir. Kâr, satış tutarının bir fonksiyonu olarak aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Büyükmirza, 2008: 412-413):

$$Kâr = (Katkı Oranı \times Toplam Net Satışlar) - Toplam Sabit Maliyetler$$

İşletmede MHK analizlerinin kullanılarak yöneticilerin kararlarını şekillendiren bir konu ise, arzulanan kârın veya azaltılması düşünülen zararın hangi satış hacminde sağlanabileceğinin saptanmasıdır. İşletme yöneticileri kâr fonksiyonunu oluşturduktan sonra hem satış hacmine çeşitli değerler vermek suretiyle, değişik satış hacimlerine erişilmesi halinde ne kadar kâr sağlayacağını tahmin edebilirler. Ayrıca, işletme herhangi bir mamulün üretimine karar verirken, o mamulün kârlılığının yeterli olmasına dikkat etmelidir. Bu nedenle, işletme yönetiminin arzulanan kâr seviyesine ulaşabilmek için ne kadar satış yapılması gerektiğini bilmesi gerekir. Dolayısıyla kâr fonksiyonunu kullanarak hem satış miktarı hem de satış tutarı olarak arzulanan kâra nasıl ulaşılacağı formüle edilebilir (Harris, 2011: 83; Erdoğan ve Saban, 2010: 407; Büyükmirza, 2008: 414-417):

Arzulanan kâr için gerekli satış miktarı;

$$\text{Satış Miktarı} = \frac{\text{Arzulanan Kâr} + \text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Katkı Payı}}$$

Arzulanan kâr için gerekli satış tutarı;

$$\text{Satış Tutarı} = \frac{\text{Arzulanan Kâr} + \text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Katkı Oranı}}$$

MHK analizlerinde kullanılan kâr fonksiyonları yardımıyla işletme yöneticilerinin zarar söz konusu olduğunda hangi satış düzeyinde bu zarardan kurtulabileceği de hesaplanabilir (Harris, 2011: 84);

$$\text{Zarardan Kurtulmak İçin Gerekli Satış Tutarı} = \frac{\text{Zarar}}{\text{Katkı Oranı}}$$

Buraya kadar açıklaması yapılan kâr fonksiyonu statik bir fonksiyondur. Çünkü söz konusu fonksiyonda, kârı belirleyen etkenlerden sadece satış hacminin farklı değerler alabileceği göz önünde tutulmakta, sabit maliyet, değişken maliyet ve satış fiyatında herhangi bir değişiklik meydana gelmesi durumu dikkate alınmamaktadır. Oysa ki, rekabet koşulları ve teknolojinin ilerlemesi sebebiyle bu değişkenlerde değişiklik olmaması mümkün değildir. Bu nedenle sadece satış hacmindeki değişiklik ile beraber sabit maliyet, değişken maliyet ve satış fiyatında da kâr fonksiyonu üzerindeki etkileri araştırılmalıdır (Büyükmirza, 2008: 429).

3.1.5.1. Sabit Maliyetlerdeki Değişimin Kâr Fonksiyonuna Etkisi

Başabaş Noktasını (BBN) hesaplamada kullanılan diğer değişkenlerin değişmediği durumda eğer sabit maliyetler yükselirse hem BBN için hem de arzulanan kâr seviyesine ulaşmak için gerekli olan satış miktarı artar (Skousen vd., 1983: 730). Toplam sabit maliyetteki değişim katkı payını ve katkı oranını değiştirmedikten hacim-kâr grafiği üzerindeki BBN, sabit maliyetler artarsa sağa, azalırsa sola doğru kayar. Aynı zamanda eski durumda elde edilen kâr grafiğine paralel bir grafik elde edilmiş olur.

3.1.5.2. Değişken Maliyetlerdeki Değişimin Kâr Fonksiyonuna Etkisi

Birim değişken maliyetteki değişim katkı payını ve katkı oranını da değiştireceğinden kâr doğrusu eski doğruya oranla daha dik ya da daha yatay bir duruma gelecektir. Birim değişken maliyetin artması katkı payını azaltarak BBN'yi arttırır ve sağlanan kârlarda bir azalışa neden olur. Birim değişken maliyet azaldığında ise, katkı payı yükseleceğinden BBN düşer ve Bu durumda da sağlanan kârlarda bir artış olur (Büyükmirza, 2008: 433).

3.1.5.3. Satış Fiyatındaki Değişimin Kâr Fonksiyonuna Etkisi

Sabit ve değişken maliyetler değişmeden sadece satış fiyatı arttığında BBN ve arzulan kâr tutarı için gerekli olan satış miktarı düşer. Bunun sebebi, satış fiyatındaki artışın katkı payını da arttırması ve dolayısıyla sağlanacak olan kârı da arttırmasıdır (Skousen vd., 1983: 732). Satış fiyatı arttığında kâr doğrusu eski durumuna göre daha dik bir pozisyon alacaktır. Bunun nedeni, kâr doğrusunun eğimini temsil eden katkı payında meydana gelen artıştır (Büyükmirza, 2008: 431).

MHK analizlerinin açıklamasında kullanılan bir diğer kavram da BBN'nin hesaplanmasıdır. Literatürde geniş bir kullanım alanına sahip olduğundan ayrı bir başlık altında konu açıklanmıştır.

3.2. BAŞABAŞ NOKTASI ANALİZİ

MHK analizi ile çoğu zaman aynı anlamda kullanılan Başabaş Noktası (BBN) analizi, gerçekte; MHK analizlerinin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu durumda iki kavram aynı anlamı ifade etmediğinden birbirleri yerine kullanılmaları da uygun değildir (Ramagopal, 2009: 431-432).

BBN analizi, işletmeni ne kâr ne de zararla karşılaştığı satış ya da üretim seviyesinin tespitinde kullanılır ve bu noktada toplam satışlar toplam maliyetlere eşittir

(Arora, 2010: 6.6). BBN, satış gelirinin sadece toplam maliyetlerini karşılamak için yeterli olduğu noktayı gösterir yani, işletmenin kâr elde etmeye başlamadan önce satması gereken tutarı ifade eder (Armstrong, 2006: 384).

BBN' yi hesaplamak için kullanılan veriler işletme açısından aşağıdaki amaçlara hizmet etmek için de kullanılabilir (Agrawal, 2010: 209);

- 1) Kâr planlamasını yapmak,
- 2) Satışlar veya satış fiyatında ve çıktı miktarındaki artış ya da azalış veya maliyetlerdeki azalışın kâr üzerindeki etkisini göstermek,
- 3) Madde 2'de belirtilen değişiklikler dikkate alınarak yeni bir başabaş noktasının tespit edilmesini sağlamak,
- 4) Yeni bir faaliyete başlanması ya da mevcut faaliyetlerden birinden vazgeçilmesi durumlarında kâr üzerindeki etkiyi görebilmek.

BBN, toplam satışların üretilen mamule ait toplam maliyete eşit olduğu üretim seviyesini göstermektedir (Adithan, 2007: 83). Aynı zamanda bu noktada toplam katkı payının toplam sabit maliyetlere de eşit olduğu ifade edilmektedir. Bu durumda da işletmenin gelirleri toplam satış tutarına ya da toplam maliyetlere eşit olmaktadır (Periasamy, 2010: 540). Bu nokta toplam maliyetlerin karşılandığı minimum üretim düzeyini gösterdiğinden artık bu noktadan sonra işletme kâr elde etmeye başlayacaktır (Arora, 2010: 6.9). BBN hem miktar hem de tutar olarak hesaplanabilir (Akdoğan, 2000: 578).

3.2.1. Başabaş Noktasının Tespit Edilmesinde Kullanılan Yöntemler

BBN analizinde, BBN' nin tespit edilmesinde kullanılan dört tane yöntem vardır. Bunlar (Agrawal, 2010: 209);

- 1) Denklem yöntemi

- 2) Katkı payı yöntemi
- 3) Katkı oranı yöntemi
- 4) Grafik yöntemi

3.2.1.1. Denklem Yöntemi

Gelir tablosunda satış iade ve indirimleri göz önüne alınmadığında brüt kâr aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Agrawal, 2010: 209):

$$\text{Satışlar} - \text{Değişken Maliyetler} - \text{Sabit Maliyetler} = \text{Brüt Kâr} \text{ ya da}$$

$$\text{Satışlar} = \text{Değişken Maliyetler} + \text{Sabit Maliyetler} + \text{Brüt Kâr}$$

BBN' de işletmenin kârının "0" olacağı bilindiğinden, BBN' nin tespit edilmesi için yukarıdaki denklemde brüt kâr "0" kabul edildiğinde denklem aşağıdaki şekilde tekrar yazılabilir.

$$\text{Satışlar} = \text{Değişken Maliyetler} + \text{Sabit Maliyetler} + 0 \text{ yani}$$

$$BBN_{\text{Satış Tutarı}} = \text{Toplam Değişken Maliyetler} + \text{Toplam Sabit Maliyetler}$$

Bu durumda değişken maliyetler ile sabit maliyetlerin toplamı başabaş noktasındaki toplam satış tutarını gösterir. Eğer BBN miktar cinsinden hesaplanacaksa bu durumda denklem aşağıdaki şekilde tekrar düzenlenebilir.

$$\text{Birim Satış Fiyatı} \times \text{Satış Miktarı} = \text{Birim Değişken Maliyet} \times \text{Satış Miktarı} - \text{Toplam Sabit Maliyetler}$$

Bu durumda BBN satış miktarı olarak aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir.

$$BBN_{\text{Satış Miktarı}} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Değişken Maliyet}}$$

3.2.1.2. Katkı Payı Yöntemi

Bu yöntem kullanılarak BBN satış miktarı olarak hesaplanabilir. Denklem yönteminde satış miktarı olarak BBN hesaplaması için oluşturulan denklemin paydasında yer alan ifade zaten işletmenin katkı payının hesaplanmasında kullanıldığından denklem aşağıdaki şekilde tekrar yazılabilir.

$$BBN_{\text{Satış Miktarı}} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Birim Katkı Payı}}$$

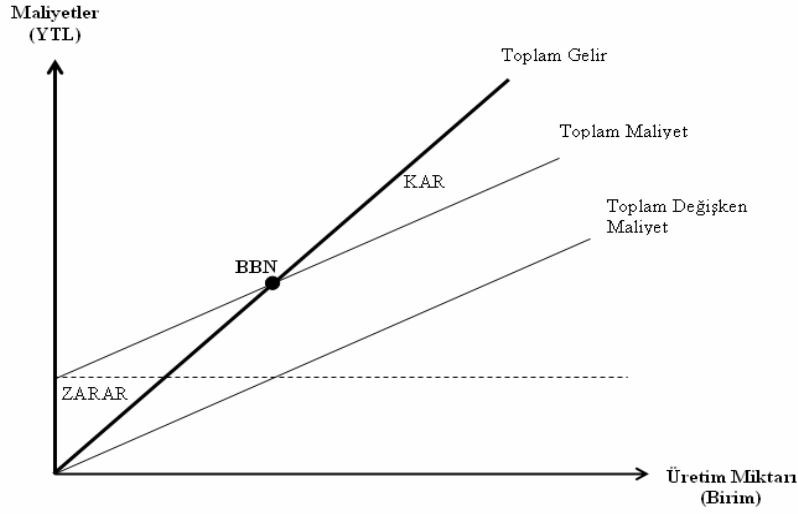
3.2.1.3. Katkı Oranı Yöntemi

BBN' nin satış tutarı olarak hesaplanması istendiğinde katkı oranı yöntemi kullanılabilir. Katkı oranı toplam katkı payının toplam satış tutarına bölünmesi ile hesaplandığından, bu yöntemle göre BBN satış tutarı aşağıdaki şekilde bulunabilir.

$$BBN_{\text{Satış Tutarı}} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Katkı Oranı}}$$

3.2.1.4. Grafik Yöntemi

BBN analizinde kullanılan veriler başabaş grafiği denilen bir grafikte çizilebilir. Bu grafikte, toplam satışlar ve toplam maliyetler dikey ekseninde, üretim ya da satış hacmi yatay ekseninde gösterilebilir. Toplam maliyet noktaları satılacak çeşitli birimler için grafik üzerine işaretlenir ve toplam maliyet çizgisini elde etmek için bu noktalar bir çizgi ile birleştirilir. Aynı şekilde çeşitli satış düzeylerinde toplam satışlar grafik üzerinde işaretlenir ve toplam satışların gösterildiği bir çizgi ile birleştirilir. İşte BBN toplam satışlar ve toplam maliyetlerin kesiştiği noktada yer alır. BBN' nin sol tarafı "zarar" bölgesi sağ tarafı ise "kâr" bölgesi olarak adlandırılır. Bu durumda, her hangi bir faaliyet seviyesindeki kâr ya da zarar toplam satışlara ve toplam maliyetlere ait çizginin referans ettiği değerler arasındaki fark ile ölçülür. BBN grafiği işletmelerde kâr planlamasında yardımcı olur. Çeşitli üretim ve satış hacimlerinde işletmenin yaklaşık kârını gösterir. Aynı zamanda ne kâr ne de zararın olduğu minimum üretim ya da satış seviyesini gösterir. Ayrıca, BBN grafiği maliyet, hacim ve kâr arasındaki ilişkinin kâr üzerindeki etkisini göstermek için önemli bilgiler de sağlar. (Agrawal, 2010: 211). Yapılan açıklamalar doğrultusunda aşağıdaki şekilde başabaş noktasına ait grafiksel gösterim yer almaktadır.



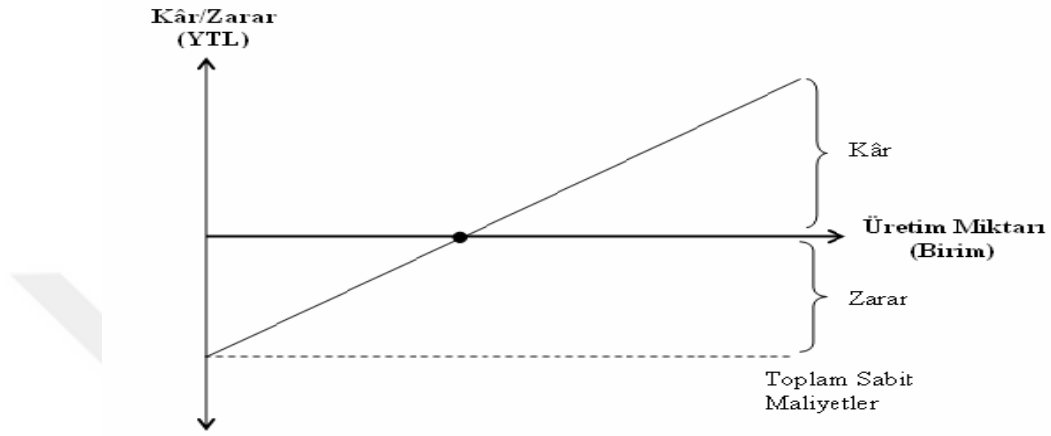
Şekil 3-1 Başabaş Noktasının Grafik Üzerinde Gösterimi

Yukarıdaki grafik incelendiğinde toplam satış çizgisinin toplam maliyet çizgisini kestiği noktada bir açı oluşmaktadır. Bu açı kârın oluşumu ile ilgili olarak kullanışlı bir bilgi sağlar. Şöyle ki; bu açı geniş olduğunda yüksek bir kâr oranından, dar olduğunda ise düşük bir kâr oranından bahsedilebilir. Bu açı aynı zamanda işletmelerdeki güvenlik oranı ile birlikte ele alınabilir (Agrawal, 2010: 211).

BBN grafiği aynı zamanda hacim-kâr grafiği adı altında başka bir formatta tekrar düzenlenebilir. Hacim-kâr grafiğinde satış hacmindeki değişikliklerin kâr üzerindeki etkilerinin gösterilmesi amaçlandığından, toplam gelir ve toplam maliyet çizgileri yer almaz. Bunun yerine sadece bunların fonksiyonunu oluşturan kâr doğrusu yer alır. Bu grafik özellikle net kârdaki değişmelerin etkileriyle ilgilenen yöneticiler tarafından tercih edilir (Horngren, 1980: 55).

Hacim-kâr grafiğinde yatay eksen satış ya da üretim hacmi yer alır. Dikey eksen ise çeşitli satış hacimlerinde sağlanacak kâr veya zararlar vardır. Dikey eksenin yatay eksen üzerinde kalan kısmında kâr, altında ise zarar, yatay eksen üzerinde ise ne kâr ne de zarar söz konusudur. Bu grafikte kâr denklemi, dikey eksenin toplam sabit maliyet kadar zarar gösterdiği noktadan başlayan ve yatay eksenini BBN' de kesen bir

çizgi olarak gösterilir. Satış hacminin miktar olarak ölçüldüğü durumlarda kâr doğrusunun eğimi katkı payına, satış hacminin tutar olarak ölçüldüğü durumlarda ise katkı oranına eşit olur (Büyükmirza, 2008: 428-429). Aşağıdaki şekilde hacim-kâr grafiği gösterilmektedir.



Şekil 3-2 Hacim-Kâr Grafiği

BBN' nin katkı payı ve katkı oranı ile hesaplanmasına ilişkin durumlar aşağıdaki basit olarak örneklendirilmiştir.

Örnek: Bir üretim işletmesinde toplam sabit maliyetler 30.000 TL'dir. Birim değişken maliyet 2 TL ve Birim satış fiyatı da 5 TL olarak verilmiştir. Bu durumda işletmenin BBN miktar olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$BBN_{\text{Satış Miktarı}} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Değişken Maliyet (Birim Katkı Payı)}}$$

$$BBN_{\text{Satış Miktarı}} = \frac{30.000 \text{ TL}}{5 \text{ TL} - 2 \text{ TL}} = 10.000 \text{ adet}$$

BBN satış tutarını hesaplamak için de katkı oranından yararlanılabilir. Bu durumda BBN satış tutarı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$BBN_{\text{Satış Tutarı}} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Katkı Oranı}}$$

$$BBN_{Satış\ Tutarı} = \frac{30.000\ TL}{\frac{5TL-2TL}{5\ TL}} = 50.000\ TL$$

3.2.2. Başabaş Noktası Analizinde Kullanılan Diğer Kavramlar

BBN analizinde hesaplama yöntemleri ile beraber açıklanması gereken bazı kavramlar da vardır. Bunlar;

- 1) Güvenlik Payı
- 2) Güvenlik Oranı
- 3) Nakit BBN

3.2.2.1. Güvenlik Payı

Güvenlik payı, işletmenin mevcut satışları ise BBN satışları arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Arora, 2010: 6.14). Genellikle tutar olarak belirtilen ve işletmenin zararlardan ne kadar uzakta olduğunu ortaya koymaktadır. (Büyükmirza, 2008: 419). Güvenlik payı satışların yüzdesi olarak da açıklanabilir. İşletmelerde güvenlik payı;

- Satış fiyatının arttırılması,
- Değişken maliyetlerin düşürülmesi,
- Katkı oranı yüksek olan mamullerden mamul karması oluşturulması,
- Sabit maliyetlerin düşürülmesi ve
- Üretim miktarının arttırılması ile güçlendirilebilir (Periasamy,2010:551).

Güvenlik payı aşağıdaki şekillerde hesaplanabilir (Periasamy,2010:551)

$$1) \text{ Güvenlik Payı} = \text{Mevcut Satışlar} - BBN_{Satış\ Tutarı}$$

$$2) \text{ Güvenlik Payı} = \frac{Kâr}{Katkı\ Oranı}$$

$$3) \text{ Güvenlik Payı} = \frac{Kâr}{Birim\ Katkı\ Payı} \times \text{Toplam Satış Miktarı}$$

Güvenlik payı kullanılarak işletmenin kârı da 2 numarada verilen hesaplama kullanılarak şu şekilde ifade edilebilir.

$$Kâr = Güvenlik Payı \times Katkı Oranı$$

Güvenlik payının olabildiğince büyük olması işletmeler açısından yararlı olacaktır. Çünkü, güvenlik payı küçük olan işletmelerin satışlarda ortaya çıkacak bir azalma güvenlik payının da azalmasına neden olacak ve işletme zararlarla karşılaşabilecektir (Yükçü,1999: 602).

3.2.2.2. Güvenlik Oranı

Güvenlik oranı güvenlik payının toplam satışlara oranlanması ile elde edilir ve aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Yükçü,1999: 602).

$$Güvenlik Oranı = \frac{Güvenlik Payı}{Satışlar}$$

Güvenlik oranı, güvenlik payının mevcut satışların yüzdesi olarak da ifade edilmektedir (Büyükmirza, 2008: 419).

3.2.2.3. Nakit Başabaş Noktası

Sadece nakit olarak ödenecek olan sabit maliyetler ile hesaplanan BBN; nakit BBN olarak tanımlanır. Bu durum; amortisman ve diğer nakit olmayan sabit maliyetlerin, nakit BBN hesaplanırken toplam sabit maliyetlerin dışında bırakılması anlamına gelir (Arora, 2010: 6.14).

Nakit BBN tahsil edilebilen toplam gelirin ödeme gerektiren nakdi toplam maliyete eşit olduğu satış hacmidir. İşletmenin satışları bu noktanın üzerinde olduğu sürece, işletmenin faaliyetlerinin yürütülmesinde nakit sorunu olmaz. Satışlar bu noktanın altına düştüğünde ise nakit sıkıntısı ortaya çıkar (Büyükmirza, 2008: 421).

Nakit BBN aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Arora, 2010: 6.14):

$$Nakit Başabaş Noktası = \frac{Nakit Sabit Maliyetler}{Birim Katkı Payı}$$

3.3. MHK ANALİZLERİNİN YÖNETİM KARARLARINDA UYGULANMASI

İşletme yönetimi sürekli olarak, işletme olanaklarının en iyi nasıl kullanılacağı ve üretim araçlarının en düşük maliyet ile gerçekleştirilecek biçimde nasıl bir araya getireceği sorunları ile karşı karşıya kalmaktadır (Peker, 1988: 554). MHK analizleri, yönetimin yönetim fonksiyonuna ait işlevlerinin ayrılmaz bir parçası olarak bu işlevlerle ilgili faaliyetlerin yerine getirilmesinde önemli katkıda bulunabilir. MHK analizleri bu faaliyetleri örgütlemeye kullanılan değişik yolların olası etkilerini belirlemede kullanılan bir aracı ve gelecek faaliyetleri planlamada da bir çatıyı oluşturmaktadır (Kartal, 1985: 7). MHK analizleri yöneticilere, imalat kararları, fiyatların tespit edilmesi, dağıtım kanallarının belirlenmesi, üretme ya da satın alma, alternatif üretim yöntemleri arasında seçim yapma, optimal mamul karmasını tespit etme, kapatma ya da devam etme, kapasite artırma, makine ve donanımı yenileme gibi bir çok yönetsel kararda yardımcı olmaktadır (Kartal, 1985: 8; Agrawal, 2010: 259; Büyükmirza, 2008: 439-449). MHK analizleri daha başka yönetsel kararlarda da işletme yöneticilerine bilgi sağlamaktadır. Bütün bu kararların tamamının burada açıklanması mümkün olmadığından önemli birkaç yönetsel karar üzerinde durulmuştur.

3.3.1. Satış Fiyatının Tespiti

MHK analizleri normal ve özel durumlarda satış fiyatının tespit edilmesine yardımcı olur. Bazen öyle özel durumlar olabilir ki; toplam maliyetin hatta katkı payının altında bir satış fiyatı belirlenebilir. Bu durumda, satış fiyatının tespitinde işletmenin içerisinde bulunduğu rekabet ortamı, talepleri ve kapasitesi gibi unsurlar önem kazanır (Agrawal, 2010: 260).

İşletmelerde fiyatlama yöntemlerinden olan maliyet artı yöntemi yaygın olarak kullanır. Bu yöntemde öncelikle birim maliyet hesaplanır ve maliyetin bir yüzdesi olarak kâr payı eklenerek satış fiyatı hesaplanır. Maliyet kavramının tanımlanmasına göre farklı fiyatlama kararları verilebilir. Maliyetlerini "tam maliyet" ya da "değişken maliyet" temeline dayalı olarak belirleyen işletmelerde satış fiyatları da bu yöntemin özelliklerine uygun olarak belirlenir.

Tam maliyet yönteminde dönemin üretim maliyetlerinin tamamı, değişken ya da sabit olmasına bakılmaksızın, o dönemde yapılan üretimin maliyetine yüklenir (Büyükmirza, 2008: 496). Tam maliyet yöntemini kullanan bir işletmede satış fiyatının belirlenmesine ilişkin durum bir örnek ile açıklanabilir.

Örnek: Tek tip mamul üretimi yapan bir işletmede birim direkt ilk madde ve malzeme maliyeti (DİMMM) 6TL ve birim direkt işçilik maliyeti(DİM) ise 2 TL'dir. Yıllık sabit genel üretim maliyetleri ise 10.000 TL'dir. Bu işletmenin sabit genel üretim maliyetlerini (GÜM) üretim parti başına da ayrı ayrı hesaplandığında farklı üretim hacimlerine göre birim maliyetler aşağıdaki gibi hesaplanır. Bu işletme birim maliyetin %10'u kadar kâr payı olarak belirlediğinde satış fiyatı da aşağıda yer almaktadır.

Farklı üretim hacimlerinde değişken maliyetler aynı düzeyde seyrederken birim sabit GÜM toplam üretim hacmi arttıkça azalış gösterdiği daha önce belirtildiğinden birim maliyet hesaplanırken de bu durum dikkate alınmalıdır.

	50 birim	100 birim	150 birim	200 birim	250 birim
DİMMM	6 TL	6 TL	6 TL	6 TL	6 TL
DİM	2 TL	2 TL	2 TL	2 TL	2 TL
Sabit GÜM	2 TL	1 TL	0,80 TL	0,65 TL	0,50 TL
Toplam Maliyet	10 TL	9 TL	8,80 TL	8,65 TL	8,5 TL
%10 kâr payı	1 TL	0,90 TL	0,88 TL	0,87 TL	0,85 TL
Satış Fiyatı	11 TL	9,90 TL	9,68 TL	9,52 TL	9,35 TL

Yukarıdaki verilere göre işletme kapasitesi ve talepleri doğrultusunda üretim hacmini 150 birim olarak belirlendiğinde kâr payı 0,88 TL olacak ve toplam kârı da $(0,88 \times 150)$ 132 TL olacaktır.

Değişken maliyet yöntemi ise, sadece değişken üretim maliyetlerini yani DİMMM, DİM ve değişken GÜM üretim maliyetine yükler, sabit GÜM'nin tamamını da üretim maliyetleri dışında tutarak doğrudan gelir tablosuna yansıtır (Büyükmirza, 2008: 506). Değişken maliyet yöntemini kullanan işletmelerde satış fiyatının belirlenmesinde tam anlamıyla bir fayda sağlamak için talep konusunda sağlam tahminler yapılması gerekir. Tam maliyet yöntemine satış fiyatının belirlenmesi konusunda değişken maliyet yöntemi bu açıdan daha uygun unsurları dikkate aldığı söylenebilir. Değişken maliyet yöntemine göre satış fiyatının tespit edilmesi de bir örnek üzerinde özetlenebilir.

Örnek: Kapasitesi 100.000 birim olan bir işletmede yılda 90.000 birim mamul üretilmekte ve her bir mamul 2TL' den satılabilmektedir. İşletmenin birim değişken maliyetleri 0,6 TL ve toplam sabit maliyetleri ise 40.000 TL'dir. Mevcut durumda işletmenin kârı 86.000 TL olacaktır.

$$Kâr = (Birim Katkı Payı \times Satış Miktarı) - Toplam Sabit Maliyetler$$

$$Kâr = ((2 - 0,6) \times 90.000) - 40.000$$

$$Kâr = 86.000 TL$$

İşletme aynı dönemde 10.000 birim daha taleple karşılaşmıştır. İşletmenin tüm mamullerinin satış fiyatını 1,8 TL olarak belirlediği takdirde alıcı bu satışa razı olmaktadır. Bu durumda işletmenin bu satış fiyatından gelen talebi kabul edip etmemesi kârının hesaplanması ile ortaya çıkartılabilir. İşletmenin gelen talep doğrultusunda elde edeceği kâr

$$K\hat{a}r = ((1,8 - 0,6) \times 100.000) - 40.000$$

$$K\hat{a}r = 80.000 \text{ TL}$$

Bu durumda işletme ilk durumda yani 90.000 birim üretip 2 TL'den sattığında daha fazla kâr elde edeceğinden (86.000 TL > 80.000 TL) gelen talebi reddetmesi daha uygun bir karar olacaktır. Bu karar sadece satış fiyatı dikkate alınarak verilebilir. Başka özel durumlar var ise onlar da ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

3.3.2. Optimal Mamul Karmasının Tespiti

İşletmelerin amaçlarından ve en önemlilerinden biri maksimum kâr elde etmektir. Bununla birlikte, bu amacın gerçekleştirilmesi her zaman çok kolay olmamaktadır. Çünkü kârı etkileyen çok çeşitli faktörler vardır. Örneğin, işletme ürettiği mamulleri satamaz ve pazar bir kısıt oluşturur, talepler karşılayacak işgücü yeterli değildir ve işgücü bir kısıt olabilir ya da hammaddeye zamanında ulaşamaz ve kaynak bir kısıt olabilir. Bu örnekler arttırılabilir (Arora, 2010: 6.19). İşletmeler bu kısıtlar altında çeşitli mamullerin kârlılık durumlarını dikkate alarak MHK analizlerinden elde edilecek bilgiler doğrultusunda ve üretim ve satış koşulları ile birlikte değerlendirilmek suretiyle optimal mamul karmasının tespitinde kullanılabilir (Büyükmirza, 2008: 465). Optimal mamul karmasının MHK analizi ile hesaplanması ile ilgili durum bir örnek ile daha iyi açıklanabilir.

Örnek: Aynı üretim bandında A ve B mamullerini üreten işletmede günlük toplam çalışma saati 420 dakikadır. A mamulünü 3 dakikada ve B mamulü de 4 dakikada üretilmektedir. A mamulü için günlük talep miktarı 100 birim B mamulü için ise 50 birimdir. İşletmeni toplam sabit maliyeti ise 1.000 TL'dir. Bu mamullere ait diğer maliyet verileri de aşağıdaki gibidir.

	A Mamulü	B Mamulü
DİMMM	24 TL	14 TL
DİM	6 TL	9 TL
Değişken GÜM	8 TL	12 TL
Satış Fiyatı	50 TL	60 TL

Değişken maliyet yöntemini kullanan işletmenin en çok kâr sağlayacak optimal mamul karmasının tespit edilebilmesi için öncelikle katkı payı hesaplanır.

	A Mamulü	B Mamulü
Satış Fiyatı (SF)	50 TL	60 TL
DİMMM	24 TL	19 TL
DİM	6 TL	9 TL
Değişken GÜM	8 TL	12 TL
Toplam Değişken Maliyetler (TDM)	38 TL	40 TL
Katkı Payı (SF-TDM)	12 TL	20 TL

Mamullere ait üretim öncelik sırasında "Kapasite Birimi Başına Katkı (KBBK)" tutarlarının esas alınması uygulamada kullanılan pratik bir yöntemdir (Büyükmirza, 2008: 466). Buna göre A ve B mamulü için KBBK tutarları aşağıdaki gibi olur.

$$KBBK = \frac{\text{Birim Katkı Payı}}{\text{Mamul İçin Gerekli Kapasite Birim Sayısı}}$$

$$KBBK_A = \frac{12}{3} = 4$$

$$KBBK_B = \frac{20}{4} = 5$$

KBBK tutarı en yüksek olan B mamulünün öncelikle üretilmesi gereklidir. Toplam çalışma saati 420 dakika olduğuna göre önce B mamulünün tamamını üretmek için gerekli olan (45birim x 4 dakika) 180 dakika kullanılır. Kalan 240 dakikada (420 dakika-180 dakika) A mamulünü üretmek için kullanılır. Bir birim A mamulü 3 dakikada üretildiğinde göre 240 dakikada (240 dakika/3 dakika) 80 birim A mamulü üretilir. Bu durumda bu işletme için mevcut koşullar altında optimal mamul karması

45 birim B ve 80 birim A olacaktır. Bu üretim düzeyinde işletmenin elde edeceği toplam kâr

$$Kâr = (\text{Birim Katkı Payı} \times \text{Satış Miktarı}) - \text{Toplam Sabit Maliyetler}$$

$$Kâr = (20 TL \times 45 \text{ birim})_B + (12 TL \times 80 \text{ birim})_A - 1.000 TL$$

$$Kâr = 860 TL$$

3.3.3. Üretim veya Satın Alma Kararı

İşletme kararları açısından bir diğer önemli konu da belirli parçaları işletme içerisinde üretme veya dışarıdan satın alma ile ilgili olandır (Peker, 1988: 562). Üretim veya satın alma kararları MHK analizleri ile incelenebileceği gibi ek maliyetlerin analizi ile de yapılabilir. Yedek parça veya malzemelerin satın alma fiyatları analizinde, bu parça veya malzemelerin işletme tarafından üretilmesi halinde maliyetlerde ortaya çıkacağı tahmin edilen artışla karşılaştırılacaktır (Büyükmirza, 2008: 584).

İşletmede yapılacak maliyet analizlerinin yanı sıra dışarıdan satın alma kararının verilmesinde satıcının durumuna ilişkin birçok soru da ortaya çıkmaktadır. Bu durumda aşağıda yer alan sorulara doyurucu yanıtların verilmesi de gerekmektedir (Yükçü, 1999: 845-846):

- Satıcı taahhütlerine ne ölçüde uyabilecektir?
- Satıcının önerisi işletmenin üretim hattını dağıtmasına yönelik kısa süreli bir teklif midir?
- Satıcı talepteki değişmelere ne ölçüde uyum sağlayabilecektir?
- Satıcı üretimde teknolojik değişikliklere ne ölçüde uyum sağlayabilecektir?
- Siparişlerin tesliminde muhtemel aksamalar üretim sürecini aksatacak mıdır?

- Satın alma kararı verilmesi durumunda mevcut üretim düzeni ne şekilde olacaktır?

İşletmeler açısından üretim ya da satın alma kararı çok yönlü olarak araştırılmalıdır. Yukarıdaki sorulara alınacak net cevaplar doğrultusunda ve yapılan maliyet analizleri sonucunda yöneticiler duruma uygun en kârlı kararı verebilir duruma gelecektir.

3.3.4. Bir Mamulün Üretimine Devam Edip Etmeme Kararı

Bu tür kararlarda mamul bazında hazırlanan gelir tablolarına göre, bazı mamul ya da mamullerin üretilmesi işletme açısından zarar getirebilir. Bu durumda, yapılacak ilk uygulama zarara sebep olan mamul ya da mamullerin üretim hattından çıkartılarak işletme kârının artırılması olabilir. Ancak, işletmenin zarar eden mamul ya da mamulleri üretimden çekmek ile zararda görülen mamul ya da mamullerin üretimi ile kaçınabileceği bazı maliyetler olabilir. Bunun yanında, bu mamulü üretmek ile işletmenin kaçınamayacağı maliyet kalemleri de bulunabilir (Yükçü, 1999: 847).

İşletme yöneticileri açısından bu şekilde bir kararın verilmesi elbette birçok yönden araştırma yapılmasını gerektirir. İlk başta zarar eden mamulün üretim hattından çıkartılması uygun bir kararmış gibi görünse de buz dağının diğer tarafı da unutulmamalıdır. Çünkü, zararda olan mamul ya da mamuller işletmenin sabit maliyetlerinin bir kısmını da üstlenmektedir. Mamuller üretim hattından çekildiklerinde sabit maliyetlerin tamamı kâr eden mamullere yüklenecektir. Bu durumda da kâr eden mamullerin maliyetleri yükselecektir. Eğer kâr eden mamullerin satış fiyatını arttırmak pazar şartlarında mümkün olamıyorsa bu durumda işletme daha yüksek maliyetle aynı satış fiyatından satışlarına devam ettiğinde kâr oranında bir azalma olacaktır. Bu durumda da aslında zarar eden mamul işletme açısından kâr eden mamulün maliyetini

paylaşan bir değer olmaktadır. Sonuç olarak, yöneticiler çok yönlü olarak durumu inceleyerek böyle bir kararı vermelidir.

3.3.5. Yeni Bir Makine Alma Kararı

MHK analizlerinin kullanılabildiği bir diğer yönetsel karar da yeni bir makine alma veya donanımı yenileme kararıdır. Diğer kararlarda olduğu gibi bu kararın da verilmesi için yöneticiler çok yönlü bir araştırma yapmalıdır.

Yeni bir makine alımıyla birlikte işletmenin sabit maliyetleri, eskisinden daha fazla bir bedel ödenerek satın alınan makinenin amortisman giderlerinde meydana gelecek bir artış sebebiyle artar. Buna karşılık, gerek yeni makinenin daha verimli olması gerekse eski makineye oranla daha az bakım onarımda ihtiyaç duyması gibi nedenlerden dolayı genellikle birim değişken maliyetlerde bir azalma meydana gelir. Bu durumda, maliyetlerdeki bu iki zıt değişimin kârlılık üzerindeki etkileri MHK analizleri ile ortaya çıkartılarak, eski ve yeni makine arasında yöneticilerin bir seçim yapması mümkün olabilir (Büyükmirza, 2008: 445).

3.4. MHK ANALİZLERİNİN VARSAYIMLARI

MHK analizleri yönetim planlamasında önemli bir araç olarak ifade edilir. Ancak, analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde MHK analizinin dayandığı bir takım varsayımlar göz önüne alınmadığında alınacak kararlar yanıltıcı olabilir. İşletmeye ait yönetsel kararlar verilirken hem bu varsayımlar göz önünde bulundurulduğunda hem de bu varsayımlar ortadan kaldırıldığında nasıl bir durumla karşılaşılacağı tahmin edildiğinde MHK analizlerinin kullanımı daha yararlı olur.

Geleneksel MHK analizleri çeşitli varsayımlar üzerine kurulmuştur. Bu varsayımlar şu şekilde özetlenebilir (Horngren vd., 2000: 60 ; Büyükmirza, 2008: 438):

- 1) Üretilen birim ürünlerin sayısı gelir ve maliyetin tek belirleyicisidir. Bir başka ifadeyle, sadece üretilen ve satılan birim ürünlerin sayısındaki bir artış gelir ve maliyetlerin artmasına sebep olur.
- 2) İşletme, piyasa belirlenen veya kendi koyduğu fiyattan istediği kadar satış yapabilir.
- 3) Toplam maliyetler sabit ve değişken maliyetlerden oluşur.
- 4) Satış fiyatları, üretkenlik ve birim başına değişken maliyetler konuyla ilgili dönem içerisinde sabittir.
- 5) Geleneksel MHK analizi tek bir ürünü kapsar. Geleneksel MHK analizi çok sayıda ürünü kapsadığında, satış karmasının satılan toplam birim sayısı değiştikçe sabit kalacağını varsayar.
- 6) Sabit maliyetler geçerli zaman aralığında sabittir. Geçerli zaman aralığı, maliyet ve maliyet faktörü geçerli olduğu takdirde var olan ilişki içerisindeki maliyet faktörü faaliyet seviyesini sınırlar. Sabit maliyetler maliyet faktörüne kıyasla değişmemekle birlikte, bu kural sadece mantıklı sınırlar içerisinde doğrudur. Örneğin, genellikle sabit olan kiralama maliyetleri, artan üretim fazladan bir yapılanma gerektiriyorsa artacaktır.
- 7) Sabit maliyetler kapasiteye kadar değişmez.
- 8) Birim değişken maliyet kapasiteye kadar hep aynı kalır.
- 9) Dönem başı ve dönem sonu mamul stoklarında önemli bir değişiklik olmaz yani üretilen mamullerin tamamı dönem içerisinde satılır.

4. BULANIK MANTIK

Bulanık Mantık (BM), insan düşünme ve algılamasını modellemek için kullanılan güçlü bir yöntemdir. Amacı, insanların belirsizlik altında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünce mekanizmalarının oluşturulmasıdır. Bu amaçla klasik Aristo mantığı gibi olayların doğru veya yanlış olarak değerlendirildiği yaklaşımdan farklı olarak fonksiyonlarla tanımlanan ve birbirinin içine geçmiş alanları kullanmaktadır.

BM, bir sistemin girdi-çıkı ilişkilerini açıklamak için insana dayalı dili kullanan tahmini sebep tekniğidir. Başka bir deyişle, insanların kesin olmayan ifadelerle düşünme yeteneğiyle örtüşen mantık sistemidir. Bu bağlamda BM' nin insan düşünüş tarzını taklit etmeye çalıştığı söylenebilmektedir. BM, bulanık küme teorisine dayanan bir matematiksel disiplindir. Doğruluğun ya da yanlışlığın derecesini konu almaktadır. İki seviyeli mantığın oldukça genelleştirilmiş hali olarak da düşünülebilmektedir. Öyle ki doğru ve yanlış arasına, kısmen doğru ya da kısmen yanlış kavramları da eklenerek yelpaze genişletilmiştir (Aytaç, 2006: 46).

4.1. BULANIK MANTIK KAVRAMININ GELİŞİM SÜRECİ

BM ilk defa 1960 yılında, University of California, Berkeley'den Dr. Lotfi Zadeh tarafından, doğal dildeki belirsizliği modellemek için ortaya konmuştur. Zadeh (1973), BM teorisinin bağımsız ve tam bir teori olmaktan çok, bulanıklaştırma yönteminin (fuzzification), herhangi bir teorisin kesin (crisp, discrete) formdan sürekli (continuous, fuzzy) forma dönüştürülmek suretiyle genelleştirilmesi için kullanılan bir metodoloji olarak ele alınmasını istemiştir.

Bulanık kavramların ortaya atılması ile beraber literatürde bazı çatışmalarda ortaya çıkmıştır. BM 'nin karşısında olan taraf, bulanıklaştırmanın kesin olan bilimsel

ilkelere uymadığını ve hatta bilime karşı geldiğini ileriye sürmüştür. Özellikle, olasılık teorisi ve istatistik gibi zaten belirsizliklerle uğraşan bilim dalları bulunduğundan, bu konularda çalışan araştırmacılar, bulanık sistemlere açık biçimde karşı çıkmışlardır. Bulanık yöntemlerin yapacağı her türlü hesaplamanın, olasılık ve istatistik hesaplamalarla yapılabileceğini ileriye sürmüşlerdir. Özellikle de, batıda (Avrupa ve Amerika) bu kavramlar nerede ise tamamen ihmal edilerek hoş karşılanmamıştır (Şen,2004:8-9).

BM ilk kez 1973 yılında, Londra'daki Queen Mary College'de profesör olan H. Mamdani tarafından bir buhar makinesinde uygulanmıştır. Mamdani kuramı, bir buhar türbününün hızının denetlenmesine uygulamış ve bu amaçla, bir insanın davranışlarını mimikleyen; "Eğer türbin hızı çok hızlartıyorsa ve basınç da çok düşükse, buhar vanasını biraz aç" türünden kurallardan oluşan bir sistem geliştirmiştir. Mamdani BM temelli bu tür bir sistemle türbün hızının ve performansının çok başarılı bir şekilde denetlenebileceğini göstermiştir. (King ve Mamdani, 1977: 235-240).

Ticari olarak ise BM ilk defa, 1980 yılında, Danimarka'daki bir çimento fabrikasının fırınına kontrol etmede kullanılmıştır (Özdamar, 2006: 103). Bu sanayide değirmen içerisindeki sıcaklık ve oksijen oranı ürün kalitesi açısından çok önemli olup operatörlerin bu konuda yeterli bir uzmanlık kazanabilmeleri için yıllar geçmesi gerekir. Fakat kişiler ve uzmanlık düzeyleri arasında kaçınılmaz farklılıklar olacağından, üretilen çimento da vardiyalardan vardiyalara geçecek, tutarlı kalitede çimento üretimi çok zor olacaktır. Bu nedenlerden dolayı doğrusal bir model üzerine kurulu geleneksel denetleyici yerine bir BM denetleyicisi (fuzzy logic controller - FLC) kullanmış ve çok başarılı sonuçlar veren bir sistem geliştirilmiştir. Bu veya benzeri sistemler bugün bile Japonya ve Amerika'da dahil olmak üzere bir çok ülkede kullanılmaktadır.

Bundan sonra bir başka dikkate değer uygulama ise Hitachi firması tarafından 1987 yılında Sendai Metro'sunda gerçekleştirilmiştir. Bu sayede trenin istenen konumda durması üç kat daha iyileştirilmiş, kullanılan enerji ise %10 azaltılmıştır. Bunun üzerine Hitachi firmasına benzeri bir sistemin Tokyo Metro'suna da kurması için talep gelmiştir (Günel, 1997:50).

1988 yılının Ekim ayında “Kara Pazar” adlı Tokyo Borsası'nda yaşanan krizin sinyallerini, Yamaichi Securities'in geliştirdiği BM temelli uzman sistem 18 gün önceden haber vermiştir. Bu kadar başarılı uygulamaların ardından BM' ye olan ilgi artmış, uluslararası bir çalışma ortamı oluşturabilmek amacıyla 1989 yılında aralarında SGS, Thomson, Omron, Hitachi, NCR, IBM, Toshiba ve Matsuhita gibi dünya devlerinin de bulunduğu 51 firma tarafından LIFE (Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering) laboratuvarları kurulmuştur (Günel, 1997: 51).

Bulanık kuramın uygulamalarının ürünleri Japonya'da 1990 yılında tüketicilere sunulmuştur. Kuram bu ülkeye ilk girdiği zaman üç binden fazla bilim adamı bu kuram üzerinde çalışmakla görevlendirilmişti. Çok kısa bir sürede BM ile çalışan elektronik cihazların elde edilmiştir. Örneğin, bulanık denetimli çamaşır makinesi, çamaşırın cinsine, miktarına, kirliliğine göre en etkili çamaşır yıkama ve su kullanım programını seçebilmektedir. Quasar ve Panasonic markalarını üreten Matsuhita şirketi, BM 'nin üretime uygulanmasından sonra 1991–92 yıllarında milyarlarca dolar değerinde mal üretilip satmıştır (Semed, 2000: 145).

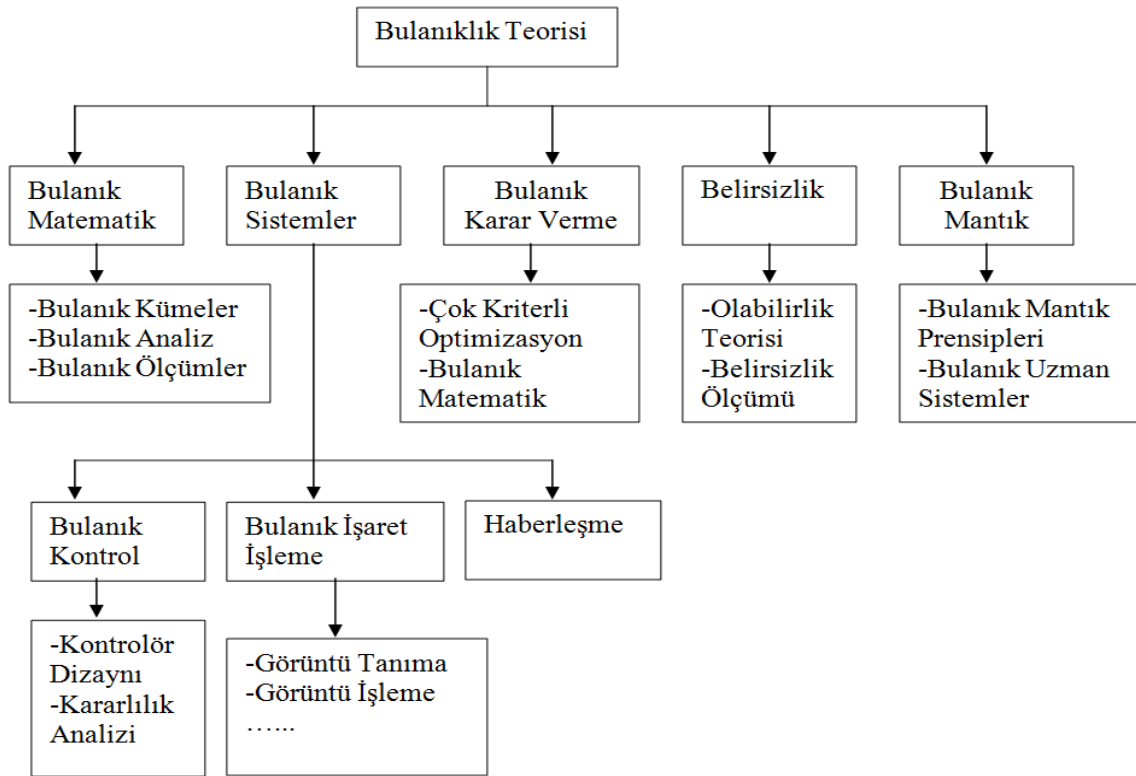
1993 yılında Sony, “The Palm Top” sistemini tanıtmıştır. Burada BM ile elle yazılan kanji karakterlerinin makine tarafından tanımlanması sağlanmıştır. BM uygulamalarına diğer bir örnek arabalarda yakıt püskürtme ve ateşleme sisteminin denetimidir. Daha sonraları BM, insansız uçakların kontrolünde, tren frenleme

sistemlerinde, ABS (otomatik fren sistemi) ve ASC (otomatik vites kontrolü) kontrolünde kullanılmıştır. Bugün elektronik pazarda, pek çok üretim BM temeline dayanmaktadır. BM denetim sistemlerinin pek çoğu tüketiciler için Japonya'da üretilmektedir ve ısı, elektrik akımı, sıvı gaz akımı denetimi, kimyasal ve fiziksel süreç denetimlerinde kullanılmaktadır. Son yıllarda Umtacı, Mitsubishi, Toshiba, Sony, Orison, Konan, Piko, Aneson, Honda, Neck ve daha başka birçok firma bu kuramın ticari amaçlı uygulamalarıyla ilgilenmektedir (Elmas, 2007: 188).

BM, 1980 yılından sonra uygulama sahaları gittikçe genişletmiş, Japonya'dan sonra Almanya, Fransa, Danimarka, Rusya ve Çin gibi ülkeler de BM uzmanları yetiştirmeye başlamışlardır (Alan, 2010). Çin' de bu konu ile uğraşan bilim adamı sayısı on binin üzerinde olup, hemen arkasında Japonya yer almaktadır. Uygulama açısından ise, Japonya belirgin bir şekilde öndedir (Blair, 1994)

4.2. BULANIK MANTIK UYGULAMA ALANLARI

BM, doğa ve insanın oluşturduğu yapay sistemlerin modellenmesi ve kontrolü için en uygun yaklaşım olarak gelişmekte olan bir tekniktir. BM, klasik yöntemlerle modellenemeyen çok karmaşık sistemlerde, lineer olmayan sistemlerde ve belirsizliklerin çok olduğu sistemlerde ideal olarak kullanılır. Bulanık sistemler, bu nitelikleri taşıyan uygulamalar için uygun yöntemleri içererek dizayn edilir ve kontrol, işaret işleme, haberleşme ve uzman sistem olarak tıpta, iş hayatında çok geniş alanlarda uygulanır. Bununla birlikte en önemli uygulamalar kontrol problemleri üzerinde yapılmaktadır (Satuk, 2011: 23). Aşağıdaki şekilde BM' nin uygulama alanları gösterilmiştir.



Şekil 4-1 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

BM' nin gelişim sürecindeki anlatılan uygulama alanları dışında, ısı, elektrik akımı, sıvı gaz akımı denetimi, kimyasal ve fiziksel süreç denetimlerinde kullanılmaktadır. BM yaklaşımlarının kullanıldığı sistemler, klasik sistemlere göre daha etkin ısı ve hız denetimi yapabilmektedir. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlanmakta ve aygıt ömrü uzamaktadır (Elmas, 2003: 28).

Tablo 4-1 Bulanık Mantık Denetimin Endüstriyel Uygulamaları

Çamaşır makinesi	AEG, Sharp, Goldstar
Pirinç fırını	Goldstar
Fırın/Kızartıcı	Tefal
Mikrodalga fırın	Sharp
Elektrikli Tıraş Makinesi	Sharp
Buzdolabı	Whirlpool
Batarya şarj cihazı	Bosch
Elektrikli Süpürge	Philips, Siemens
Camcorder	Canon, Sanyo, JVC
Klima Denetimi	Ford
Isı Denetimi	NASA inspace shuttle
Kredi Kartı	GE Corporation

Bulanık sistem teorisi, belirsiz düşünce ve karar süreçlerinin gelişen modellerine ait başlama noktası kabul edildiği için aşağıdaki gibi uygulama alanları geliştirilebilir (Satuk,2011:24):

- Yönetim ve sosyal problemler için kullanılan insan modellerinin yapılması,
- Otomasyon ve bilgi sistemlerinde kullanım için yüksek derecede insan yeteneklerinin taklidi,
- İnsan ve makineler arasındaki insan merkezli ara birimlerin oluşumu,
- Risk analizi, tahmin ve fonksiyonel cihazların gelişimi gibi diğer sosyal ve yapay zeka uygulamaları.

4.3. BULANIK MANTIK KURAMI

Zadeh' e göre BM dar anlamda, çok değerli mantığın genişletilmesi ve bir genelleştirilmesi sayılabilecek yaklaşık/kestirimsel akıl yürütmenin bir mantığıdır. Geniş anlamda ise BM, bulanık kümeler kuramının genişletilmesidir. Bulanık kümeler, üyelik geçişlerinin kesintiden ziyade derecelenmeyle olduğu nesnel kümesidir. En geniş anlamda BM, bulanık aritmetik ve bulanık otomatiklerden bulanık biçim tanıma, bulanık diller ve bulanık uzman dizgelere kadar birçok branşı içerir (Klir and Yuan, 1998).

Philosophical Dictionary' e göre, BM, doğru ve yanlışın birçok derecesine sahip önermelerde akıl yürütmenin klasik olmayan dizgesidir. Amerikalı BM uzmanı Bart Koska'ya göre BM, insanların günlük konuşma ve algılama tarzından yola çıkarak, "az yoğun trafik", "biraz kalabalık", "az pişmiş", "çok yoğun" gibi ara değerler içeren mantık cümlelerini değerlendirebilen IQ'su yüksek makineler üretme süreçlerinin dizgeselleştirilmesidir (Kosko, 1994). George J. Klir'e göre, BM, klasik mantığın

genişletilmesidir ve klasik kümelerden ziyade bulanık kümeleri kullanır (Klir and Yuan, 1998).

BM, her şeyin bir derecelendirme sorunu olduğunu savunmaktadır. Bulanıklığın bilimsel adı çoklu değerlilik olurken, bunun tersi ise ikili mantık veya iki değerliliktir (Kosko, 1993: 18). BM ile geleneksel mantık birbirinin karşıtı iki kavramdır. İkili mantık 0-1, soğuk-sıcak, genç-yaşlı, uzun-kısa gibi kesin önermeler yaparken; çoklu mantık (bulanıklık) ise ikiden fazla sayıda hatta sonsuz sayıda önermelerle ortaya çıkar. Başka bir deyişle, çoklu mantık günlük yaşantıda kullanılan ara durumları (çok genç-az genç, az sıcak-çok sıcak, 0.7- 0.9, biraz uzun-çok uzun) ifade etmekte, siyah ile beyaz arasında yer alan sonsuz sayıda gri renkleri de yansıtmaktadır (Kosko, 1993: 23).

BM kuramının kendisi bulanık değerildir sadece bu kuramın ilgilendiği olgular, konu edindiği nesnelere ve durumlar bulanıktır. Aslında nesnesi bulanık olduğundan ve nesnesini klasik kesinlik mantığından daha hassas tanımlayabildiğinden ve kavrayabildiğinden kısmen mantık da bulanıktır. Fakat bulanık olan mantığın temelindeki düşüncedir. Nesnesini kavrayabilen bir düşüncenin ürünü olan BM' nin, olgularındaki bulanıklık onların kuralsız ve keyfi olmasından kaynaklanmaz. Tersine, bu türden olgular düşünmeye bulanık gelmektedir. şeylerin kesin olarak tanımlanamaz oluşu onların kesin olarak kuralsız olduğu anlamına gelmemektedir. Bulanıklık yalnızca zihin için söz konusudur. BM kuramı, öznenin nesnesine dair verdiği yargıdaki yüklemelerin uygulanmasında belirsizliğin yerini tutan, bu tür belirsizliklerin ve bulanıklıkların ifade edilmesini sağlayan bir mantıktır. BM, şeyleri ve değerleri gerçeğe daha uygun olarak betimlemeyi amaçlayan ve bunu matematiğin elverdiği oranda başaran bir mantıktır. Zadeh' e göre, BM her şeyin, doğrunun da, bir derece

meselesi olduğu insani akıl yürütme için bir modeldir. Temelde, sözcükle hesaplama anlamı sunmaktadır (Zadeh, 1998).

BM, kesin yerine yaklaşık karar verme biçimleri ile ilişkilidir. BM' nin önemi, bireysel, özellikle de sağduyu kullanılarak verilen kararların doğasının yaklaşıklık üzerine kurulu olmasından kaynaklanmaktadır. BM' nin genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir (Elmas, 2003: 26 ve Başkaya, 2011: 17-18);

- BM 'de kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
- BM'de her şey "0" ve "1" aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- BM'de bilgi büyük, küçük, çok az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- BM matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.
- BM'de bilgi, bir grup değişken üzerindeki esnek veya bulanık kısıtlayıcılar ile yorumlanmaktadır.
- BM, tam olarak bilinmeyen veya eksik girilen bilgilere göre işlem yapma yeteneğine sahiptir. BM belirsiz verilere karşı toleranslıdır.
- BM'nin kavramsal olarak anlaşılması kolaydır. BM' yi kullanılabilir yapan bu yaklaşımın doğallığıdır.
- BM esnektir.

- BM uzmanların deneyimleri üzerine kurulmuştur. BM, bir işletmenin sistemini anlayan kişilerin süreçlere aktif olarak katılmasını sağlamaktadır.
- BM geleneksel yöntemlerle harmanlanmıştır. BM' nin amacı geleneksel yöntemlerin yerine geçmek değil, geleneksel yöntemlerin uygulanmasını basitleştirip etkilerinin artmasını sağlamaktır.
- BM, doğal konuşma dili üzerine kurulmuştur. BM' nin ana prensipleri insan ilişkileri ile benzerlik göstermektedir.
- BM, gereksiz detaylarla çıkmaza girilmesini önlemektedir.

BM kuramının temel prensiplerini ve işlevlerini daha iyi anlamak adına, “bulanık küme teorisi” olarak adlandırılan konunun detaylı olarak incelenmesi, bu noktada yararlı olacaktır.

4.4. BULANIK KÜME TEORİSİ

İngilizce “fuzzy” kelimesi "bulanık, belirsiz, hayal meyal" anlamına gelmektedir. Bulanıklık gözetilerek kurgulanan mantık, BM olarak tanımlanır ve BM teorisi, bulanık kümelere dayanır. (Çiftçi ve Halıcı, 1995: 4). Faaliyetlerin ve gözlemlerin iyi olarak tanımlanamadığı muğlak ve belirsizlik içeren çevresel problemlerin çözümü için geliştirilmiştir. Teori, aynı zamanda toplama, çıkarma ve çarpma gibi matematiksel işlemlerin bulanık kümelere uygulanmasını sağlamaktadır (Kaufmann ve Gupta, 1991: 76).

Klasik kümeler, matematik ve bilgisayar bilimi için önemli bir araç ve çeşitli uygulamalar için uygun olmasına rağmen, insani düşünce tarzını ve kavramları yansıtamamaktadır (Jang vd, 1997: 14). Bulanık kümeler, insan bilgisini veya insan anlayışını ve dünya ile ilgili kavramları modellemek için önemli bir araçtır (Kecman,

2001: 368). Bulanık küme teorisi az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dil bilimsel yapıları kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesini sağlar (Nabiyev, 2003: 640). Başka bir deyişle, belirsiz bilgileri işleyebilme ve kesin rakamlar ile ifade edilemeyen durumlarda karar vermeyi kolaylaştırmaktadır (Öztemel, 2003: 27)

Üyeleri kesin olarak belirli olmayan ama aday üyelerin bu kümeye ait olma derecelerinin bilindiği kümeye “Bulanık Küme” denir. Örneğin "X" bir evrensel küme ve "x" ise bu evrensel kümenin bir elemanı olduğunu ifade ettiğimizde, bu durumda $X = \{x\}$ ' tir. Evrensel küme X' in bir bulanık alt kümesi olan \tilde{A} , X' deki her bir elemanı birbirine bağlayan [0,1] aralığında bir reel sayı olan üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x)$ yardımıyla tanımlanabilir (Chen ve Hwang, 1992: 30).

\tilde{A} bulanık kümesi aşağıdaki şekilde tanımlanır (Zadeh,1978).

$$\tilde{A} = \{\{x, \mu_{\tilde{A}}(x)\}, x \in X\}$$

Yapılan tanımlamalardan sonra ortaya çıkan bilgiye göre, bulanık küme kuramı esas olarak klasik küme kuramının genelleştirilmiş bir şeklidir. Yani bulanık küme kuramındaki tanımlar, teoremler ve ispatlar bulanık olmayan kümeler için de doğrudur.

Günümüzde yöneylem araştırması, yönetim bilimleri, kontrol teorisi ve istatistik gibi birçok bilim alanında bulanık küme uygulama alanı bulmaktadır. Bu teorinin geniş kullanım alanları bulmasının gerekçeleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztürk, 2009: 14);

- Sistemin kesin bir matematiksel modelinin elde edilmesinin gerekmemesi,
- Sistemlerin doğrusal olmaması, bilgilerin eksik veya sistemin çok karışık olması gibi nedenlerden dolayı matematiksel modelin elde edilememesi veya karmaşık olması nedeniyle klasik yöntemlerin uygulanmasından kaçınılması,
- Eksik veri ile çalışan sistemlerin bir uzmana bağımlı olması,

- Sistem çıkışında düzgün ve yavaş bir değişim istenmesi, ani ve kesin değişimlerin istenmemesi,
- Esnek olması ve değişen koşullar altında minimum değişiklikle çalışabilmesi,
- Sonuçlar klasik kontrol yöntemleri ile elde edilene göre daha doğru olması ya da daha kolay ve doğrudan elde edilebilmesi,
- Bulanık çıkarsama donanımları ve bulanık kontrollerin geliştirilmesi ile kontrol algoritmalarının geliştirme süresinin ve maliyetlerinin azalması,
- Daha az kodlama ve daha az hafıza gereksiniminden dolayı donanım maliyetlerinin düşmesi.

Bulanık kümelerin en önemli özelliği, kümelerin farklı aitlik dereceleri ile nitelendirilmesiyle birlikte anlamlarının ve tanımlarının da genişletilmesidir. Bu durum için tanımlanan fonksiyon üyelik fonksiyonu olarak tanımlanır. Klasik kümeler teorisindeki ikili çözüme (0,1) karşın bulanık kümeler ara değerler için de çözümler sağlar (Pedrycz, 1993: 2).

4.5. ÜYELİK DERECESESİ

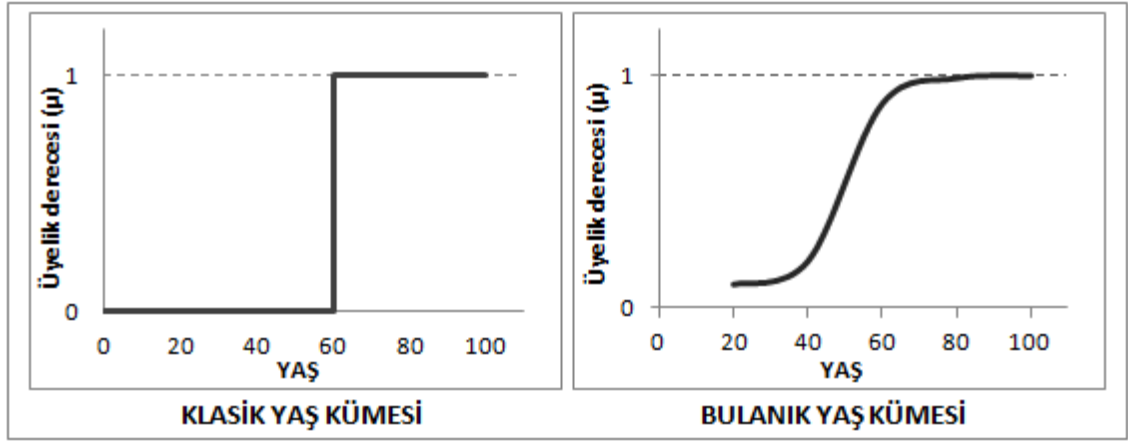
Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. BM klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik dereceleri (0,1) aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu $\mu(x)$ ile gösterilir. Bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonu tanım kümesindeki bütün elemanları, çoğunlukla birim aralık olarak kabul edilen bir aralığa atanır.

Kesin kümeler, $[0,1]$ gibi iki değerle değerlendirilen kümelerdir. Fakat gerçek hayatta herhangi bir nesnenin bir kümeye aitliği tam kesinlik göstermeyebilir. Örneğin; masanın üzerinde bir tabak elma varsa bu durumda tabaktakilerin elma olduğu söylenebilir. Ancak tabakta elmalarla beraber bir tane de armut olduğunda kesin olarak tabaktakilerin elma olduğu söylenemez. O zaman aynı sorulara kesin küme teorisi açısından nasıl cevap verileceği açık değildir. Bu durumda, tabaktaki meyvelerin durumu "çoğunluğu elmadır" ya da "bir tanesi armut, diğerleri elmadır" gibi cevaplar ile açıklanabilir. Yine tabakta yarısı elma yarısı armut olduğu bilindiğinde "bir kısmı" ya da "yarısı" gibi açıklamalarla tabaktaki elmalar ile ilgili fikir bildirilebilir. Klasik küme teorisi ya "evet" ya da "hayır" cevaplarını sağlayabildiğinden mevcut durumun açıklanmasına yeterli olamamaktadır. Bulanık küme, bu şekilde net olmayan ifadelerin var olduğu durumlarda çözüm üretmektedir. Bulanık küme teorisine göre nesnelere bir kümeye kısmen ait olabilirler. İşte bu aitlik "üyelik derecesi" ile belirlenir (Allahverdi, 2011: 1).

Bir bulanık küme, çalışma yapılan alana ait her bir elemana matematiksel olarak kümedeki üyelik derecesini temsil eden bir değer atayarak tanımlanır. Bu değer, elemanın bulanık küme tarafından ifade edilen kavramın üyelik derecesini ifade eder. Bundan dolayı bireylerin kümeye ait olması farklılaşır. Üyelik dereceleri "0" ile "1" arasındaki gerçel sayılarla temsil edilirler. Tam üye olma ve üye olmama durumu, bulanık kümede sırasıyla "1" ve "0" değerleriyle karşılanır. Bundan dolayı da, klasik küme kavramı bulanık küme kavramının bu iki değere kısıtlanmış özel bir şekli olarak görülebilir (Sarı vd., 2005: 78).

Aşağıdaki Şekil 4.2.'de belirtilen klasik yaş kümesine göre 60 yaş ve üstündekiler yaşlı, 60 yaşın altındakiler ise yaşlı değil olarak ifade edildiğinde 59

yaşındaki biri kesinlikle yaşlı değildir. Bulanık kümede elemana, matematiksel olarak kümedeki üyelik derecesini (μ) belirleyen "0" ile "1" arasındaki gerçel sayılar tanımlanır. Tam üye olan elemanda bu değer 1, üye olmayan elemanda 0 olarak ifade edilir. Yine aynı şekilde yaşlıların küme gösterimi bulanık küme ile de ifade edilmektedir. Bu kümede yaşı 20'nin altında olan birinin yaşlılık derecesi 0'dır. Yaşı 20'den 80'e yaklaştıkça yaşlılık derecesi "0" ile "1" arasında değerler alır. 20'nin biraz üzerindeki birinin yaş kümesindeki üyelik derecesi düşükken, yaşı 80'e yaklaşan birinin yaş kümesindeki üyelik derecesi yüksektir (Altaş, 1999: 82).



Şekil 4-2 Klasik ve Bulanık Yaş Küme Gösterimi

Bulanık küme elemanlarının üyelik derecelerinin tanımlanması aşağıdaki sonuçlara ulaşılabildiğini sağlamaktadır (Garazic ve Cruz, 2003: 480):

- Gerçek hayattaki belirsizliğin matematiksel olarak modellenmesi,
- Belirsizlikler arasında bulanık küme işlemlerinin yapılabilmesi,
- Analitik olarak ulaşılamayacak bulanık sonuçlara ulaşılabildiği.

Bulanık küme elemanlarının üyelik derecelerinin tanımlanması, gerçek hayattaki belirsizliğin matematiksel olarak modellenmesini, bu belirsizlikler arasında bulanık küme işlemlerinin yapılabilmesini ve sonuçta, analitik olarak ulaşılamayacak bulanık sonuçlara ulaşılabildiğini sağlamaktadır (Ökmen ve Öztaş, 2009: 22).

4.6. ÜYELİK FONKSİYONU VE ÜYELİK FONKSİYONU BİÇİMLERİ

Bulanık bir küme, değişik üyelik yani ait olma derecelerine sahip elemanları olan bir küme türüdür. Böyle bir küme, elemanlarının her birine "0" ile "1" arasında üyelik değeri atayabilen bir üyelik fonksiyonu ile karakterize edilebilir (Altaş, 1999: 84). Üyelik derecesi, bir elemanın bulanık kümenin temsil ettiği özelliğe ne denli benzer veya uygun olduğunu gösterir. Üyelik değerleri genellikle "0" ile "1" kapalı aralığındaki gerçel sayılarla temsil edilir. Üyelik derecesi büyüdükçe elemanın bulanık kümeye ait olma derecesi artar. Tam üyelik derecesi "1" ve tam üye olmama derecesi "0" üyelik değeri ile gösterilir (Klir ve Folger, 1988: 77). Bu iki değer arasındaki değerler ise elemanların bu kümenin özelliklerini ne derece yansıttığının izafi değerlendirmesidir. Üyelik derecesinin bir alt küme içerisindeki değişimine ise üyelik fonksiyonu adı verilir (Bector ve Chandra, 2005: 50).

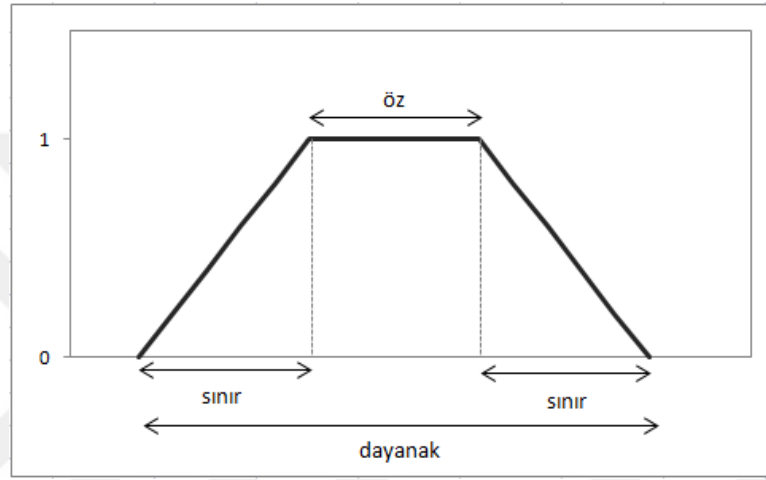
Matematiksel olarak, E evrensel kümesindeki bir bulanık A kümesi

$\mu_A : E \rightarrow [0,1]$ şeklinde karakterize edilir. Buradaki μ_A fonksiyona bulanık A kümesinin fonksiyonu denir. Bulanık A kümesi, E deki her elemanın üyelik derecesiyle birlikte oluşturduğu ikililer kümesidir.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in E, \mu_A(x) \in [0,1]\}$$

Burada $\mu_A(x)$ değeri x 'in A kümesine üyelik (aitlik) derecesini gösterir. Üyelik fonksiyonları birçok farklı şekillerde tanımlanabilirler. Üyelik fonksiyonlarının inşası kişilerin görüş ve değer yargılarına dayanır. Bu nedenle bu fonksiyonlar kişiden kişiye ve duruma göre değişmektedir (Çağman, 2006: 52). Üyelik fonksiyonlarına değer atamak için en çok kullanılan yöntemler; sezgi, çıkarım, sıralama, açısız bulanık kümeler, yapay sinir ağları, genetik algoritma, meta kurallar, bulanık istatistik olarak sıralanabilir (Ross, 1995: 26).

Üyelik fonksiyonlarının kısımları Şekil 4.3.' te gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonlarında; $\mu(x)=1$ yani üyelik dereceleri 1' e eşit olan elemanların toplandığı yer "öz" olarak adlandırılır. $\mu(x)$ 0 ile 1 arasına, kümenin "dayanak" denilen bölüm ifade edilir ve bütün elemanları içeren bölümdür. Üyelik derecelerinin 0 ya da 1 olmadığı elemanların toplandığı bölüme de "sınır" denir ve $0<\mu(x)<1$ şeklinde gösterilir (Baykal ve Beyan, 2004: 84).



Şekil 4-3 Üyelik Fonksiyonu Kısımları

Üyelik fonksiyonları, tercihe dayalı üyelik fonksiyonları ve olanak dağılımları olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Tercihe dayalı bir üyelik fonksiyonu, tercih bilgisini karar vericiden alarak oluşturabilir. Diğer yandan olasılık dağılımının bazı yönlerden aynısı olan olanak dağılımı, olayların olası ortaya çıkışları düşünülerek oluşturulabilir. Üyelik fonksiyonlarını oluşturmada kullanılan iki genel yaklaşım şekilsel ve anlamsal yaklaşımlardır. Şekilsel yaklaşım, matematiksel yapı üzerinde odaklanmıştır. Anlamsal yaklaşım ise, uzman yaklaşım üzerinde odaklanmaktadır (Lai ve Hwang, 1992: 64). En gelişmiş yaklaşımlar uzman tecrübelerinden faydalanarak küme değerlerini noktalı olarak belirlemek ve analitik fonksiyon biçiminde ifade etmektir (Nabiyev, 2003: 641). Üyelik fonksiyonunu oluşturmak için üç yol izlenebilir. Bunlardan ilki, kavram hakkında bilgi sahibi olan kişiler ile görüşmek ve daha sonra gerekli düzenlemeleri

yapmaktır. İkinci yol, verilerden yararlanarak oluşturmaktır. Üçüncü yol ise sistem performansından gelen geri bildirimlerden yararlanarak belirlemektir. İlk yaklaşım 1980'li yılların sonundan beri BM araştırmacıları ve uygulamacıları tarafından izlenen temel yaklaşımdır. Sistematik düzenleme stratejilerinin eksikliğinden dolayı günümüzde birçok bulanık sistem deneme yanılma süreci şekline dönüşmüştür (Yen ve Langari, 1999: 24).

Üyelik fonksiyonlarının tespiti için literatürde yapılan birçok çalışmalar, bulanıklığın bireysel veya grup değerlendirmesi ve objektif veya sübjektif olup olmadığı ile karakterize edilmektedir (Bilgiç ve Türkşen, 1997: 3). Belirsizliğin BM teorisi ile modellenmesinde ise her değişkene ait üyelik fonksiyonu tanımlanmaktadır. BM, olasılık teorisinin rassal değişkenlere uydurulabilecek olasılık yoğunluk fonksiyonları alternatifleri yerine bulanık değişkenlerle üyelik fonksiyonunun tanımlanması imkânı vermektedir (Şen, 2001: 57).

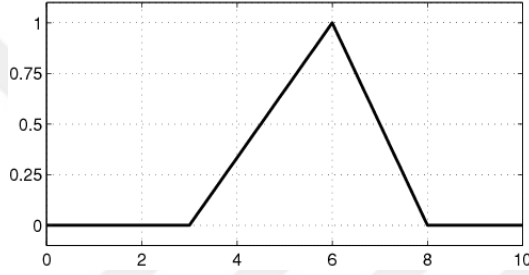
Üyelik fonksiyonlarına ait değişkenlerinin belirlenmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem bulunmamaktadır. Bu sebeple uzun testler yapmadan ne kadar ve ne biçimde üyelik fonksiyonunun gerektiğini önceden belirlemek mümkün değildir (Triantaphyllou ve Lin, 1996: 290).

Üyelik fonksiyonu kısaca, küme elemanlarının ait oldukları kümelerdeki üyelik derecelerini gösteren eğri olarak tanımlanabilir. Üyelik fonksiyonu grafiğinde x eksenini elemanları, y eksenini ise o kümedeki üyelik derecelerini gösterir. BM' de kullanılan farklı yapıda birçok üyelik fonksiyonu mevcuttur. Ancak en yaygın olarak kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk ve gaussian tipi fonksiyonlardır (Mendel, 1995: 345).

4.6.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu a , b ve c olmak üzere üç parametre ile tanımlanır. a parametresi üçgenin sol minimum noktasını, b parametresi üçgenin tepe noktasını ve c parametresi de üçgenin sağ minimum noktasını gösterir. Bir üçgen üyelik fonksiyonu matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Zhao ve Bose, 2002: 229).

$$f(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases}$$

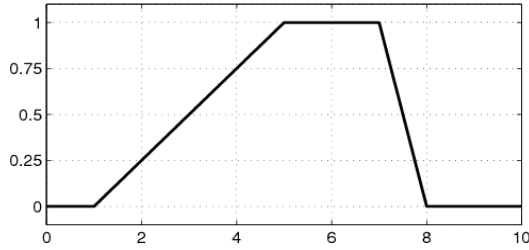


Şekil 4-4 Üçgen Üyelik Fonksiyonu

4.6.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu a , b , c ve d olmak üzere dört parametre ile tanımlanır. a parametresi yamuğun sol minimum noktasını b ve c parametresi sol ve sağ tepe noktalarını ve d parametresi yamuğun sağ minimum noktasını gösterir. Yamuk üyelik fonksiyonu matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Galindo, 2008: 6).

$$f(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x > d \end{cases}$$

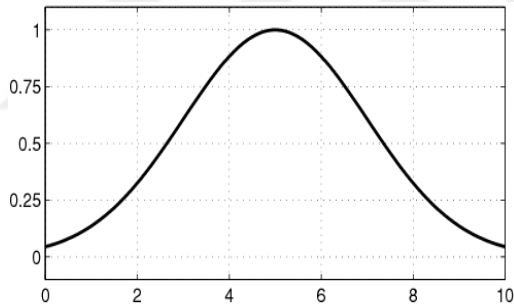


Şekil 4-5 Yamuk Üyelik Fonksiyonu

4.6.3. Gaussian Üyelik Fonksiyonu

Gaussian Üyelik Fonksiyonu m ve k olmak üzere iki parametreye sahiptir. m parametresi fonksiyonun merkezindeki değeri, k parametresi ise genişliği ifade etmektedir ve k parametresinin değeri büyüdükçe fonksiyon daha yayvan bir şekil almaktadır. Matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Kulkarni, 2001: 75).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = e^{-k(x-m)^2}$$



Şekil 4-6 Gaussian Üyelik Fonksiyonu

4.7. DİLSEL DEĞİŞKENLER

Kesinlik içermeyen problemleri çözmek ve insan düşüncesinin anahtar elemanlarının sayılar değil dilsel ifadeler olduğu fikrini dayanak alarak bulanık küme teorisini geliştiren Zadeh; birçok kavramın dilsel olarak geleneksel matematiğe göre daha iyi belirlenebildiğini ve BM' nin ve onun bulanık kümelerdeki ifadelerinin gerçek hayatın daha iyi modelini oluşturduğunu göstermiştir. (Mao, 1999: 95). Değişken değeri olarak bir dildeki kelimeleri alabilen değişkene "dilsel değişken" denir. Üyelik fonksiyonu dilsel değişkenlerle ifade edilir (Zadeh, 1994: 50). Dilsel değişkenlerden

karmaşık olan ya da iyi tanımlanmamış durumları nicel olarak ifade etmede yararlanılır (Chen vd., 2006: 294).

Günlük konuşma dilini kullanan BM, dilsel değişkenler yardımıyla biraz sıcak, ılık, uzun, çok uzun, soğuk gibi günlük hayatımızda kullandığımız kelimeler yardımıyla insan mantığına en yakın sonuçları sağlamaktadır (Günel, 1997: 51) Bulanık küme teorisi, insan algı ve özel yargılarıyla ilgili olan dilsel belirsizliği modellerken, bu belirsizliğin bulanık sayılarla matematiksel olarak ifade edilmesini sağlar. Dilsel değişkenlerin değerleri sayısal olarak belirlenebilir ve bulanık küme teorisi yardımıyla matematiksel işlemler uygulanabilir. Dilsel değişkenlerin üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi süreci sezgisel veya bazı algoritmik ve mantıksal işlemlere dayalı olabilir. Sezgi, karar verici uzmanın zekâ ve muhakeme yeteneğine göre üyelik fonksiyonu geliştirme kapasitesini gösterir (Ross, 2004: 310). Dilsel değişkenler, grup karar verme sürecinde ve bilgilerin değerlendirilmesinde bulanık karar matrisi oluşturularak belirsizliğin yönetilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Chen ve Hwang, 1992: 121). Dolayısıyla bulanık küme teorisi, insan algı ve özel yargılarıyla ilgili olan dilsel belirsizliği modellerken nitel parametrelerin yorumlanmasını ve dilsel belirsizliğin bulanık sayılarla matematiksel olarak ifade edilebilmesini sağlamaktadır (Cheng vd., 2002: 980).

İnsan yargılarını içeren tercihler genellikle belirsiz olduğundan ve kesin sayısal bir değerle tahmin edilemediğinden dolayı birçok durumda gerçek yaşamı modellemede kesin veri yetersizdir. Daha gerçekçi bir yaklaşım ise, dilsel değişkenler vasıtası ile problemde yer alan kriterlerin derecelerinin ve ağırlıklarının değerlendirilmesi yani sayısal ifadelerin yerine dilsel değerlendirmelerin kullanılabilmesidir (Saghafianve Hejazi, 2005). Dilsel değişken aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Zadeh, 1965: 199):

$$\text{Dilsel Değişken} = (x, T(x), U, G, M)$$

Tanımda geçen parametrelerin ifade ettikleri sırasıyla şu şekildedir:

x = değişken adı

$T(x)$ = değişkene değer olabilecek sözel değerler kümesi

U = değişken karakteristiklerini tanımlayacak evrensel küme

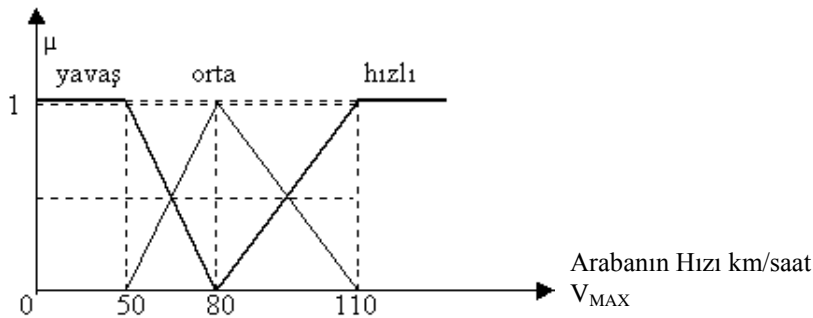
$G = T(x)$ terimlerin söz dizim kuralları

M = dilsel değer ile ilgili anlam bilim kuralları

Dilsel değişkenlerin değerini ifade edebilmek için çoğu zamanlar birden fazla kelime kullanılabilir: hızlı, hızlı değil, çok hızlı ve orta hızlı gibi. Hız bir dilsel değişken olarak kabul edildiğinde bu duruma $T(\text{hız})$ terim kümesi aşağıdaki şekilde olabilir.

$$T(\text{hız}) = \{\text{yavaş}, \text{ortahızlı}, \text{hızlı} \dots\}$$

Burada $T(\text{hız})$ 'daki her terim $U=[0, 110]$ örnek uzayındaki bulanık küme ile karakterize edilir. Burada "yavaş" 50 km/s' in altında bir hız, "orta" terimini 80km/s' e yakın bir hız, "hızlı" ise 110 km/s' den fazla bir hız olarak tanımlanabilir. Şekil 4.6.'da arabanın hızını dilsel değişken olarak ele alınması ve onun "yavaş", "orta", ve "hızlı" değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4-7 Hız Değerlerine Ait Dilsel Değişkenlerin Bulanık Kümedeki Gösterimi

Dilsel değişken için belirlenen terimlerin üyelik fonksiyonları ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$\mu_{yavaş}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad 0 \leq x \leq 50 \\ \frac{80-x}{30} & , \quad 50 \leq x \leq 80 \\ 0 & , \quad x \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{orta}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{30} & , \quad 50 \leq x \leq 80 \\ \frac{110-x}{30} & , \quad 80 \leq x \leq 110 \\ 0 & , \quad x \leq 50 \text{ ve } x \geq 110 \end{cases}$$

$$\mu_{hızlı}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad 80 \leq x \leq 120 \\ \frac{x-80}{30} & , \quad 80 \leq x \leq 110 \\ 0 & , \quad x \leq 80 \end{cases}$$

Dilsel değişkenler, gerçek değerleri dilsel değerlere dönüştürürler. Bunların işlevsel olarak elde edilmesi ve uygulama aşamasına getirilmeleri büyük ölçüde sistemde daha önce elde edilmiş deneyimlere bağlıdır ve bu deneyimlere dayalı olarak kurulan sistemlere ise çıkarım sistemleri adı verilmektedir (Ünal, 2009: 67).

4.8. BULANIK ÇIKARIM SİSTEMLERİ

BM, değişik türdeki belirsizlik ve bulanıklıkların modellenmesine yardımcı olmaktadır. Her an değişen durumlar karşısında değişik sonuçlar elde edilebileceğinden BM için matematiğın gerçek dünyaya uygulanması olarak ifade edilebilmektedir (Başkaya, 2011: 15).

Bulanık kümeler ve BM teorisinin en etkin uygulama alanı kontrol sistemleridir. Geleneksel kontrol sistemleri bulanık teorisinin yardımıyla bulanık kontrol sistemlerine dönüştürülebilir ve böyle sistemlerin uygulanması ile birçok avantajlar elde edilebilir. Genelde, bulanık sistemler bilgiye ya da kurala dayalı sistemlerdir (Ekmekçi, 2008: 28).

BM, sayısal ve sözel birçok ifadenin aynı anda işlenebildiği bir kontrol sistemidir. BM' de doğrusal olmayan bir takım sözel veriler girdi olarak kontrolöre

aktarılır ve bu verilere bağılı olarak kontrolörden bir takım sayısal veriler çıktı olarak alınır. Bulanık sistemler bilgiye ya da kurala dayalı sistemlerdir ve temelinde "eğer - o halde" kurallarının bulunduğu ifade edilebilir. Çıkarım sistemi kuralları formüle etmekte ve bu kurallara bağılı olarak karar verebilmektedir. Bulanık çıkarım sistemi, bulanık veya kesin girdileri alırken, ürettiği çıktılar genellikle bulanık kümeler olur ve karar mekanizmaları için kullanılan çıkarım sistemlerinden kesin sonuç elde edilmesi beklendiğinden çıktı olarak ortaya konulan bulanık kümelere duruluşturma işlemi yapılır.

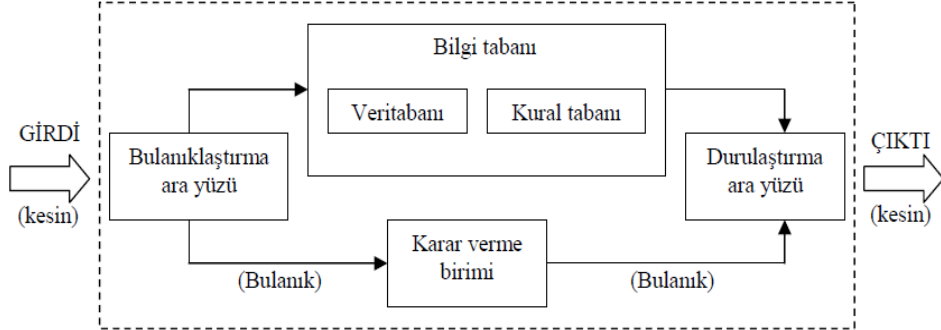
Bir bulanık çıkarım sistemi tasarlarırken gerekli temel aşamalar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Elmas, 2002: 86).

1. Problemin çözümü için BM' nin uygun olup olmadığı araştırılır. Eğer sistem klasik kurallara göre tanımlanabiliyorsa, BM' de bu çözümü gerçekleştirebilir.
2. Sistemin durum, giriş ve çıkış değişkenlerine ait diziler tanımlanır.
3. Her bir giriş ve çıkış değişkeni için üyelik fonksiyonları tanımlanır.
4. Uzman görüşü alınarak dilsel değişkenlerin ataması yapılarak bulanıklaştırma sağlanır.
5. Bulanık kural tabanı oluşturulur.
6. Oluşturulan kural tabanı ile örnek bazı girişler yapılarak sistemin çıkışlarına bakılır. Bu şekilde kural tabanının uygunluğu tespit edilir.
7. Uygulanan kurallara göre sonuç tespit edilir.
8. Sistemde en uygun bir tane çözüm yerine yeterli derecede iyi çözüm elde edilebilmelidir.
9. Kabul edilebilir kesinlik aralığında, kullanılan bilgiyi en iyi denetleyecek tasarım elde edilmelidir.

Bulanık çıkarım sistemi tasarlanırken izlenecek aşamalar göz önüne alındığında beş farklı temel yapı ortaya çıkmaktadır (Sivanandam vd., 2007: 118).

- Kesin değerleri dilsel değişkenlerle eşleştirecek şekilde dönüşümünü sağlayan "bulanıklaştırma"
- Bulanık kurallarda kullanılacak bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının belirlendiği "veri tabanı"
- "eğer... o halde" kurallarını içeren "kural tabanı"
- Karar verme birimi kurallardaki çıkarım işlemlerinin gerçekleştiği "karar verme birimi"
- Çıkarım sonucunda elde edilen bulanık sonucu kesin bir değere dönüştüren "durulaştırma"

Bulanık çıkarım sistemine ait beş temel yapının yer aldığı şekil aşağıdadır.



Şekil 4-8 Bulanık Çıkarım Sistemi

Bulanık çıkarım sisteminde kesin veya geri besleme sonuçları biçiminde bu birime giren bilgiler bir ölçek değişikliğine uğrayarak bulanık veri haline dönüştürülür. Yani üyelik değerleri atanıp dilsel değişkenler ile bir yapı oluşturularak bulanıklaştırma sağlanır. Bulanıklaştırmadan sonra bilgi tabanına dayalı "eğer... o halde" gibi kural işleme bilgileri kullanılarak kural tabanı oluşturulur. Kural tabanı ve veri tabanı bilgi tabanına bağlıdır. Problemin yapısına uygun mantıksal karar önermeleri kullanılarak

elde edilen sonuçlar yani çıkarsamalar gerçekleştirildikten sonra, durulaştırma işlemi yardımıyla bulanık değerlerin gerçek bir değere dönüştürülmesi ile çıktı elde edilerek sistem tamamlanmış olur (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003: 63-72).

4.8.1. Bulanıklaştırma

Bulanıklaştırma kesin sayıların bulanık sayılara dönüştürülmesi sürecini kapsar. Bu süreçte kesin değerlerin içerdiği belirsizlikler tanımlanarak bulanık değerler oluşturulur ve bu dönüştürme üyelik fonksiyonları ile gösterilir (Sivanandam vd., 2007: 76).

Kısacası, bulanık çıkarım sisteminin ilk aşamasında; problemin çözüme ait kesin bir sayısal değere sahip olan girdi değişkenleri, bilgi tabanındaki üyelik fonksiyonları tarafından dilsel değişkenler ile bulanıklaştırılır. Kesin girdiler alınarak her bir girdinin hangi bulanık kümeye ne derecede ait olduğuna karar verilir. Bulanıklaştırma sürecinin girdisi mutlaka bir belirgin sayı, çıktısı ise "0" ile "1" arasında üyelik derecesini belirten bir ifade olarak belirlenir (Ünal, 2009: 71).

4.8.2. Veri Tabanı

Probleme ait girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm bilgiler veri tabanında yer alır. Veri tabanında, karar verme biriminin kural tabanlarının oluşturulmasında kullanılan bilgiler vardır. Genel olarak, uygulama dönemindeki bilgilerden ve denetim amaçlarından oluşur. Dilsel değişkenlerin tanımlanmasında ve bulanık çıkarım sisteminde bilgi işleme sürecinde veri tabanından yararlanır. Bulanık çıkarım ve durulaştırma işlemleri sırasında ihtiyaç duyulan üyelik işlevi ve kural tablosu bilgileri veri tabanından kullanıma sunulur (Elmas, 2003: 91-92).

Veri tabanının temel görevi, bulanıklaştırma, kural tabanı ve durulaştırma modüllerinin doğru çalışması için gerekli bilgileri sağlamaktır. Bu bilgiler şunlardır (Bay, 2011: 20);

- Giriş-çıkış değişkenlerinin üyelik fonksiyonlarının dilsel değişkenlerin anlamları,
- Ölçeklendirme, normalizasyon ve denormalizasyon faktörleri ile birlikte fiziksel alanlar ve bunların normalize edilmiş karşılıkları,
- Bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonlarının tiplerini,
- Ayırıştırma politikalarını tanımlayan nicelenmiş referans tabloları,

4.8.3. Bulanık Kural Tabanı

Bulanık çıkarım sistemlerinde değişkenler arasındaki ilişkiler bulanık "eğer... o halde" önermesi doğrultusunda bulanık kurallar ile ifade edilir. Önermenin doğruluk değeri 0 ile 1 arasında bir reel sayıdır. Bu önerme bulanık bir ortamda insan düşünce ve karar verme mekanizmasına benzerlik gösterdiğinden kural yürütme işlemlerine tabi tutularak yine bulanık bir sonuca varılır. Nasıl ki insan karşılaştığı bir problemi çözerken kafasındaki bilgi bankasını kullanıp, bu bilgiler ışığında sonuca gidiyorsa, bulanık mantık esaslarına göre işlem yapan bir sistem de kendisine daha önceden öğretilen bilgileri kullanarak, yeni durum hakkında bir sonuca varır (Altaş, 1999: 82)

Belirtildiği üzere bir bulanık kural, bulanık "eğer..... o halde" kuralıdır. Aynı süreci temsil eden bulanık kurallar topluluğu bulanık kural tabanını oluşturur. Bir bulanık kural tabanında birbirine bağlı olan kurallar mevcuttur ve böyle bağlılık sistemin girişine verilen gerçeklerden yola çıkarak bir sonuca varmaya imkân vermektedir (Ekmekçi, 2008: 30).

Bulanık kurallar, sözel değişkenlerin bir toplamıdır ve bulanık çıkarsamanın girdilerini kullanarak ne şekilde çıktılar elde edeceğini belirtmektedir. Bulanık kurallar her zaman şu formda yazılır (Sivanandam vd., 2007: 82);

EĞER (girdi 1 üyelik fonksiyonu 1 ise) VE/VEYA (girdi 2 üyelik fonksiyonu 2 ise) VE/VEYA... O HALDE (çıktı üyelik fonksiyonu "n"dir)

Örneğin;

EĞER birim maliyet düşük ise VE/VEYA birim satış fiyatı yüksek ise O HALDE birim kâr yüksektir.

Bulanık kuralların tasarım tecrübesi ve mühendislik bilgisi ile bir iç içelik arz etmesi ve genellikle her bir giriş değerinin en az bulanık kümede yer alması için kümelerin belli bir yüzde ile üst üste binmesi gerekmektedir. Bu özelliğe bütünlük denilmektedir. Bu özellik, her bir girişin belli bir tepki vermesi için kuralların dikkatli bir şekilde tasarlanmasında büyük önem arz etmektedir. Geleneksel bir bulanık çıkarsama sisteminde eğer her bir giriş değişkeni için bulanık küme sayısı " m " ve sistem giriş değişkeni sayısı da " n " ise bütünlüğün sağlanması için " m^n " tane farklı kural gerekmektedir (Ünal, 2009: 72).

Kural tabanının temel kullanım amacı uzman bilgilerini sebep-sonuç ilişkisi içerisinde gösterebilmektir. Bulanık denetim kurallarını çıkarmak için genel olarak dört yöntem kullanılmaktadır. Kural tabanını oluşturmak için kullanılan yöntemler şunlardır (Bay, 2011: 21):

1. Uzman tecrübesi ve denetim mühendisliği bilgisi; süreç uzmanının ve/veya denetim mühendisinin tecrübetemelli bilgisine dayanılarak ortaya çıkarılır.

2. Operatörün kontrol hareketlerinin modellenmesi; kullanıcının tecrübesiyle yaptığı hareketler veya davranışlarının giriş-çıkış ilişkili olarak modellemesini yapmaya çalışır.

3. Sürecin bulanık modeli; denetlenen sürecin dinamik özelliklerinin dilsel tanımını sürecin bulanık modeli olarak görülebilir. • Bulanık modele göre, dinamik bir sistemin optimum performansına ulaşmak için bir grup bulanık denetim kuralları oluşturulabilir.

4. Öğrenme; insanın öğrenmesini, özellikle bulanık denetim kuralları oluşturma ve onları tecrübeyle güncelleme yetisini taklit etmeye odaklanır.

4.8.4. Karar Verme Birimi

Karar verme birimi, çıkarım motoru ya da ünitesi olarak da adlandırılır. Bulanık çıkarım sisteminin çekirdek kısmını oluşturur. Bu birim insanın karar verme ve çıkarım yapma yeteneğinin benzeri bir yolla bulanık kavramları işler ve çıkarım yaparak gerekli denetimi belirler. Burada, insan beyninin bir benzetimi yapılmaya çalışılır. Benzetim, bulanık önermeler, bulanık kural çıkarımları ve cümle bağlayıcıları ile ilgilidir (Elmas, 2003: 92).

Bulanık kural tabanında girdi ve çıktı bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan ilişkilerin hepsini bir araya toplayarak sistemin tek bir çıktı elde edilmesini sağlayan işlemler topluluğunu içeren karar verme birimi; her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yardımcı olur (Şen, 2004: 73).

4.8.5. Durulaştırma

Bulanık çıkarım sonucu elde edilen bulanık denetim eyleminin bulanık olmayan denetim eylemine çevrilmesi işlemine durulaştırma denmektedir (Bay, 2011: 42).

Bulanık çıkarımın sonucu bir bulanık küme olacağından bu sonucun tekrar sisteme uygulanması için giriş değeri gibi sayısal bir değere dönüştürülmesi gerekir. Durulama birimi, karar verme biriminden gelen bulanık kurallardan bulanık olmayan ve uygulamada kullanılacak gerçek değerlerin elde edilmesini sağlar (Elmas, 2003: 97)

Durulama yöntemlerinde genel olarak gözlemlenen dört temel özellik vardır (Baykal ve Beyan, 2004:338).

1. Durulama işlemcisi daima sayısal bir değer hesaplar.
2. Üyelik fonksiyonu durulanmış değerleri belirler.
3. İki üçgen bulanık sayının işleme sokulup durulanmasından elde edilen değer daima bireysel olarak durulanıp işleme sokulmasında elde edilen değerlerin arasında yer alır.
4. Engelleyici bir durumda, durulanmış değer sınırlı bölgeye düşürülmelidir.

Durulaştırma işleminde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Önce her kural için üyelik derecelerinden oluşan değer ve sonuç kuralları tespit edilir. Daha sonra en uygun yöntem seçilerek durulama yapılır. En çok kullanılan yöntemler şunlardır (Elmas, 2003: 97)

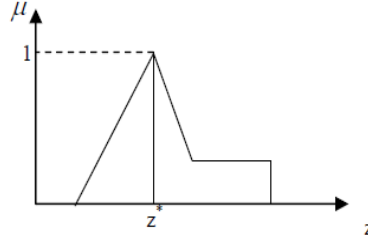
- Maksimum üyelik yöntemi
- Ağırlık merkezi yöntemi
- Ağırlık ortalaması yöntemi
- Mean-Max üyelik yöntemi

4.8.5.1. Maksimum Üyelik Yöntemi

Bu yöntem yükseklik metodu olarak da bilinmektedir ve bütün üyelik dereceleri içinde en büyük olana eşittir (Elmas, 2003: 97). Bu yöntemin kullanılması için tepeleri

olan çıkarım bulanık kümelerine ihtiyaç vardır (Paksoy, 2011: 13). Metodun matematiksel ifadesi ve grafiksel gösterimi sırasıyla aşağıdadır (Ross, 1995: 139);

$$\mu_c(z^*) \geq \mu_c(z) \quad z \in Z$$

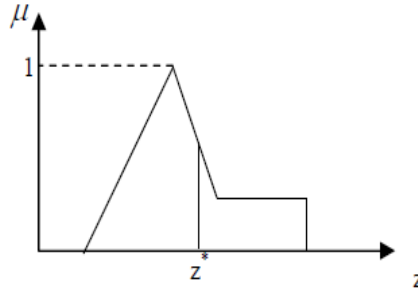


Şekil 4.8. Maksimum Üyelik Yöntemi

4.8.5.2. Ağırlık Merkezi Yöntemi

Durulaştırma işleminde en çok kullanılan yöntemlerden biridir (Paksoy, 2011: 13). Bu yöntemde bulanık çıktı bölgesinin ağırlıklı ortalaması hesaplanarak, bulanık çözüm bölgesinin "denge" noktasını bulunur. Yöntem, kullanıldığında, durulaştırılmış değerler, bulanık çıktı bölgesinin civarında düzgün bir biçimde hareket etme eğilimindedir. Ancak hesaplaması kolay değildir (Kulkarni, 2001: 86). Bu yöntemin matematiksel ifadesi ve şekli aşağıda yer almaktadır (Elmas, 2003: 98).

$$z^* = \frac{\int \mu_c(z) \cdot z dz}{\int \mu_c(z) dz}$$



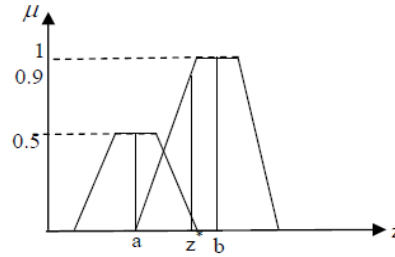
Şekil 4-9 Ağırlık Merkezi Yöntemi

4.8.5.3. Ağırlık Ortalaması Yöntemi

Bu yöntemin kullanılabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonlarının bulunması gereklidir. İşlemler matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Paksoy, 2011: 14).

$$z^* = \frac{\sum \mu_{\bar{c}}(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu_{\bar{c}}(\bar{z})}$$

Formüldeki toplama işlemleri çıkışı oluşturan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının her biri sahip oldukları en büyük üyelik derecesi değeri ile çarpılarak ağırlıklı ortalamaları alınır (Paksoy, 2011: 14). Bu yöntemle ait grafiksel gösterim ise aşağıda yer almaktadır (Elmas, 2003: 99)



Şekil 4-10 Ağırlık Ortalaması Yöntemi

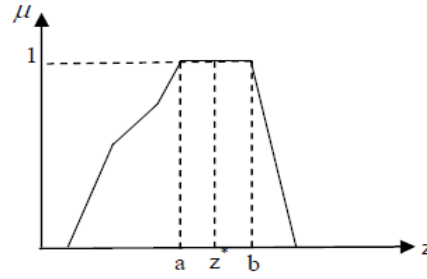
4.8.5.4. Mean-Max Üyelik Yöntemi

Maksimum üyelik derecelerinin yeri her tipteki üyelik fonksiyonları için geçerli olan bir durulaştırma yöntemidir (Ross, 1995: 140). Bu yöntemde öncelikle çoklu bir bulanık bölgede, en yüksek plato gibi düzlük bir kısım, daha sonra da sonraki en yüksek plato bulunur. Bu plato düzlüklerin merkezlerinin tam ortası seçilerek yöntem uygulanır (Kulkarni, 2001: 88).

Metodun matematiksel ifadesi ve şekli aşağıdaki gibidir (Elmas, 2003: 99):

$$z^* = \frac{a + b}{2}$$

z^* değerinin elde edilişi şekil üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 4-11 Mean-Max Üyelik Yöntemi

4.9. BULANIK ÇIKARIM YÖNTEMLERİ

Bulanık çıkarım sistemleri genel olarak, mevcut verilerden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak amacıyla bulanık küme ilkelerini kullanır. Bulanık sistemlerin en büyük avantajı insan deneyimlerinin ve sözel verilerin bulanık modele katılması ile çözüme ulaşılmasıdır (Acar vd., 2008: 30). Bulanık çıkarım sistemi; bulanıklaştırma, veri tabanı, kural tabanı, karar verme birimi ve durulaştırma olmak üzere beş yapısal bloktan oluşmaktadır. İki tane önemli bulanık çıkarım sistemi bulunmaktadır:

- Mamdani tipi çıkarım yöntemi
- Takagi-Sugeno-Kang çıkarım yöntemi

4.9.1. Mamdani Tipi Çıkarım Yöntemi

Mamdani tipi bulanık çıkarım yöntemi insan davranışlarına çok uygun olması modelin uygulanmasının kolay olması gibi sebeplerden dolayı oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir. Bulanık mantık modellerin temelini oluşturan bu yöntem ilk defa, bir buhar motorunun insan tecrübelerinden elde edilen sözel kurallar yardımıyla kontrolünde kullanılmıştır. Bu modelde hem girdi hem de çıktı değişkenleri kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Mamdani tipi bir bulanık model aşağıdaki beş adımda oluşturulur (Yılmaz ve Arslan, 2005: 515);

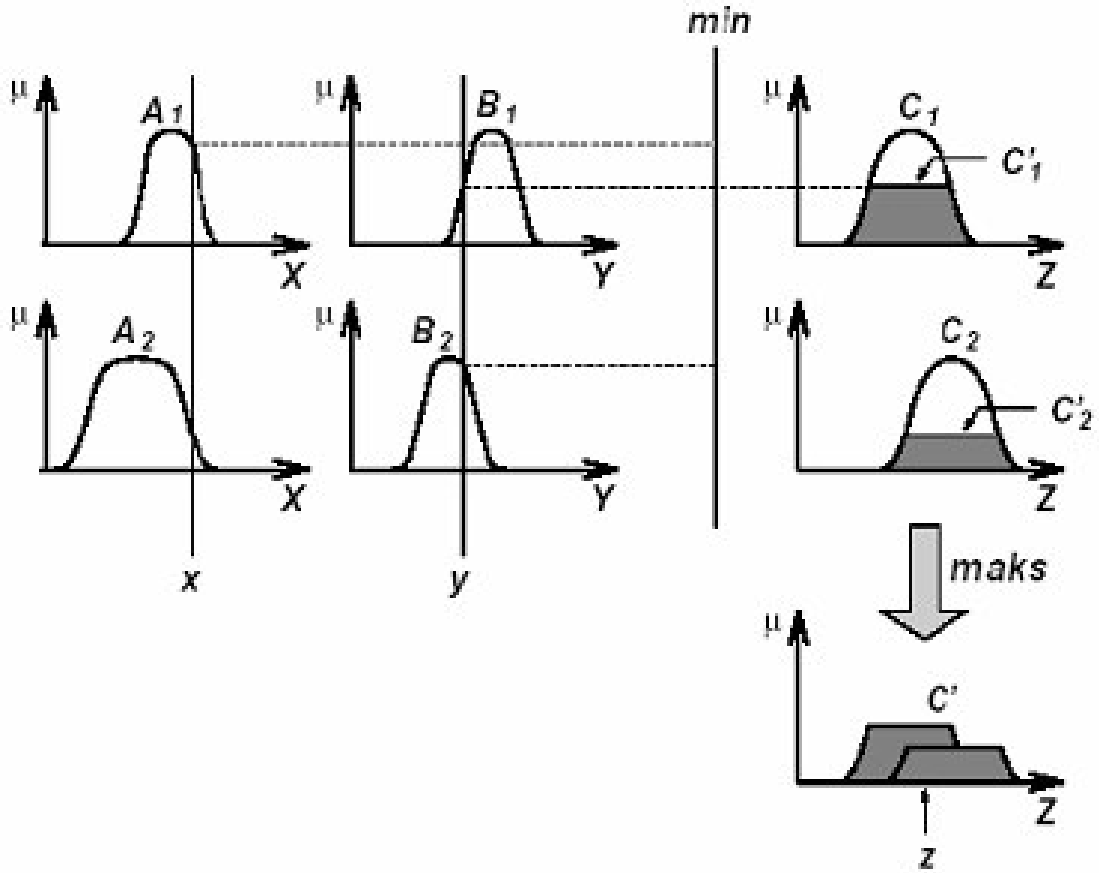
1. Öncül kısımdaki bütün bulanık ifadeleri kullanarak girdi değişkenlerine ait "0" ile "1" arasında değişen üyelik derecelerinin belirlenmesi ile girdilerin bulanıklaştırılması sağlanır.
2. BM işlemlerini kullanarak kural ağırlıklarının belirlenir.
3. Bulanık küme mantıksal işlemcilerin (ve, veya) uygulanır.
4. Her bir kuralın çıktısını temsil eden bulanık kümelerin birleştirilmesi ile sonuçlar toplanır.
5. Tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması sağlanır.

x ve y gibi sayısal iki değişkeni içeren iki kurallı bir Mamdani tipi bulanık modelde z çıkış değeri bulanık küme fonksiyonlarından şu şekilde hesaplanmaktadır (Ünal,2009:69);

Kural 1: Eğer $x = A1$ VE $y = B1$ ise $z = C1$

Kural 2: Eğer $x = A2$ VE $y = B2$ ise $z = C2$

Mamdani çıkarım yönteminde sırasıyla minimizasyon ya da maksimizasyon operatörünü kullanarak sonuç elde edilmesi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 4-12 Mamdani Tipi Çıkarım Yöntemi

4.9.2. Takagi-Sugeno-Kang Çıkarım Yöntemi

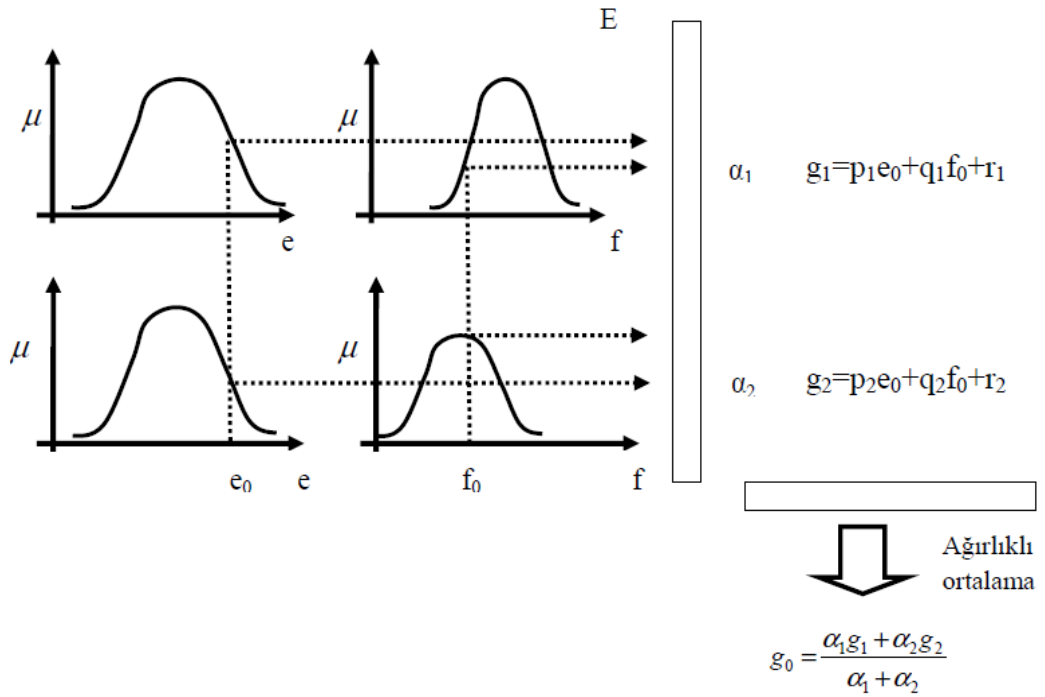
Sugeno yöntemi değişken sayısının çok fazla olmadığı ya da bu değişkenlerin fazla sayıda alt kümelere ayrılmadığı durumlardaki problemlerin çözümünde kullanılır.

Takagi – Sugeno BM ya da Sugeno BM ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Mamdani BM yönteminin bir uyarlamasıdır. Girdi değişkenlerinin bulanıklaştırılması ve BM işlemleri Mamdani bulanık modelleme ile tamamen aynıdır. İki yöntem arasındaki fark çıktı üyelik fonksiyonlarındadır. Sugeno tipi bulanık modellemede çıktı üyelik fonksiyonları sadece lineer ya da sabittir. Çıktı üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman, sıfırıncı derece, 1. derece doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno bulanık model olarak adlandırılırlar (Mathworks.com, 2011). Sugeno tipi bulanık model uyarlanabilir tekniklerle birlikte

kullanılabilir. Bir birinci (sıfıncı) derece Sugeno bulanık model aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Ünal, 2009: 70).

Eğer $x = A$ ve $y = B$, İse $z = f(x,y) = px+qy+r$ (c) .

Burada A ve B , x ve y üyelik fonksiyonları için tanımlanmış öncül kısımdaki bulanık kümeler, p , q ve r (r) ise soncul bir parametre(ler)dir. Böylece her bir kural için bir çıktı değeri elde edilir. Bulanık küme mantıksal işlemleri (ve, veya) basit toplama ve çarpmadır. Takagi-Sugeno tipi bir bulanık çıkarım sistemi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Baykal ve Beyan, 2004: 382).



Şekil 4-13 Takagi-Sugeno-Kang Çıkarım Yöntemi

4.10. BULANIK DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Bulanık küme teorisinin Zadeh tarafından ortaya atılmasından sonra; bulanık küme teorisi, yöneylem araştırması, yönetim bilimi, yapay zekâ - uzman sistemler, kontrol teorisi ve özellikle teknolojide uygulanmaya başlamıştır.

Bulanık doğrusal programlama (BDP), parametreleri bulanık olan ve doğrusal fonksiyonlar kullanılarak modellenebilen problemlerin çözümü için geliştirilmiştir. Karar verme problemlerine ait modellerin kolayca çözümüne ve karar vericinin taleplerini esnek olarak ifade edebilmesine olanak sağlamaktadır. BDP' ye ait sürecin daha net ortaya konulması açısından, probleme ait matematiksel bir modelin kurulması, bulanık ortamlarda karar verme sürecinin çalışması, doğrusal programlama ve artık son adımda BDP ye ait modeller sırasıyla açıklanmalıdır.

4.10.1. Matematiksel Bir Modelin Oluşturulması

Mümkün olan seçenekler arasından birinin ya da bir kaçının seçimi "karar" olarak adlandırılır. Karar verme sürecinde de karşılaşılan birçok problem sayısal veriler ile ifade edilebilir ve sayısal verilerin analizinde uygulanan bazı yöntemler yardımıyla karar vericinin amaçlarının optimizasyonu sağlanabilir. Bu süreçte, matematiksel teknikler ve modeller önemli elemanlar olarak kabul edilir (Tulunay, 1991:1-2). Çünkü matematiksel modeller kullanılarak karar verme sürecinde problemlerin bilimsel ve sayısal yaklaşımlarla çözülmesi için geliştirilen teknikler kullanılmaktadır (Düzakın, 2005: 1). Karar verme sürecine ait problem tanımlandıktan sonra, mevcut problemi en iyi şekilde açıklayan bir model kurulmalıdır. Model, gerçek yaşamın bir takım varsayımlarla basitleştirilmiş biçimidir. Bu durumda bir karar modeli, gerçeğin yansıtılmasının veya mevcut durumun tanımlanmasının bir özetidir (Esin, 2003: 5). Sayısal bir karar modelinin kurulması için dört adet temel bileşene ihtiyaç vardır. Bunlar (Ulucan, 2004: 7):

1.Karar Değişkenleri: Amaca ulaşmada kontrol edilebilen değişkenlerdir.

2.Parametreler: Karar vericinin kontrolü dışında olan sayısal değerlerdir.

3. Amaç Fonksiyonu: Karar değişkenleri kullanılarak ulaşılmak istenen amacın matematiksel olarak ifade edilmesidir.

4. Kısıtlayıcılar: Karar değişkenlerini alabileceği değerler üzerindeki sınırlamalardır.

Probleme ait matematiksel model kurulduktan sonra modelin çözümü farklı tekniklerle yapılmaktadır. Modele ait çözüm yapıldıktan sonra sonuçları uzmanlar tarafından değerlendirilerek yorumlanmakta ve karar vericilere aktarılmaktadır (Esin, 2003:7).

4.10.2. Bulanık Ortamda Karar Verme

Karar verme sürecinde bilginin tam veya kesin olmadığı durumlarda, karmaşık bir sistemin modellenebilmesi için kesin verilerin kullanıldığı matematiksel modeller yeteriz kalmaktadır. Günlük hayatta kullanılan ifadelerden kaynaklanan belirsizliklerin tanımlanması için bulanık küme teorisi geliştirilmiştir. BDP, amaç fonksiyonlarının maksimizasyon veya minimizasyonunun yanı sıra karar vericiyi çözümsüzlükten kurtaracak, karar verici için kabul edilebilir sınırlarda esneklik tanır. Gerçek dünyaya ilişkin belirsizliğin modelde yer alması ve çözümlenmesi bulanık küme terimlerinin kullanıldığı BDP ile mümkündür. (Fang vd.,2008:19).

Klasik matematiksel karar modellerine göre karar; karar seçeneklerinin bir kümesi; doğal durumların bir kümesi; bir karar ve bir sonuç durum çiftinin her biriyle tayin edilen bir bağıntı ve son olarak, onların isteklerine göre sonuçları düzenleyen amaç fonksiyonu ile tanımlanmaktadır. Bu durumdaki karar vermede karar verici beklenen durumları bildiğinden mevcut veriler karşısında en yüksek fayda ile karar verme sürecini tamamlamaktadır (Massad ve Ortega, 2008: 91). Modele ait, kısıtlar ve ilgili veriler tam olarak bilindiğinden, amaç fonksiyonu kesin bir şekilde ifade

edilmektedir. Matematiksel bir karar verme problemi, optimizasyon temeline dayanmakta ve bu temeli baz alarak karar verilmektedir. Bulanık bir karar probleminde bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcılar kendi üyelik fonksiyonları tarafından belirlenmektedir (Jairaj ve Vedula, 2000: 460).

Karar problemi için kurulan klasik matematiksel karar modelinde, amaç fonksiyonları veya kısıtlar için kesin değerler yerine, sınırları kesin olarak belirlenmemiş seçeneklerin söz konusu olduğu "civarında", "etrafında" dilsel ifadeler kullanılabilir. Bu ifadelerin yer aldığı bulanık amaçlar ve kısıtlar, bulanık kümeler kullanılarak, seçenekler arasından kesin olarak tanımlanabilir. Bu durum göz önüne alındığında bulanık bir karar, bulanık amaçların ve bulanık kısıtların kesişimi sonucunda elde edilen bulanık alternatifler kümesidir. Dolayısıyla bulanık bir karar, amaçlar ve bazı kısıtlar bulanıksa elde edilebilir. Bulanık ortamda kısıtlar ve amaç fonksiyonları arasındaki ilişki tamamen simetriktir (Zimmermann, 1991: 242).

Bulanık bir karar sürecinin aşamaları da klasik karar sürecine benzemektedir. Bulanık bir matematiksel karar probleminde de bir alternatifler kümesi, amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve parametreler bulunmaktadır. Karara ulaşmada izlenen yol aynıdır. Fark, amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve parametrelerde oluşan bulanıklıklar ve çözüme ulaşırken izlenen yolda ortaya çıkan değişikliklerdir (Başkaya, 2011: 151). Bulanık amaçlar ve/veya bulanık kısıtlayıcılarla verilen bir kararın da bulanık olması kaçınılmazdır. Bulanık bir karar, verilen amaçlar ve kısıtlayıcıların uzlaştırılmasıyla belirlenen bulanık bir küme olarak tanımlanır (Özkan, 2003: 267).

4.10.3. Klasik Doğrusal Programlama Modeli

Doğrusal programlama (DP), kısıtlı kaynakların kullanımını optimum kılmak için tasarlanmış bir matematiksel modelleme yöntemidir. Genel olarak DP problemi,

kısıtlayıcı, koşullar adı verilen doğrusal denklemler veya eşitsizlikler grubu ile birlikte amaç fonksiyonu adı verilen değişkenlerin doğrusal bir fonksiyon optimizasyonunu sağlamaktadır (Taha, 2002: 65). DP modelleri, karar uzayı, değişkenler, kısıtlar ve amaç fonksiyonu yardımı ile tanımlanmakta ve karar verme ise bilinen şartlar altında yapılmaktadır (Güneş ve Umarusman, 2005: 248).

DP ilk olarak 1920' lerde Sovyet Rusya' da tüm ekonomi planlaması konuları pratikte ön plana geçmişken teorik olarak tüm ekonominin nasıl planlanabileceğini göstermek için yapılan teorik çalışmalar arasında Leonid Kantoroviç'in katkısı ilk defa bir DP probleminin açıkça ortaya çıkarılmasına yol açmıştır. Ne yazık ki teorinin pratik planlamaya uygulanmasının imkânsızlığı ve ideolojik nedenler dolayısıyla Kantroviç' in bu çalışmasının önemi ancak II. Dünya Savaşından sonra anlaşılabilmiştir. II. Dünya Savaşı sırasında Birleşik Amerika'da ortaya çıkan lojistik tahsis sorunlarını incelemek için kurulan bir araştırma grubu, grup başkanı olan George Dantzig etrafında, bu türlü sorunların çözülmesi için doğrusal programlama probleminin tanımlanması gereğini ortaya çıkartmışlar ve bu türlü DP problemlerinin çözümü için simpleks algoritması adını verdikleri bir çözüm sistemi ortaya atmışlardır. Özellikle bu matematik modelin ve çözüm algoritmasının, maliyetleri ve getirileri planlama suretiyle savaş masraflarının kısılmasına yol açtığı açıkça görüldüğü için bu teorik ve pratik gelişmeler 1947' ye kadar devlet sırası olarak saklı kalmıştır (www.wikipedia.com, 2011). DP; özellikle bankacılık, eğitim sektörlerinde ve askeri alanda, en iyileme problemlerinin çözümünde DP sıklıkla kullanılmıştır. Günümüzde de işletme, ekonomi ve muhasebe dallarını en yakından ilgilendiren konulardan birisidir. Ayrıca, sağlık sistemleri, askerlik, tarım, endüstri, ulaştırma hatta davranış bilimleri gibi alanlarda başarılı DP

uygulamaları vardır. Yöntemin kullanılışı bilgisayar yazılımlarındaki gelişmelerle daha da artmıştır (Taha, 1987: 11).

DP, kaynakların en uygun dağılımını elde etmeye, maliyetleri minimize, kârı ise maksimize etmeye yarayan bir tekniktir. Bunun gibi işletme problemlerinin, sayısal verilerle en basit şekilde anlatımı DP ile olanaklıdır. DP belli doğrusal eşitliklerin veya eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşulları altında doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimumlaştırmak biçiminde tanımlanabilir (Esin, 2003: 35). Ayrıca, DP, birçok uygun alternatif arasından belirlenmiş bir hedefe uyan en uygun çözümü bulacak aktivitelerin planlanmasını içerir. Bu bağlamda, DP optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan matematiksel bir teknik olmaktadır. DP ilgilendiği problemi açıklayan, matematik modeli kullanmaktadır (Öztürk, 2005: 35).

DP' nin en çok uygulama olanağı bulunduğu ve ihtiyaç duyulduğu kesimlerden birisi hatta en önemlisi işletmecilik alanıdır. Bu alanda bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve kavranması için varsayımlara ilişkin veriler somut anlamda kavranabilmektedir (Tatar, 1973: 175). İşgücü, makine, hammadde, toprak vb. gibi faktörlerin ve malların sınırlı olduğu bir durumda, ürün tek ise, bu ürünün üretimini maksimum kılmak veya birden fazla ürün elde ediliyorsa, bu ürünlerin elde edilebilmesi için gerekli kaynakları optimal dağıtmak da DP ile gerçekleşmektedir (Akbaygil, 1980: 166).

DP modeli, kıt kaynakların rakip faaliyetler arasındaki dağıtımını en uygun bir şekilde gerçekleştiren dağıtım planını bulmada kullanılan doğrusal bir modeldir (Özgüven, 2003: 3). Bu nedenle bir karar probleminin doğrusal karar modeli haline dönüşümünü sağlayabilmek için geçerli olan varsayımlar şu şekilde sıralanabilir (Kara, 1991: 13-14, Ulucan, 2004: 30, Özkan, 2003: 10).

1. Bölünebilirlik: Modelin ait değişkenler rakamla ifade edilebilmeli ve bölünebilir nitelikte olmalıdır. Yani, karar değişkenlerinin tamsayılı değerler yanında kesirli değerleri de alabilmelerini ifade etmektedir.

2. Doğrusallık: Her bir karar değişkeninin amaç fonksiyonu ve tüm kısıtlara etkisinin, söz konusu değişkenin değeriyle doğru orantılı olması gerektiğini ifade etmektedir.

3. Toplanabilirlik: Faaliyetlerin birbirini etkilemediği varsayımdır. Yani tüm faaliyetlerden elde edilecek kazanç her bir faaliyetten ayrı ayrı elde edilecek kazançların toplamına eşittir.

4. Belirlilik: Karar probleminin tüm parametrelerinin sayısal değerlerinin bilinmesi anlamına gelmektedir.

5. Negatif Olmama: Ekonomide negatif üretim yapılması mümkün olmadığına göre üretim düzeyi ve karar değişkenleri de negatif olamaz.

DP' nin uygulanacağı işletme problemleri kısa dönemli olmalıdır. Çünkü, doğrusallık ancak kısa dönemde sağlanabilir (Esin, 2003: 25). DP modelleri deterministik modellerdir ve modelde kullanılacak olan tüm sınırların ve parametrelerin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Kısıtlayıcıların her biri modelde eşit ağırlığa sahiptir ve kısıtlayıcılarda kesinlikle toleransa izin verilmemektedir. Amaç fonksiyonunun değeri de maksimum ya da minimum olmalıdır çünkü, optimuma yakın değerlerin bulunması DP ile olası değildir (Başkaya, 2011: 159-160).

DP' nin biçimsel yapısı genel olarak amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve değişkenlerin negatif olmama şartlarından ibaret olan eşitlik veya eşitsizliklerden oluşmaktadır. Bu durumda bir DP modeli için, amaç, karar değişkenleri, kısıtlar ve parametreler olmak üzere dört unsur bulunmaktadır (Stevenson, 1999: 234).

Matematiksel olarak bir genel standart doğrusal program problemi basitçe bir şekilde şöyle ifade edilir (Klir ve Yuan, 1995: 391).

1. Amaç Fonksiyonu:

Amaç fonksiyonu maksimize ve minimize edilecek yani optimize edilecek bir amacı, Z' yi, doğrusal olarak sabit sayılarla ifade edilen değişkenlerle birlikte gösterir ve Z_{\max} ve Z_{\min} şeklinde ifade edilir. Fonksiyonun değişkenleri x_1, x_2, \dots, x_n katsayıları c_1, c_2, \dots, c_n olarak gösterilir (Okka, 2000: 37).

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \text{ maksimum ya da minimum}$$

2. Kısıtlayıcılar:

Ekonomide üretim kaynakları veya üretim faktörleri sınırlıdır. Bir işletmenin elindeki makine kapasitesi, teknolojisi, işgücü, enerji, sermaye, hammadde, yarı mamul madde, malzeme gibi üretim faktörleri ile ürünlerine olan talepte sınırlıdır. Bunlar sistemde kullanılacak kaynak miktarları ile (b_1, b_2, \dots, b_n), her bir değişkenin o sistemde bu kaynaktan birim başına kullandığı girdi miktarını ($a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$) gösterir. Değişkenler ise x_{ij} şeklinde ifade edilir. (Öztürk, 2003: 39).

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2$$

.....

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n (\leq, =, \geq) b_m$$

3. Negatif Olmama Şartı:

İşletmelerde negatif maliyet ya da negatif üretim olmayacağından karar değişkenleri x_j (x_1, x_2, \dots, x_n)'lerin negatif olmamalıdır.

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Karar problemlerine ait DP modelleri ile amacı maksimize ya da minimize eden değerler hesaplanabilmektedir. Ancak, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcıların anlamlarında ortaya çıkan belirsizlikler söz konusu olduğunda karar verme oldukça güçleşmektedir. Bunun gibi bulanık ortamlarda karar vermede BDP modelleri, sözel belirsizlikleri veya karar vericinin sınırlar ile ilgili tam olmayan bilgilerinden kaynaklanan belirsizliklerin matematiksel modellere dahil edilmesinde kolaylıklar sağlamaktadır (Başkaya, 2011: 162-163).

4.10.4. Bulanık Doğrusal Programlama Modeli

DP modelleri kullanılarak çözüm aranan karar problemlerinde kriterler, olanaklar, değerlendirilecek durumlar kesin ifadelerle tanımlanabilir. Ancak, gerçek hayat problemlerinde de, genelde parametreler arasındaki farklar, oranlar ve ilişkili unsurlarda belirsizlik hakimdir. Belirsizliklerden kaynaklı bulanık ortamda karar verme problemlerinde, problem konusu olan sistemde, kavramda ve amaçta, kesin ifadelerin olmayışı nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik durumu DP ile çözümlenememektedir (Masahiro ve Tetsuzo, 2004: 358). Bulanık Doğrusal Programlama (BDP), mevcut belirsizlik ortamında, bulanık kümeleri kullanarak esnek, yaklaşık ya da belirsiz kısıtlar ve amaçlar ile optimizasyon problemlerini formüle eden teknikler ile çözüm oluşturmaktadır (Kaymak ve Sousa, 2001: 21).

Bulanık küme teorisi, ilk kez 1976 yılında Zimmermann tarafından DP problemlerine uygulanmış ve problem bulanık hedefler ve sınırlar ile beraber değerlendirilmiştir (Tabuk, 2006). Bu uygulama Bellman ve Zadeh' in bulanık karar tanımından yola çıkılarak doğrusal üyelik fonksiyonları sayesinde yapılmış ve ilgili BDP problemine eşdeğer olan bir DP probleminin varlığı ispatlanmıştır. Bundan sonra BDP, birçok yönde çeşitli başarılı uygulamalar ile geliştirilmiştir (Gonce, 2005).

Kıyası, BDP, BM ve DP'nin entegrasyonu ifade etmektedir ve BDP, DP' nin yetersiz kaldığı durumlardan dolayı ortaya çıkmıştır (Rommelfanger, 1996: 513).

Karar problemlerinde yönetim açısından amaçların çoğu dilsel değişkenlerle yaklaşık olarak ifade edilebilir. Bu ifadelerdeki bulanıklık kesin bir matematiksel modelin oluşturulması için uygun olmadığından bulanık küme teorisinin bir uygulaması olan BDP problemin çözümünde kullanılır (Kaymak ve Sousa, 2001: 21). Bu açıdan, BDP yöntemi, hem amaç fonksiyonları hem de kısıtlarda subjektif ihtiyaçların mevcut olduğu mühendislik problemlerine DP' yi uygulamak için büyük bir esneklik sağlar (Zhao, 1992: 53).

BDP, kullanılan bir karar sürecinde karar değişkenlerinin, amacın veya kısıtlayıcıların bulanık olduğu durumlarda kullanılmaktadır. DP modellerinde amaç fonksiyonunun veya herhangi bir kısıtlayıcının değerinde bir esneklik sağlanması veya tolerans verilmesi mümkün olmadığından belirsizlikler dikkate alınmamaktadır. BDP' de bu durum, yaklaşık sonuçlar ve amacın ve kısıtlayıcıların en üst düzeyde doyurulması ile esneklik ve tolerans sağlanarak giderilmektedir (Zimmermann, 1992: 249).

BDP problemlerinde, bulanık girdi bilgileri, bulanık üyelik fonksiyonları ile ifade edilirler. Belirsizliğin söz konusu olduğu amaçlar ve kısıtlayıcılar, bulanık kümelerle tanımlanırlar. BDP modelinde, amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve bu fonksiyonlarda yer alan a_{ij} , b_i ve c_j parametreleri bulanıklık içerebilir (Özkan, 2002: 54). Bu durumda BDP modelleri, parametrelerin veya kısıtlayıcıların bulanık olduğu bazı durumlara göre farklı kategorilere ayrılır ve çözüm yöntemleri de farklılaşır. Sınıflandırma yapılırken öncelikle bulanıklığın hangi parametrede olduğu göz önünde

bulundurulur. BDP problemlerinde bulanıklığın türleri aşağıdaki tabloda yer aldığı gibi özetlenebilir (Başkaya, 2011: 164-165).

Tablo 4-2 BDP Problemlerinde Bulanıklığın Türleri

DURUMLAR	TANIM
1. Durum	Kısıtlayıcıların sınırlarında bulanıklık olabilir. Bu durum eşitsizliklerin limitlerinde bulanıklık olacağı anlamına gelir.
2. Durum	Amaç fonksiyonunda bulanık bir amacın gerçekleşmesi söz konusu olabilir. Aslında bu durumda amaç fonksiyonunun değeri için bir limit belirlenmesi ile bulanıklık ortaya çıkmaktadır.
3. Durum	Bileşik bulanıklık ortaya çıkabilir. Hem kısıtlayıcıların sınırlarında hem de amaç fonksiyonunun değerinde bulanıklık olduğunu ifade eder.
4. Durum	Kısıtlayıcılarda bulunan değerlerin parametre değerleri yani teknoloji katsayıları tam olarak belirlenemeyebilir yani bulanık sayılarla ifade edilebilir.
5. Durum	Amaç fonksiyonunda bulunan değişkenlerin katsayıları kesin olarak bilinmiyor olabilir yani bulanık sayılarla ifade edilebilir.
6. Durum	Hem amaç fonksiyonu ve teknoloji katsayılarında hem de sağ taraf sabitlerinde bulanıklık söz konusu olabilir.

BDP, bilgi eksikliğinin bulunduğu durumlarda en iyi çözümü sağlayacak karar alternatifinin seçimini amaçlamaktadır (Ribeiro ve Fernando, 1999: 58). BDP modeli bulanıklığın, Tablo 4.2.' de verildiği üzere, durumuna göre farklı farklı oluşturulabilir. Örneğin, bulanık amaçlı veya bulanık kısıtlayıcı bir BDP modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Lai ve Hwang, 1992: 95).

Amaç Foknsiyonu

$$Z = c^T x \text{ veya } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \tilde{m} \text{ maksimum veya } \tilde{m} \text{ minimum}$$

Kısıtlayıcılar

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j (\tilde{\leq}, \tilde{=}, \tilde{\geq}) b_i \text{ veya } (Ax)_i (\tilde{\leq}, \tilde{=}, \tilde{\geq}) b_i$$

Negatif Olmama Koşulu

$$x \geq 0$$

Yukarıda yer alan BDP modelinde sadece amaç fonksiyonu veya kısıtlayıcılardan biri veya birkaçı bulanık olabilir. *maksimum veya minimum* ifadelerinin ve ($\lesseqgtr, \cong, \gtrsim$) kısıtlayıcılarının üzerinde bulunan \sim simgesi bulanıklığın varlığını gösterir (Chanas ve Dorota, 1991: 191). Bulanık kısıtlayıcı BDP modeli ise aşağıdaki şekilde oluşturulur (Chanas, 1983: 245).

Amaç Foknsiyonu

$$Z = c^T x \text{ veya } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \rightarrow \text{maksimum veya minimum}$$

Kısıtlayıcılar

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\lesseqgtr, \cong, \gtrsim) b_i \text{ veya } (Ax)_i (\lesseqgtr, \cong, \gtrsim) b_i$$

Negatif Olmama Koşulu

$$x \geq 0$$

Burada amaç fonksiyonu bulanıklık içermemektedir Ancak kısıtlayıcıların bulanık olması, amaç fonksiyonunun da bulanık olmasını gerektirir (Werners, 1987: 138). Parametrelere ait bulanıklık söz konusun olduğunda ise BDP modeli aşağıdaki şekilde oluşturulacaktır (Carlson ve Korhonen, 1986: 19).

Amaç Foknsiyonu

$$Z = \tilde{c}^T x \text{ veya } Z = \tilde{c}_1 x_1 + \tilde{c}_2 x_2 + \dots + \tilde{c}_n x_n \rightarrow \text{maksimum veya minimum}$$

Kısıtlayıcılar

$$\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} x_j (\leq, =, \geq) \tilde{b}_i \text{ veya } (\tilde{A}x)_i (\leq, =, \geq) \tilde{b}_i$$

Negatif Olmama Koşulu

$$x \geq 0$$

BDP problemleri, bulanıklık kavramının ele alınış biçimine göre birçok sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflandırma, esnek programlama, olabilirlik programlama ve robust (gürbüz) programlama olarak üç sınıfta toplanmıştır. Esnek programlama modellerinde temel olarak, bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcılar altında karar verme problemi ele alınmıştır. Olabilirlikçi programlama modellerinde, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılarına ilişkin parametrelerin kesin olmaması durumu incelenmiştir. Robust (gürbüz) programlama modelleri ise hem belirsiz katsayıları hem de karar verici tercihinin belirsiz olduğu durumları ortaya konulmuştur (Inuiguchi ve Ramik, 2000: 5). BDP modellerinde bulanıklığın söz konusu olduğu parametrelere göre oluşturulan birçok çözüm yaklaşımı vardır. Literatürde en çok rastlanan ve diğer çözüm yaklaşımlarına öncü olmaları açısından önemli dört yaklaşım; Zimmermann'ın, Werners'in, Verdegay'ın ve Chanas'ın ortaya koyduğu yaklaşımlardır. Ancak, bu yaklaşımlardan Zimmermann yaklaşımı kullanılarak, araştırmaya ait söz konusu problem çözümleneceğinden, Zimmermann yaklaşımı ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.10.4.1. Zimmermann Yaklaşımı

Bulanık programlama bir karar modeli olarak; ilk kez Zimmermann tarafından kullanılmıştır. Zimmermann BDP problemlerini simetrik ve simetrik olmayan modeller şeklinde bir ayrıma tabi tutmuştur. Zimmermann'a göre, amaç ve kısıtlayıcıların bulanık olması halinde simetrik bir model söz konusudur (Özkan, 2003:162). Zimmermann yaklaşımında, kaynak kısıtları (b_i) ve toleransları (p_i) ile birlikte amaç (b_0) ve amaçla ilgili tolerans (p_0) değerlerinin işe başlamadan önce karar verici tarafından baştan belirlendiği varsayılmıştır (Lai ve Hwang, 1992: 185). Bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcı DP problemlerinde karar vericinin belirlediği erişim seviyesi de bulanık bir

kısıtlayıcı olarak modele eklenmektedir (Wiedey ve Zimmermann, 1978: 1075). Zimmermann tarafından belirlenen model aşağıdaki gibidir (Safi vd., 2007: 321):

$$c^T x \gtrsim b_0$$

$$(Ax)_i \gtrsim b_i$$

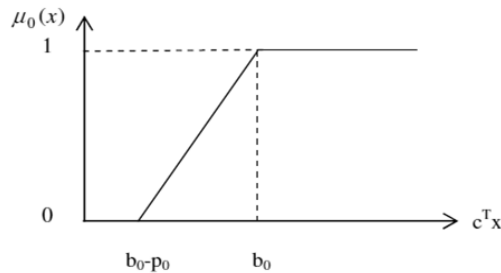
$$x \geq 0$$

Bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcılar seçenekler kümesindeki bulanık kümeler olarak tanımlandığı için, bunlara ilişkin üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi gerekir. Burada p_0 ve p_i karar verici tarafından belirlenen ve bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcılar için kabul edilebilir tolerans limitini gösteren pozitif sayılardır. Bulanık bir maksimizasyon ve bulanık bir \gtrsim kısıtlayıcısı için belirlenen üyelik fonksiyonları şunlardır (Başkaya, 2011: 167-168).

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & , \quad c^T x \geq b_0 \\ 1 - \frac{b_0 - c^T x}{p_0} & , \quad b_0 - p_0 \leq c^T x < b_0 \\ 0 & , \quad c^T x \leq b_0 - p_0 \end{cases}$$

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & , \quad (Ax)_i \geq b_i \\ 1 - \frac{b_i - (Ax)_i}{p_i} & , \quad b_i - p_i \leq (Ax)_i < b_i \\ 0 & , \quad (Ax)_i \leq b_i - p_i \end{cases}$$

Oluşturulan üyelik fonksiyonu için grafik gösterimi de aşağıdaki gibi olacaktır.



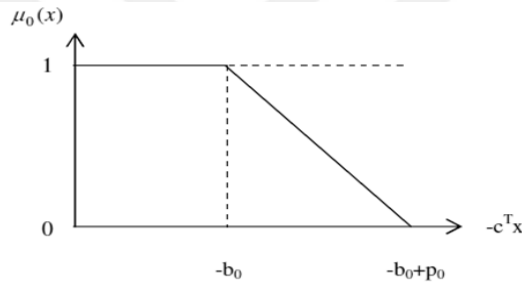
Şekil 4-14 Maksimum amaç fonksiyonu ve \gtrsim kısıtlayıcısı için üyelik fonksiyonu

Bulanık bir minimizasyon amacı ve bulanık bir \leq kısıtlayıcısı için üyelik fonksiyonları da aşağıdaki gibi oluşturulur (Başkaya, 2011: 169).

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & , \quad c^T x \leq b_0 \\ 1 - \frac{c^T x - b_0}{p_0} & , \quad b_0 \leq c^T x < b_0 + p_0 \\ 0 & , \quad c^T x \geq b_0 + p_0 \end{cases}$$

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & , \quad (Ax)_i \leq b_i \\ 1 - \frac{(Ax)_i - b_i}{p_i} & , \quad b_i \leq (Ax)_i < b_i + p_i \\ 0 & , \quad (Ax)_i \geq b_i + p_i \end{cases}$$

Yukarıda oluşturulan üyelik fonksiyonlarının grafiksel gösterimi de aşağıdaki gibi olacaktır (Özkan, 2003: 169).



Şekil 4-15 Minimum Amaç Fonksiyonu ve \leq Kısıtlayıcısı İçin Üyelik Fonksiyonu

Zimmermann yaklaşımına göre karar kümesinin en yüksek üyelik dereceli elemanı matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Jairaj ve Vedula, 2000: 463).

$$\mu_{\bar{D}}(x^*) = \max_{x \geq 0} [\min(\mu_0(Z); \mu_i(x_i))] ; i = 1, 2, \dots, m$$

$\mu_{\bar{D}}(x^*)$ karar kümesinin bulanabilmesi için bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcıların ortak doyurulma derecesini gösteren λ yardımcı değişkeninin modele dahil edilmesi gerekmektedir. λ 'nın değeri $\mu_0(x)$ bulanık amaç fonksiyonunun üyelik fonksiyonunu ve $\mu_i(x)$ bulanık kısıtlayıcılarının üyelik fonksiyonlarını göstermek üzere, $\mu_0(x)$ ve $\mu_i(x)$ üyelik fonksiyonlarının kesişiminden oluşmaktadır. λ değişkeni modele

eklenirken mevcut olan tüm üyelik fonksiyonlarının "ve" işlemcisi kullanılarak kesişim kümelerinin bulunması ve üyelik değerinin λ' dan büyük olması istenmektedir (Başkaya, 2011: 172). λ değişkeni, bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcıların çözüm vektörü x tarafından aynı anda sağlanma derecesini göstermektedir ve λ değişkeni, $\lambda \in [0,1]$ aralığında tanımlanmaktadır. λ kullanıldığında karar problemi değişikliğe uğramaktadır ve bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcı bir DP problemi klasik bir DP problemine dönüşmektedir. Bu durumda, bulanık karar kümesinin eşitliği aşağıda verilen ifadeye denktir (Zhao, 1992: 57):

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$$

$$\mu_0(x) \geq \lambda$$

$$\mu_i(x) \geq \lambda \quad i = 0, 1, \dots, m$$

$$x \geq 0, \quad \lambda \in [0,1]$$

Daha sonra, üyelik fonksiyonlarının değerleri, λ' dan büyük veya eşit olacak şekilde düzenlenmektedir (Başkaya, 2011: 173).

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$$

$$1 - \frac{b_0 - c^T x}{p_0} \geq \lambda$$

$$1 - \frac{(Ax)_i - b_i}{p_i} \geq \lambda$$

Üyelik fonksiyonlarına ait gerekli düzenlemeler yapıldığında model klasik bir DP problemine dönüştürülür ve modelin son hali aşağıdaki gibi, matematiksel olarak ifade edilebilir (Safi vd., 2007: 322):

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$$

$$c^T x - \lambda p_0 \geq b_0 - p_0$$

$$(Ax)_i + \lambda p_i \leq b_i + p_i$$

$$x \geq 0, \quad \lambda \in [0,1]$$

λ değişkeni bir anlamda, üyelik fonksiyonları kullanılarak, BDP modelini klasik DP modeline dönüştürmek için kullanılmaktadır. λ değişkeni kullanılarak yapılan dönüştürme işleminden sonra; Zimmermann yaklaşımına göre problemin çözümlenebilmesi için bilgisayar programlarından (MATLAB, WINQSB, LINDO,...) yararlanılmaktadır.

4.10.4.2. Werners Yaklaşımı

Werners'e göre, bulanık kısıtlayıcı DP problemlerinde kısıtlayıcıların bulanık olması, amaç fonksiyonunun da bulanık olmasını gerektirir. Bu nedenle, bulanık kısıtlayıcı DP problemleri bulanık amaç fonksiyonlu ve bulanık kısıtlayıcı DP problemleri olarak ele alınabilir (Özkan, 2003: 164).

Werners'in önerdiği yaklaşım sadece amaç fonksiyonu için belirlenecek olan üyelik fonksiyonunda değişikliğe yol açmaktadır. Bu yaklaşımda, bulanık amaç fonksiyonunun değeri için öncelikle optimal çözümler arasından minimum amaç fonksiyon değeri (z^0) ile maximum amaç fonksiyon değeri (z^1) arasındaki bir değer aranmaya çalışılacaktır. Kısıtlayıcılara ait belirlenecek üyelik fonksiyonlarında değişiklik olmamaktadır. Optimal kararın belirlenmesinde max(min) işlemcisi kullanılmaktadır. Karar probleminin çözebilmek için öncelikle z^0 ve z^1 değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Zimmermann algoritmasında olduğu gibi p_0 ve b_0 değerlerini karar vericiden alınan bilgiler doğrultusunda üyelik fonksiyonu oluşturmak yerine, Werners, karar vericinin bu değerleri veremeyeceğini düşünerek iki olası uç nokta olan z^0 ve z^1 değerlerini kullanmaktadır. z^0 ve z^1 değerlerinin hesaplanması sırasıyla aşağıda verilen DP modellerinin çözümü ile yapılmaktadır. Birinci model klasik DP modelinin çözümü, ikinci model ise kısıtlayıcılar için verilen toleranslar

doğrultusunda oluşturulan DP modelinin çözümünü göstermektedir (Lai ve Hwang, 1992: 172).

$$z^0 = c^T x \rightarrow \text{maksimum}$$

$$(Ax)_i \leq b_i$$

$$x \geq 0$$

$$z^1 = c^T x \rightarrow \text{maksimum}$$

$$(Ax)_i \leq b_i + p_i$$

$$x \geq 0$$

Yukarıdaki bulanık amaç fonksiyonunu temsil eden üyelik fonksiyonu ise aşağıdaki şekilde olacaktır (Lai ve Hwang, 1992: 174).

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & , & c^T x > z^1 \\ 1 - \frac{z^1 - c^T x}{z^1 - z^0} & , & z^0 \leq c^T x \leq z^1 \\ 0 & , & c^T x < z^0 \end{cases}$$

4.10.4.3. Verdegay Yaklaşımı

Verdegay, amaç fonksiyonu bulanık olmayan ve yalnız kısıtlayıcıların sağ taraf sabitlerinin bulanık olduğu, BDP modellerinin çözümü için simetrik olmayan bir yaklaşım geliştirmiştir (Başkaya, 2011: 187). Verdegay, bulanık kısıtlayıcı DP problemlerine ilişkin çözümün bulanık küme ile temsil edilemediğini ileri sürmüştür. Bu sebeple de, çözümü, betimleme teoremi ve parametrik programlamayı kullanarak belirlenmeye çalışmıştır (Özkan, 2003: 164).

Simetrik olmayan modellerde BDP problemlerinin parametrik DP problemine dönüştürülerek çözülmesi gerekmektedir (Bector ve Chandra, 2005: 60). Verdegay yaklaşımında, amaç fonksiyonunda bulanıklık olmadığı için sadece kısıtlayıcılar için üyelik fonksiyonu yazılmaktadır. Daha sonra, kısıtlayıcılar için λ kesimleri bulunmakta ve model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Ertuğrul ve Tuş, 2007: 33):

$$Z = c^T x \rightarrow \text{maksimum}$$

$$x \in X_\lambda$$

$$\mu_i \geq \lambda$$

Söz konusu dönüşümler yapıldıktan sonra, Verdegay tarafından $\theta = (1 - \lambda)$ olarak belirlenerek parametrik DP problemine dönüştürülmüştür. Bu durumda çözüm için önerilen model aşağıdaki gibidir (Başkaya, 2011: 188-189).

$$Z = c^T x \rightarrow \text{maksimum}$$

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

$$x \geq 0$$

$$\theta \in [0, 1]$$

Denklemden yer alan θ parametresi yapılacak olan ihlalin derecesini gösterir (Başkaya, 2011: 189). Yukarıda verilen probleme ait elde edilen parametrik çözümde $\lambda = 0$ için $\theta = 1$ 'dir. λ , $[0, 1]$ aralığında hareket ederken, memnuniyet derecesi %100'den 0'adoğru iner. $\theta = 0$ için sapma sıfır düzeyindedir ve memnuniyet derecesi 1 tamdeğerini alır. $\theta = 1$ en yüksek toleransı gösterir ve Z , maksimizasyon probleminde en yüksek değerini alır (Paksoy, 2002: 15).

4.10.4.4. Chanas Yaklaşımı

Chanas, bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcı DP problemlerinin çözümü için parametrik programlamaya dayalı alternatif bir yaklaşım önermiştir (Başkaya, 2011: 192). Chanas, bulanık kısıtlayıcıların belirlendiği uygun çözüm alanı hakkındaki bilgi eksikliğinden dolayı, amaç fonksiyonuna ilişkin erişim düzeyi ile tolerans miktarının karar verici tarafından başlangıçta belirlenemeyeceğini öne sürmüştür. Chanas, bulanık amaç fonksiyonlu bulanık kısıtlayıcı DP problemleri için, parametrik programlama sonrası karar verici tercihini dikkate alan bir çözüm yaklaşımı önermiştir (Özkan, 2003:

165). Karar vericinin başlangıçta amaç fonksiyonu için bulanık erişim düzeyi (b_0) ve erişim düzeyinin maximum toleransının (p_0) bilinmeyeceğini öne süren Chanas, karar vericiye bunların belirlenmesinde yardımcı olmak için aşağıdaki modelin çözülmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Lai ve Hwang, 1992: 104):

$$Z = c^T x \rightarrow \text{maksimum}$$

$$(Ax)_i \lesseqgtr b_i$$

$$x \geq 0$$

Modelin parametrik programlamaya dayalı çözümü ise, Verdegay' ın önerdiği parametrik programlamaya dönüşümü ile yapılır. Modelin çözümü her θ değeri için farklı sonuçlar verir. Elde edilen sonuçlar karar vericiye sunulduktan sonra, karar vericinin b_0 ve p_0 değerlerini söz konusu sonuçlara göre belirlenmesi daha uygun olur (Başkaya, 2011: 192). Yani yapılan çözümler sonucunda, farklı seviyelerdeki optimal sonuçlar sayesinde; gerekli bilgiyi elde eden karar verici, hedefe ve tolerans miktarına ilişkin kararını, bu bilgiler sonucunda verir. Bu durumda, karar vericinin alternatifler arasında, kendini en çok tatmin edeni seçmesi sağlanır (Jimenez vd., 2005: 9).

4.11. BULANIK MANTIĞIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

BM'nin temelde sağladığı avantajlar aşağıda sıralanmıştır (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003: 64)

1. İnsan düşünce sistemine ve tarzına yakındır.
2. Uygulamasında mutlaka matematiksel bir modele gereksinim duymaz.
3. Yazılımın basit olması nedeniyle, sistem daha ekonomik olarak kurulabilir.
4. Bulanık mantık kavramını anlamak kolaydır.
5. Üyelik değerlerinin kullanımı sayesinde, diğer kontrol tekniklerine göre daha esneklerdir.

6. Kesinlik arz etmeyen bilgilerin kullanılması söz konusudur.
7. Doğrusal olmayan fonksiyonların modellenmesine izin verebilir.
8. Sadece uzman kişilerin tecrübelerinden faydalanılarak, kolaylıkla bulanık mantığa dayalı bir modelleme ya da sistem tasarlanabilir.
9. Geleneksel kontrol teknikleriyle uyum halindedir.
10. İnsanların iletişimde kullandıkları sözel ifadelerin bulanık mantıkta kullanımı ile daha olumlu sonuçlar çıkmaktadır.

BM'nin yukarıda sayılan avantajlarının yanında bazı dezavantajları da şu şekilde belirtilebilir (Elmas, 2003: 39-40):

1. BM uygulamalarında mutlaka kuralların uzman deneyimlerine dayanarak tanımlanması gerekir. Üyelik işlevlerini ve BM kurallarını tanımlamak her zaman çok kolay değildir.
2. Üyelik değişkenlerinin belirlenmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem ve öğrenme yeteneği yoktur. En uygun yöntemler deneme yanılma yöntemleridir ki bu da uzun zaman alabilir.
3. Uzun testler yapmadan gerçekten ne kadar üyelik derecesi gerektiğini kestirmek zordur.
4. Sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispatlanmış kesin bir yöntemin olmayışı BM' nin temel sorunudur.
5. BM yaklaşımında üyelik dereceleri sisteme özeldir, başka sistemlere uygulanması çok zordur.
6. Üyelik işlevlerinin ayarlanması uzun zaman alır ve öğrenme yeteneği yoktur.

5. LİTERATÜR TARAMASI

Kısıtlar Teorisi (KT) prensipleri ve Maliyet-Hacim-Kâr (MHK) Analizi yaklaşımının Bulanık Mantık (BM) ile entegrasyonunun ve entegrasyon sonucunda elde edilen bulguların karşılaştırılması, bu araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır. Yapılan literatür taraması da bu doğrultuda şekillendirilmiştir

KT'nin temel kavram ve ilkeleri ve bu kavramları uygulamak için teknik ve operasyonel prosedürlerin literatüre tanıtılmasına temel oluşturan kitaplar şunlardır: The Goal (Goldratt ve Cox, 1984), The Race (Goldratt ve Fox, 1986), The Haystack Syndrome (Goldratt, 1990a), Theory of Constraints (Goldratt,1990b) ve It's Not Luck (Goldratt,1994). Goldratt ve Cox 1984 yılında yazdıkları "The Goal" adlı kitapta, optimize üretim teknolojisinin temel mantığını bir üretim işletmesinde roman tarzında anlatmışlardır. Goldratt ve Cox bu kitabı, sadece üretim üzerine yazılmış bir kitap olmaktan çıkartarak aynı zamanda işletmenin üretim süreçlerinin her adımında sürekli gelişimi sağlayan bir çerçevede bakılmasını sağlayan bir düşünme süreci de sunmuşlardır. Goldratt ve Fox (1986) "The Race" adlı kitapta, ilk kitaplarında geliştirdikleri metafora dayalı olarak, davul-tampon-ip yaklaşımı adıyla bilinen bir lojistik sistem geliştirmişlerdir. Goldratt'ın iki kitabında da üzerinde durduğu "bir sistemi çalıştırmak için genel bir teori" görüşü, 1987 itibariyle "Kısıtlar Teorisi" olarak tanınmaya başlanmıştır (Goldratt, 1988: 453). "The Haystack Syndrome" adlı kitapta Goldratt (1990a), veri ve bilgi arasındaki farklılıkları incelemiş ve bilgi ihtiyacının mantığı açıklamıştır. KT' nin beş aşamalı sürekli gelişim modeli ise yine Goldratt (1990b) tarafından yazılan "Theory of Constraints" kitabında ele alınmıştır. " It's Not Luck" adlı kitapta ise Goldratt(1994), yönetsel kısıtların mantıksal düşünce süreçleri ile nasıl aşılabileceğini anlatmıştır. Bu amaçla geliştirdiği düşünce ağaçlarını da yine bu

kitabında açıklamıştır. KT' nin literatüre kazandırılmasında öncü olan bu kitapların yayın tarihleri arasında ve bu tarihlerden sonra farklı alanlarda birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların hepsi; KT'nin gelişiminde, yaygınlaştırılmasında ve farklı bakış açılarının kazandırılmasında önemli katkılar sağlamıştır. Ancak, yapılan literatür taramasında bu değerli çalışmaların, muhasebe alanında ve araştırma içeriği doğrultusunda ilgi çekici olanlarına yer verilmiştir.

Waldron ve Galloway (1988), yaptıkları çalışma ile çıkış noktası KT ilkelerine dayanan süreç katkı muhasebesini yeni bir muhasebe tekniği olarak literatüre dahil edilmesine katkıda bulunmuşlardır. Blake ve Hellberg (1991) ve Holmen (1995) de süreç katkı muhasebesi ile Faaliyet Tabanlı Maliyet (FTM) yöntemini karşılaştırmışlar ve FTM' nin uzun vadeli, KT' nin ise kısa vadeli işletme kararlarında kullanılmasının daha etkin sonuçlar verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Luebbe ve Finch (1992), işletmeler açısından en kârlı mamul karması problemini KT ile Doğrusal Programlamayı (DP) beraber kullanmışlardır. Her iki yönteminde problemin çözümünde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, KT ile tespit edilen mamul karmasında mamul öncelik sıralarına ait bilgilerine de ulaşılabildiğinden DP' ye göre daha ayrıntılı bir çözüm sağladığını ifade etmişlerdir.

Colvener vd.(1992), orta büyüklükteki bir işletmede, stok seviyesini düşürmek için, Optimize Üretim Teknolojisi için bir yazılımın kullanılmasındansa KT ilkeleri uygulanmasının daha kullanışlı ve etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Lee ve Plenert (1993), sistemlerde birden çok kısıtlı kaynak bulunduğunda, KT ilkeleri kullanılarak oluşturulan mamul karması ile DP prosedürleri kullanılarak oluşturulan mamul karması karşılaştırıldığında KT' nin DP' ye göre verimsiz olduğunu sayısal bir örnek ile göstermişlerdir. Bununla birlikte, Posnack (1994) ve Maday

(1994), Lee ve Plenert (1993)' in ulaştıkları sonucun, kısıt yönetiminin yanlış yapıldığı gerekçesiyle, yanılıcı olduğunu savunmuşlardır.

İşletmelerin üretim sistemlerinde oluşabilecek üretim problemlerinin, KT ile çözümünü amaçlayan çalışmalarında, Reimer (1991), Wahlers ve Cox (1994) ve Darlington (1995), üretim sürecindeki fazladan yarı mamul stoklarını, mamul üretim süresini azaltmak ve siparişler için teslimat performansını artırmak için KT' nin kullanımını göstermişlerdir. Guide ve Ghishelli (1995) ise; askeriyeeye ait bir fabrikanın üretim sürecinin yeniden organize edilmesinde, KT davul-tampon-ip yaklaşımı ve tampon yönetimini uygulayarak, literatürde bu uygulamayı ilk kullananlardan olmuşlardır.

Frendendall ve Lea (1997), optimal mamul karması yaklaşımını KT' yi kullanarak açıklamışlardır.

Fargher (1997), işletmede üretilen mamullere ilişkin geri dönüşüm süreçlerinde KT' nin kullanıldığında nakit akışında artışların oluştuğunu tespit etmiştir.

Roybal vd. (1999),KT ile Faaliyet Tabanlı Maliyet (FTM) yönetimini kullanarak optimum maliyette kaliteli servis sağlama problemine ait çözümünü sağlık sistemi üzerinde geliştirmişlerdir. İki yöntemin tek tek kullanılmasından ziyade beraber kullanılması probleme ait çözümde daha etkin sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Balakrihnan ve Cheng (2000), işletmelerin, birim başına kısıt maliyeti de içerisine dahil eden, mamul karması hesaplamalarının daha optimal olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, birden çok kısıtı olan işletmelerde de DP ile KT' nin beraber kullanılabilmesine ait sonuçlara ulaşmışlardır.

Miller (2000), KT' yi uygulayan bir işletmede yaptığı incelemeler sonucunda, üretim sürecindeki gereksiz stoklarda ve üretim sürelerinde azalışların olduğunu

gözlemlemiştir. Umble vd. (2000), Miller' in de gözlemlediği üretim sürecinde fazladan oluşan yarı mamul stoklarının KT' yi uygulayan işletmelerde azalması durumunu incelemiştir. Yaptıkları araştırma sonucunda KT Davul-Tampon-İp yaklaşımıyla, üretim sisteminin belirli bölgelerinde zaman tamponları oluşturmuşlar ve bu tamponların sistemin performansını arttırdığını belirtmişlerdir.

Gupta vd.(2002), atölye tipi üretim sisteminde KT kullanımıyla ilgili simülasyon modeli çalışması yapılmıştır.

Sale ve Inman (2003), KT ile tam zamanında üretim sistemini karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. Sonuçta, KT yönetim anlayışının, tam zamanında üretim sistemine göre daha yüksek performans sağladığını tespit etmişlerdir.

Chaudhari ve Mukhopadhyay (2003), KT düşünce süreci yaklaşımını bir işletme üzerinde uygulamışlardır ve işletme yönetsel bir değişiklik yapılarak fazladan bir yatırıma ihtiyaç duyulmaksızın işletme kârını ve satışını arttırmıştır.

Souren vd.(2005)' de işletme için optimal mamul karması problemini DP ile KT yöntemlerini kullanarak çözüm getirmişlerdir. Buna göre, problemin çözümünde, DP' nin daha iyi sonuç verdiğini fakat yöneylem tekniklerinin kullanılmasının daha çok bilgi gerektirdiğinden, anlaşılması ve uygulaması daha basit olan KT' nin daha yaygın kullanıldığı sonucuna varmışlardır.

Kirche vd. (2005), sipariş maliyet yönetiminin kullanıldığı bir işletmede, KT kullanılarak sistemin kısıtlarının tespit edilmesinin, mamul maliyetinin hesaplanması için kullanılan FTM yönteminin uygulanmasında kolaylıklar sağladığını tespit etmişlerdir. Benzer bir uygulamada da, Kirche ve Srivastava (2005), kapasiteyi aşan talebi karşılayabilmek için işletmenin kârlılığının artırılması ve stoklarının düşürülmesi

için KT ile yapılan uygulamaların FTM ile yapılan uygulamalardan daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ünal (2006) yaptığı doktora tez çalışmasında, işletmelerin kârlılıklarını arttırabilmek için mamul karması kararlarının önemini vurgulamış ve doğru ürün karması kararları alabilmede geleneksel yöntemler yerine, kısıtlar teorisi ve faaliyete dayalı maliyet sistemi entegrasyonunun önemini ortaya koymak amaçlamıştır. Bu çerçevede kısıtlar teorisi ve faaliyete dayalı maliyet sisteminin birlikte kullanılmasıyla belirlenecek mamul karmasının işletme kârlılığını ne ölçüde etkilediği ortaya konulmuştur. Sonuçta, araştırmanın yapıldığı gıda ambalaj sektöründe faaliyet gösteren ve benzer koşullara sahip firmalarda optimal mamul karması kararlarında Faaliyet Dayalı Maliyetleme ve Kısıtlar Teorisi entegrasyonu ile yüksek kârlar sağlanabileceğini ifade etmiştir.

Demirel Utku (2007) yaptığı doktora tez çalışmasında, işletmelerin üretim sürecinde ortaya çıkan kısıtların giderilmesi ile sürecin verimliliğini ve dolayısı ile kârlılığı arttırmak konularında süreç katkı muhasebesi ve diğer muhasebe sistemleri ile ilişkisini incelemiştir. Bu amaçla, optimal mamul karmasını belirlemede kullanılan yöntemlerden kısıtlar teorisi süreç katkısı yaklaşımı ile geleneksel yöntemlerden değişken ve tam maliyet yöntemlerinin, kârlılığa etkisini dikkate alarak karşılaştırmıştır. Sonuçta, süreç katkısı yöntemine göre belirlenen mamul karmasından elde edilen karın, geleneksel yöntemlere göre (tam ve değişken maliyet yöntemi) belirlenen mamul karmalarından elde edilen kârdan yüksek çıktığını tespit etmiştir.

Maliyet-Hacim-Kâr (MHK) analizleri ile ilgili muhasebe literatüründe birçok çalışma yapılmıştır. Ancak, bu araştırma kapsamında, MHK analizleri ile bulanık mantığın bir arada kullanıldığı literatür çalışmalarına yer verilmiştir.

Jaedecke ve Robicheck (1964), belirsiz durumlarında modele dahil edilmesini içeren MHK ile ilgili yeni ufuklar açan bir çalışma yapmışlardır. Daha sonra, Dickinson, (1974), Badr ve Loudeback (1979), Shih (1979), Norland (1980), Clarke, (1986), Chung vd. (1993) tarafından yapılan çalışmalarda analizlerde çok kullanılan bilgilerin belirsiz olma ihtimalinin geleneksel MHK analizinde karşılaşılan büyük bir açık olarak ifade etmişlerdir.

Lukasiewicz (1970), bulanık mantığın, örneğin işletme kârının iyi ya da iyi değil şeklinde yoruma açık olan bir konuda, doğası gereği belirsiz kavramlar hakkında akıl yürütmek için kullanıldığını çalışmasında ifade etmiştir.

Belirsizlik altında MHK analizlerinin uygulanması ile ilgili olarak çalışmalar mevcuttur. J. In ve P. Yunker (1982), (2003), belirsiz bir ortamda talep ve ortalama maliyet değerlerini dahil eden ve stokastik elemanlar için içeren geliştirilmiş bir MHK modeli sunmuşlardır. Genel amaçları, beklenen kâr ve başabaş noktası arasındaki ilişkinin uygulanması ve analiz edilmesidir. Bu çalışmalar, literatürde yapılan diğer çalışmalar göre oldukça basit olarak kabul edilmektedir.

R. Ravichandran (1993) yaptığı çalışmada belirsiz bir ortamda, MHK analizleri uygulamak için bir karar destek sistemi sunmaktadır. Mamul katkı paylarının doğal olarak farklı olduğu durumlarda optimal mamul karmasının tespit edilmesinin de bir problem olarak işletme kararları içerisinde değerlendirilmesini önermiştir.

Chan ve Yuan (1990), MHK analizlerinde uzman tahminleri yardımıyla oluşturulmuş talep dağılımındaki belirsizliği bulanık küme teorisinde nasıl işlediğini göstermişlerdir.

De Korvin vd. (1995), yaptıkları çalışmada uzman muhasebe sistemlerinde özensiz veya kötü tanımlanmış kontrol terimleri ile ilişkili belirsizlik durumlarının

değişken maliyet analizlerinde bulanık mantık ile nasıl kullanabileceğini göstermişlerdir.

Finch ve Gavirneni (2006) yaptıkları çalışmada MHK analizlerinin uygulanmasında kullanılan değişken maliyetin belirsiz olduğunu ifade etmişlerdir. Chrysafis ve Papadopoulos (2008) ise Finch ve Gavirneni (2006) sadece değişken maliyetin belirsiz olduğu durumu genişletmişler ve MHK analizlerinde kullanılan tüm değişkenlerin (sabit maliyet, değişken maliyet, satış fiyatı ve satış hacmi) bulanık ifadelerini kullanarak bulanık sayılarla ifade edilmiş bir başabaş noktası oluşturmuşlardır. Bu durumu da daha iyi anlaşılabilmesi açısından sayısal bir örnekle açıklamışlardır.

Yuan (2009), yaptığı çalışmada MHK analizini bulanık mantık yardımıyla çözümlenmiştir. İşletmenin sabit ve değişken maliyetleri ile satış fiyatı ve hacmini bulanık dilsel değişkenler yardımıyla modele dahil edilebilir hale getirmiş ve en uygun koşullar altında işletmenin kâr düzeyini bulanık mantık yöntemini kullanarak, çalışmasında örnek bir uygulama yardımıyla, ortaya koymuştur. Yaptığı bu çalışma ile yöneticilerin gelecekte daha karmaşık durumlarla karşılaştığında MHK analizlerinin, önerdiği model ile bulanık mantık kullanılarak çözümlenebileceğini ifade etmiştir.

Karataş (2011), yaptığı yüksek lisans tezinde FTM sistemini, genellikle mühendislik uygulamalarında kullanılan BM ile entegre ederek, BM' nin maliyetleme sistemlerine de uygulanabileceğini göstermeyi amaçlamıştır. Bu amaçla inşaat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde bulanık FTM yöntemi sonuçlarını ve olası faydalarını araştırmak için bir model geliştirilmiştir.

Baral (2011) hazırladığı doktora tez çalışması kapsamında FTM sistemlerinde tahmini verilerin kullanılarak hesap kesinsizliği ve belirsizliğini gidermek ve kâr

planlaması yapmak için bulanık mantık kuramına dayalı bir metodoloji geliştirmiştir. Bu modeli, tek tip ve birden fazla mamul üreten iki işletme açısından incelemiştir.

Patcharaporn ve Maneewan (2012), faaliyet tabanlı maliyetleme (FTM) sistemini uygulayan işletmelerde kâr planlaması ve hizmet maliyeti fiyatının tespitinde belirsiz durumların da dahil edildiği bir çerçeve kapsamında bir model önermişlerdir. Bu amaçla bir vak'a çalışması yapmışlardır. FTM sisteminden faydalanılarak, kâr planlaması ve fiyatlandırma sınırları altında bulanık mantık kullanılarak belirsiz olan bilgiler kural tabanlı oluşturularak basite indirgenmiştir. İşletmenin, rekabet gücünü artırmak için operasyonel kararlar yerine getirebilecek bulanık kuralları ortaya koyarak, önerilen bulanık MHK modelinin işletme açısından uygulaması oldukça basit bir model olduğunu ifade etmişlerdir.

Bulanık Mantık (BM), 1960' lı yılların ortasında Zadeh tarafından literatüre tanıtılmıştır. O zamandan bugüne pek çok farklı alanda ilgi görmüş ve uygulamalar yapılmıştır. Ancak bu araştırma kapsamında, araştırmanın amacı doğrultusunda literatürde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. BM ile MHK analizlerini konu alan çalışmalar bir önceki başlıkta açıklandığı için bu başlık altında araştırmada uygulaması yapılan Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) ile ilgili çalışmalar incelenmiştir.

Zimmermann (1974) tarafından yapılan çalışma BDP ile yapılan ilk çalışma olarak literatürde yer almıştır. Zimmermann bu çalışmasında, bulanık küme teorisini ilk defa bir optimizasyon probleminde kullanmıştır. Negoita ve Sularia (1976) tarafından yapılan çalışmada, bulanık amaç fonksiyonun maksimize edildiği bir karar probleminin klasik bir matematiksel programlama problemine indirgenebileceği gösterilmiştir.

BDP' de bulanıklığın veya kesin olmamanın söz konusu olduğu parametrelere göre sınıflandırılmaların olduğu çalışmalar özellikle BDP ile ilgili literatürün teorik gelişiminde önemli katkılar sağlamıştır.

Dubois ve Prade (1980) çalışmasında bulanık sayıları, farklı güven düzeyleri ile ilişkilendirilmiş birçok değer aralığını içeren bulanık aralıklar olarak ifade etmişlerdir.

Verdegay (1984), parametrik programlama modellerini çözmek için geliştirilen yöntemlerin kaynak katsayıları bulanık olan bulanık DP modelleri için de kullanılabilirliğini önermiştir.

Rubin ve Narasimhan (1984), BDP problemlerinin modellenmesinde, teknik katsayılar, kaynak ve karar değişkenleri için, üyelik fonksiyonlarının inşasının en temel sorun olduğunu yaptıkları çalışmada belirtmişlerdir.

Tanaka ve Asai (1984) çalışmalarında bulanık kısıtlamaları ile BDP formülasyonu önermişler ve bulanık sayılar arasındaki eşitsizlik ilişkilerini dayandırılan bir çözüm yöntemi geliştirmişlerdir.

Ramik ve Rimenek (1985), kaynak ve teknoloji katsayıları yamuk bulanık sayı olarak alınarak yamuk bulanık sayılar için tanımlanan toplama işlemi yaparak eşitsizliğin sağlanması için de herhangi bir bulanık sıralama yönteminin kullanılabilirliği önermişlerdir.

Luhandjura (1987) çalışmasında sonsuz sayıda amaç fonksiyonları ile bir yarı-sonlu doğrusal programlama problemini BDP problemi olarak formüle etmiştir.

Werner (1987), amaç fonksiyonlarını, bulanık toplam kaynak miktarı veya bulanık eşitsizlik kısıtlarından dolayı, bulanık olarak kabul etmiştir.

Negi(1989), tüm katsayıları bulanık olan DP modelini çözmek için büyük olma ve kesin büyük olma olabilirliklerini kullanmıştır.

Lai ve Hwang (1992), kesin olmayan amaç fonksiyonu katsayılarının olabilirlik dağılımı ile ifade edildiği durumlar için bir yöntem geliştirmiştir. Yöntemde amaç fonksiyonu katsayıları üçgen olabilirlik dağılımı ile gösterilmiştir.

Shaocheng (1994), aralık sayılar ve bulanık sayılarla, BDP üzerinde çalışmış ve bulanık kısıtlı DP problemlerini öncelikle amaç fonksiyonu için bir üst sınır belirleyerek bulanıklıktan kurtarmıştır.

Wang (1997), pratik üretim planlama problemlerine uygun matematiksel model için tek bir optimal çözüm bulmak yerine, kabul edilebilir üyelik derecesi ile farklı çözümleri, ağırlıklı eğim yönünde değişim gösteren bir genetik algoritmayla bulmuştur.

Guu ve Wuu (1999) yaptıkları çalışmada, BDP problemlerinin çözümü ile ilgili önerilen iki aşamalı yaklaşımda, karar verici max-min işlemcisini gerçekleştirebilecek etkin bir çözüm araştırdığında karar vericinin bu isteğini gerçekleştirmek için uygun bir ortam olması halinde otomatik olarak yerine getirileceğini belirtmişlerdir.

Maleki vd. (2000), amaç fonksiyon katsayıları, kısıt katsayıları ve sağ taraf değerleri yamuk bulanık sayılarla tanımlanmış bulanık DP modelini çözmek üzere bir yöntem önermişlerdir. Ayrıca bu yöntemden çıkan sonuç ile karar değişkenleri bulanık olan doğrusal programla modelini çözmek üzere bir yaklaşım geliştirmişlerdir.

Tanaka vd. (2000), kaynak kısıtlarının bulanık sayılarla ifade edildiği bulanık programlama modelinde karar değişkenlerini olabilirlik dağılımları ile kontrol eden bir yaklaşım önermişlerdir.

Buckey ve Feuring (2000), tüm katsayıları ve karar değişkenleri üçgen bulanık sayı ile ifade edilen bulanık DP modelini çözmek için evrimsel bir yöntem önermiştir.

Maeda (2001), amaç fonksiyonu katsayılarını simetrik üçgen bulanık sayı olarak kabul etmiş ve bulanık modelli bir problemi parametrik DP modeline dönüştürerek

çözmüştür. Zhang vd.(2003) ise Maeda yaklaşımını genelleştirerek sadece simetrik üçgen bulanık sayılarda değil tüm bulanık sayılarda uygulanabilir hale getirmiştir. Bu doğrultuda bulanık amaç fonksiyonu dört kesin amaca dönüştürülmüş ve ortaya çıkan çok amaçlı DP modeli ağırlıklar yardımıyla çözülmüştür.

Leon ve Vercher (2004) çalışmalarında kaynak ve teknoloji katsayılarını sol-sağ bulanık sayılar ile temsil edip bulanık kısıtları kesin sayılı kısıtlara dönüştürerek amaç fonksiyonunu çözmüşlerdir.

Lotfi vd. (2009), bütün parametreleri ve değişkenleri üçgen bulanık sayı olan BDP problemleri için bir farklı bir görüş öne sürerek, simetrik üçgen bulanık sayılar ile ilgili var olan kavramları kullanarak bulanıklığın miktarını durulaştırmak için bir çalışma yapmışlardır.

Fang vd. (2010), BDP probleminin çözümü için temel çizgi algoritması adı altında yeni bir model üzerinde çalışmışlardır ve BDP çözümü ile Simplex metodunu karşılaştırmışlardır.

Deng (2011), bulanık doğrusal programlama yaklaşımını aralık değerli matrix oyunlarını çözmek için kullanmıştır.

Mangaraj (2012), mamul portföy planlamasında mamullerin seçimi için 0-1 biçiminde bir BDP yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmalarına ait uygulamayı Hindistan'da dokumacılık alanında faaliyet gösteren bir işletmenin mamul portföy planlamasını yaparak, BDP'nin bu alanda da kullanılabilirliğini örneklendirmişlerdir.

6. KISITLAR TEORİSİ VE MALİYET-HACİM-KÂR ANALİZLERİNİN BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜMLENMESİ

Kısıtlar teorisi (KT), Maliyet-Hacim-Kâr (MHK) analizi ve Bulanık Mantık (BM) kavramları ayrıntılı olarak açıklandıktan sonra bu bölümde çalışmanın uygulama kısmı yer almaktadır. Uygulama iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, MHK ve KT analizinin temelleri dikkate alınarak işletme kârı satış tutarının fonksiyonu olarak hesaplanacaktır. Bu hesaplamalarda kullanılan prensiplerden yola çıkarak; hem MHK analizinin dayandığı temeller ile hesaplanan, hem de KT' ye göre hesaplanan kâr tutarı BM yöntemi ile çözümlenecektir. MHK analizleri işletmelerdeki optimal mamul karmasının tespit edilmesinde kullanılan bir yönetim muhasebesi aracı olduğundan uygulamanın ikinci kısmını optimal mamul karmasının tespit edilmesi oluşturmaktadır. Öncelikle MHK analizi ile daha sonra da KT' ye göre optimal mamul karması oluşturulacaktır. Daha sonra, Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) yöntemi ile optimal mamul karması tespit edilecek ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılacaktır. Bu durumda, birinci kısımda dört, ikinci kısımda dört olmak üzere toplam sekiz adet analiz gerçekleştirilmiş olacaktır. Sonuçta, KT ile MHK açısından yapılan analizlerin BM çözümleri ortaya koyulacaktır. Üç yöntemle göre tespit edilen bulgular karşılaştırılarak, değerlendirilecektir.

6.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

İşletmeler, üretim maliyetlerinin hesaplamasında çoğunlukla tam ve değişken maliyet yöntemlerini kullanmakta ve döneme ait kârlarını da bu yöntemlerden elde edilen değerler ile hesaplamaktadır. İşletmelerin önemli yönetsel kararlarından olan optimal mamul karmasının hesaplamasında da yine çoğunlukla tam ve değişken maliyet yöntemlerini kullanılarak oluşturulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, işletme kârının

hesaplanmasında ve optimal mamul karmasının tespit edilmesinde bu yöntemlere alternatif olarak KT ilkeleri ve BM temellerinin kullanılabilceğini göstermektedir.

MHK analizlerinin gelişen üretim sistemleri karşısında yetersiz kaldığı durumlar ve temelde kabul ettiği bazı varsayımlar yeni geliştirilen modern yönetim teknikleri açısından eleştirilmektedir. 1990' lı yıllarda ortaya çıkan KT' de MHK analizlerine eleştirel yaklaşarak mamul maliyetinin hesaplanmasına ve optimal mamul karmasının belirlenmesine yeni bir bakış açısı getirmiştir.

BM 1960' lı yılların sonunda literatüre kazandırılmış ve son yıllarda sosyal bilimlerde uygulama alanı bulmuştur. Finans alanında yapılan çalışmalar içerisinde daha çok rastlanan BM uygulamalarının muhasebe alanında kullanılması oldukça yenidir. Muhasebe alanında da BM uygulamalarının kullanılabilirliğini göstermeyi amaçlayan bu çalışma, aynı zamanda BM uygulamalarının muhasebe literatüründe yer alması açısından, çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

6.2. ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI VE KISITLARI

Muhasebe literatüründe kabul edilen MHK analizlerinin dayandığı varsayımların bir kısmı çalışmanın da varsayımlarını oluşturmaktadır. Bu varsayımlar içinde değerlendirilmeyen kısımlar vardır. Analizlerin yapıldığı işletmenin genel durumu incelenmiş ve geçmiş verilerinden yararlanılarak gelecek ile ilgili çıkarımlar yapıldığından bazı varsayımlar çalışmanın dışında tutulmuştur. Aşağıda çalışmada göz önüne alınan ve alınmayan varsayımlar açık bir şekilde yer almaktadır.

MHK analizlerinin dayandığı ve çalışma kapsamı içerisinde kullanılmayan varsayımlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Büyükmirza, 2008: 438-439):

- İşletme piyasada belirlenen ya da kendi belirlediği satış fiyatından istediği kadar satış yapabilmektedir.

- İşletmede tek tür mamul üretilmektedir veya birden fazla mamul üretmekle birlikte, her bir mamulden satılan miktarların toplam içerisindeki oranı değişmemektedir.
- Dönem başı ve dönem sonu mamul stoklarında önemli bir değişiklik olmamakta yani, üretilen mamullerin tamamı aynı dönem içerisinde satılmaktadır.

Çalışma kapsamı içerisinde dikkate alınan varsayımlar ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Büyükmirza, 2008: 438-439):

- İşletmenin giderleri, sabit ve değişken olmak üzere iki kısma ayrılabilir.
- Sabit giderler kapasiteye kadar değişmemektedir.
- Birim değişken maliyet kapasiteye kadar değişmemektedir.

KT' ye ait analizler yapılırken ise, bu teorinin dayandığı varsayımlar göz önüne alınmıştır (Huang, 1999: 21-27)

- Direkt işçilik giderleri, dönem gideri olarak kabul edilmektedir.
- İşletmenin temel amacı kâr elde etmektir.
- Her mamul için en az bir kısıt vardır.
- Üretim zincirinde, mamul akışının planlanması zorunludur.

MHK analizinin ve KT dayandığı varsayımlar çalışmanın da varsayımlarını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada vak'a çalışması kullanılmıştır. Vak'a çalışmasının temeli bir olayın uygun bir yöntemle derinlemesine incelenmesidir. Benzer başka olaylarında olduğu göz önünde bulundurularak sadece tek bir olayı araştırmak yeterli olmaktadır. Ayrıca, benzer çalışmalar ile sonuçların desteklenmesi sonuçların güvenilirliğini arttırmaktadır.

Çalışmanın uygulama bölümü için iki ayrı işletme incelenmiş olması çalışmanın kısıtı olarak değerlendirilebilir. Uygulamanın bazı bölümlerine ait çalışmalar yer almasına rağmen, tamamını kapsayan bir çalışma olmaması sebebiyle sonuçların desteklenmesinin sağlanamaması bir diğer kısıt olarak belirtilebilir.

6.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada kullanılan yöntem "vak'a çalışması"dır. Vak'a çalışmasının, yönetim muhasebesi araştırmalarında sıklıkla kullanılan bir araştırma yöntemi olması ve uygulamada yönetim muhasebesinin, hem kullanılan teknik, prosedür ve sistemler bakımından, hem de bunların kullanıldığı yerler bakımından yapısını anlama imkanı sağlaması açısından bu yöntem kullanılmıştır.

Mevcut maliyet yöntemlerinin tanımlanması ve üretim sürecine bağlı olarak incelenmesi, üretim sürecinin derinlemesine incelenmesini, finansal ve finansal olmayan verilerin toplanmasını ve bir takım görüşmeleri gerektirmektedir. Vak'a çalışması yöntemi, araştırmacıların bu tekniklerin hepsini bir çalışmada gerçekleştirmelerini mümkün kılan bir yöntemdir (Tanış ve Güner,2003:7).

Vak'a çalışmasının teknik bir tanımı 1981 yılında Yin tarafından geliştirilmiştir. Vak'a çalışması deneysel (ampirik) bir inceleme olup, çoklu delil kaynaklarının kullanıldığı ve vak'a ile vak'anın içinde meydana geldiği yer arasındaki sınırlar yeterinde açık olmadığında gerçek hayatın içinde oluşan doğal bir olayı araştırır (Anderson, 1990: 158).

Vak'a çalışması ayrıca, evrendeki belirli bir ünitenin, derinliğine ve genişliğine, kendisi ve çevresi ile olan ilişkilerini belirleyerek, o bölüm hakkında bir yargıya varmayı amaçlayan tarama düzenlemeleridir. Vak'a çalışmasında, toplanan veriler, sadece inceleme konusu olan bölüm için geçerli olup, genelleme amacı taşımamaktadır.

Ancak incelenen örnek olay çalışmalarının çoğalmasi ile genellenebilirlik sağlanabilir. Vak'a çalışmasında, iş yaşamında karşılaşılan ya da karşılaşılabilecek olan sorunlar ele alınır, incelenir ve çözüm bulunmaya çalışılır. Vak'aların öğrenilmesinde, verilerin analizinde ve sorunun değerlendirilmesinde, vak'anın nedenlerine ilişkin ya da çözümüne ilişkin öneriler ve sonuçlar ortaya koyulur (Karasar, 2005: 86).

Güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesinde inceleyen, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin çizgilerle ayrılmadığı ve birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan görgül bir araştırma yöntemi olan vak'a çalışması nasıl ve niçin sorularını ele alarak, araştırmacının sadece gözlemleyebildiği vak'ayı derinliğine incelenmesine olanak verir (Yıldırım, 2003:190).

Vak'a çalışmasında, öncelikle araştırmacı araştırma yapmayı planladığı bir ortama girerek geniş bir ağ çizerek, araştırmanın yapılabilirliğini inceler. İncelemeler sonucunda nasıl ilerleyeceğine ilişkin ipuçları bulmaya çalışır. Daha sonra verileri toplamaya başlar, gözden geçirir, keşfeder ve araştırmaya nasıl devam edeceğine karar verir. Zamanını nasıl etkin kullanacağını, araştırmayla nereye gideceğine, kiminle görüşeceğine, neyi derinlemesine inceleyeceğine karar verir (Uzuner, 1999: 58). Bahsedilen bu süreç yani vak'a çalışması yapılırken temel olarak izlenecek basamaklar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Şimşek ve Yıldırım, 2003: 194):

- Araştırma sorularının geliştirilmesi
- Araştırmanın alt problemlerinin geliştirilmesi
- Analiz biriminin saptanması
- Çalışılacak durumun belirlenmesi
- Araştırmaya katılacak bireylerin seçimi

- Verinin toplanması ve toplanan verinin önermelerle veya alt problemlerle ilişkilendirilmesi
- Verinin analiz edilmesi ve yorumlanması
- Durum çalışmasının raporlaştırılması

Vak'a çalışması, geçerlilik ve güvenilirlik konularında eleştirilmektedir. Bu eleştiriler için alınabilecek önlemlerin ilki araştırmacının çalıştığı olay da kalma süresini uzatmasıdır. Bu yolla araştırmacı gözlemlerini genişletebilir ve böylece verilerin doyum noktasına ulaşması sağlanabilir. İkinci olarak, araştırmacı verisini toplarken çeşitli “veri çeşitlemesi” yöntemlerini kullanabilir. "Veri çeşitlemesi", araştırma verilerinin toplanmasında birden fazla veri toplama yönteminin kullanılması ve toplanan verilerin birbirlerini destekleyici ve teyit edici biçimde sunulması olarak tanımlanabilir. Üçüncü olarak, vardığı temel sonuçları araştırmasına katılan bireylerle paylaşarak onların görüşlerini alabilir. Burada asıl amaç, bir duruma ilişkin belirli bir perspektif geliştirmek veya o durumu derinlemesine irdelemek ise, durumda rol oynayan ve araştırmaya dahil edilen bireylerin görüşlerine başvurmanın herhangi bir sakıncası yoktur. Yani amaç, durumu olabildiğince doğru ve yansız betimleme olmalıdır. Son olarak, araştırmacı ulaştığı sonuçların ne kadar isabetli olduğu konusunda, aynı alanda çalışan diğer araştırmacıların görüşlerine başvurabilir. Bu durum, hem bulunan sonuçların desteklenmesi, hem de varılan sonuçlara ilişkin varsa alternatif açıklamaların getirilmesini sağlayabilir (Şimşek ve Yıldırım, 2003: 202).

Yin' e göre (1984), bir çalışmanın güvenilirliği, çalışmanın bir başkası tarafından aynı biçimde tekrarlandığında, aynı veya benzer sonuçları verebilmesi ile sağlanabilir. Vak'a çalışmasında güvenilirliği yükseltmek için, araştırmacı takip ettiği süreçleri açıkça tanımlamalı, ilgili dokümanlarla desteklemeli, araştırmasını sistemli bir biçimde aşama

aşama geliştirmeli ve bunu sunmalıdır. Ayrıca araştırmasını tekrarlanabilmesi için başkaları tarafında da kullanılabilir bir veri tabanı oluşturmalıdır (Şimşek ve Yıldırım, 2003: 202).

Vak'a çalışmasına yöneltilen eleştirilerden en önemlisi, bu araştırma yönteminin bir veya birkaç durumdan yola çıkarak bir genellemeye gitmesiyle ilgilidir. Vak'a çalışmalarıyla, toplumsal çözümlerlerin yapılabileceği kabul edilmektedir. Ancak sadece birkaç olaydan elde edilen verilerle tümdengelim yapılamayacağı kanısı da yaygındır. İncelenecek olayla ilgili durumun belirlenmesinde rastgele seçim de yapılmamaktadır. Bu noktada vak'a çalışmalarında veri toplamada çeşitli araçların kullanılması ve bu çalışmaların diğer araştırma yöntemleriyle desteklenmesi önerilmektedir. Bir başka eleştiri ise, vak'a çalışmalarında yaşam öyküleri üzerinde durulurken, araştırmacının edebiyata kaçması; olayları romantikleştirmesi, abartması veya olayları olduğundan çok ya da az göstermesine yöneliktir (Keleş, 1976: 285).

Yin (1984) olay çalışmasına yönelik eleştirileri üç başlık altında toplamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2003, 192):

- Vak'a çalışması yanlıdır.
- Vak'a çalışması genellemelere yer vermez
- Vak'a çalışması uzun zaman alır ve sonuçta okunması mümkün olmayan bir veri seti üretilir.

Yukarıda Yin tarafından üç başlık altında toplanan eleştirilerin aslında diğer araştırma yöntemleri için de geçerli olabileceği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Birçok araştırmacı bu eleştirilerden birincisine katılmamaktadır. Yanlılık olay çalışmalarının doğasından değil, araştırmacıların özensiz ve az emek harcamalarından kaynaklanmaktadır. Vak'a çalışması yoluyla genellemelere varılamayacağı, yani tek bir

durumun incelenmesiyle bir genelleme yapılamayacağı yönündeki eleştirilere ise, Yin deneysel çalışmaları örnek göstererek karşı çıkmaktadır. Deneysel çalışmalarda da tek bir deneyden yola çıkarak genellemeler yapılmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki, bilimsel bilgi çoğu zaman tek bir deneyin sonucundan ziyade, farklı koşullarda tekrar edilmiş ve birbirini teyit eden bir dizi deney sonucuna dayanır. Durum çalışmasının uzun zaman alması ve okunması zor bir veri yığını oluşturması yönündeki eleştiriler ancak hatalı yapılmış ve iyi düzenlenmemiş durum çalışmalarına yönelik olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2003: 192-193).

Vak'a çalışmasına ait niteliğin arttırılabilmesi için dört özelliğe dikkat edilmelidir (Yıldırım ve Şimşek, 2003: 202, Demirel Utku, 2006: 154-155).

1. Yapı Geçerliği: Vak'a çalışmalarına yönelik ölçütlerin olmadığına ve veri toplaması sırasında araştırmacının öznel yargılarının yapılacak işe karıştığına inanılmaktadır. Bu yaklaşım iyi tasarlanmış bir vak'a çalışması için haksız bir eleştiri olmaktadır. Bu haksız eleştirileri ortadan kaldırmak için yapı geçerliği arttırılmalıdır. Yapı geçerliğini arttırmak için, birden fazla veri türünün veri toplama sürecinde kullanılması, toplanan verilere ilişkin bir kanıt zincirinin oluşturulması ve hazırlanan olay çalışma raporunun, veri toplama sürecinde yer almış deneklerden birine okutulması gibi yollar kullanılır.

Çalışma açısından yapı geçerliğinin sağlanması için; literatür ile ilişkili olarak oluşturulan örnek vak'a çalışma süreci, işletme yetkililerine ayrıntılı bir şekilde anlatılmış ve hatalı ya da eksik bölümler beraber değerlendirilerek olay çalışmasına ait süreç doğrulatilmiştir.

2. İç Geçerlik: Bir çalışmada araştırılan değişkenler arasında bulunan ilişkinin gerçekte öyle olup olmadığı iç geçerlilik ile sorgulanır. Vak'a çalışması yapan bir

araştırmacının iç geçerliliği artırabilmesi için, bulduğu sonuçlara nasıl vardığını açık seçik ortaya koyması ve çıkarımları ile ilgili kanıtları diğer kişilerin ulaşabileceği tarzda sunması gereklidir.

Çalışma açısından iç geçerliliği sağlayabilmek için; uygulamanın her aşaması ayrıntılı açıklanmış ve bulguların nasıl elde edildiği detaylandırılmıştır.

3. Dış Geçerlilik: Bir araştırmanın genellenmesi ile ilgilidir. Vak'a çalışmalarında, doğal olarak istatistiksel bir genelleme söz konusu olmamakta, ancak "analitik genelleme" yapılabilmektedir. Analitik genellemede araştırmacı nüfusla ilgili bir evrene değil, bir kurama genelleme yapmaktadır. Belirli bir durumun çalışılması sonucu elde edilen sonuçlar, belirli bir kavramsal modelin önerilmesine olanak vermektedir.

Bu çalışmada istatistiksel bir genelleme değil, analitik bir genelleme yapılmıştır. Yani KT, MHK analizi ve BM yaklaşımları ile genellenerek kavramsal bir model oluşturulmuştur.

4. Güvenirlilik: Daha önce yapılmış olan bir çalışmanın başka bir araştırmacı tarafından aynı şekilde tekrar edildiğinde, aynı veya benzer sonuçları vermesi ile ilgilidir. Güvenirlilik bir araştırmada, araştırmacıya bağlı hata veya yanlışlık payının azaltılmasıdır. Vak'a çalışmalarında güvenirliliği arttırmak için, araştırmacı takip ettiği süreçleri açık bir biçimde tanımlamalı ve ilgili dokümanlarla desteklemeli, araştırmasını belirli bir sistem içerisinde, aşama aşama geliştirmeli ve bunu sunmalıdır.

Çalışma açısından uygulamanın güvenilirliği için; literatürde uygulamanın bazı bölümlerine ait benzer çalışmalara bakılmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Ancak uygulamanın bazı bölümlerine ait benzer çalışmalara rastlanmadığından bu kıyaslama yapılamamıştır. Fakat bundan sonra yapılacak çalışmalara örnek teşkil etmesi açısından çalışmanın önemi burada bir kez daha vurgulanmıştır.

6.4. ARAŞTIRMAYA AİT İŞLETMELERİN SEÇİMİ VE VERİLERİN TOPLANMASI

KT, MHK ve BM kavramlarının incelendiği bu çalışmada uygulamanın yapılması için iki işletme kullanılmıştır. Bu işletmelerin ikisi de Konya'da faaliyet göstermektedir. İlk işletmede, uygulamanın birinci bölümünü oluşturan KT ve MHK analizi ile hesaplanan kâr tutarı her iki teorinin prensiplerine uygun olarak BM yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Bu işletme seçilirken mamul portföyünün az olması ve maliyet sınıflandırılmasının net olarak sağlanması seçenekleri göz önüne alınmıştır. Bu şekilde mamul sayısının çok olması ve maliyetlerin sınıflandırılmasında yaşanan güçlüklerin, satış tutarının fonksiyonu olarak kâr tutarının hesaplanmasında en aza indirgenmesi sağlanmıştır. Ayrıca, muhasebe açısından yeni bir yöntem olan BM ilkelerinin de net olarak aşama aşama açıklanmasının daha anlaşılabilir olması sebebiyle işletme seçiminde bu kriterler göz önüne alınmıştır.

Uygulamada kullanılan ilk işletme, oksijen, karbondioksit, argon, azot, karışım gazları dolumu ve kuru buz imalatını kendi bünyesinde gerçekleştirebilen ve diğer sanayi ve tıbbi gazlarında sürekli tedarikçisidir. Bu işletmeden veriler bizzat işletme sahibinden, üretim müdüründen (kimya mühendisi) ve üretimden sorumlu ustabaşından olmak üzere üç kişi ile görüşülerek ortak bir değerlendirme ile elde edilmiştir. BM için gerekli olan uzman görüşünde ise yine bu üç kişi ile bizzat yapılan görüşmelerden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Uygulamanın ikinci kısmını ise; KT ve MHK analizi ile belirlenen optimal mamul karmasının yine bu teorilerinin ilkeleri kullanılarak Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) ile belirlenmesi oluşturmaktadır. Optimal mamul karmasının bir işletmede belirlenebilmesi için aynı üretim bandında birden fazla mamulün üretilmesi

gerekmektedir. Birbirinden bağımsız üretim süreçlerine sahip mamuller için böyle bir mamul karmaşı söz konusu olmamakta çünkü; işletme ürettiği mamulün üretim bandında başka ürünler üretmediğinden satış hacmi de ürettiği mamul kadar olmaktadır. Bu açıklamalar ışığında, ikinci işletme olarak ekmek üretimi yapan bir işletme seçilmiştir. Aynı üretim bandında beş farklı mamul üreten bu işletmede, veriler yine bizzat işletme sahibinden, üretimden sorumlu baş ustadan ve üretimden sorumlu ustadan olmak üzere üç kişi ile görüşülerek ortak bir değerlendirme ile elde edilmiştir.

6.5. ARAŞTIRMADA VAK'A ÇALIŞMASI - I

Bu bölümde, MHK ve KT analizinin temelleri dikkate alınarak satış tutarının fonksiyonu olarak kâr hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda kullanılan prensiplerden yola çıkarak; hem MHK analizinin dayandığı temeller ile hesaplanan, hem de KT' ye göre hesaplanan kâr tutarı BM yöntemi ile çözümlenmiştir. Öncelikle, uygulamada kullanılan işletmeye ait genel bilgiler ve işletmenin üretim sistemi hakkında bilgiler verildikten sonra yapılacak dört uygulama sırasıyla aşağıda yer almaktadır:

1. MHK analizi ile işletme kârının hesaplanması,
2. KT ilkelerine uygun olarak işletme kârının hesaplanması,
3. MHK analizinde kullanılan prensipler doğrultusunda işletme kârının BM yöntemiyle çözümlenmesi,
4. KT' de kullanılan prensipler doğrultusunda işletme kârının BM yöntemiyle çözümlenmesi,

6.5.1. İşletmeye Ait Genel Bilgiler

İşletme, Limited Şirket statüsünde 1960 yılında iki ortak tarafından kurulmuştur. 1999 yılında ise; ortaklardan biri haklarını diğer ortağın oğluna devretmiş ve işletme aile şirketi olarak çalışmalarına devam etmiştir. Kurulduğu yıllarda işletme, Konya'nın

sahip olduğu ilk sanayi ve tıbbi gaz dolum tesisi olarak işe başlamıştır. 24 saatte yaklaşık 600 m³ oksijen gazı üretebilen tesis uzun zaman Konya ve bölgesinin oksijen ihtiyacını karşılamıştır. 1987 Yılında hizmetine Konya Anadolu Sanayinde devam eden işletme burada ürün portföyüne sıvı karbondioksit dolumunu da eklemiştir. Aynı bölgedeki 3256 m² açık, 1000 m² kapalı alana sahip mevcut hizmet binasına geçiş tarihi ise Eylül 2007'dir. İşletme Nisan 2010 tarihinde Konya'da ilk olarak argon ve karışım gazlarının dolumunu yapmaya başlamıştır. İşletmenin bugün itibariyle, oksijen, karbondioksit, argon, azot, karışım gazları dolumu ve kuru buz imalatını kendi bünyesinde gerçekleştirebilen işletme diğer sanayi ve tıbbi gazlarında sürekli tedarikçisidir.

İşletmenin ürün portföyü, ne amaçla kullanıldığı ve nasıl üretildiği kısaca aşağıda açıklanmıştır.

I. ARGON: Atmosferde yaklaşık % 0.9 oranında bulunan argon; renksiz, kokusuz ve tatsız bir soygazdır. Soygaz olması nedeniyle tepkimeye girmeyen argon gazı atmosferdeki azot, hidrojen ve oksijen gazlarının ayrıştırılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Yeryüzünde en çok bulunan soygaz olması nedeniyle endüstride çok kullanılmaktadır.

SEMBOL: Ar

MOLEKÜL AĞIRLIĞI : 40 gr / mol

KAYNAMA NOKTASI: - 186° C

Kullanım Alanları: Alüminyum üretimi için, inört atmosfer oluşturmak için, yarı iletken üretimi, inört atmosfer oluşturmak ve ısı iletimi sağlamak için, flüoresan ampul üretimi, dolgu gazı olarak, metal eşya imalatı, kaynak işleminde koruyucu atmosfer oluşturmak için, çelik üretimi, kaliteli üretim için.

Nasıl Üretilir?:Kriyojenik hava ayrıştırma tesislerinde, distilasyon kolunda sıvılaşmış havayı farklı kaynama noktaları esasına göre komponentlerine ayırarak üretilmektedir.

2. OKSİJEN: Canlıların yaşamında aktif bir rolü olan Oksijen gazı, reaktif özelliğinden dolayı endüstrinin içinde çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır. Oksijen ilk olarak 18. yüzyılın sonlarında civa oksitinin ısıtılması ile ortaya çıkmıştır. Yine aynı tarihlerde havada bulunan ve yanmaya etki eden bir gaz olduğu keşfedilmiştir. Önceleri bütün asitlerin bu gazı barındırdığı varsayıldığı için “asit yapan” anlamına gelen oksijen ismi verilmiştir. Oksijen gazının, endüstride ilk ticari amaçlı kullanımı sahne aydınlatmasıdır. 20. yüzyılın başından itibaren kaynak ve tıp alanında kullanılmaya başlanan oksijen gazı, 1950’li yıllar ile birlikte çelik üretiminde ağırlıklı tüketilir hale gelmiştir.

SEMBOL: O

MOLEKÜL AĞIRLIĞI : 16 gr / mol

KAYNAMA NOKTASI: - 183° C

Kullanım Alanları:Cam üretimi, kimyasalların üretimi, çelik üretimi, metallerin üretimi ve metal eşya imalatı, sağlık hizmetleri, kağıt ve kağıt hamuru üretimi, su hazırlama ve atık su arıtma.

Nasıl Üretilir?:Kriyojenik hava ayrıştırma tesislerinde, distilasyon kolonunda sıvılaşmış havayı, farklı kaynama noktaları esasına göre, komponentlerine ayırarak ve PSA (Pressure Swing Adsorbtion) tesislerinde, havanın içindeki azotu adsorbent vasıtası ile uzaklaştırmak suretiyle üretilmektedir.

3. KARIŞIM: Karışım gazları saf gazların karıştırılması ile hazırlanmaktadır. Karışım gazları önceden karıştırılmış olarak çelik tüpler içinde veya kullanıcının yerinde

sürekli hazırlayarak ikmal etmektedir. Önceden karıştırılmış karışım gazlar, uzman ve tecrübeli kimyager ve mühendislerinden oluşan ekipleri dolum tesislerinde hazırlamakta ve analitik sertifikasyonunu yapılmaktadır. Yerinde hazırlanan karışım gazları ise yüksek hassaslıktaki özel gaz karıştırıcı (mixer) ekipmanlar ile hazırlanarak sürekli olarak kullanıcıya ikmal edilmektedir.

4. AZOT: Atmosferin yaklaşık % 78 ini oluşturan azot gazı yaşamımızda çok önemli bir yer teşkil eder. Azot gazı renksiz, kokusuz, tatsızdır, yanıcı değildir. Ayrıca inört özelliği nedeniyle bir çok uygulamada kullanılmaktadır. Azot gazı sıvı haldeyken oldukça soğuktur ve bu özelliği azotu emniyetli bir dondurucu ve soğutucu yapar. Normal şartlar altında reaksiyona girmemesi nedeniyle azot gazı atmosferi altında yanma reaksiyonlarının yanı sıra birçok kimyasal reaksiyonun gerçekleşmesi engellenebilir.

SEMBOL : N

MOLEKÜL AĞIRLIĞI : 14 gr / mol

KAYNAMA NOKTASI :-196° C

Kullanım Alanları: Kimyasal üretimi ve kimyasalların korunması, inört atmosfer oluşturmak için, gıdaların paketlenmesi, inört (koruyucu atmosfer) oluşturmak için, elektronik üretimi, inört atmosfer oluşturmak için metal üretimi ve ısıtma işlemi, sağlık hizmetleri, biyolojik örneklerin dondurulması.

Nasıl Üretilir?:Kriyojenik hava ayırıştırma tesislerinde, distilasyon kolonunda sıvılaştırılmış havayı, farklı kaynama noktaları esasına göre komponentlerine ayırarak ve Mambran tip tesislerde, havanın içindeki azotun gaz olarak ayırıştırılması ile üretilir.

5. KARBONDİOKSİT: Karbondioksit gazı, bir karbon ve iki oksijen atomundan oluşan moleküle sahip, normal koşullarda gaz halinde bulunan bir bileşiktir. Renksiz ve

kokusuzdur. Kimyasal olarak asidiktir ve suda çözünebilir, yanmayı desteklemez. Solunumdaki yeri açısından hayati önem taşımaktadır. Karbondioksit gazı serbest gaz halinde volkanik bölgelerde, suda çözünmüş olarak maden suyunda yer altında bulunmaktadır. Endüstriyel uygulamalar için baca gazlarından arıtılarak ya da hidrojen ve amonyak üretiminin bir yan ürünü olarak elde edilir. Katı halde iken doğrudan süblimleşerek gaz haline geçer. Diğer birçok inert gaz gibi karbondioksit de yanmayı ve oksidasyonu engellemek için kullanılır. Ayrıca soğutucu olarak da kullanılır. -80 °C deki katı karbondioksit gıda endüstrisinde soğutmak ve dondurmak için kullanılır.

SEMBOL: CO₂

MOLEKÜL AĞIRLIĞI : 44 gr / mol

KAYNAMA NOKRASI :- 78,5° C

Kullanım Alanları: Gazlı içecek üretimi, karbonatlama, gıda üretimi, soğutma, dondurma, paketlemede koruyucu gaz atık su işleme, alkali atık suların nötralizasyonu, metal eşya imalatı, kaynak işleminde koruyucu gaz oluşturmak için, bitki yetiştirme, sera atmosferinin zenginleştirilmesi, kağıt ve kağıt hamuru üretimi, PCC (Perisipe kalsiyum karbonat) üretimi, Ekstraksiyon, cafeinsiz kahve üretimi, yangınla mücadele, karbon dioksitli yangın söndürme tüpleri.

Nasıl Üretilir?: Zengin karbon dioksit içeren doğal kuyular üretim kaynağı olarak kullanılır. Başka bir üretimin yan ürünü olarak ortaya çıkan karbon dioksit üretim kaynağı olarak kullanılır. Yakıt yakarak elde edilen karbondioksit üretim kaynağı olarak kullanılır.

6. KURUBUZ: Kuru buz kısaca donmuş karbondioksittir. Bir blok kuru buzun yüzey ısısı – 78.5 C° dir. Kuru buz aynı zamanda uçunum özelliğine sahiptir, kuru buz eridiğinde sıvı haline gelmek yerine doğrudan karbondioksit gazına dönüşür. Çok soğuk

oluşu ve uçunurluk özelliği nedeniyle dondurma amaçlı işlerde kuru buz sıkça kullanılmaktadır.

Kullanım Alanları: Plastik sanayi, kauçuk sanayi, kimya sanayi, tekstil sanayi, gıda sanayi, metal sanayi, mobilya sanayi, mobilya makineleri, gemi ve inşaa sanayi, döküm kalıp sanayi, soğutma sanayi, sağlık sektörü, otomotiv sanayi, enerji sektörü, petro-kimya sanayi, kağıt sanayi, elektronik sanayi, MDF ve sunta sektörü.

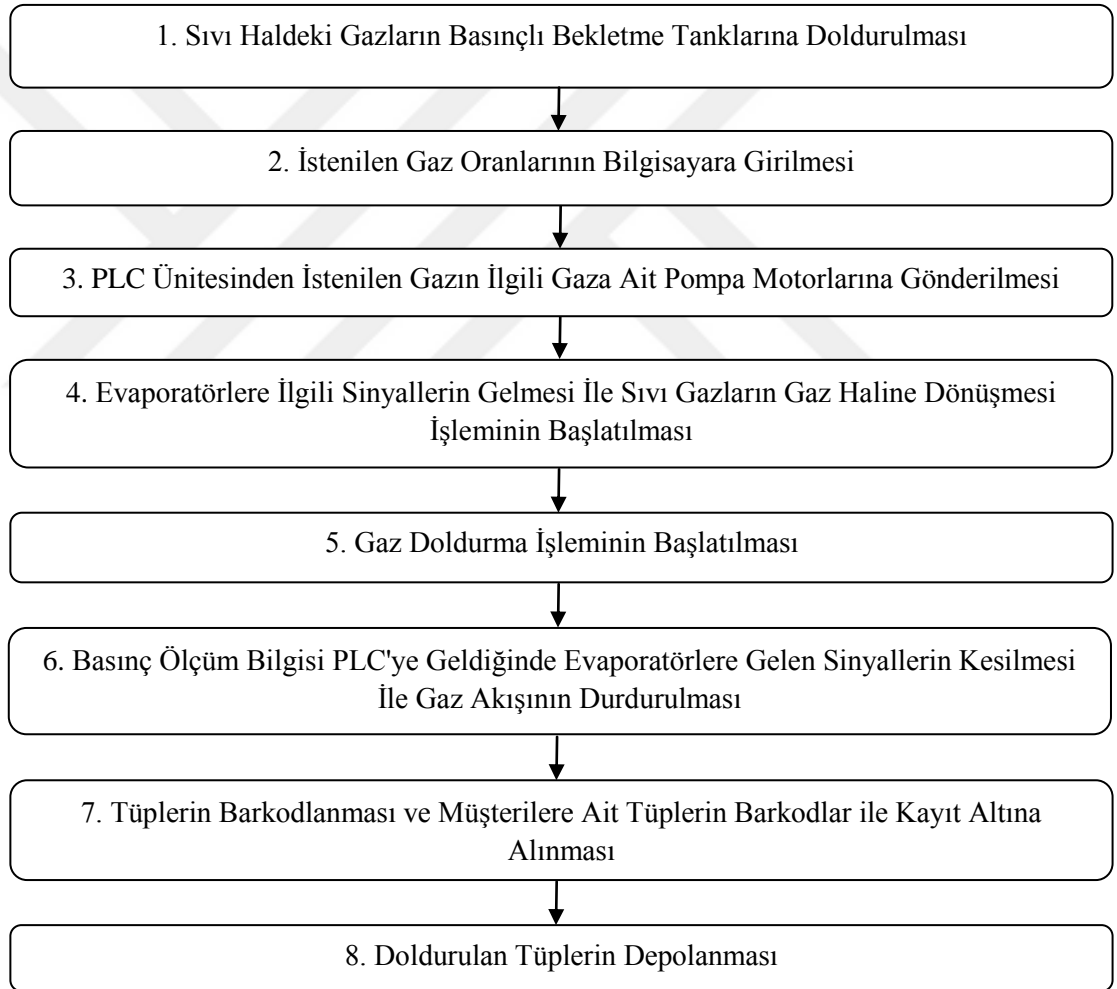
6.5.2. İşletmenin Üretim Sistemi

İşletmede, oksijen, karbondioksit, argon, azot, karışım gazları dolumu ve kuru buz imalatını yapılmaktadır. İşletmenin bu üretimleri yapabilmek için sahip olduğu makine ve teçhizat şunlardır: oksijen stok tankı, karbondioksit stok tankı, argon stok tankı, oksijen tüp dolum ünitesi, karbondioksit tüp dolum ünitesi, argon ve karışım gaz tüp dolum ünitesi, vana sökme takma makinesi, evaporatör, oksijen pompası, karbondioksit pompası, argon pompası, tüp için boya temizleme makinesi, test tüp ünitesi, tüp kurutma makinesi, tüp boyama makinesi, kompresör, kuru buz makinesi.

İşletmenin yukarıdaki makine ve teçhizatı kullanarak yaptığı üretime ait süreç kısaca şu şekilde anlatılabilir. Sıvı olarak, basınçlı bekletme tanklarında tutulan Azot, Karbondioksit, Argon ve Oksijen gazlarının karışımı için istenen oranların girişi prosese uygun yazılım ile bilgisayar üzerinden yapılarak, bilgisayardan istenen karışım basınç değerleri girildiğinde, PLC (Programmable Logic Controller) ünitesinden istenen gazın çeşidine göre ilgili gaza ait pompa motorları ile evaporatörlere “devreye girme” sinyalleri gönderilmektedir.

Bu çalışma sinyalleri ile dolum hattında gaz akışı başlatılarak gaz karışımı denetimi, doldurulan gazın basınç değerinin her gazın hattındaki manometrelerden alınan basınç bilgisinin dijital bilgiye dönüştürülmesi ile yapılmaktadır. Basınç ölçümü

ile gazın istenen basınç değerine ulaştığı bilgisi PLC'ye geldiğinde, pompa motorları ve evaporatörlere gönderilen sinyal kesilerek, gaz akışı durdurulmaktadır. İstenilen orandaki gaz karışımları proje kapsamında temin edilmiş olan EN 1964-1 standardındaki dolum tüplerine doldurularak, barkodlanmaktadır. Ürün sunulan müşteriler barkod programında tanımlı olacak ve hangi ürünün hangi müşteriye sunulduğu barkod yazılımı aracılığı ile kayıt altına alınmış olacaktır. Buna göre; işletmeye ait iş akış şemasına aşağıda yer almaktadır.



Şekil 6-1 İş Akış Şeması

Oksijen dolum ünitesinde bir tüpün dolumu bir dakika sürmektedir. Tüpler 50 lt hacimli olup 200 bar basınçta $10,70 m^3$ oksijen gazı almaktadır. İşletme günde 8 saat ve yılda 300 gün faaliyet göstermektedir. % 80 kapasite ile çalışan işletmenin Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğinin hazırlamış olduğu kapasite raporuna göre yıllık oksijen tüpü dolum miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

$$Kapasite = 1ad/dk \times 60 dk \times 8 saat \times 300 gün \times \%80 = 115.200 ad/yıl$$

$$Oksijen İhtiyacı = 115.200 adet \times 10,70 m^3 = 1.232.640 m^3/yıl$$

Karbondioksit tüpü dolum ünitesi oksijen dolum ünitesinin aynısıdır. Bu ünite üç dakikada bir tüp doldurulmaktadır. Tüpler 50 lt hacimli olup 200 bar basınçta $11,40 m^3$ karbondioksit gazı almaktadır. Aynı çalışma süresinde ve yine Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğinin hazırlamış olduğu kapasite raporuna göre yıllık karbondioksit tüpü dolum miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

$$Kapasite = 1ad/dk \times 60 dk/3dk \times 8 saat \times 300 gün \times \%80 = 38.400 ad/yıl$$

$$Karbondioksit İhtiyacı = 38.400 adet \times 11,40 m^3 = 437.760 m^3/yıl$$

Argon ve karışım gaz tüpü dolum ünitesi de sistem olarak oksijen dolum ünitesinin aynısıdır. Bu ünite bir dakikada bir tüp doldurulmaktadır. Bir tüp 50 lt hacimli olup 200 bar basınçta $10,70 m^3$ argon gazı ve yine 50 lt hacimli 200 bar basınçta $11,40 m^3$ karışım gazı almaktadır. Aynı çalışma süresinde ve yine Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğinin hazırlamış olduğu kapasite raporuna göre yıllık argon ve karışım tüpü dolum miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

Kapasitenin % 70' i argon gazı için % 30' u da karışım için kullanılmaktadır. Karışım gazın içinde de % 12 karbondioksit, % 4 oksijen ve % 84 argon bulunmaktadır.

$$Kapasite = 1ad/dk \times 60 dk \times 8 saat \times 300 gün \times \%80 = 115.200 ad/yıl$$

$$Argon Tüpü Dolumu = 115.200 adet \times \% 70 = 80.640 ad/yıl$$

$$\text{Argon İhtiyacı} = 80.640 \text{ ad} \times 10,70 \text{ m}^3 = 862.848 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Karışım Gazı Tüpü Dolumu} = 115.200 \text{ adet} \times \% 30 = 34.560 \text{ ad/yıl}$$

$$\text{Karışım Gazı İhtiyacı} = 34.560 \text{ adet} \times 11,40 \text{ m}^3 = 393.984 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Azot tüpü dolum ünitesi oksijen dolum ünitesinin aynısıdır. Bu üniteye üç dakikada bir tüp doldurulmaktadır. Tüpler 50 lt hacimli olup 200 bar basınçta $9,60 \text{ m}^3$ azot gazı almaktadır. Aynı çalışma süresinde ve yine Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğinin hazırlamış olduğu kapasite raporuna göre yıllık azot tüpü dolum miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

$$\text{Kapasite} = 1 \text{ ad/dk} \times 60 \text{ dk/3dk} \times 8 \text{ saat} \times 300 \text{ gün} \times \%80 = 38.400 \text{ ad/yıl}$$

$$\text{Azot İhtiyacı} = 38.400 \text{ adet} \times 9,60 \text{ m}^3 = 368.640 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Kuru buz katılaşmış karbondioksittir. Normal ısı derecesinde ve normal bir basınç altında karbondioksit gaz durumundadır. Kuru buz elde etmek için karbondioksit gazı özel makinelerde yüksek basınç altında sıkıştırılıp sıvı duruma getirilir. Sonra ısı çok daha düşük bir ortamda katılaştırılır. Böylece kar topaklarını andıran, ama düzgün biçimli ağır ve bembeyaz buz kalıpları elde edilir. Kuru buz "erimez", yani su durumunu almaz. Yeniden elde edildiği karbondioksit gazı durumuna dönüşür, yani buharlaşır. Böyle bir buharlaşma -78 derecede ve yavaş yavaş başlar. Çok soğuk olmasına rağmen kuru buz, az bir zaman için elle tutulabilir. çünkü kuru buzun yavaş yavaş buharlaşırken saldıdığı gaz, deri ile buz arasında yalıtkan (üzerinden elektrik akımına yol vermeyen) bir katman meydana getirir. Gazlar kötü bir ısı iletkeni olduklarından soğukluğun farkına varılmaz. Kuru buz makine ile elde edilir ve dört dakikada 2,5 kg kuru buz yapılır. Aynı çalışma süresinde ve yine Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğinin hazırlamış olduğu kapasite raporuna göre yıllık kuru buz üretimi ve üretim için gerekli karbondioksit miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

$$Kapasite = 2,5 \text{ kg} \times 60 \text{ dk/4dk} \times 8 \text{ saat} \times 300 \text{ gün} \times \%80 = 72.000 \text{ kg/yıl}$$

İşletme 2,5 kg kuru buz üretebilmek için 7 kg karbondioksit kullanılmaktadır.

$$Karbondioksitİhtiyacı = \frac{72.000}{2,5} \times 7 = 201.600 \text{ kg/yıl}$$

6.5.3. MHK Analizi İle İşletme Kârının Hesaplanması

MHK analizi ile satış tutarının fonksiyonu olarak kârın hesaplanabilmesi için işletmeye ait satış miktarı, satış fiyatı, değişken maliyet ve sabit maliyet verileri gerekmektedir. İşletmenin yapmış olduğu satış hacimleri ve maliyetler göz önüne alınarak Temmuz 2012 dönemine ait hesaplamalar yapılmıştır. Öncelikle işletmeden elde edilen bilgiler doğrultusunda ve işletme sahibi ile adım adım her aşama kontrol edilerek işletme kârının hesaplanması için gerekli olan veriler düzenlenmiştir. İşletme kurumsal yapılandırması tam olmadığından maliyet verilerinin bazılarının düzenlenmiştir. İlk olarak işletmenin direkt işçilik ve değişken genel üretim maliyetleri hesaplanmış ve bunların dağıtımı gerçekleştirilmiştir. Direkt işçilik her ürün için ayrı olarak hesaplanamayacağından dağıtımı gerçekleştirilmiştir. Kuru buza; bu dağıtım içinde, üretim süreci göz önüne alındığında, ayrı direkt işçilik ve değişken genel üretim maliyeti yüklenmiştir. Kuru buz dışında kalan diğer 5 ürün için direkt işçiliğin dağıtımında satılan tüp sayısı, değişken genel üretim maliyetlerinin dağıtımında ise doğrudan dağıtım yöntemi kullanılmıştır ve dağıtım anahtarı talep edilen tüp sayısı olarak belirlenmiştir. Aşağıda, önce direkt işçilik maliyetinin (DİM) dağıtımı daha sonra da değişken genel üretim maliyetlerinin (DGÜM) dağıtımı yapılmıştır.

İşletmede Temmuz 2012 dönemine ait toplam direkt işçilik tutarı 18.100 TL' dir. 100 TL' si kuru buza ait direkt işçilik maliyetidir. İşletmede bu dönemde toplam tüm gazlara ait toplam talep miktarı 20.184 adettir. Tüm tüplerin fiziksel özellikleri aynıdır. Ayrıca bu dönemde toplam 260 kg kuru buz satışı yapılmıştır.

$$\text{Birim direkt işçilik maliyeti} = \frac{18.000 \text{ TL}}{20.184 \text{ adet}} = 0,89 \text{ TL/adet}$$

$$\text{Kuru buz için birim direkt işçilik maliyeti} = \frac{100 \text{ TL}}{260 \text{ kg}} = 0,38 \text{ kg/adet}$$

Tablo 6-1 Direkt İşçilik Maliyetlerinin Ürün Bazında Dağıtımı

Ürünler	Talep Miktarı	Birim DİM (TL)	Toplam DİM (TL)
Argon	588 adet	0,89	524,38
Oksijen	6.944 adet	0,89	6.192,63
Karışım	3.308 adet	0,89	2.950,06
Azot	6.222 adet	0,89	5.548,75
Karbondioksit	3.122 adet	0,89	2.784,19
Kuru buz	260 kg	0,38	100,00
TOPLAM	20.184 adet+260 kg		18.100

İşletmedeki değişken genel üretim maliyetleri 3 kalemden oluşmaktadır.

Tablo 6-2 Değişken Genel Üretim Maliyetlerinin Dağılımı

Maliyetler	Tutar (TL)
Elektrik Gideri	1.140
Su Gideri	120
Endirekt İşçilik	18.100
Mazot Harcamaları	9.716
TOPLAM	29.076

DGÜM' nin 200 TL' si kuru buza aittir. Bu durumda dağıtılacak değişken genel üretim maliyeti tutarı 28.876 TL (29.076 TL - 200 TL) dir.

$$\text{Tüp başına genel üretim maliyeti} = \frac{28.876 \text{ TL}}{20.184 \text{ adet}} = 1,43 \text{ TL/adet}$$

$$\text{Kuru buza ait genel üretim maliyeti} = \frac{200 \text{ TL}}{260 \text{ kg}} = 0,77 \text{ TL/kg}$$

Tablo 6-3 Değişken Genel Üretim Maliyetlerinin Ürün Bazında Dağıtımı

Ürünler	Talep Miktar	Birim GÜM (TL)	Toplam GÜM (TL)
Argon	588 adet	1,43	841,22
Oksijen	6.944 adet	1,43	9.934,35
Karışım	3.308 adet	1,43	4.732,55
Azot	6.222 adet	1,43	8.901,43
Karbondioksit	3.122 adet	1,43	4.466,45
Kuru buz	260 kg	0,77	200
TOPLAM	20.184 adet+260 kg		29.076

Yapılan hesaplamalardan sonra işletmeye ait birim üretim maliyeti bilgileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Tabloda yer alan birim direkt ilk madde ve malzeme maliyetleri (DİMMM) işletmede yapılan görüşmeler sonucunda direkt olarak elde edilmiştir.

Tablo 6-4 Ürünlere Ait Birim Maliyetler

Ürünler	Birim DİMMM (TL)	Birim DİM (TL)	Birim GÜM (TL)	Birim Maliyet (TL)
Argon	31,45	0,89	1,43	33,77
Oksijen	7,65	0,89	1,43	9,97
Karışım	26,10	0,89	1,43	28,42
Azot	6,46	0,89	1,43	8,78
Karbondioksit	10,72	0,89	1,43	13,04
Kuru buz	1,06	0,38	0,77	2,21

Birim maliyetler hesaplandıktan sonra işletmeye ait toplam üretim maliyeti hesaplanmıştır. Toplam DİMMM hesaplanırken birim DİMMM ile talep edilen miktarlar çarpılmıştır.

Tablo 6-5 Ürünlere Ait Toplam Maliyetler

Ürünler	Toplam DİMMM (TL)	Toplam DİM (TL)	Toplam GÜM (TL)	Toplam Maliyet (TL)
Argon	18.492,60	524,38	841,22	19.858,19
Oksijen	53.121,60	6.192,63	9.934,35	69.248,58
Karışım	86.338,80	2.950,06	4.732,55	94.021,41
Azot	40.194,12	5.548,75	8.901,43	54.644,30
Karbondioksit	33.467,84	2.784,19	4.466,45	40.718,48
Kuru buz	275,60	100	200	575,60
TOPLAM	231.890,56	18.100	29.076	279.066,56

Maliyet hesaplamalarından sonra işletmenin Temmuz 2012 dönemine ait satış

tutarları da aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6-6 İşletmenin Toplam Satış Tutarları

Ürünler	Satış Fiyatı (TL)	Talep Miktarı	Toplam Net Satışlar (TL)
Argon	61,68	588 adet	36.267,84
Oksijen	15,27	6.944 adet	106.034,88
Karışım	61,70	3.308 adet	204.103,60
Azot	11,60	6.222 adet	72.175,20
Karbondioksit	21,18	3.122 adet	66.123,96
Kuru buz	3,07	260 kg	798,20
TOPLAM			485.503,68

İşletmede birden fazla mamule ait üretim gerçekleştiği için satış hacmi toplam satış miktarı ile ölçülmez. Çünkü, satışlar tüp sayısı ve kg üzerinden gerçekleşmiştir. Elma ile armudun toplamını almak ne kadar anlamsız ise, tüp sayısı ile kg' yi toplamak da bir o kadar anlamsız olacaktır. İşletmeye ait kâr tutarı belirlenirken başabaş noktası da hesaplanabilir. Başabaş noktasının birden fazla ürün üreten işletmelerde hesaplamasına ait yapılacak işlemlerde satış hacminden ziyade toplam net satışlardan hareket etme zorunluluğu ile karşılaşılmaktadır. Bu sebeple hesaplamalarda toplam net satışlar kullanılacaktır. Başabaş noktası hesaplanırken öncelikle, toplam satışların yüzde kaçının sabit maliyeti karşılamak ve kâra olan katkısını ortaya koyabilmek adına, "katkı oranı" hesaplanmıştır.

$$Katkı Oranı = \frac{Katkı Payı}{Toplam Net Satışlar}$$

Katkı payı her malın satışından beklenen gelire o mala ait değişken maliyetler arasındaki farktır. Başka bir ifadeyle satışların değişken maliyetleri karşıladıktan sonra kalan paydır. İşletmenin MHK analizi ile hesaplanan katkı payları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6-7 MHK Analizine Göre Katkı Payları

Ürünler	Toplam Net Satışlar (TL)	Toplam Değişken Maliyetler (TL)	Katkı Payları (TL)
Argon	36.267,84	19.858,19	16.409,65
Oksijen	106.034,88	69.248,58	36.786,30
Karışım	204.103,60	94.021,41	110.082,19
Azot	72.175,20	54.644,30	17.530,90
Karbondioksit	66.123,96	40.718,48	25.405,48
Kuru buz	798,20	575,60	222,60
TOPLAM	485.503,68	279.066,56	206.437,12

Katkı oranı Tablo 6.7.' de yer alan veriler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Katkı Oranı = \frac{206.437,12}{485.503,68} = 0,43$$

İşletmeye ait hesaplanan katkı oranının % 43 olması, uygulama yapılan dönemde gerçekleşen satışların yaklaşık % 57' si değişken maliyetleri karşıladığı, sabit maliyetler ve kâr için de % 43' lük pay kaldığı anlamına gelmektedir. Değişken maliyetleri karşılama oranının yüksek olmasının sebebi işletmedeki asıl önemli maliyet kaleminin DİMMM olmasıdır. Hammadde maliyetleri önemli bir maliyet kalemi olduğundan katkı oranının % 43 olarak hesaplanması şaşırtıcı değildir.

Bu hesaplamalardan sonra satış tutarının fonksiyonu olarak kâr hesaplanabilir.

$$Kâr = (Katkı Oranı \times Toplam Net Satışlar) - Toplam Sabit Maliyetler$$

Ancak bu hesaplamanın yapılabilmesi için işletmenin döneme ait sabit maliyetlerinin bilinmesi gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda işletmenin bu döneme ait sabit maliyet kalemleri ve tutarları yer almaktadır.

Tablo 6-8 İşletmeye Ait Sabit Maliyetler

Kalemler	Tutar (TL)	Kalemler	Tutar (TL)
Amortisman	20.132	Emlak Vergisi	532
Araç-tamir bakım	6.060	Site Aidatı	200
Makine tamir-bakım	6.554	Ticaret Odası Aidatı	230
Tank kira bedeli	400	Yemekhane Giderleri	3.400
Bireysel Emeklilik	1.520	Isınma Giderleri	2.400
Danışmanlık Ücreti	900	Su Gideri	200
Araç Sigorta Bedeli	1.592	TOPLAM	44.120

$$Kâr = (0,43 \times 485.503,68) - 44.120$$

$$Kâr = 162.317,12 \text{ TL}$$

Bu işletmenin Temmuz 2012 döneminde toplam 162.317,12 TL kâr elde etmesi beklenmektedir.

İşletmenin başabaş noktası yukarıda yapılan açıklamalar doğrultusunda satış tutarı olarak hesaplanabilir. Başabaş noktasında işletmenin toplam gelirleri toplam maliyetlerine eşittir ve bu noktanın altında işletme zarar eder, satışlarını bu noktanın üzerinde tuttuğu sürece de kâr elde eder. Kâr fonksiyonunun hesaplandığı formülde kâr parametresine sıfır verilerek işletmenin başabaş noktası satış tutarı hesaplanır.

$$Başabaş \text{ Noktası}(BBN)_{Satış \text{ Tutarı}} = \frac{Toplam \text{ Sabit Maliyetler}}{Katkı \text{ Oranı}}$$

$$BBN_{Satış \text{ Tutarı}} = \frac{44.120}{0,43} = 102.604,65 \text{ TL}$$

İşletme Temmuz 2012 döneminde 102.604,65 TL' lik ürün satışı yaptığı takdirde sabit maliyetlerini karşılayabilmektedir. Bu satış düzeyinde (gelir elde ettiğinde)

işletme kâr etmezse bile, zararı da söz konusu değildir. İşletmenin Temmuz 2012 dönemine ait aylık gelir tablosu da aşağıda şekilde olacaktır.

Tablo 6-9 MHK Analizine Göre İşletmenin Gelir Tablosu

Brüt Satışlar	485.503,68 TL
Satış İndirimleri (-)	0
Net Satışlar	485.503,68 TL
Toplam Değişken Maliyetler(-)	(279.066,56 TL)
TOPLAM KATKI PAYI	206.437,12 TL

İşletme Temmuz 2012 döneminde 206.437,12 TL toplam katkı payı elde edecektir. Ayrıca, talep miktarı göz önüne alındığında dönem kârı, 162.317,12 TL olarak hesaplanmıştır.

6.5.4. KT İlkelerine Uygun Olarak İşletme Kârının Hesaplanması

KT' ye göre, kısıtlar işletmenin performansını belirleyen unsurlardır. Her sistemde en az bir kısıta sahiptir ve bu kısıtların sistem performansını sınırlayıcı etkileri vardır. Hatta sistem performansının bu kısıtlar tarafından yönetildiği gerçeğinden yola çıkarak sistemin verimliliğini ve kârlılığını arttırmak için bu kısıtlara odaklanması gerekmektedir. Kısıtları iyi yönetmek suretiyle performans üzerindeki bu olumsuz etkiler ortadan kaldırılabilir. KT ayrıca geleneksel muhasebe yöntemlerinde olduğu gibi maliyetlere odaklanmaktan çok kısıtlara odaklanmaktadır.

Uygulama yapılan işletmenin tüm süreçleri yakından incelendiğinde işletmede kapasite, pazar ve planlama ile ilgili herhangi bir kısıt tespit edilememiştir. İşletmenin pazar talebi konusunda bir sıkıntısı bulunmamaktadır çünkü bulunduğu yerde sektörün öncü firmaları arasında yer almaktadır. Müşteri portföyü oldukça eski ve işletmeye bağlıdır. Yeni müşterilerin kazanılması da piyasada oluşan marka imajı sayesinde oldukça rahattır. Kapasite açısından, kullanılan makinelerin ve işgücünün mevcut

talepleri karşılamada fazlasıyla yeterli olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışma kapasitesinin %20' si kadar daha çalışabilme imkânı bulunmaktadır. Planlama açısından işletmede bir sıkıntıya rastlanmamıştır. Şöyle ki, tedarik zinciri neredeyse kusursuz çalışmakta ve işletme personeli verilen görevleri tam anlamıyla ve sorumluluklarının bilincinde olarak yerine getirmektedir.

İşletmede yapılan çalışmalarda kısıt olarak; davranışsal ve politika ile ilgili kısıtların olduğu tespit edilmiştir. İşletme bir aile şirketi olduğundan, aile şirketlerinden yaşanan temel problemlerin bu işletmede de olduğu görülmüştür. Özellikle yeni yetişen neslin modern üretim çabaları ve yeni yönetim yaklaşımlarını deneme girişimleri desteklenmemektedir. Klasik maliyetleme ve yönetim anlayışına sahip ailenin büyükleri ki aynı zamanda işletme yöneticileri yaşanabilecek yeni değişimlere şiddetle karşı çıkmaktadır. Bu şekilde bir davranış ile işletmenin yeni fırsatlara uyum göstermesini engelleyici kurallar geliştirilmektedir. Ayrıca, belirli bir ortamda karşılaşılan özel durumlara verilen tepkiler, elbette eğitim, deneyim ve mantıksal anlayışa göre değişme göstermektedir. Arkadan gelen neslin eğitim durumunu yükseltmiş olması sebebiyle aynı olay karşısında verilen davranışsal tepkiler farklı olmaktadır. Davranışların gerçek durum ile ters düşmesi ve bunun da işletme performansı üzerinde etkileri olabileceği genç yöneticiler tarafından altı çizilen bir durumdur. Davranışsal kısıtların, kısıtlı katkı payı ve kâr üzerindeki etkisini kontrol etmek, diğer kısıtlara göre pek de kolay olmadığından kısıtlar teorisinin dayandığı temel varsayımlar dikkate alınarak kâr tutarının hesaplanması yapılmıştır.

KT' nin dayandığı temel varsayımlar şunlardır (Kaygusuz, 2005: 135-137):

1. Direkt ilk madde ve malzeme maliyeti dışındaki tüm maliyetler, direkt işçilik ve değişken genel üretim giderleri dahil olmak üzere, faaliyet gideri olarak kabul edilmektedir.

2. İşletmenin temel amacı bugün ve gelecekte kâr elde etmektir ve kârını arttırmaktır.

3. Her mamul için en az bir kısıt söz konusudur.

4. İşletmede mamul akışının planlanması zorunlu olup planlama yapılırken kısıtlar göz önüne alınmalıdır.

Yukarıda ifade edilen varsayımlardan üçüncü ve dördüncü başlıkta yer alan durumlar açıklandığından tekrardan kaçınmak için birinci ve ikinci varsayımlar üzerinde açıklama yapılmıştır. İşletmenin kârı hesaplanırken MHK analizinden farklı olarak değişken maliyet olarak sadece direkt ilk madde ve malzeme maliyeti hesaplamaya dahil edilmiştir. Yapılacak hesaplamaların ardından düzenlenen gelir tablosunda işletmenin temel amacının kâr elde etmek olduğu da ortaya çıkmıştır. Satış tutarının fonksiyonu olarak kâr hesaplanırken kullanılan veriler MHK analizi ile kâr hesaplanırken kullanılan verilerin aynısıdır. Aynı şekilde Temmuz 2012 dönemine ait işlemler yapılmıştır ve her iki yöntemle elde edilen veriler uygulamanın sonunda karşılaştırılmıştır.

İşletmenin direkt işçilik ve değişken genel üretim maliyetlerine ait dağıtımlar MHK analizi ile yapılan hesaplamaların aynısıdır. Direkt işçilik her ürün için ayrı ayrı hesaplanamayacağından dağıtımı yapılmıştır. Değişken genel üretim giderlerine ait dağıtımda doğrudan dağıtım yöntemi kullanılarak dağıtım anahtarı olarak talep edilen

tüp miktarı kullanılmıştır. Bu maliyetlere ait dağıtım verileri Tablo 6.1. ve Tablo 6.3.'te yer almaktadır.

KT' nin ilk varsayımı, Direkt İlk Madde Ve Malzeme Maliyetleri (DİMMM) dışındaki maliyetlerin faaliyet gideri olarak kabul edilmesi, dikkate alınarak ürünlere ait Kısıtlı Katkı Payı (KKP) hesaplanmıştır. KKP, satış fiyatından DİMMM' nin çıkartılması ile hesaplanır. Aşağıdaki tabloda, her ürüne ait KKP' ler yer almaktadır.

Tablo 6-10 Her Mamule Ait Kısıtlı Katkı Payları

Ürünler	Satış Fiyatı (TL)	Birim DİMMM (TL)	Kısıtlı Katkı Payı (TL)
Argon	61,68	31,45	30,23
Oksijen	15,27	7,65	7,62
Karışım	61,70	26,10	35,60
Azot	11,60	6,46	5,14
Karbondiyoksit	21,18	10,72	10,46
Kuru buz	3,07	1,06	2,01

KKP en yüksek olan ürünler satışta önceliğe sahip olan ürünler olmalıdır. Bu durumda KKP' si en yüksek olandan en düşük olana göre yapılacak olan bir sıralama; karışım, argon, karbondiyoksit, oksijen ve azot olmaktadır. Kuru buz bu sıralamanın dışarısında tutulmuştur, çünkü yapılan değerlendirmeler fiziksel özellikleri aynı olan tüpleri içermektedir. Elde edilen bu değerler işletme ile paylaşılmıştır. En çok karışım ürününe ait yapılacak olan bir satış portföyünün onlar için yüksek kâr getireceği ifade edildiğinde, müşteri portföylerine ait talep dağılımlarının çok fazla değişmediğini ancak bu bilgiyi yeni oluşturacakları müşteri portföylerinde değerlendireceklerini ifade etmişlerdir.

Satış tutarının fonksiyonu olarak kâr tutarının hesaplanmasında "katkı oranı" nın bulunabilmesi için toplam KKP hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda bu değerler yer almaktadır.

Tablo 6-11 Mamullere Ait Toplam Kısıtlı Katkı Payları

Ürünler	Talep Miktarı	Satış Fiyatı (TL)	Toplam Satışlar (TL)	Birim DİMM (TL)	Toplam DİMM (TL)	Toplam Kısıtlı Katkı Payı* (TL)
Argon	588 adet	61,68	36.267,84	31,45	18.492,60	17.775,24
Oksijen	6.944 adet	15,27	106.034,88	7,65	53.121,60	52.913,28
Karışım	3.308 adet	61,70	204.103,60	26,10	86.338,80	117.764,80
Azot	6.222 adet	11,60	72.175,20	6,46	40.194,12	31.981,08
Karbondioksit	3.122 adet	21,18	66.123,96	10,72	33.467,84	32.656,12
Kurubuz	260 kg	3,07	798,20	1,06	275,60	522,60
TOPLAM			485.503,68		231.890,56	253.613,12

* Toplam Satışlar - Toplam DİMM

Katkı oranı, katkı payının toplam net satışlara bölünmesi suretiyle de hesaplanabilir. Çünkü yukarıdaki formülde yer alan katkı payı, toplam satışlardan toplam değişken maliyetlerin çıkartılması ile bulunur. Kısıtlar teorisine göre katkı oranı hesaplamasında ise değişken maliyet olarak sadece DİMMM alındığından KKP olarak hesaplanmasında sadece bu değer dahil edilmiştir. Toplam satışların yüzde kaçının sabit maliyeti karşılamak ve kâra olan katkısını ortaya koyabilmek adına, "katkı oranı" hesaplanmıştır.

$$Katkı Oranı = \frac{Kısıtlı Katkı Payı}{Toplam Net Satışlar}$$

Tablo 6.11.'den elde edilen değerler ışığında katkı oranı aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$Katkı Oranı = \frac{253.613,12 TL}{485.503,68 TL} = 0,52$$

İşletmeye ait hesaplanan katkı oranının %52 olması, uygulama yapılan dönemde gerçekleşen satışların yaklaşık %48' inin DİMMM' yi karşıladığı, direkt işçilik, değişken genel üretim giderleri ve sabit giderler ve kâr için de %52' lik pay kaldığı anlamına gelmektedir.

Bu hesaplamalardan sonra satış tutarının fonksiyonu olarak kâr hesaplanabilir. Toplam sabit maliyet tutarı Tablo 6.7.'den alınmıştır.

$$Kâr = (Katkı Oranı \times Toplam Net Satışlar) - Toplam Sabit Maliyetler$$

$$Kâr = (0,52 \times 485.503,68) - 44.120$$

$$Kâr = 209.493,12 TL$$

Bu işletmenin Temmuz 2012 döneminde toplam 209.493,12 TL kâr elde etmesi beklenmektedir.

Kârın hesaplanmasının yanı sıra işletmenin başabaş noktası da satış tutarı olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Bu nokta işletme için "kayıtsızlık noktası" olarak da adlandırılır.

$$Başabaş Noktası(BBN)_{Satış Tutarı} = \frac{Toplam Sabit Maliyetler}{Katkı Oranı}$$

$$BBN_{Satış Tutarı} = \frac{44.120}{0,52} = 84.846,15 TL$$

İşletme Temmuz 2012 döneminde 84.846,15 TL'lik ürün satışı yaptığı takdirde sabit maliyetlerini karşılayabilmektedir. İşletmenin Temmuz 2012 dönemine ait aylık gelir tablosu kısıtlar teorisi ilkelerine göre aşağıda şekilde olacaktır.

Tablo 6-12 KT İlkelerine Göre İşletmenin Gelir Tablosu

Brüt Satışlar	485.503,68 TL
Satış İndirimleri (-)	0
Net Satışlar	485.503,68 TL
DİMM (-)	(231.890,56)TL
TOPLAM SÜREÇ KATKISI	253.613,12 TL

KT ilkeleri göz önüne alınarak, işletme Temmuz 2012 döneminde 253.613,12 TL süreç katkısı elde edecektir. Ayrıca, talep miktarı göz önüne alındığında dönem kârı, 209.493,12 TL beklenmektedir.

6.5.5. MHK Analizi İle KT' nin Karşılaştırılması

Sabit genel üretim giderlerinin üretim maliyeti kapsamına farklı tutarlarda girmesi açısından klasik muhasebe açısından maliyetlendirme yöntemleri arasında en çok kullanılan iki yöntem tam maliyet ve değişken maliyet yöntemleridir. Tam maliyet yöntemi, ister değişken, ister sabit olsun, dönem içerisinde ortaya çıkan üretim giderlerinin hepsine üretim yapmak için katlanıldığını, bu nedenle söz konusu giderlerin tamamının üretilen mamullere yüklenmesi gerektiğini kabul eder (Büyükmirza, 2008: 498). Klasik yöntemlerden tam maliyet sistemine göre ürün maliyeti, direkt hammadde, direkt işçilik ve genel üretim giderlerinden oluşmakta olup kısıtlar teorisinden farklıdır. KT' ye göre stoklar hammadde maliyetleri ile değerlendirilmektedir. Tam maliyet yöntemi, firma dışına sunulan finansal raporlar için gereklidir.

Tam maliyet yöntemine bir alternatif, değişken maliyet yönteminde katkı payı analizi olup, ürünlerle ilgili daha doğru kararlar alabilmek için MHK analizlerinde değişken maliyet yöntemi kullanılabilir. Değişken maliyet yöntemi, sadece değişken üretim giderlerini; direkt ilk madde ve malzeme, direkt işçilik ve genel üretim giderlerinin değişken kısmı, üretim maliyetlerine yükleyen, sabit genel üretim giderlerinin tamamını ise üretim maliyetleri dışında tutarak, doğrudan gelir tablosuna yansıtan bir yöntemdir (Büyükmirza, 2008: 506). Bu şekilde de, kısa dönem için değişken maliyet sisteminde, tam maliyet sistemine göre daha doğru kararlar alınabilmektedir.

KT, KKP yaklaşımı, MHK analizlerinde kullanılan değişken maliyet yönteminde katkı payı analizine benzemektedir. Bu benzerlik sebebiyle, MHK analizlerinde kullanılan değişken maliyet yöntemi ve KT ile yapılan hesaplamalar karşılaştırılmıştır. İki yöntem arasındaki en önemli fark KT' ye göre DİMMM tek

değişken maliyet kabul edilirken, değişken maliyet katkı payı analizinde DİMMM, direkt işçilik ve değişken genel üretim maliyetleri değişken kabul edilmektedir. Dolayısıyla katkı payı analizinde, bir ürünün katkı payının hesaplanmasında ürünün satış fiyatından değişken üretim maliyetleri (DİMMM, direkt işçilik ve değişken genel üretim maliyetleri) düşülmekte, KT' ye göre ise tek değişken maliyet olarak DİMMM kabul edildiğinden süreç katkısı, satış fiyatından DİMMM çıkarılması sonucu elde edilmektedir.

Uygulama yapılan işletmenin MHK analizi çerçevesinde hesaplanan katkı payları ile KT' ye göre hesaplanan KKP' ler aşağıdaki tabloda karşılaştırmalı olarak yer almaktadır.

Tablo 6-13 Katkı Payı ve Kısıtlı Katkı Payının Karşılaştırılması

Ürünler	Toplam Katkı Payı (TL)	Toplam Süreç Katkısı (TL)
Argon	16.409,65	17.775,24
Oksijen	36.786,30	52.913,28
Karışım	110.082,19	117.764,80
Azot	17.530,90	31.981,08
Karbondioksit	25.405,48	32.656,12
Kuru buz	222,6	522,6
TOPLAM	206.437,12	253.613,12

KT süreç katkısı yaklaşımı ile belirlenen toplam KKP, MHK analizinden elde edilen katkı payına göre belirlenen toplam katkı payından daha fazladır. Çünkü değişken maliyet sisteminden farklı olarak KT' ye göre, tek değişken maliyet olarak DİMMM dikkate alınmaktadır.

MHK analizi ve KT varsayımlarına göre hesaplanan katkı oranları, başabaş noktası ve satış hacmi açısından hesaplanan kâr ile ilgili olarak yapılan karşılaştırma aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6-14 Katkı Oranı, Başabaş Noktası ve Kâr Tutarlarının Karşılaştırılması

	Katkı Oranı	Başabaş Noktası (TL)	Kâr Tutarı (TL)
MHK Analizi	43%	102.604,65	162.317,12
KT	52%	84.846,15	209.493,12

Tablo 6.14. incelendiğinde MHK analizine göre katkı oranının % 43 ki bu oran; satışların % 43' ü kadar sabit maliyetlerin ve kârın pay aldığı gösterir. KT' ye göre hesaplanan katkı oranı ise % 52' dir. Bu durumda satışların yüzdesi açısından, sabit maliyetler ve kâr, KT' ye göre hesaplanan katkı oranında daha yüksek bir pay almaktadır.

İşletme MHK analizine göre hesaplanan BBN ile KT' ye göre yapılan BBN karşılaştırıldığında, MHK analizine göre işletme daha yüksek bir satış tutarında BBN' ye ulaşmaktadır. MHK analizi ile ancak 102.604,65 TL' lik satış düzeyinde işletme ancak sabit maliyetlerini karşılayabilecek durumdadır. KT' de ise işletme 84.846,15 TL' lik satış tutarı üzerinde yapacağı her satıştan kâr elde edecektir.

BBN' de ortaya çıkan bu önemli farklılık kâr tutarında da kendini göstermektedir. İki yöntem arasında kârlılık açısından toplam 47.176 TL (209.493,12 TL - 162.317,12 TL) fark vardır. KT' ye göre aynı işletmenin kâr tutarı daha yüksek olarak hesaplanmıştır. MHK analizine göre hesaplanan kâr tutarı oldukça temkinli olarak hesaplandığından işletme gerçek kârlılık düzeyini kaçırmaktadır. Kârlılık düzeyini düşük hesapladığı için gelecek ile ilgili yapılacak finansal planlamalarda yanlış kararlar alabilir.

Son olarak MHK analizi ile KT' ye göre hazırlanan gelir tabloları karşılaştırılmıştır.

Tablo 6-15 Gelir Tablolarının Karşılaştırılması

MHK Analizine Göre Gelir Tablosu		KT Varsayımlarına Göre Gelir Tablosu	
Brüt Satışlar	485.503,68 TL	Brüt Satışlar	485.503,68 TL
Satış İndirimleri (-)	0	Satış İndirimleri (-)	0
Net Satışlar	485.503,68 TL	Net Satışlar	485.503,68 TL
Toplam Değişken Maliyetler (-)	(279.066,56 TL)	DİMM (-)	(231.890,56 TL)
TOPLAM KATKI PAYI	206.437,12 TL	TOPLAM SÜREÇ KATKISI	253.613,12 TL

Katkı payları açısından karşılaştırma yapıldığında tıpkı satış hacminin bir fonksiyonu olarak hesaplanan kâr tutarları gibi KT' ye göre hesaplanan süreç katkısının daha yüksek olduğu görülmektedir. KT' ye göre hesaplanan kârların MHK analizi ile hesaplanan kârlardan daha yüksek olması, mamul karması oluştururken daha net bir şekilde kendini göstermektedir. Yapılan literatür taramasında özellikle MHK analizleri kullanılarak oluşturulan mamul karması ile KT' ye göre oluşturulan mamul karmaları sonucunda elde edilen kâr rakamlarında her zaman KT ile yüksek kâr rakamları elde edildiği tespit edilmiştir. Çalışmaya ait uygulamanın ikinci bölümünde ise, farklı bir işletmede iki yonteme göre de optimal mamul karması oluşturulmuş ve sonuçlar gelir tablosu üzerinde tartışılmıştır.

Bu bölüme ait uygulamanın diğer bir kısmı da MHK analizi ve KT' ye göre hesaplanan işletme kârının Bulanık Mantık (BM) yöntemiyle çözümlenmesi oluşturmaktadır.

6.5.6. MHK Analizinde Kullanılan Prensipler Doğrultusunda İşletme Kârının BM Yöntemiyle Çözümlenmesi

Bulanık mantık (BM); ikili mantık sistemine (0,1) karşı geliştirilen ve günlük hayatta kullanılan değişkenlere üyelik dereceleri atayarak, olayların hangi oranlarda gerçekleştiğini belirleyen çoklu mantık sistemidir. Bulanık çıkarım sistemleri ya da

bulanık kurallara dayalı sistemler, karar verme sistemin önemli bir parçasıdır. Bu sistemlerde, kurallar formüle edilmekte ve bu kurallara bağlı olarak karar verilmektedir. BM çıkarım sistemlerinde yaygın olarak kullanılan iki yöntem vardır. Bunlar; Mamdani ve Sugeno yöntemleridir. Mamdani yöntemi, yaygın olarak kullanım alanı olan, uzman bilgisi gerektiren ve her türlü problemin çözümüne uygulanabilen bir bulanık mantık yöntemidir. Sugeno yöntemi ise değişken sayısının çok fazla olmadığı ya da bu değişkenlerin fazla sayıda alt kümelere ayrılmadığı durumlardaki problemlerin çözümünde kullanılır. Mamdani tipi bulanık model çok kolay oluşturulur, insan davranışlarına çok uygundur. Bu nedenle yaygın bir kullanıma sahiptir ve diğer BM modellerin temelini oluşturur. Bu modelde hem girdi değişkenleri ve hem de çıktı değişkeni kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilir (Akyılmaz, 2005: 69).

Mamdani tipi bir bulanık model aşağıdaki beş adım takip edilerek oluşturulur (Yılmaz ve Arslan, 2005: 94).

1. Girdilerin bulanıklaştırılması: Öncül kısımdaki bütün bulanık ifadeleri kullanarak girdi değişkenlerine ait 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerinin belirlenmesi.

2. BM işlemlerini kullanarak kural ağırlıklarının belirlenmesi

3. Bulanık küme mantıksal işlemcilerin ("ve", "veya") uygulanması

4. Sonuçların toplanması: Her bir kuralın çıktısını temsil eden bulanık kümelerin birleştirilmesi

5. Durulaştırma: Tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması.

Çalışma kapsamında, yaygın bir kullanıma sahip olması ve diğer BM modellerin temelini oluşturması sebebiyle, Mamdani' nin ilk defa ortaya koyduğu çıkarım yöntemi

kullanılarak çözümlenmiştir. Geleneksel muhasebe yöntemine uygun olarak hesaplanan kâr, Mamdani yöntemiyle tekrar çözümlenmiştir ve işletme kârı hesaplanmıştır.

MHK analizlerinde kâr aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Yuan, 2009: 1156);

$$Kâr = Satış Hacmi(Birim Satış Fiyatı - Birim Değişken Maliyet) - Sabit Maliyetler$$

Yukarıda verilen formül doğrultusunda üyelikler belirlenmiş ve bu üyeliklere ait dilsel terimler oluşturulmuştur. BM çözümlerinin yapılabilmesi için üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Üyelikler oluşturulurken girdi değişkenleri; satış fiyatı, satış hacmi, değişken maliyet ve sabit maliyet ve çıktı değişkeni ise, kâr olarak belirlenmiştir. Bu değişkenleri bulanıklaştırmak için dilsel değişkenler oluşturulmuştur. Girdi değişkeni üç, çıktı değişkeni ise beş tane dilsel terim ile bulanıklaştırılmıştır (Yuan, 2009: 1156). Aşağıdaki tabloda bu değişkenler ve değişkenler için belirlenen dilsel değişkenler yer almaktadır.

Tablo 6-16 Girdi-Çıktı Değişkenleri ve Dilsel Değişkenler

Girdi Değişkenleri	Dilsel Değişkenler	Çıktı Değişkeni	Dilsel Değişkenler
Satış Fiyatı (SF)	Düşük	Kâr	Çok Düşük
	Orta		Düşük
	Yüksek		Orta
Satış Hacmi (SH)	Düşük		Yüksek
	Orta		Çok Yüksek
	Yüksek		
Değişken Maliyet (DM)	Düşük		
	Orta		
	Yüksek		
Sabit Maliyet (SM)	Düşük		
	Orta		
	Yüksek		

İşletmedeki karar verici olan yönetici ve işlemleri kontrol eden mühendis ile beraber girdi ve çıktı değişkenlerine ait belirlenen üyelik fonksiyonları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6-17 Girdi-Çıktı Değişkenlerine Ait Üyelik Fonksiyonları

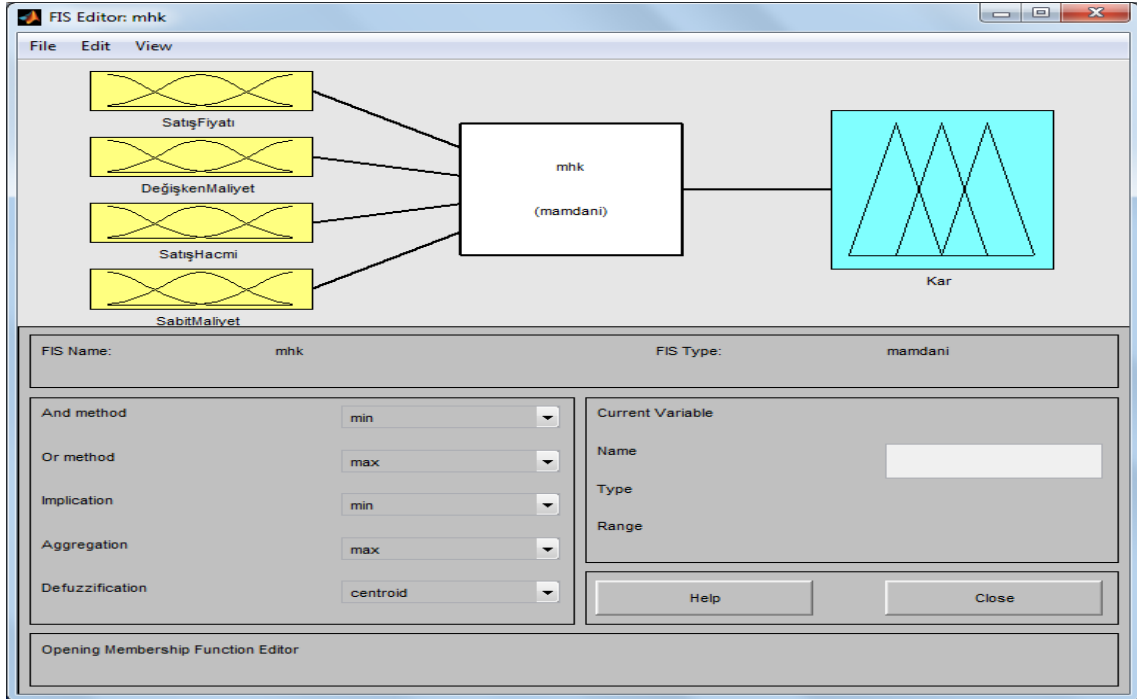
Girdi Değişkenleri	Dilsel Değişkenler	Oranlar	Çıktı Değişkeni	Dilsel Değişkenler	Oranlar
Satış Fiyatı (SF)* (TL)	Düşük	22-27	Kâr (TL)	Çok Düşük	0-102.605
	Orta	25-30		Düşük	102.605-162.500
	Yüksek	29-34		Orta	162.320-175.600
Satış Hacmi (SH)**	Düşük	18.500-20.200		Yüksek	175.000-185.500
	Orta	20.195-22.000		Çok Yüksek	185.000-200.000
	Yüksek	21.500-23.000			
Değişken Maliyet (DM) (TL)	Düşük	93-97			
	Orta	96-100			
	Yüksek	99-103			
Sabit Maliyet (SM) (TL)	Düşük	40.000-44.500			
	Orta	44.120-48.600			
	Yüksek	48.000-52.000			

* İşletmede farklı satış fiyatlarından altı adet ürün bulunmaktadır. Modele dahil edebilmek için ortalama bir satış fiyatı oluşturulmuştur.

** Satışlar tüp adedi ve kg olarak yapılmaktadır. Ortak bir ölçü olarak tüp adedi alınmıştır ve kg olarak ifade edilen değer işletme yöneticisi ile hesaplama yapılarak tüp adedi olarak modele dahil edilmiştir.

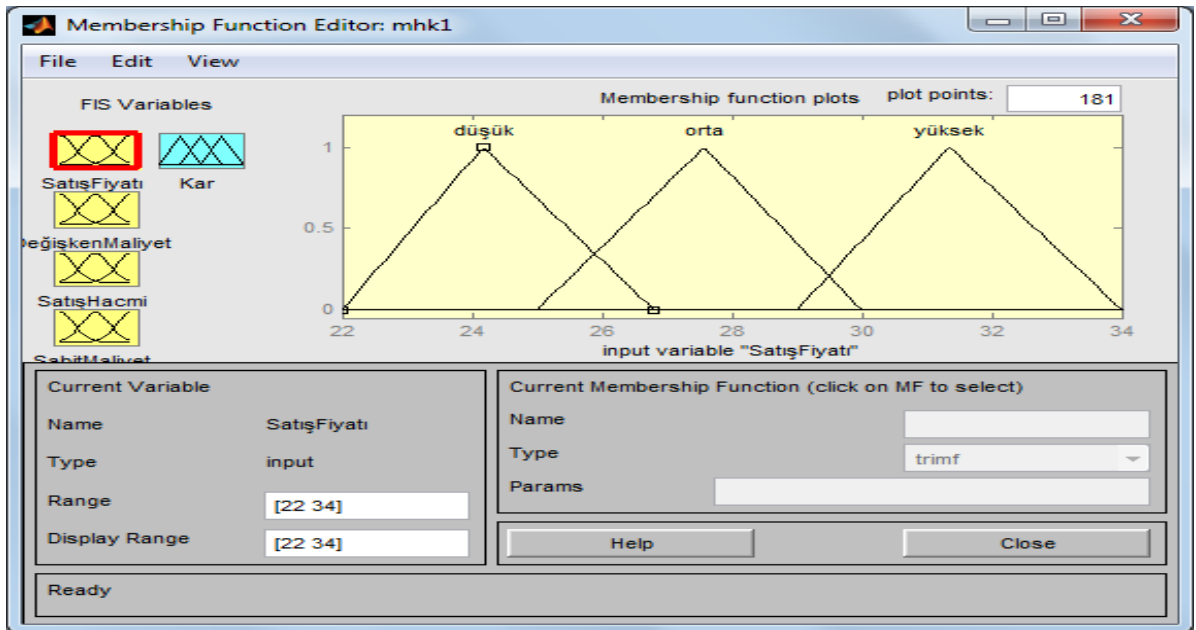
İşletme yöneticisi, mühendis ve üretimden sorumlu olan usta tarafından yapılan görüşmeler sonucunda değişkenlere ait üyelik fonksiyonları belirlenmiştir. Üç kişi de işletmenin içerisinde bulunan dönem itibarıyla elde edilen gerçek değerlerin "orta" olarak ifade edilmesinde hem fikir olmuşlardır. Diğer değerler "orta" değer baz alınarak oluşturulmuştur.

Probleme ait çözümlene MATLAB'da "Fuzzy Logic" Toolbox kullanılarak yapılmıştır. Programa öncelikle, girdi değişkenleri; "satış fiyatı, değişken maliyet, satış hacmi ve sabit maliyet" ve çıktı değişkeni "kâr" olarak tanımlanmıştır.

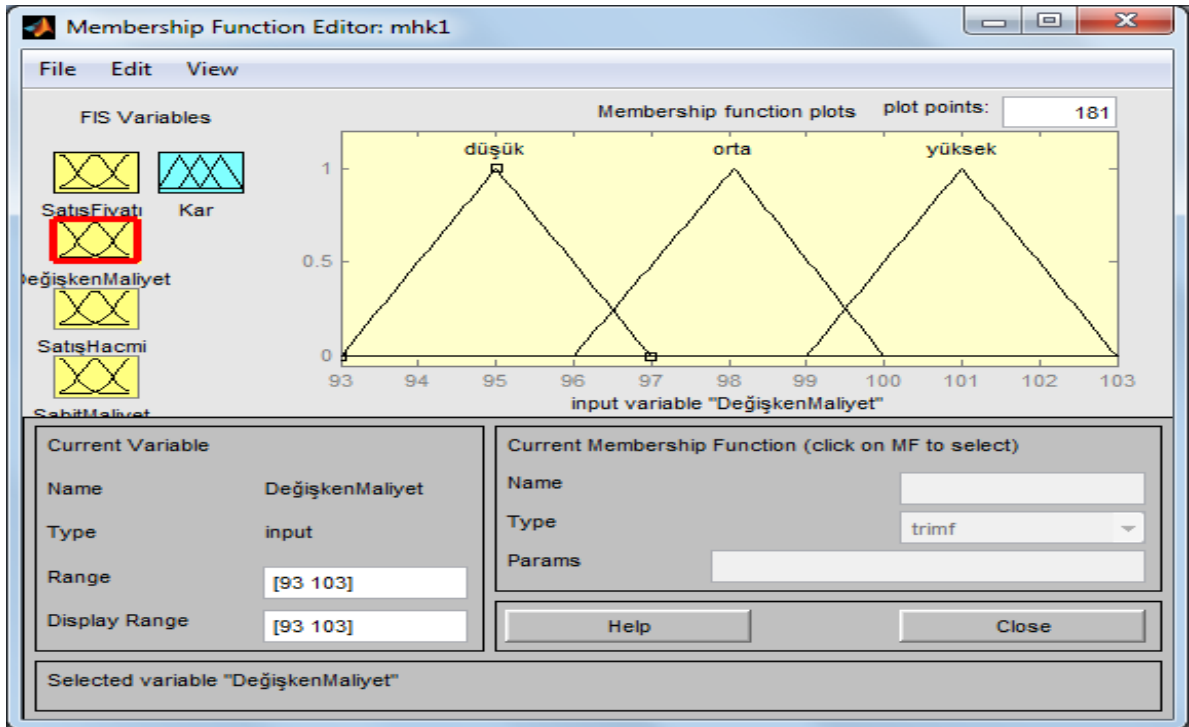


Şekil 6-2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması

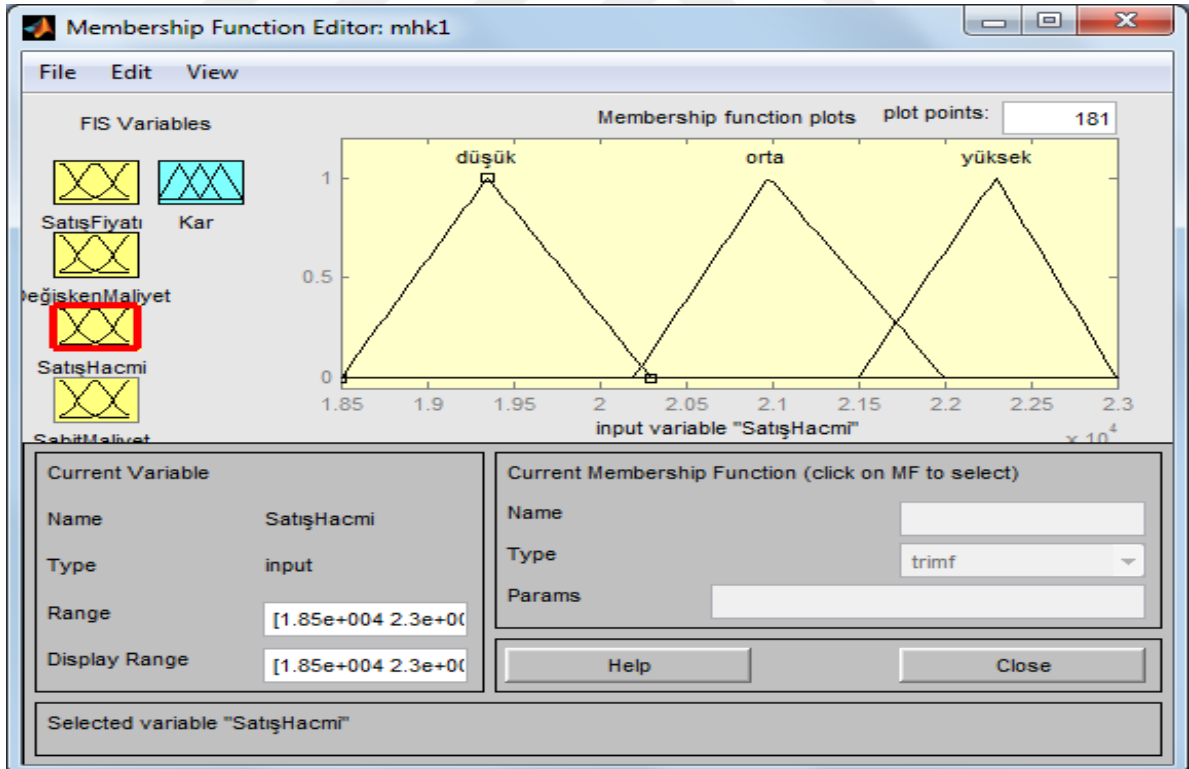
Girdi değişkenleri için 3 tane çıktı değişkeni için ise 5 tane üyelik fonksiyonu ayrı ayrı tanımlanmıştır. Üyelik fonksiyonlarına ait değerler Tablo 6.17 'den alınmıştır. Üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmış ve aşağıdaki şekillerde üyelik fonksiyonlarının nasıl tanımlandığı her bir girdi ve çıktı değişkeni için gösterilmiştir.



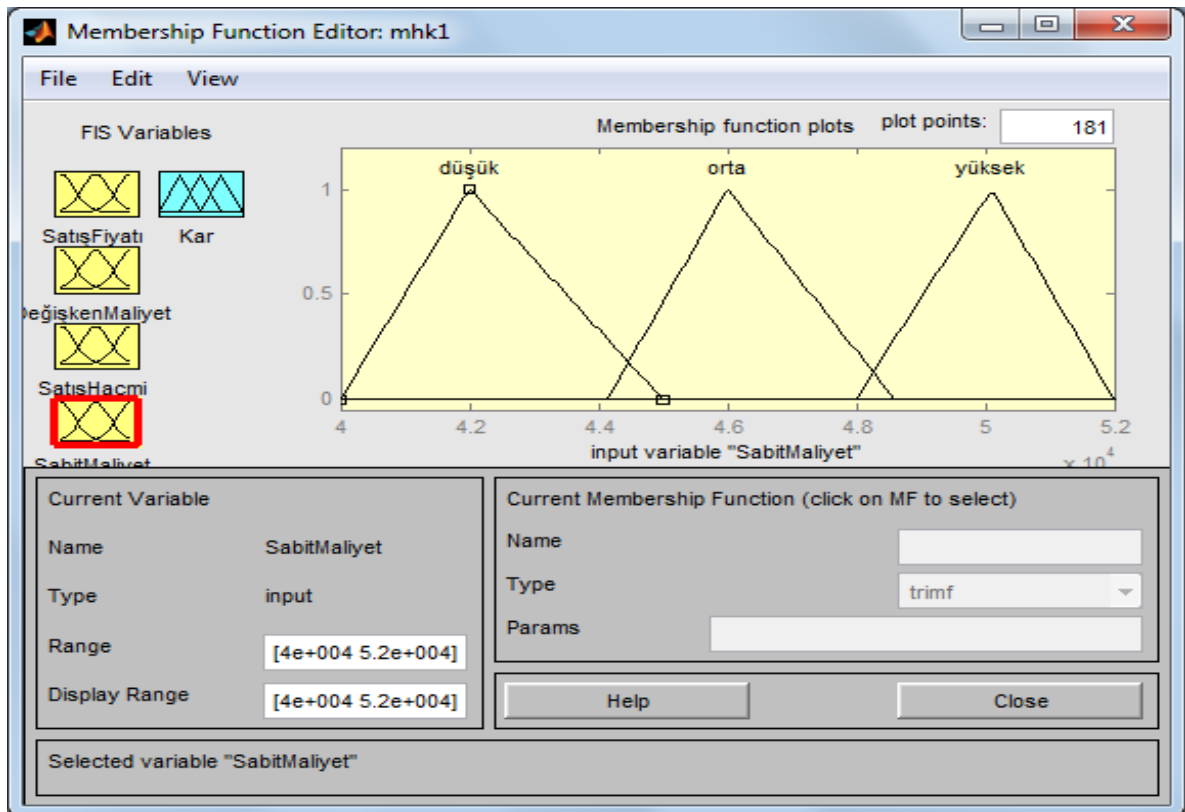
Şekil 6-3 Satış Fiyatına Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması



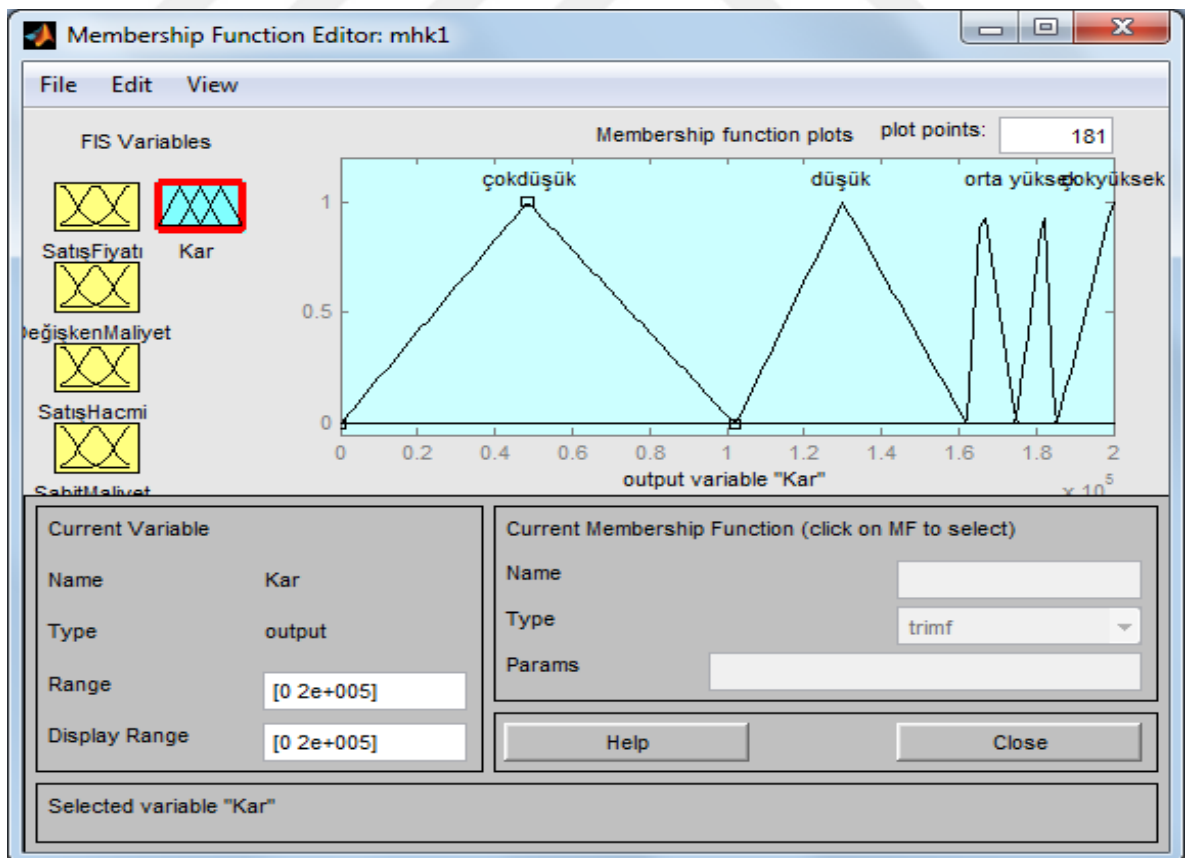
Şekil 6-4 Değişken Maliyete Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması



Şekil 6-5 Satış Hacmine Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması



Şekil 6-6 Sabit Maliyete Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması

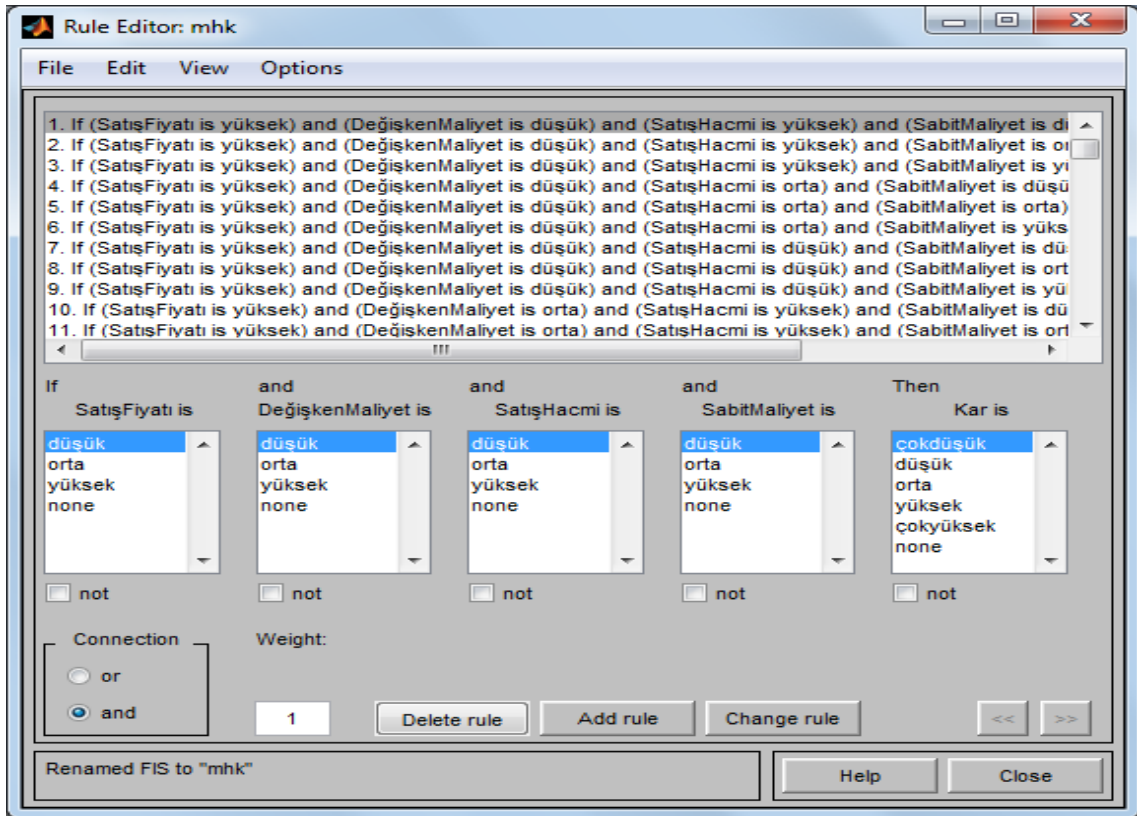


Şekil 6-7 Kâra Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması

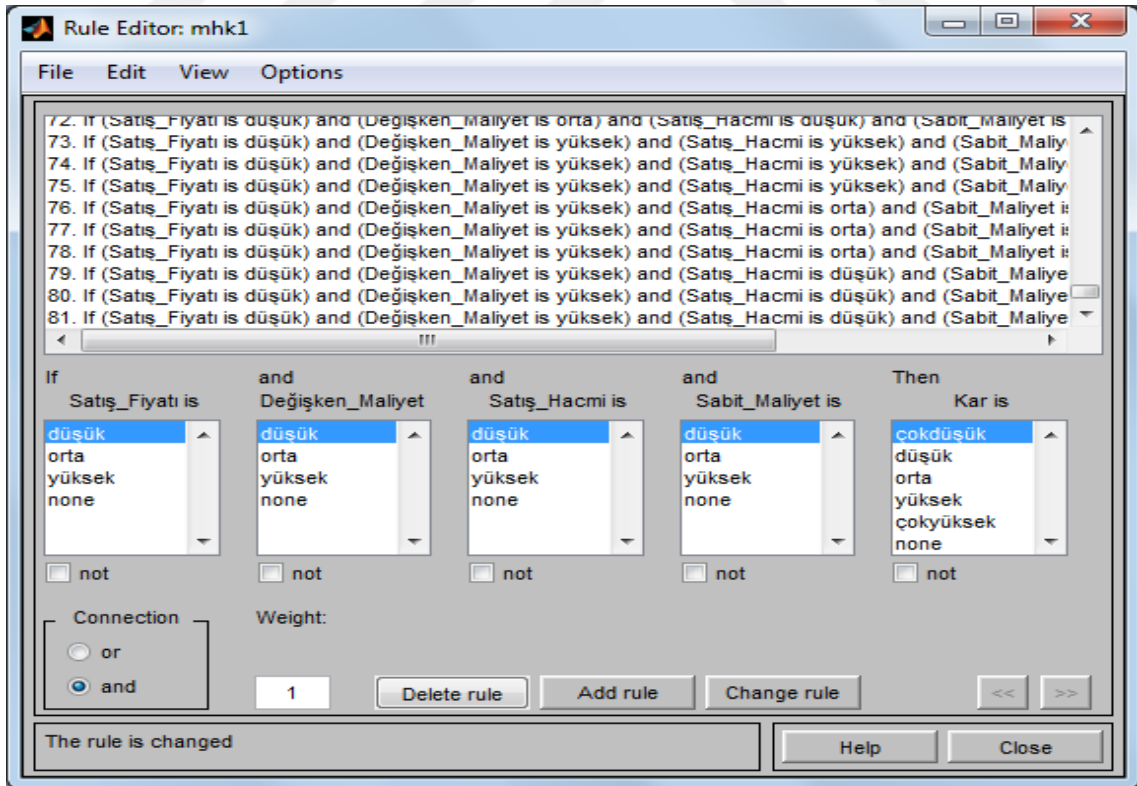
Belirlenen girdi kriterlerine ilişkin değerler "düşük, orta, yüksek" gibi dilsel değişkenlerle ifade edilmiştir. Dilsel değişkenlerin sayısal gösterimi ve birlikte değerlendirilebilmesi için bulanıklaştırma kullanılır. Bulanıklaştırma için gerekli olan üyelik fonksiyonları uzman bilgisi kullanılarak belirlenmiştir. Akıl yürütme ve çıkarım için gerekli uzmanlık ve bilgi kullanılarak MATLAB ortamında "Fuzzy Logic Toolbox" ile değerlendirme modeli oluşturulmuştur.

İşletmedeki uzman görüşünden yararlanarak, satış fiyatı, satış miktarı, değişken maliyet, sabit maliyet ve kâr düzeyine ilişkin belirli fiyat ve miktar aralıklarının, uzman için ifade ettiği dilsel değerler üyelik fonksiyonlarına karşılık gelen ifadeyle eşleştirilmiştir. Bu şekilde, üretim yapılan mamuller için dört ana grupta yer alan bilgiler tek tek uzman görüşünden yararlanılarak üyelik fonksiyonları belirlenmiştir. Tespit edilen üyelik fonksiyonlarından yararlanılarak "bulanık mantık kontrol kuralları" oluşturulmuştur. Çıkarım motoru, 4 kriter ve her kritere ait 3 bulanık kümeden oluştuğu için 3^4 kuraldan yani 81 kuraldan oluşmuştur. Kurallar uzman bilgi ve tecrübesi dahilinde oluşturulmuş ve tüm kuralların ağırlığı eşit olarak belirlenmiştir. Çıkarım için Mamdani max-min çıkarım mekanizması ve durulaştırma için ise Ağırlıklı Ortalama Yöntemi kullanılmıştır.

Üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra, bulanık kontrol kuralları "if...then" yapıları ile oluşturulur ve "and, or, not" bulanık işlemcileri kullanılır. Uygulama yapılan işletmenin kâr çıkışının sınıflandırılması için oluşturulan kuralların tamamı EK1' de verilmiştir. Aşağıdaki şekillerde bulanık kuralların programa girilmiş şekli yer almaktadır.

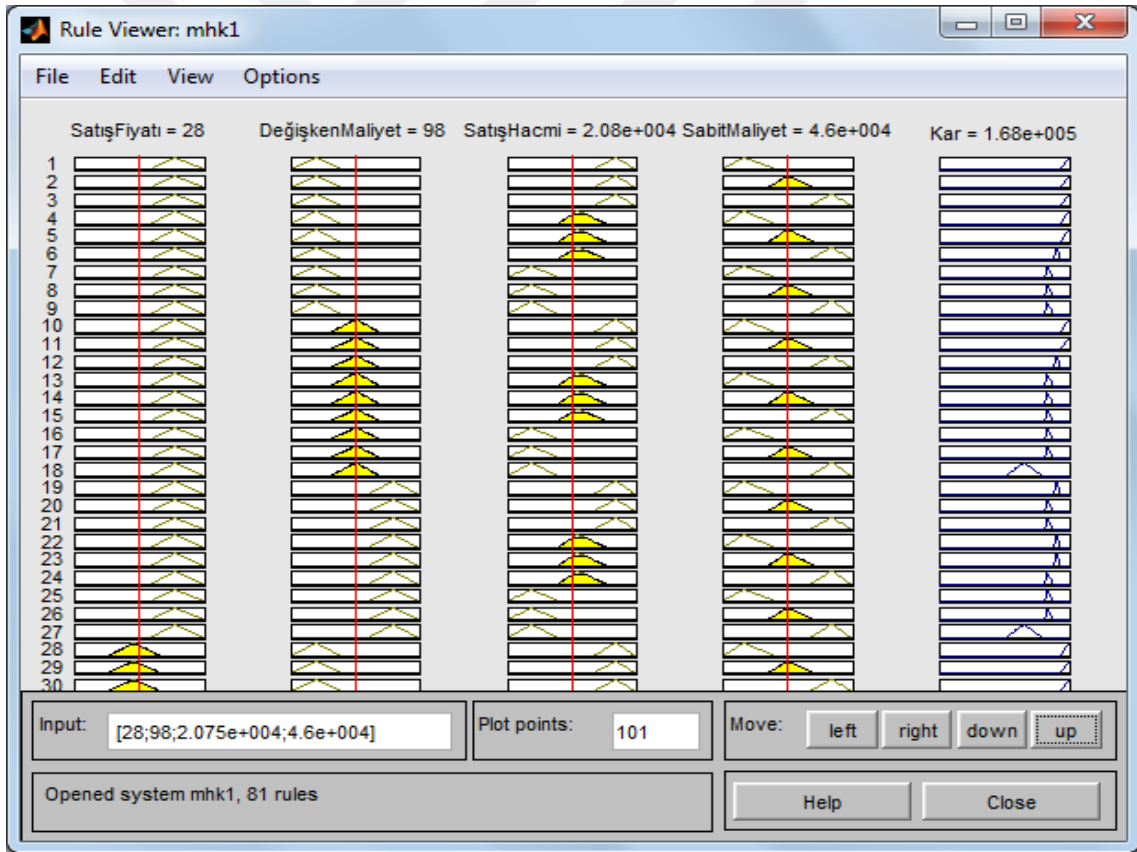


Şekil 6-8 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi

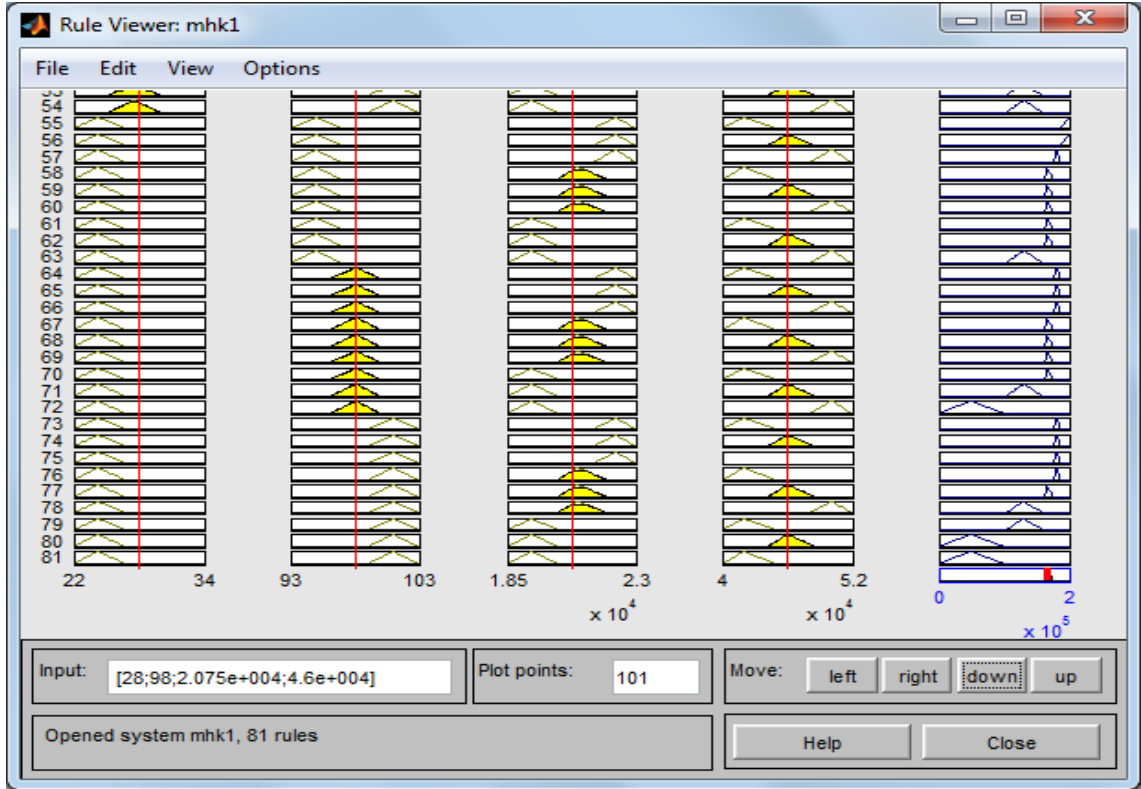


Şekil 6-9 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi (devamı)

MHK kapsamında kâr hesaplamasının BM ile çözümlenmesi için oluşturulan bulanık kurallar yöneticinin, mühendisin ve üretimden sorumlu şefin tecrübeleri ile edilmiş ve çıktı değişkeni olan kâra ait üyelik fonksiyonları da yine aynı şekilde elde edilerek programa girilmiştir. Bulanık kuralların programa girilmesinden sonra, durulaştırma işlemi yani tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması yapılmıştır. Durulaştırma için Ağırlıklı Ortalama Yöntemi kullanılmıştır. Bu işlemde gelen girdi değişkenlerinin üyelik fonksiyonları bilgileri kullanılarak Mamdani max-min çıkarım mekanizması ile çıktı değişkeni için çıkarımlar oluşturulmuştur. Aşağıdaki şekilde elde edilen çıkarım değer sonuçları yer almaktadır.



Şekil 6-10 Kâra Ait Çıkarım Sonucu

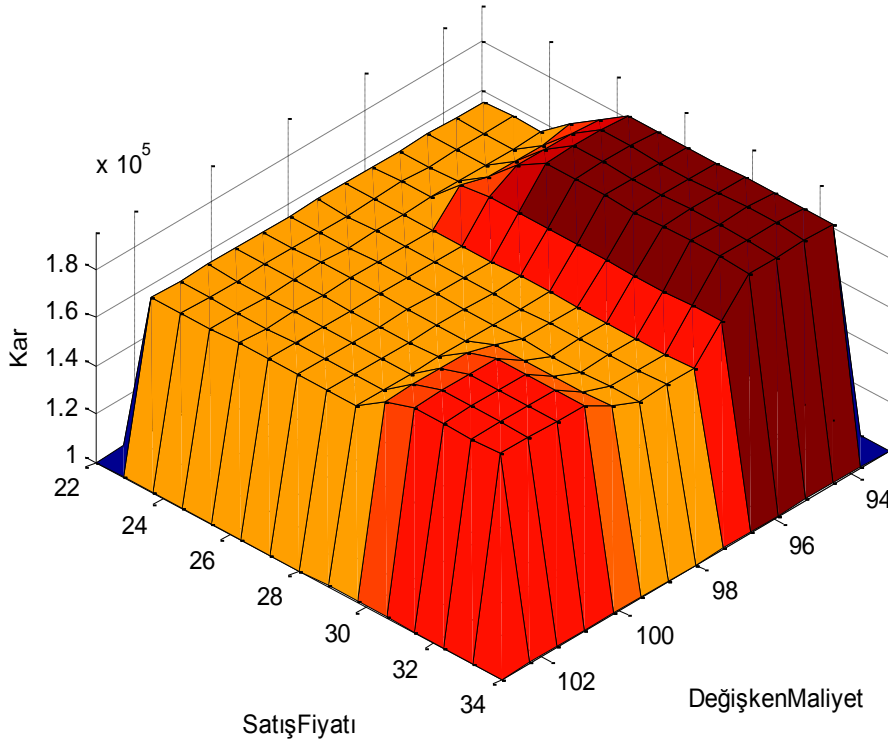


Şekil 6-11 Kâra Ait Çıkarım Sonucu (devamı)

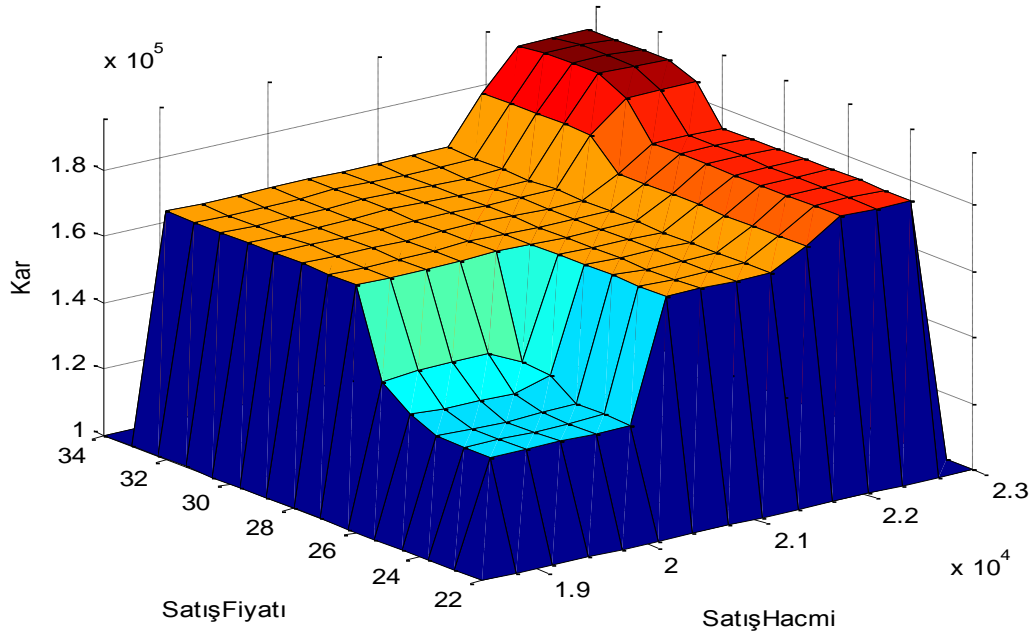
Şekil 6.8. incelendiğinde girdi ve çıktı değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları ile bulanık kurallar sonucunda işletmenin kârının 168.000 TL olarak hesaplanmıştır. Girdi değişkenlerinin gösterildiği Şekil 6.8.' de her bir girdi değişkenin üzerinde yer alan kırmızı çizgi max-min yöntemi sonucu program tarafından belirlenmiştir. Bu çizgiler program üzerinde rahatlıkla hareket ettirilmektedir. Bu durumda girdi değişkenleri üzerinde yapılabilecek her türlü değişiklik (sağa ya da sola doğrunun kaydırılması) sonucunda direkt olarak çıktı değişkeni olan kâr üzerindeki değişiklik hesaplanmaktadır. İşletmelerin bu programı kullanmalarıyla hem net sonuçlar üzerinden işlem yapmanın zorluğu ortadan kaldırılmakta ve işletme yöneticilerinin tecrübeleri hesaplamalara dahil edilebilmekte yani bulanık değerler işleme girebilmekte hem de kâr hesaplamaya ait işlemlerin daha kolay ve hızlı yapılabilmesi sağlanmaktadır.

Girdi değişkenlerini çıktı değişkeni olan kâr olan etkilerini gösteren üyelik fonksiyonları ilişkileri de program yardımıyla hazırlanmıştır. Sırasıyla;

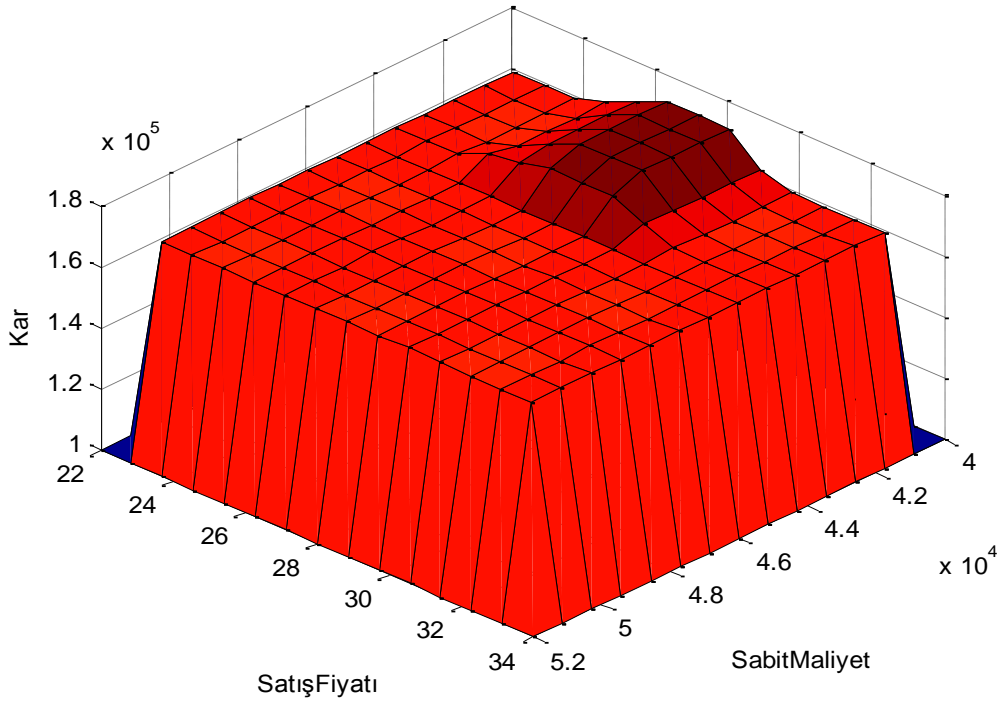
1. Satış fiyatı ile değişken maliyetteki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 2. Satış fiyatı ile satış hacmi değişikliklerin kâra olan etkisi,
 3. Satış fiyatı ile sabit maliyetteki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 4. Değişken maliyet ile satış hacmindeki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 5. Değişken maliyet ile sabit maliyetteki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 6. Sabit maliyet ile satış hacmindeki değişikliklerin kâra olan etkisi,
- grafiklerle oluşturulmuştur.



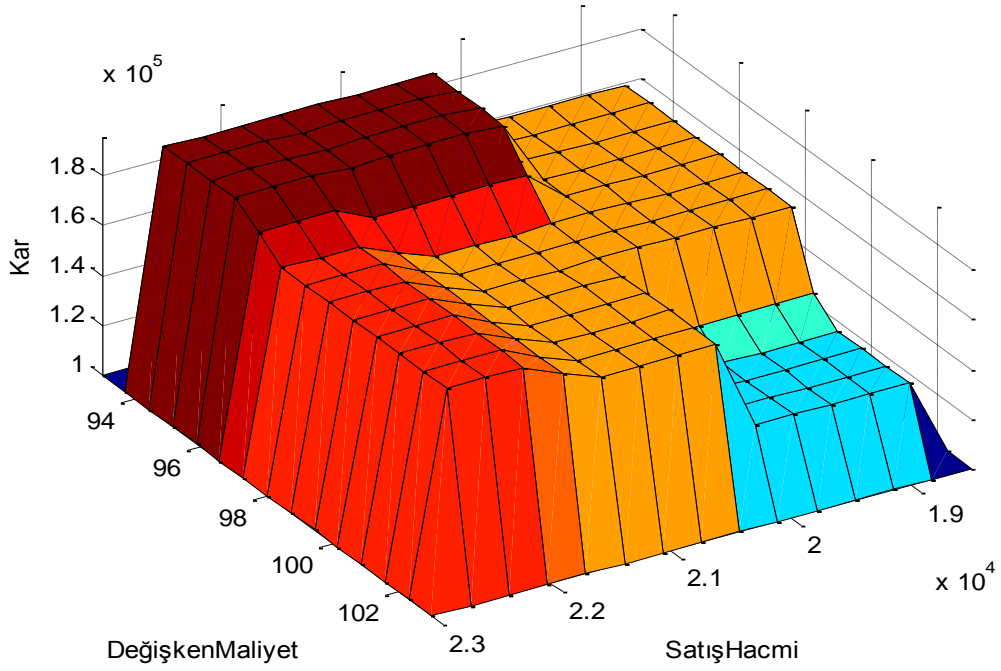
Şekil 6-12 Satış Fiyatı İle Değişken Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



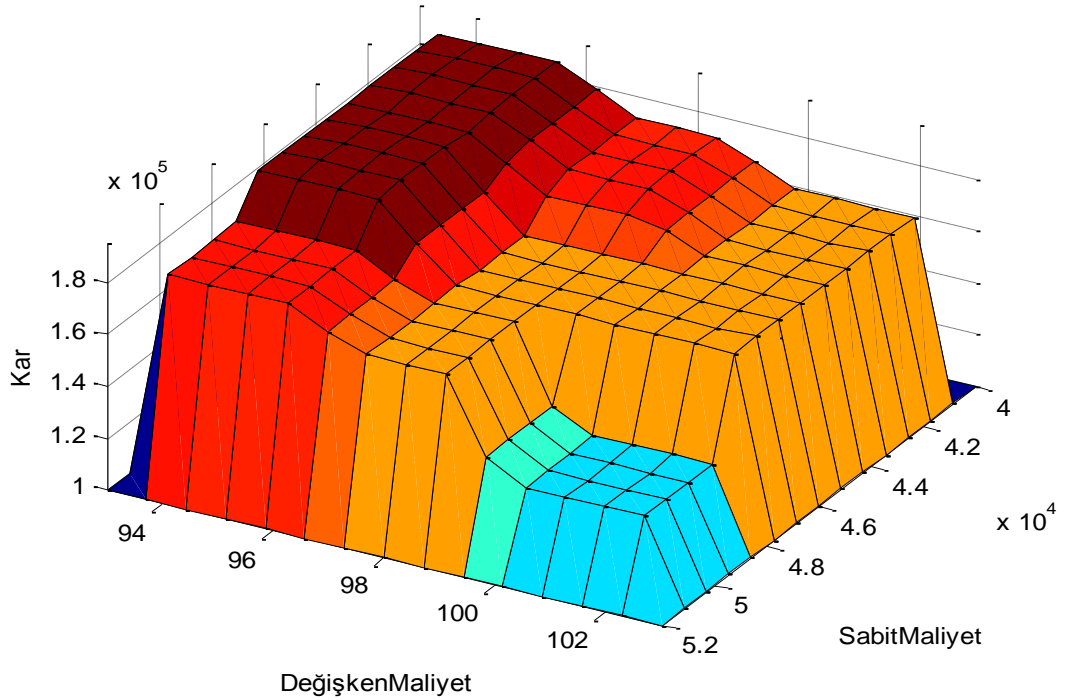
Şekil 6-13 Satış Fiyatı İle Satış Hacmi Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



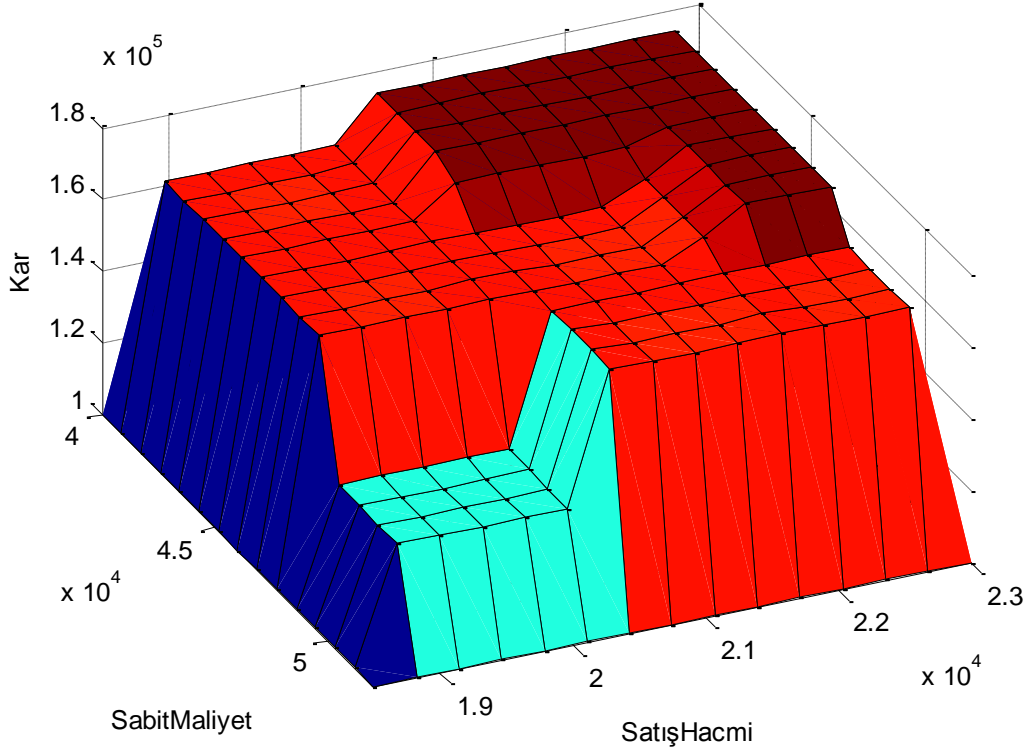
Şekil 6-14 Satış Fiyatı İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



Şekil 6-15 Değişken Maliyet ile Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



Şekil 6-16 Değişken Maliyet İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



Şekil 6-17 Sabit Maliyet İle Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi

MHK analizlerinde satış tutarının fonksiyonu olarak kârın hesaplanması BM yöntemiyle çözümlenmiştir. Bu uygulama kapsamında KT ilkelerine göre hesaplanan işletme kârının BM ile çözümlenmesi de yapılmıştır.

6.5.7. KT İlkeleri Doğrultusunda İşletme Kârının BM Yöntemiyle Çözümlenmesi

KT ilkelerine göre hesaplanan işletme kârı; BM çıkarım sistemlerinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan Mamdani yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Mamdani tipi bir bulanık model için takip edilen beş adım yine bu uygulamada da sırasıyla uygulanmıştır. İlk adım olarak da üyelikler belirlenmiş ve bu üyeliklere ait dilsel terimler oluşturulmuştur. BM çözümlerinin yapılabilmesi için üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Üyelikler oluşturulurken girdi değişkenleri;

satış fiyatı, satış hacmi, direkt ilk madde ve malzeme maliyeti ve sabit maliyet ve çıktı değişkeni ise, kâr olarak belirlenmiştir. KT' ye göre sadece DİMMM değişken gider olarak kabul edildiğinden girdi değişkenlerinden bir tanesi de DİMMM' dir. Bu değişkenleri bulanıklaştırmak için dilsel değişkenler oluşturulmuştur. Girdi değişkeni üç, çıktı değişkeni ise beş tane dilsel değişken ile bulanıklaştırılmıştır (Yuan, 2009: 1156). Aşağıdaki tabloda bu girdi-çıktı değişkenleri ve değişkenler için belirlenen dilsel değişkenler yer almaktadır.

Tablo 6-18 Girdi-Çıktı Değişkenleri ve Dilsel Değişkenler

Girdi Değişkenleri	Dilsel Değişkenler	Çıktı Değişkeni	Dilsel Değişkenler
Satış Fiyatı (SF)	Düşük	Kâr	Çok Düşük
	Orta		Düşük
	Yüksek		Orta
Satış Hacmi (SH)	Düşük		Yüksek
	Orta		Çok Yüksek
	Yüksek		
Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti (DİMMM)	Düşük		
	Orta		
	Yüksek		
Sabit Maliyet (SM)	Düşük		
	Orta		
	Yüksek		

İşletmedeki karar verici olan yönetici ve işlemleri kontrol eden mühendis ile beraber girdi ve çıktı değişkenlerine ait belirlenen üyelik fonksiyonları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6-19 Girdi-Çıktı Değişkenlerine Ait Üyelik Fonksiyonları

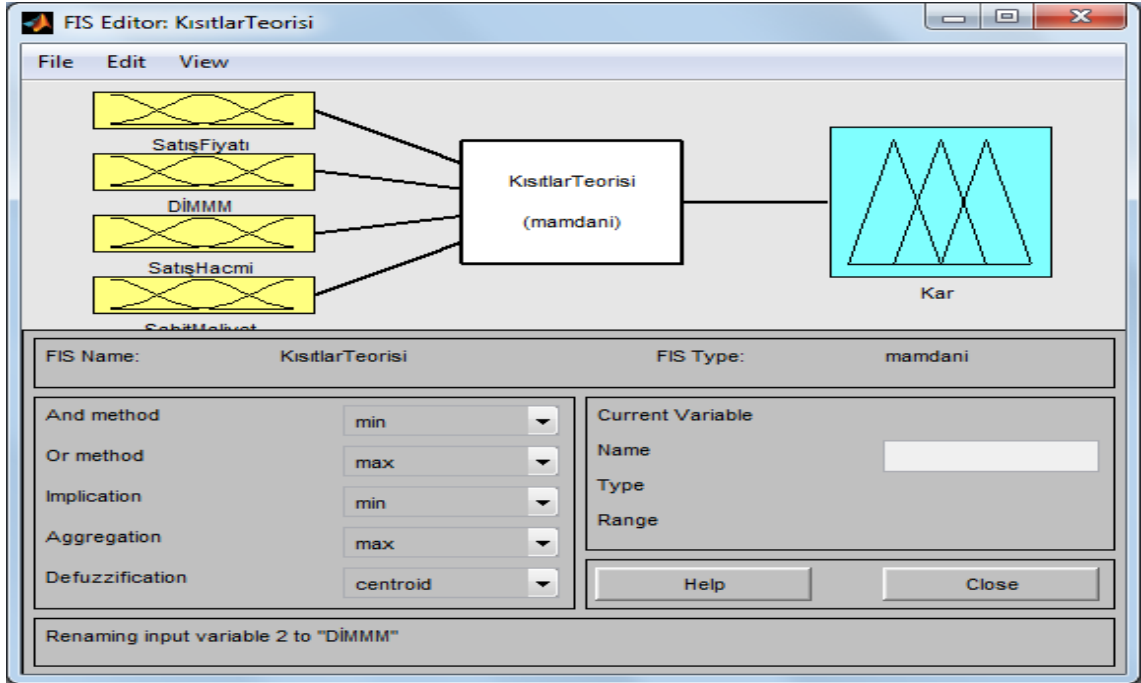
Girdi Değişkenleri	Dilsel Değişkenler	Oranlar	Çıktı Değişkeni	Dilsel Değişkenler	Oranlar
Satış Fiyatı (SF)* (TL)	Düşük	22-27	Kâr (TL)	Çok Düşük	0-201.600
	Orta	25-30		Düşük	201.600-209.490
	Yüksek	29-34		Orta	209.490-222.500
Satış Hacmi (SH)**	Düşük	18.500-20.200		Yüksek	222.500-236.200
	Orta	20.195-22.000		Çok Yüksek	236.200-250.000
	Yüksek	21.500-23.000			
Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti (DİMMM)	Düşük	80-84			
	Orta	83-87			
	Yüksek	86-100			
Sabit Maliyet (SM) (TL)	Düşük	40.000-44.500			
	Orta	44.120-48.600			
	Yüksek	48.000-52.000			

* İşletmede farklı satış fiyatlarından altı adet ürün bulunmaktadır. Modele dahil edebilmek için ortalama bir satış fiyatı oluşturulmuştur.

** Satışlar tüp adedi ve kg olarak yapılmaktadır. Ortak bir ölçü olarak tüp adedi alınmıştır ve kg olarak ifade edilen değer işletme yöneticisi ile hesaplama yapılarak tüp adedi olarak modele dahil edilmiştir.

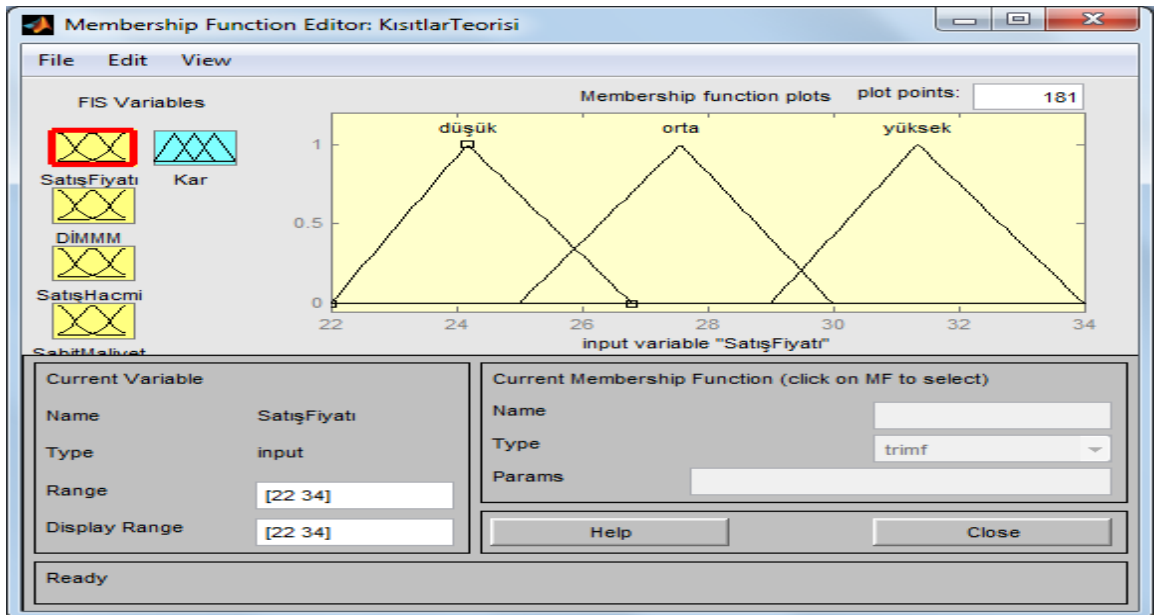
İşletme yöneticisi, mühendis ve üretimden sorumlu olan usta tarafından yapılan görüşmeler sonucunda değişkenlere ait üyelik fonksiyonları belirlenmiştir. Üç kişi de işletmenin içerisinde bulunan dönem itibarıyla elde edilen gerçek değerlerin "orta" olarak ifade edilmesinde hem fikir olmuşlardır. Diğer değerler "orta" değer baz alınarak oluşturulmuştur.

Probleme ait çözümlenme MATLAB' da "Fuzzy Logic" Toolbox kullanılarak yapılmıştır. Programa öncelikle, girdi değişkenleri; "satış fiyatı, direkt ilk madde ve malzeme maliyeti, satış hacmi ve sabit maliyet" ve çıktı değişkeni "kâr" olarak tanımlanmıştır.

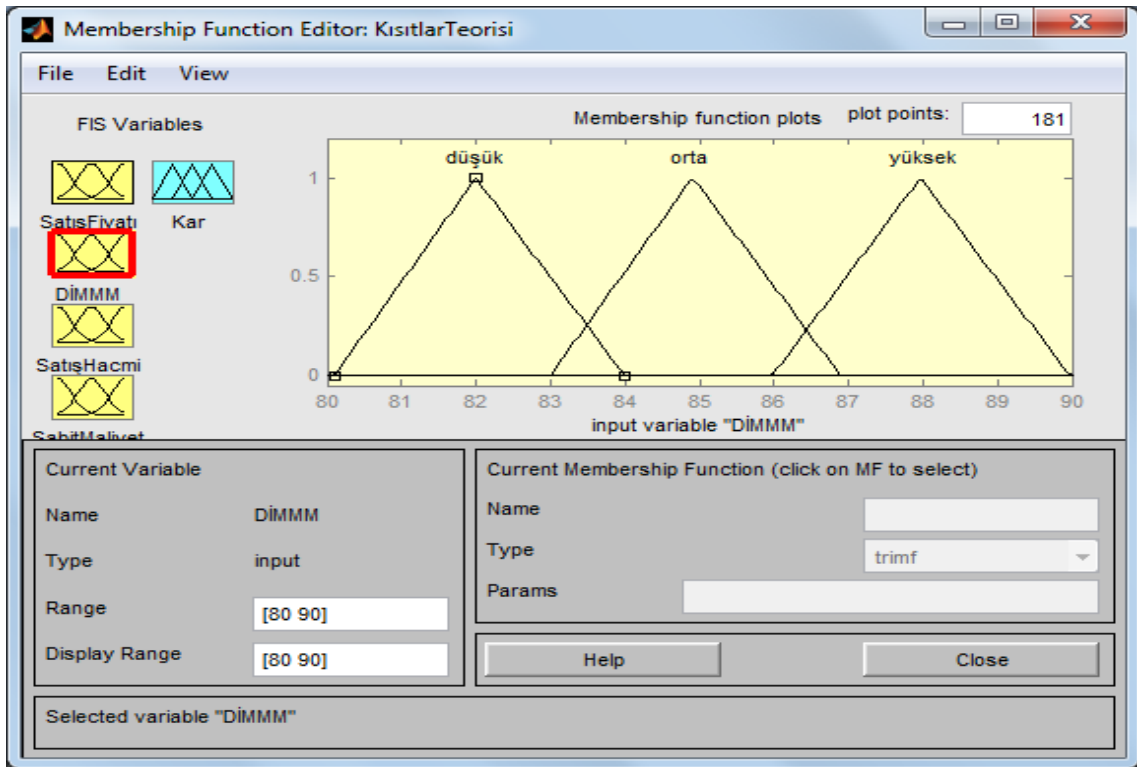


Şekil 6-18 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması

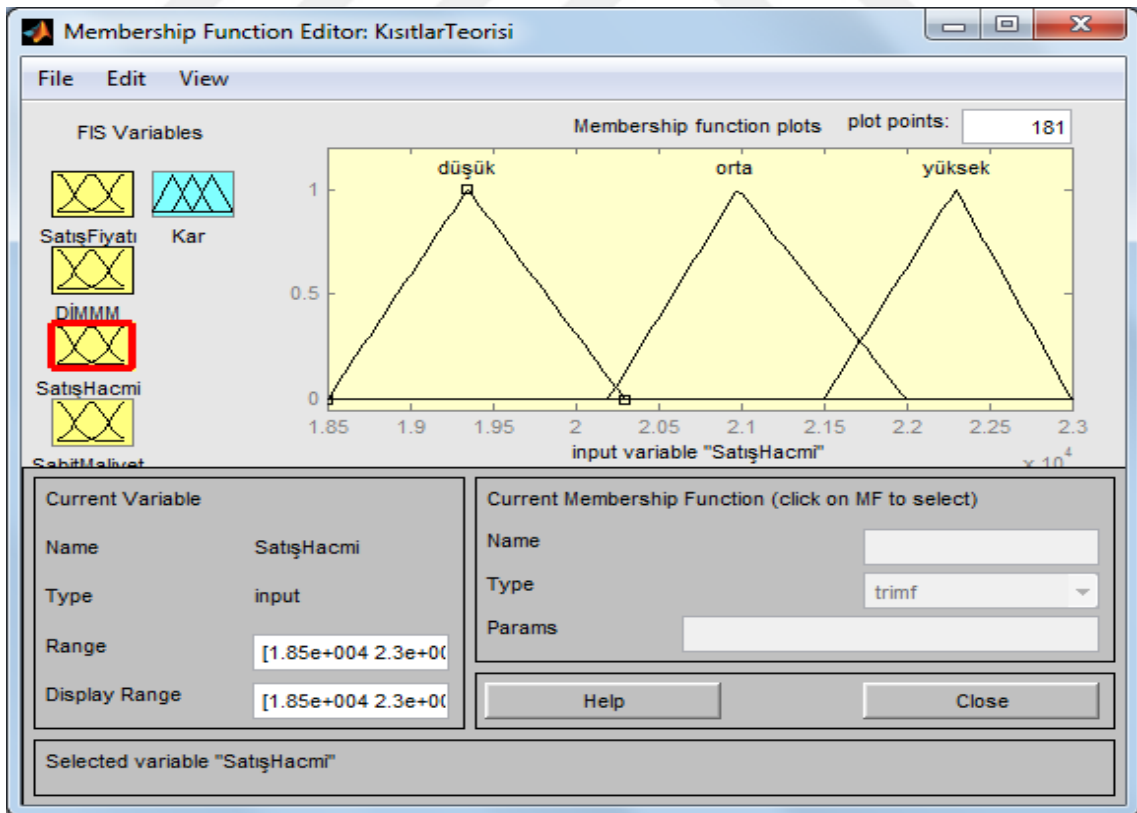
Üyelik fonksiyonlarına ait değerler Tablo 6.19.' dan alınarak girdi değişkenleri için 3 tane çıktı değişkeni için ise 5 tane üyelik fonksiyonu ayrı ayrı tanımlanmış ve Üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. MATLAB programında üyelik fonksiyonlarının nasıl tanımlandığı her bir girdi ve çıktı değişkeni için aşağıdaki şekillerde ayrı ayrı gösterilmiştir.



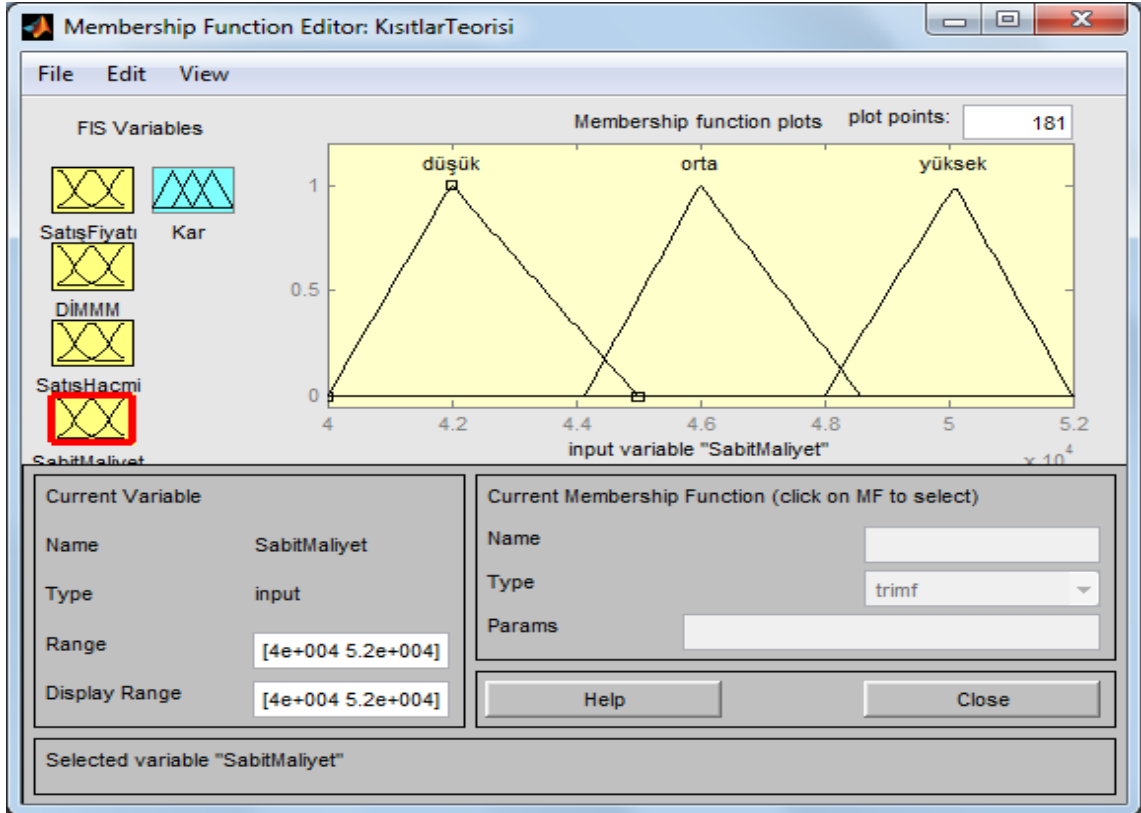
Şekil 6-19 Satış Fiyatına Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması



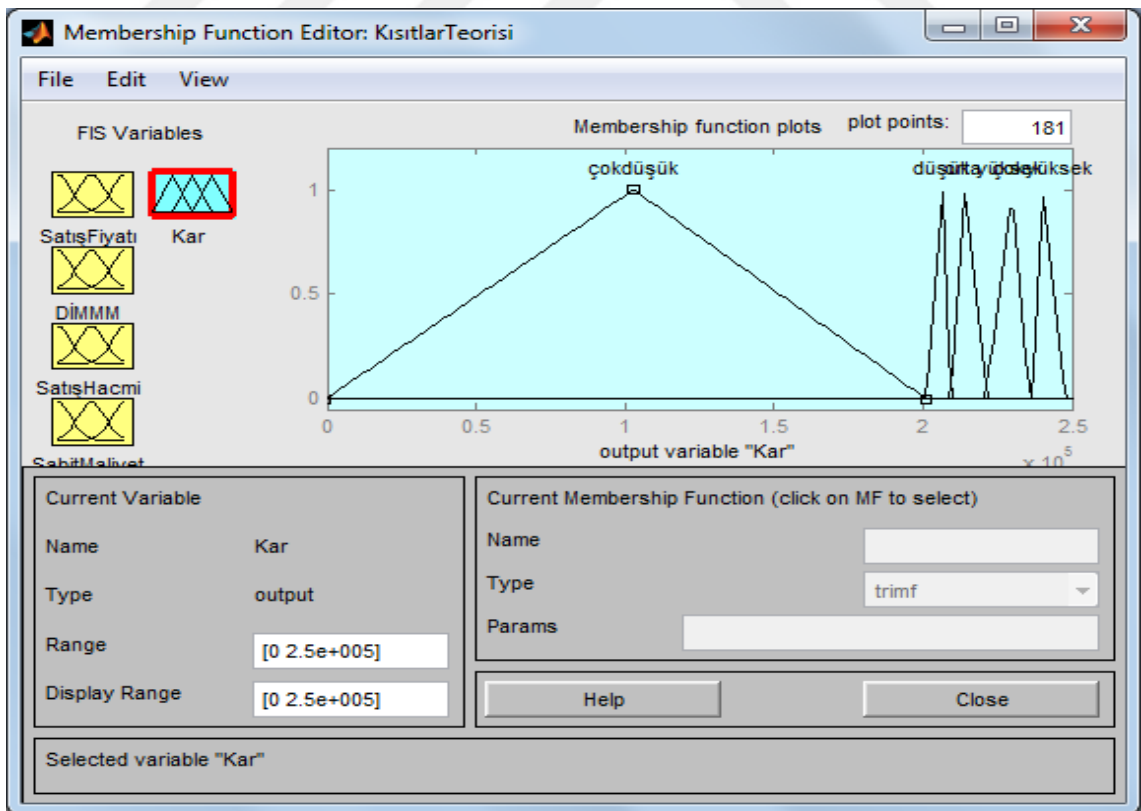
Şekil 6-20 DİMMM Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması



Şekil 6-21 Satış Hacmine Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması

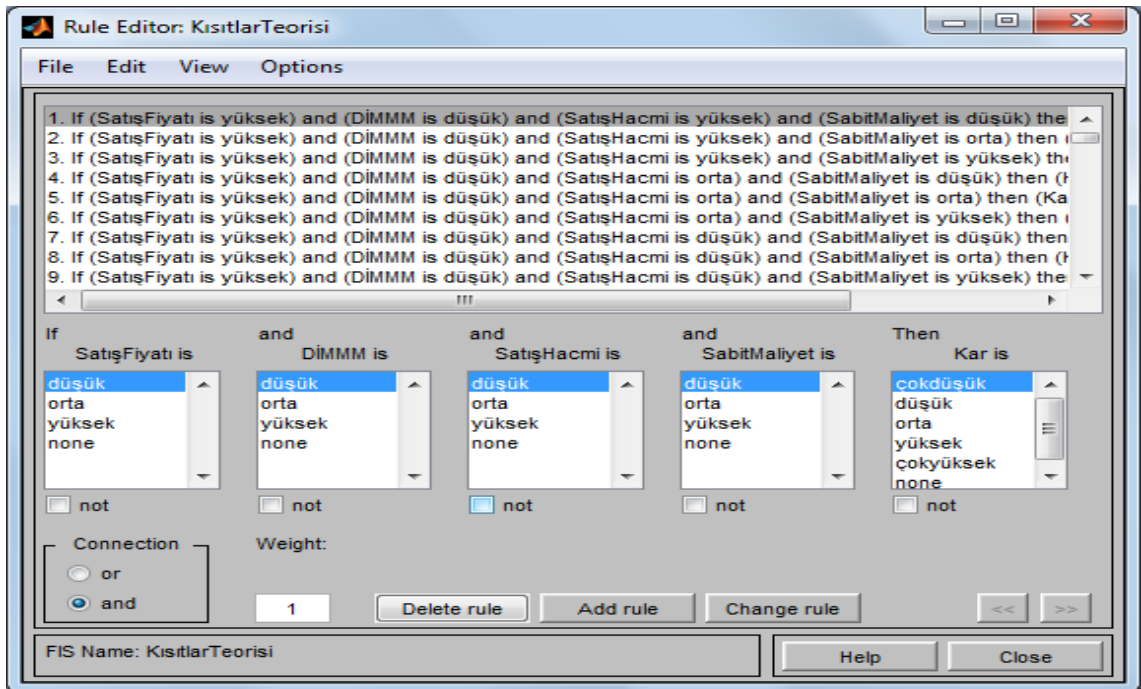


Şekil 6-22 Sabit Maliyete Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması

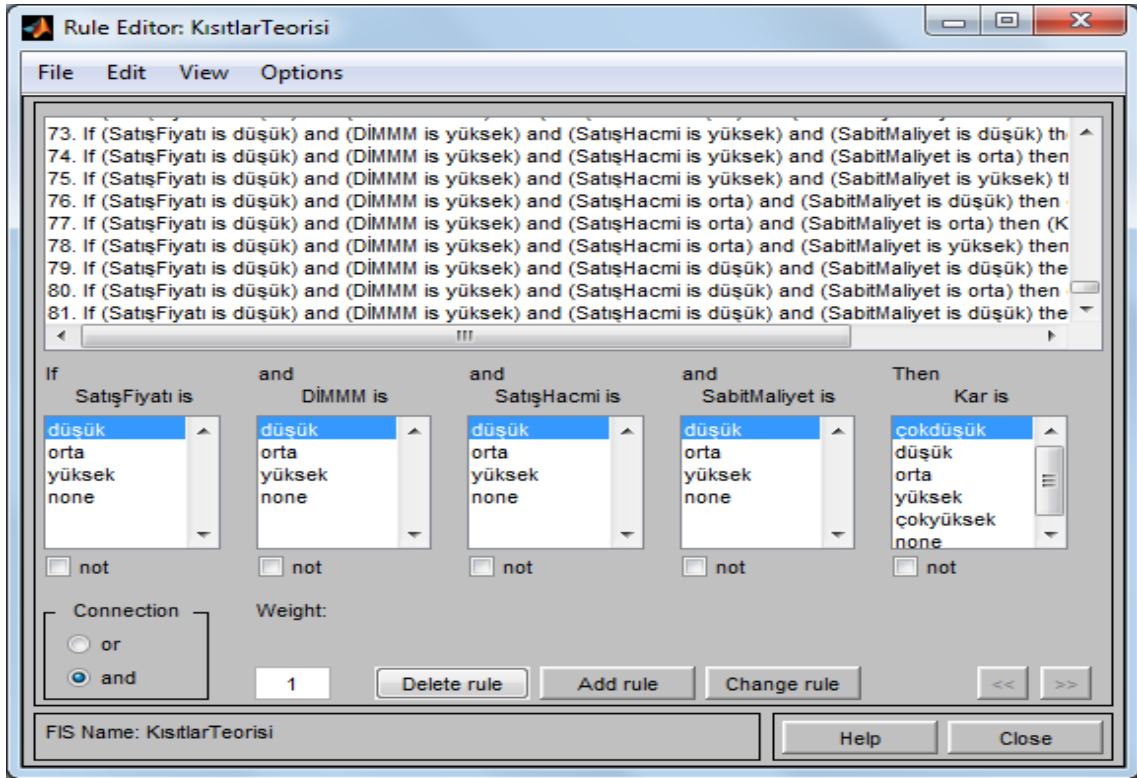


Şekil 6-23 Kâra Ait Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması

İşletmedeki uzman görüşünden yararlanarak, satış fiyatı, satış miktarı, DİMMM, sabit maliyet ve kâr düzeyine ilişkin belirli fiyat ve miktar aralıklarının, uzman için ifade ettiği dilsel değerler üyelik fonksiyonlarına karşılık gelen ifadeyle eşleştirilmiştir. Bu şekilde, üretim yapılan mamuller için dört ana grupta yer alan bilgiler tek tek uzman görüşünden yararlanılarak belirlenen üyelik fonksiyonları ile "bulanık mantık kontrol kuralları" oluşturulmuştur. Çıkarım motoru, 4 kriter ve her kritere ait 3 bulanık kümeden oluştuğu için 3^4 kuraldan yani 81 kuraldan oluşmuştur. Kurallar uzman bilgi ve tecrübesi dahilinde oluşturulan ve tüm kuralların ağırlığı eşit olarak belirlenen bulanık kontrol kuralları "if...then" yapıları ile oluşturulur ve "and, or, not" bulanık işlemcileri kullanılır. Çıkarım için Mamdani max-min çıkarım mekanizması ve durulaştırma için ise Ağırlıklı Ortalama Yöntemi kullanılmıştır. Uygulama yapılan işletmenin kâr çıkışının sınıflandırılması için oluşturulan kuralların tamamı EK 2' de verilmiştir. Aşağıdaki şekillerde bulanık kuralların programa girilmiş şekli yer almaktadır.

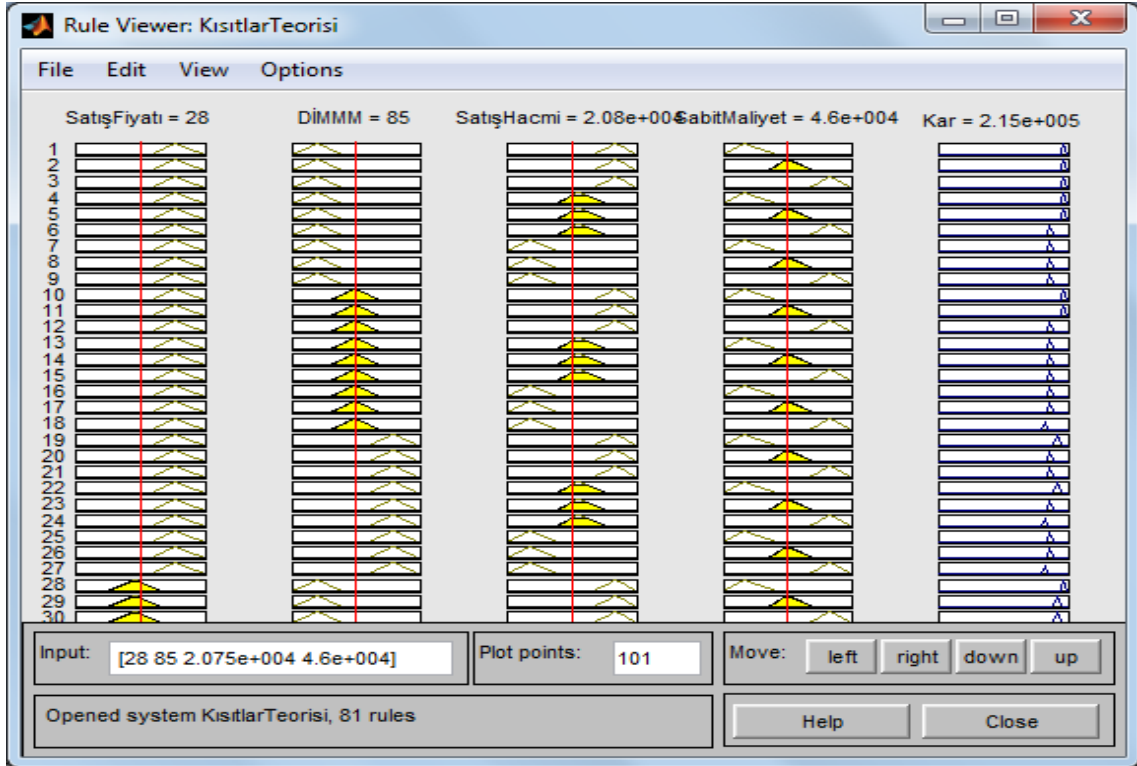


Şekil 6-24 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi

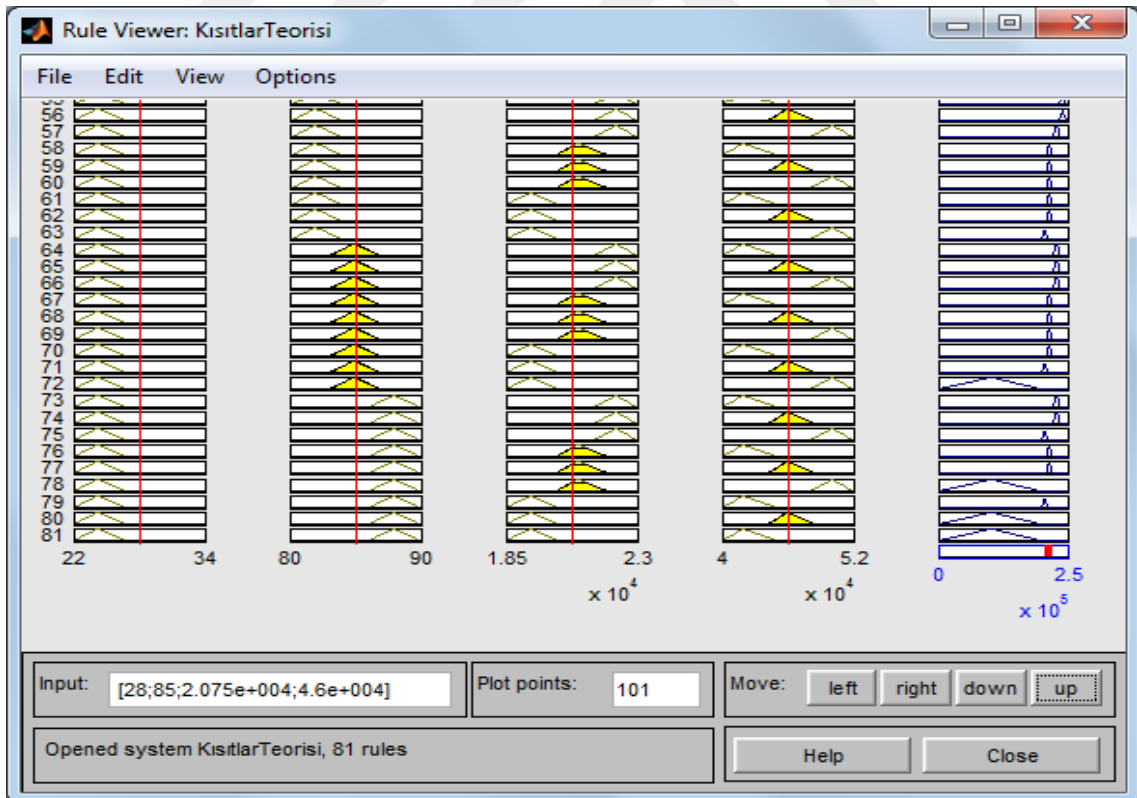


Şekil 6-25 Bulanık Kuralların Programa Girilmesi (devamı)

Bulanık kuralların programa girilmesinden sonra, durulaştırma işlemi yani tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması yapılmıştır. Durulaştırma için Ağırlıklı Ortalama Yöntemi kullanılmıştır. Bu işlemde gelen girdi değişkenlerinin üyelik fonksiyonları bilgileri kullanılarak Mamdani max-min çıkarım mekanizması ile çıktı değişkeni için çıkarımlar oluşturulmuştur. Aşağıdaki şekilde elde edilen çıkarım değer sonuçları yer almaktadır.



Şekil 6-26 Kâra Ait Çıkarım Sonucu

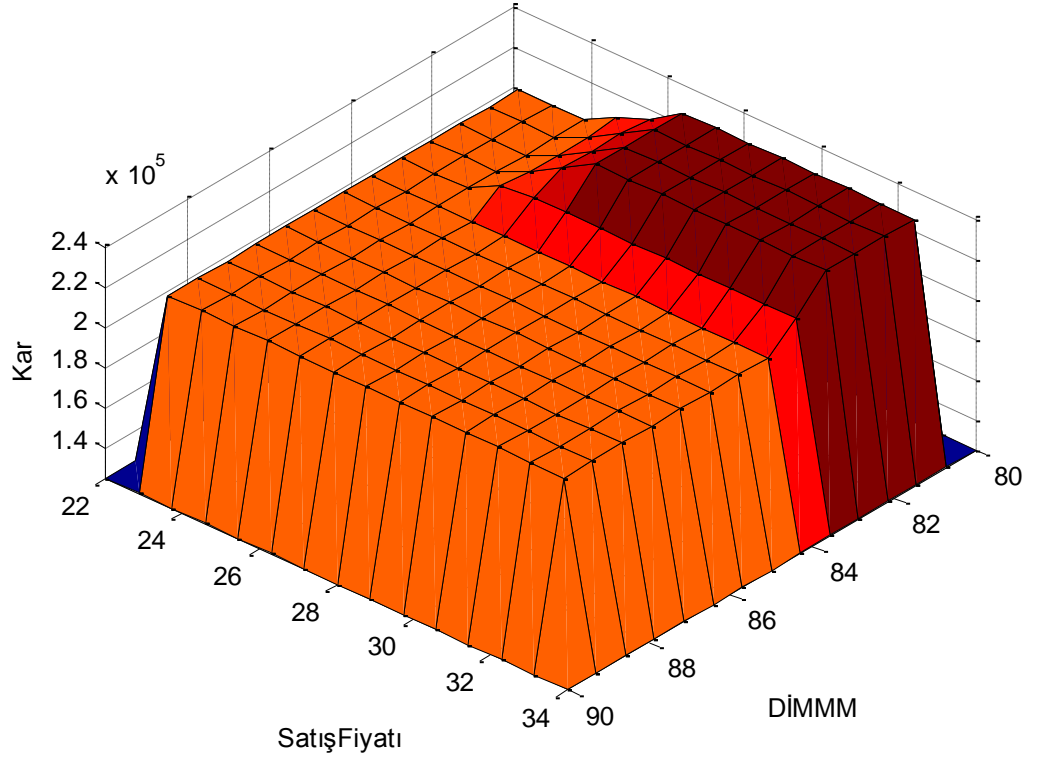


Şekil 6-27 Kâra Ait Çıkarım Sonucu (devamı)

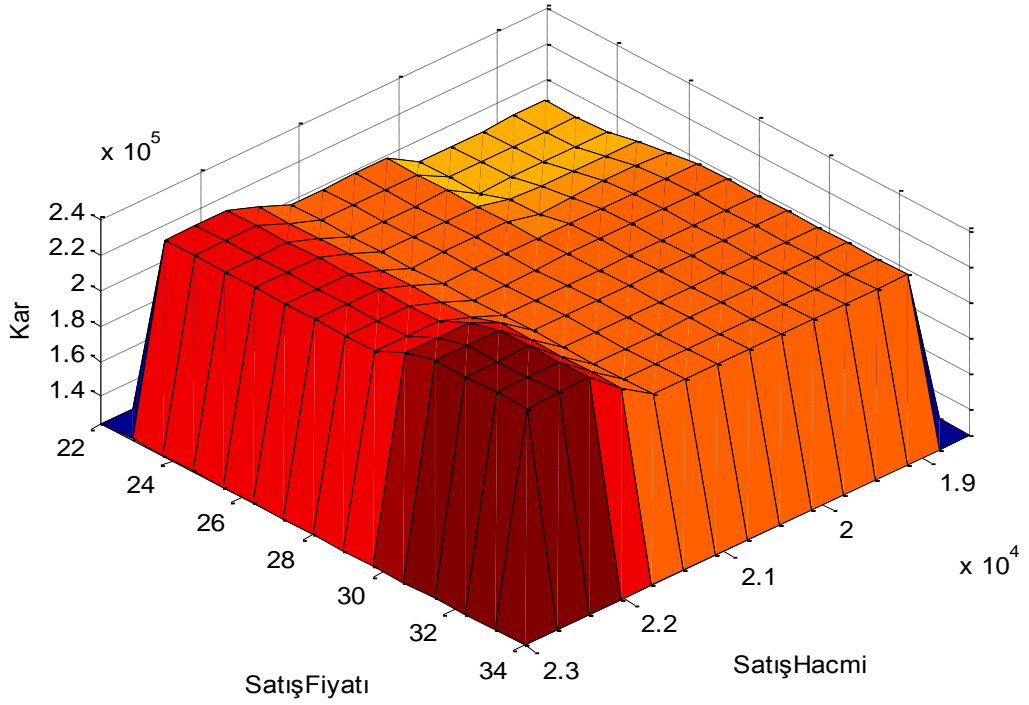
Şekil 6.26. incelendiğinde girdi ve çıktı değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları ile bulanık kurallar sonucunda işletmenin kârı 215.000TL olarak hesaplanmıştır. Bu şekilde yer alan girdi değişkenleri üzerindeki kırmızı çizgi max-min yöntemi sonucu program tarafından belirlenmiş ve bu çizgiler program üzerinde rahatlıkla hareket ettirilmektedir. Bu durumda girdi değişkenleri üzerinde yapılabilecek her türlü değişiklik (sağa ya da sola doğrunun kaydırılması) sonucunda direkt olarak çıktı değişkeni olan kâr üzerindeki değişiklik hesaplanmaktadır.

Girdi değişkenlerini çıktı değişkeni olan kâr olan etkilerini gösteren üyelik fonksiyonları ilişkileri de program yardımıyla hazırlanmıştır. Sırasıyla;

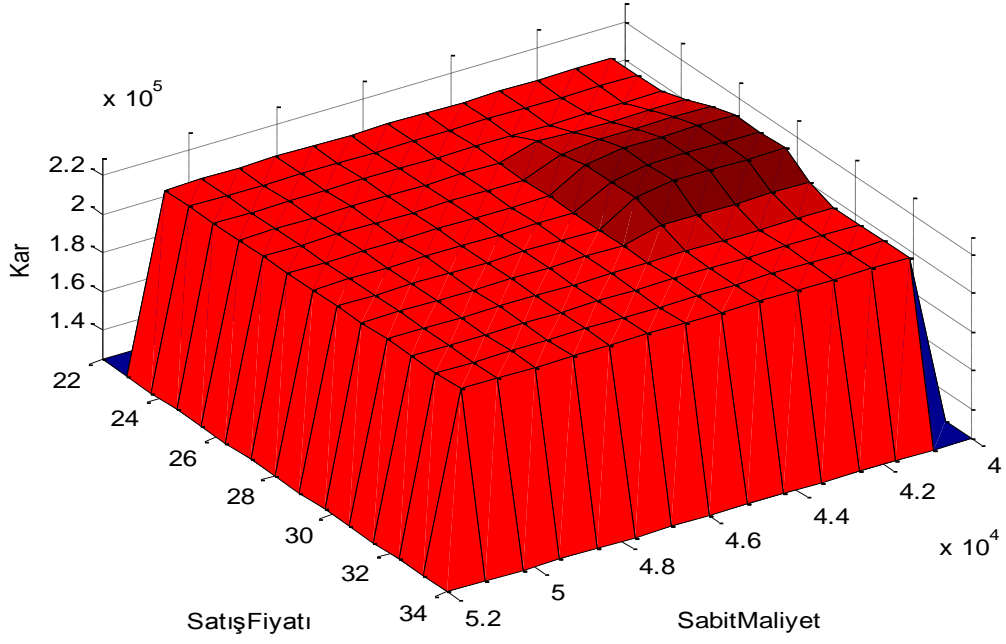
1. Satış fiyatı ile direkt ilk madde ve malzeme maliyetlerindeki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 2. Satış fiyatı ile satış hacmi değişikliklerin kâra olan etkisi,
 3. Satış fiyatı ile sabit maliyetteki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 4. Direkt ilk madde ve malzeme maliyeti ile satış hacmindeki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 5. Direkt ilk madde ve malzeme maliyeti ile sabit maliyetteki değişikliklerin kâra olan etkisi,
 6. Sabit maliyet ile satış hacmindeki değişikliklerin kâra olan etkisi,
- grafiklerle oluşturulmuştur.



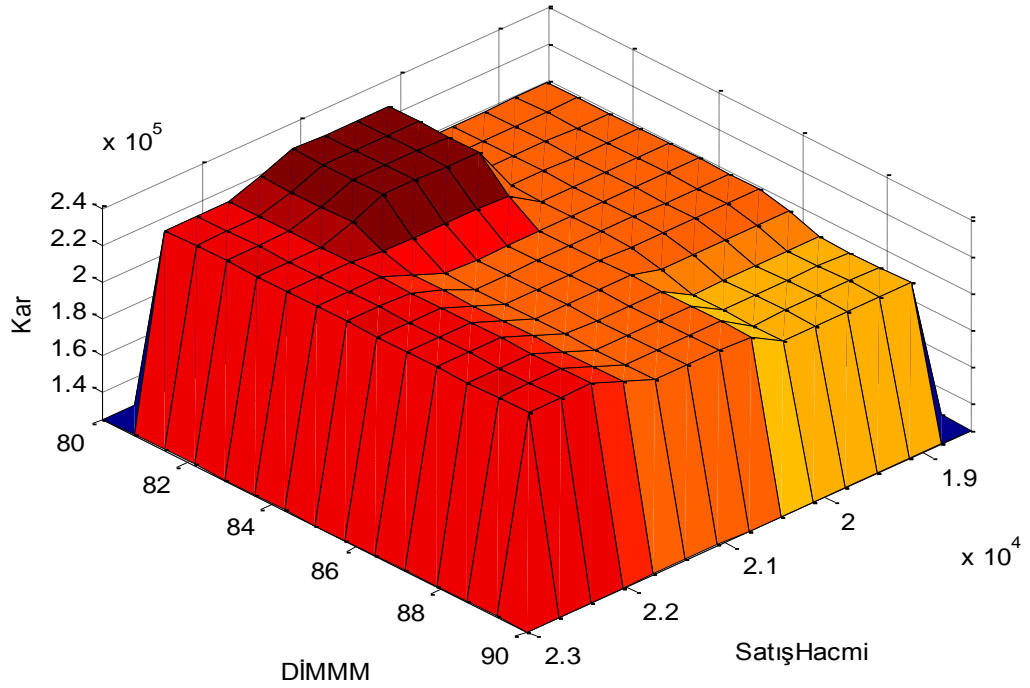
Şekil 6-28 Satış Fiyatı İle DIMMM Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



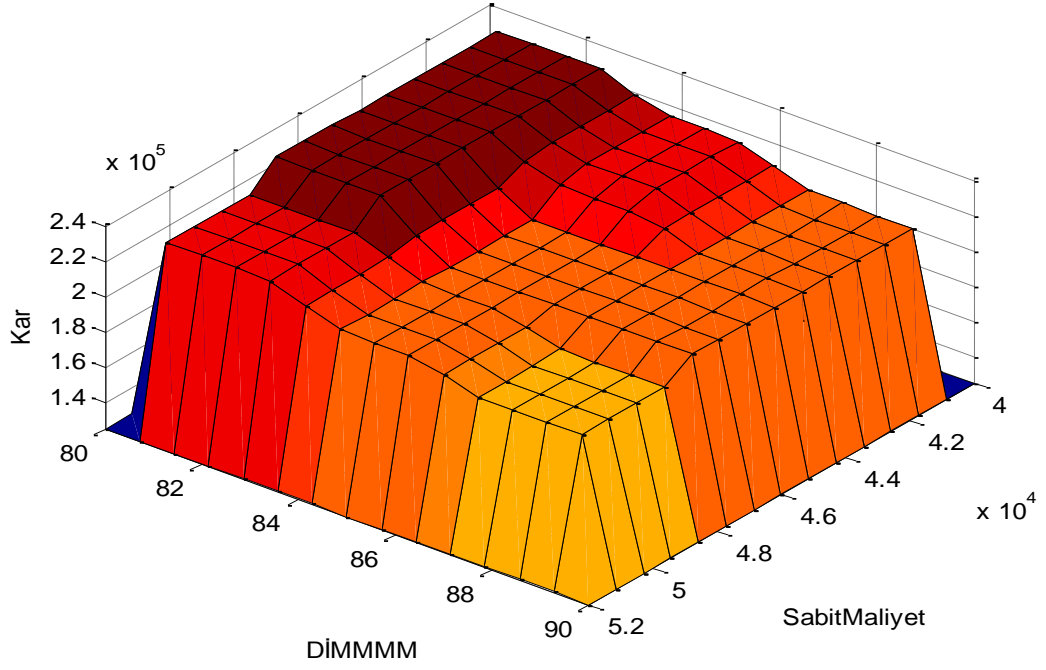
Şekil 6-29 Satış Fiyatı İle Satış Hacmi Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



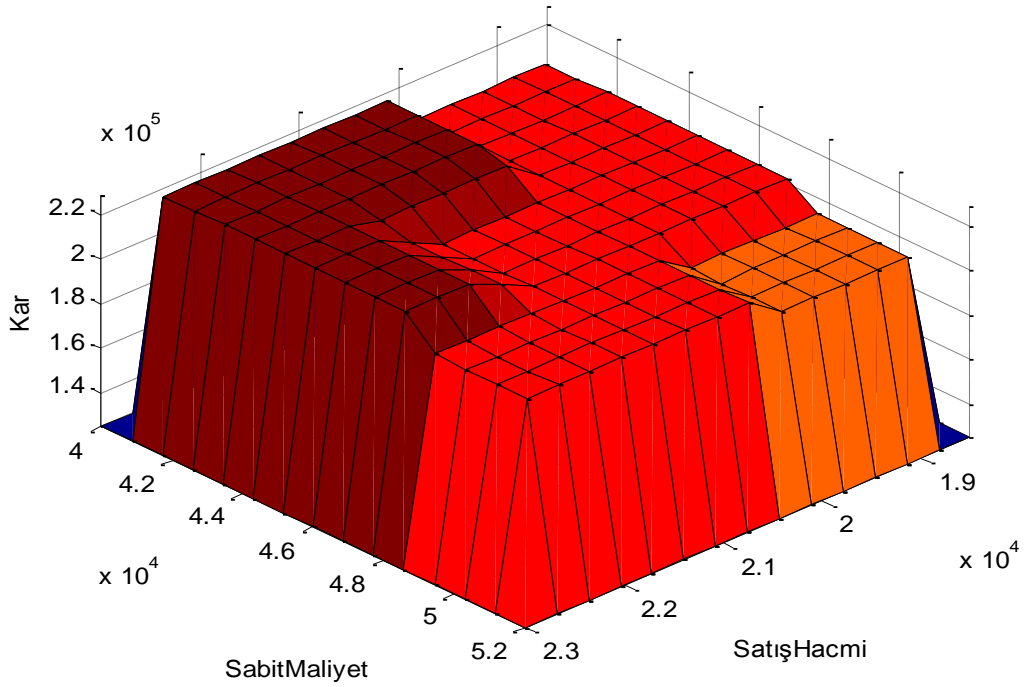
Şekil 6-30 Satış Fiyatı İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



Şekil 6-31 DİMMM ile Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



Şekil 6-32 DİMMM İle Sabit Maliyetteki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi



Şekil 6-33 Sabit Maliyet İle Satış Hacmindeki Değişikliklerin Kâra Olan Etkisi

Uygulama kapsamında incelenen işletme için MHK analizi, KT ve BM çözümlenmesi ile işletme kârı hesaplanmıştır. Elde edilen kâr tutarlarına ait her bir yöntem açısından karşılaştırmalı sonuçları da bir sonraki başlıkta açıklanmıştır.

6.5.8. MHK, KT VE BM İle Çözümlenen İşletme Kârının Karşılaştırılması

MHK analizlerinde satış tutarının fonksiyonu olarak kâr hesaplamalarında katkı oranı ve kâr aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\text{Katkı Oranı} = \frac{\text{Katkı Payı}}{\text{Toplam Net Satışlar}}$$

$$\text{Kâr} = (\text{Katkı Oranı} \times \text{Toplam Net Satışlar}) - \text{Toplam Sabit Maliyetler}$$

Katkı payı, değişken maliyet yöntemine göre satış fiyatından toplam değişken maliyetlerin çıkartılması ile hesaplanmaktadır. KT' ye göre, işletmenin değişken maliyetleri DİMMM' den oluşmaktadır. Satış fiyatından DİMMM çıkartılarak kısıtlı katkı payı ya da süreç katkısı bulunmaktadır. Bu durumda kısıtlar teorisi için katkı oranı aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$\text{Katkı Oranı} = \frac{\text{Kısıtlı Katkı Payı}}{\text{Toplam Net Satışlar}}$$

Bu çalışmada öncelikle MHK analizi ve KT' ye göre işletme kârı hesaplanmıştır. Daha sonra, MHK analizlerinin dayandığı varsayımlara uygun olarak işletme kârı BM ile çözümlenmiştir. Yine BM ile; bu sefer KT ilkeleri göz önüne alınarak işletme kârı hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda yapılan tüm hesaplamalar sonucunda elde edilen işletme kârları yer almaktadır.

Tablo 6-20 Kâr Tutarlarının Yöntemler Bazında Karşılaştırılması

Yöntem	Kâr Tutarı (TL)	Yöntem	Kâr Tutarı (TL)
MHK	162.317,12	KT	209.493,12
MHK-BM İlişkisi	168.000	KT-BM İlişkisi	215.000

MHK ile işletme kârı 162.317,12 TL, MHK varsayımları doğrultusunda BM ile işletme kârı 168.000 TL olarak hesaplanmıştır. İki yöntem arasındaki kâr farkı 5.682,88 TL'dir. BM kural tabanlarına göre oluşturulan model sonucunda işletme kârı daha yüksek bulunmuştur. Uzman tecrübelerinden oluşan bulanık çıkarım kural tabanları dikkate alındığında MHK ile hesaplanan kâr rakamına yakın bir sonuç elde edilmiştir. Kural tabanlarının uzman sezgi ve çıkarımları üzerine hazırlanmasıyla sözel değişkenler de kârın hesaplanmasına dahil edildiğinden BM belirsizlikleri de dikkate alarak hesaplama yapmaktadır. Bu durumda, işletme kârının MHK varsayımları altında BM ile çözümlenebileceği söylenebilir. Hatta, sözel değişkenleri modele dahil edilmesi ile sonucun daha da güçlendirildiği söylenebilir.

KT ilkelerine uygun olarak işletmenin kârı 209.493,12 TL, KT ilkeleri doğrultusunda BM ile 215.000 TL olarak hesaplanmıştır. İki yöntem arasındaki kâr farkı 5.506,88 TL'dir. Her iki uygulama sonucunda da BM ile yapılan çözümleme diğer değerlere yakındır. BM'nin üstün yönleri düşünüldüğünde işletme kârının hesaplamasında yeni ve farklı bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Özellikle MATLAB programında kurulan model sürekli kullanılarak girdi ve çıktı değişkenlerindeki belirsizlikler kesintisiz ve çok basit olarak takip edilebilmesi ayrıca BM'nin oldukça pratik bir kullanıma sahip olduğunun göstermektedir.

6.6. ARAŞTIRMADA VAK'A ÇALIŞMASI - II

Çalışmaya ait uygulama bölümünün ikinci ayağını optimal mamul karmasının tespit edilmesi oluşturmaktadır. Çeşitli mamullerin kârlılık durumları konusunda MHK analizlerinden elde edilen bilgiler, üretim ve satış koşulları ile birlikte değerlendirilerek, optimal mamul karmasının tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Optimal mamul karması belirlenmesi işletmeler açısından kârlılığın artırılmasında oldukça önemli olmaktadır.

Fakat, üretim sistemindeki değişiklikler ve yeni yönetim anlayışları gibi sebeplerden dolayı, MHK analizleri optimal mamul karmasının belirlenmesinde yetersiz kalmaktadır. Yeni geliştirilen teknikler ile birlikte optimal mamul karmaları oluşturularak daha kârlı sonuçlar elde edilmektedir. KT, MHK analizlerinde kullanılan değişken maliyet sistemine benzemekte, ancak tek değişken maliyet olarak DİMMM'yi dikkate almaktadır. Bu şekilde belirlenen KKP değeriyle alınan mamul karması kararları daha kârlı sonuçlar sağlayabilmektedir. KT' ye göre, her mamul için en az bir kısıt söz konusudur.

İşletme içinden ve işletme dışından, işletmenin kâr elde etmesini engelleyen tüm kısıtlar, Doğrusal Programlama (DP) gibi yöntemlerle yönetilmelidir. MHK analizlerine göre oluşturulacak mamul karmalarının çözümlemesi de yine DP ile yapılabilmektedir.

DP modelleri, optimizasyon temeline dayanan karar modellerinin özel bir türüdür. DP optimum kılma amacı ve kısıtlayıcıların doğrusal fonksiyonlar ile alınmasına dayanmaktadır. Amaç fonksiyonun optimum kılınması mevcut kısıtlayıcılar altında amaca en iyi şekilde ulaşılmasının sağlanmasıdır. DP modelinde amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar matematiksel eşitlik ve eşitsizlikler yardımıyla doğrusal fonksiyonlar ile formüle edilmektedir (Yılmaz,2004:73-74). Ancak, çoğu durumda, DP problemlerinde kısıtların veya amaç fonksiyonlarının kesin olarak belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda, Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) yöntemlerine başvurulur.

Uygulamada oluşan karar problemlerinin matematiksel modelleri kurulurken problemin yapısındaki amaç ve kısıtlayıcılardaki bulanıklıklar göz önünde bulundurulmalıdır. BDP gerçek dünyanın bulanık yapısını modellemeyi, karar vericinin aktif olarak karar sürecine katılımını sağlamayı ve bulanıklık içeren problemler için en

iyi çözümü bulmayı amaçlamaktadır. BDP karmaşık sistemler için gerçekçi bir çözüm getirmektedir (Başkaya, 2011:163). BDP, kaynak değişkenlerinin, amacın veya kısıtlayıcıların bulanık olabildiği durumlarda kullanıldığından optimal mamul karmasının tespit edilmesinde çalışma kapsamında kullanılan bir diğer yöntem olmaktadır. Yapılan açıklamalar doğrultusunda uygulama dört aşamada gerçekleştirilmiştir:

1. MHK analizi ile optimal mamul karmasının belirlenmesi,
2. KT ile optimal mamul karmasının belirlenmesi,
3. MHK-BDP entegrasyonu ile optimal mamul karmasının belirlenmesi,
4. KT-BDP entegrasyonu ile optimal mamul karmasının belirlenmesi,

BDP modeli ile ilgili literatürde birçok yaklaşım vardır. Zimmermann çözüm modeli, tüm bu modellerin çıkış noktasını oluşturmaktadır. Zimmermann yaklaşımında amaç fonksiyonu katsayıları ile kısıtlayıcı katsayıları bulanık olmayan bir şekilde belirlenmektedir. Bu yaklaşımda, modelin amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcıların sağ taraf sabitleri bulanık olarak ifade edilmektedir. Ayrıca, Zimmermann yaklaşımında, amaç fonksiyonundaki bulanıklık, subjektif olarak belirlenebilen erişim düzeyi (b_{nt}) ve bu erişim düzeyine ilişkin tolerans miktarı (p_{nt}) ile belirtilmektedir. BDP modelleri için Zimmermann'ın sunduğu yöntemin az sayıda varsayım ve işlemsel kolaylık sağlama gibi avantajları vardır. Bu açıklamalar doğrultusunda, uygulamaya ait modelin kurulmasında ve çözümlenmesinde Zimmermann yaklaşımı kullanılmıştır.

Yöntemlere ait uygulama sonuçlarından önce, uygulamanın yapıldığı işletme hakkında genel bilgiler verilmiş ve işletmenin üretim sistemi açıklanmıştır.

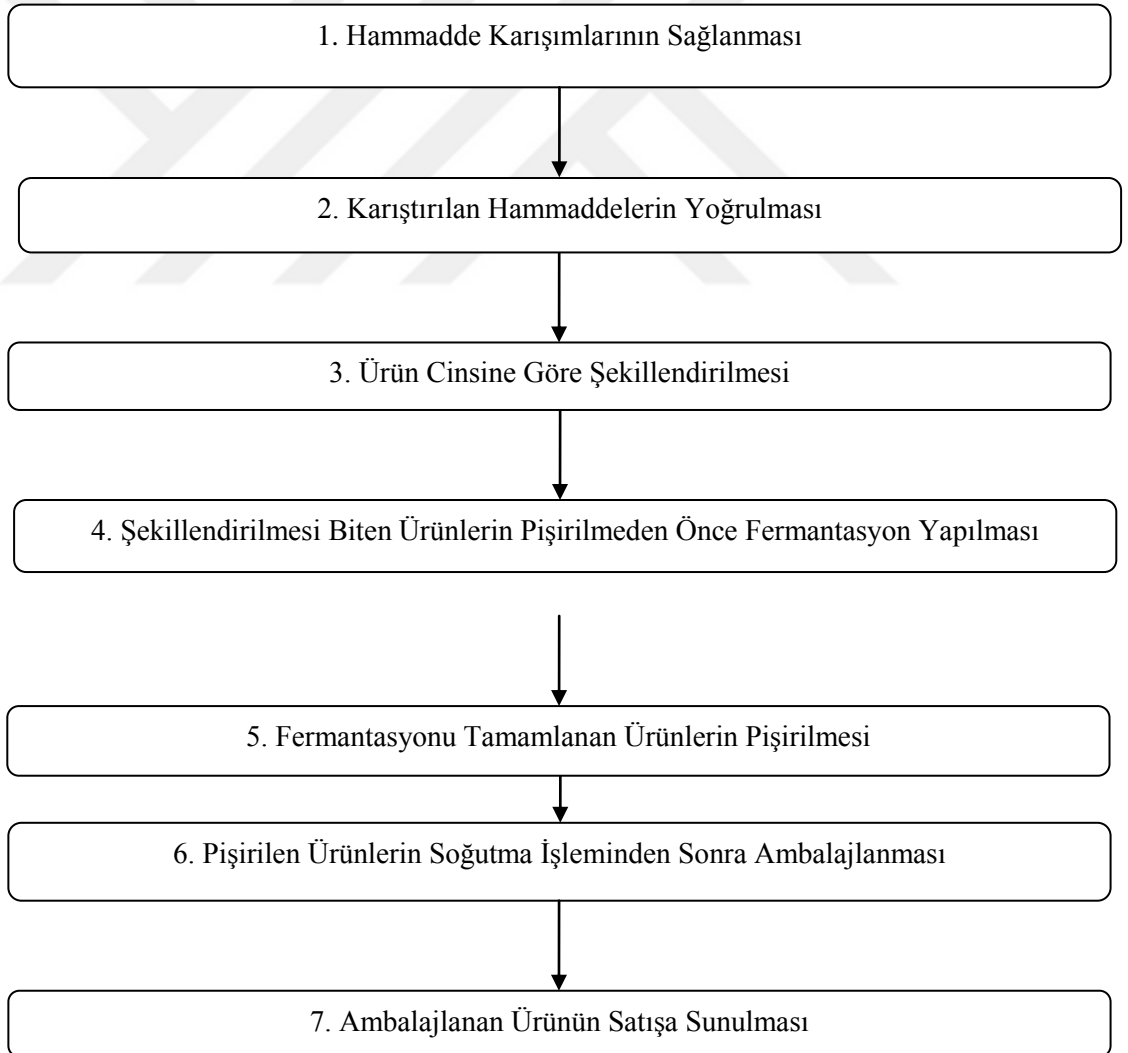
6.6.1. İşletmeye Ait Genel Bilgiler

Ana faaliyet konusu ekmek üretimi olan işletme siparişe göre ürün portföyünü genişletmektedir. İşletme 2007 yılında Konya' da kurulmuştur. İşletmenin sahibi ve aynı zamanda genel müdürü daha önceden de ekmek üretimi ile ilgili olarak çeşitli işletmelerde çalışmıştır. Aile şirketi olan işletmede genel müdürlükte yapan işletme sahibi üniversite mezunu olup, diğer aile fertleri hemen hemen tüm işleri bu kişiye devretmiştir. İşletme ilk kurulduğunda günde 500 adet ekmek üretmiştir. Temmuz 2012 döneminde ise yaklaşık satış tahmini tutarı tüm ürün grubu dahil olmak üzere günde 46.200 adettir. İşletmede üretilen mamuller, Konya' da hemen her mahallede satılmaktadır. Satış yapılacak yerleri, satış servis elemanları bulmakta ve buldukları her yeni müşteri için pay almaktadır. İşletmenin sahip olduğu toplam kapalı alan 20.065 m² olup üretimde kullanılan kapalı alan ise, 16.050 m²' dir. İşletmede baş usta, üretimden sorumlu ustalar ve çalışan işçilerin toplam sayısı 54' tür. Ayrıca satış elemanı olarak 10 kişi çalışmaktadır. 4 idari eleman, bir gıda mühendisi ve 2 temizlikçiden oluşan idari personeli de vardır. Genel müdür işletme sahibi, müdür yardımcıları ise diğer iki kardeşidir. Bu durumda toplam 3 tane üst düzey yönetici vardır.

İşletmenin ürün portföyünü temelde ekmek ve çeşitleri oluşturmaktadır. İşletmenin kendi içerisinde adlandırdığı şekilde "döner grubu" içerisinde; halk tipi ve papatya ekmek, "taş grubu" içerisinde de; pide, yuvarlak ekmek ve taş fırın ekmeği olmak üzere beş farklı ekmek üretimi yapılmaktadır. Siparişe göre farklı ekmekler de üretiliyorsa da satış hacminin %95' ini bu mamul karması oluşturmaktadır. Üretim gündüz ve gece olmak üzere 2 vardiyada gerçekleştirilmektedir. İşletmedeki üretim süreçleri yakından incelenmiş ve son derece hijyenik bir ortamda ekmek üretiminin gerçekleştiği görülmüştür.

6.6.2. İşletmenin Üretim Sistemi

İşletmede toplam 5 farklı ekmek üretimi gerçekleştirilmektedir. Ekmek üretiminde kullanılması zorunlu malzemeler ve oranları devlet tarafından belirlenmiştir. Bu sebeple, hamurun hazırlanması için gerekli olan malzemeler bilgisayar ortamında ayarlanarak hamur yoğurma teknelerine koyulmaktadır. Hazırlanacak hamurun; %58,75'i un, % 36' sını su, % 3' ü maya, % 1,25' i tuz ve % 1' i katkı maddesi içermelidir. Katkı maddesi, ekmeğe renk veren ve daha fazla hacim almasını sağlamaktadır. İşletmenin oluşturduğu iş akış şemasına göre ekmek üretimleri aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 6-34 Ekmek Üretimi İş Akış Şeması

İşletmenin üretim sürecindeki fermantasyon süreleri "döner ve taş grubu" için farklılaşmaktadır. "taş grubu"nda iş akış şemasına göre 3. aşamada yer alan şekillendirme işleminden önce 30 dk. ara fermantasyon gerçekleştirilmektedir. Şekillendirme bittikten sonra 4. aşamada 45 dk. daha ürünler fermantasyona bırakılmaktadır. "döner grubu"nda ise 4. aşamadan sonra 2,5 saat fermantasyon gerçekleştirilmektedir.

Ekmek üretim hattı kısaca; yoğurma, kesme ve tartma, konik yuvarlama, ara dinlendirme, şekil verme, yükleme, nihai fermantasyon ve pişirmeden oluşmaktadır. Aşamaları şu şekilde açıklamak mümkündür:

- Un elenir.
- Un, maya, tuz, katkı maddesi ve su, hamur yoğurma kazanlarına bilgisayar tarafından oranlanarak alınır.
- Hamur, hamur yoğurma mikserlerinde yoğrulur.
- Hamur, kaldır-devir makinesine yerleştirilerek hamur hunisine boşaltılır.
- Hata payı % 1' den fazla olmayan kes-tart makinelerinde, hamur, uygun gramajlarda kesilir.
- Kesilen hamurlar, teflon kaplı konik yuvarlamalarda yuvarlanır.
- İşçiler tarafından ekmek üretim türüne göre şekillendirilir.
- Şekillendirilen ekmekler pişirme tavalara yerleştirilir.
- Ara dinlendirme yapılarak fermantasyon sağlanır.
- Pişirilmesi için ekmeğin türüne göre uygun fırınlara yerleştirilir. "taş grubu" ekmekler taş tabanlı fırınlarda, "döner grubu" ekmekler normal fırınlarda pişirilir.
- Pişen ekmekler soğumaya bırakılır.

- Soğuyan ekmekler ambalajlanarak satışa sunulur.

İşletmede giderler, sabit ve değişken olarak bir bölümlenmeye tabi tutulmamaktadır. Tam maliyet yönteminin kullanıldığı işletmede maliyetlere ait bölümlendirme işletme sahibi ile beraber yapılmıştır. İşletme üretim miktarı önceki dönemlerde yaptığı satış hacmine ve yeni alınan siparişlere göre yapmaktadır. Uygulamada mamul karması içerisinde yer alan ürünler ve uygulamada kullanılacak kodları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6-21 İşletmede Üretilen Ürün Listesi

Ürünler	Çalışma İçerisindeki Kodları	Ürünlerin Dahil Oldukları Grup
Halk Tipi Ekmek	X1	DÖNER GRUBU
Papatya Ekmek	X2	
Pide	Y1	TAŞ GRUBU
Yuvarlak Ekmek	Y2	
Taş Fırın Ekmeği	Y3	

Yukarıda yer alan ürün grubu aynı üretim hattında üretilmekte ve aynı makinelerde işlem görmektedir. Günlük olarak işletmenin talepleri doğrultusunda işletme için en uygun mamul karmasının ne olduğu yapılan üç yönetime ait uygulama ile tespit edilmiştir.

6.6.3. MHK Analizi İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi

Uygulama kapsamında incelenen işletme ekmek üretip satmaktadır. Ekmeklerin gramajları devlet tarafından belirlendiği için sabit bir hamur gramaj ölçüsü kullanılmaktadır. Bir ekmeğin hamur gramajı 325 gram olarak makinelerce kesilmektedir. Mevsimsel değişiklikler sebebiyle ortam sıcaklığında meydana gelen artış veya azalış gibi değişiklikler hamuru etkileyeceğinden makine tarafından kesilen hamurlarda %1' lik bir yanılma payı olmaktadır.

İşletme, bir çuval undan "döner grubu" için 252 adet, "taş grubu" için 284 adet pişirilecek ekmek hamuru üretmektedir. "taş grubu"nda bir çuval undan daha fazla ekmek hamuru elde edilmesinin sebebi, bu hamurun ekmeklerin özellikleri itibariyle daha fazla su ile yoğrulmasıdır. İşletmenin mamullerine ait DİMMM bilgileri aşağıda verilmiştir.

Tablo 6-22 Mamullere Ait Birim Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyetleri

Mamuller	Bir Çuval Un Maliyeti	Bir Çuval Undan Üretilen Miktar	Birim DİMMM
X1	43,43 TL	252 adet	0,17 TL/adet
X2	43,43 TL		0,17 TL/adet
Y1	43,43 TL	284 adet	0,15 TL/adet
Y2	43,43 TL		0,15 TL/adet
Y3	43,43 TL		0,15 TL/adet

İşletme, ayrıca bir çuval un için direkt işçilik tutarları işletme tarafından belirlenmiştir. Direkt işçilik tutarlarının hesaplanmasında mamullerin üretilmesindeki farklılıklar göz önüne alınmıştır. İşçilerin ekmekleri şekillendirme aşamasında mamul için harcadıkları zaman ve emek göz önüne alınarak direkt işçilik tutarları tespit edilmiştir. Örneğin, papatya ekmek yapmak diğer ekmeklere oranla daha çok işçilik istediğinden Direkt İşçilik Maliyetleri (DİM) de bu iki mamul için daha fazla olmaktadır. Direkt işçiliklerin dağıtımı bir çuval undan üretilen miktar dikkate alınarak yapılmıştır. Aşağıdaki Tablo 6.23.' de de birim DİM yer almaktadır.

Tablo 6-23 Mamullere Ait Birim Direkt İşçilik Maliyetleri

Mamuller	Bir Çuval İçin Hesaplanan DİM	Bir Çuval Undan Üretilen Miktar	Birim DİM
X1	8 TL	252 adet	0,03 TL/adet
X2	18 TL		0,07 TL/adet
Y1	17 TL	284 adet	0,06 TL/adet
Y2	11,5 TL		0,04 TL/adet
Y3	17 TL		0,06 TL/adet

Genel Üretim Maliyetlerinin (GÜM) değişkenlik gösteren ve sabit olan kısımlarının ayırımında ise işletme sahibi ile yapılan görüşmeler sonucunda kendi yapmış oldukları hesaplamalar dikkate alınmıştır. İşletme tarafında, GÜM ait hesaplama yine bir çuval un dikkate alınarak yapılmıştır.

Tablo 6-24 İşletmeye Ait Genel Üretim Maliyetleri

Değişken GÜM	Tutar (TL)	Sabit GÜM	Tutar (TL)
1.Maya Maliyeti	1,78	İşçi Nakliye Giderleri	1,11
2.Katkı Maddesi Maliyeti	0,43	İşçi İstihkak Maliyetleri	0,56
3.Tuz Maliyeti	0,28	Kestart Yağ Maliyeti	0,37
4.Elektrik Maliyeti	0,63	Diğer Giderler	2,3
5."döner grubu" İçin Su Maliyeti	0,44	TOPLAM	4,34
6.Gaz Maliyeti	2,26		
7.Tava Yağ Maliyeti	0,28		
8."taş grubu" İçin su maliyeti	1,23		
9.Susam Maliyeti	3,85		
10.Razmol Maliyeti	1,46		
11.Yumurta Maliyeti	3,69		
12.Pide Üstü Yağ Maliyeti	1,36		

Değişken GÜM mamullerdeki kullanım şekillerine göre sınıflandırılmıştır. Buna göre; 1' den 6' ya kadar olan değişken genel üretim maliyetleri X1 için geçerlidir. Bu mamule dağıtımı yapılacak toplam değişken GÜM tutarı 6,1 TL' dir. X2 mamulü için

1-6' ya kadar olan maliyet kalemlerine ek olarak 9 ve 10 numaralı maliyetlerde eklenmiştir. Bu durumda X2' ye dağıtımı yapılacak değişken GÜM toplamı 11,41 TL' dir. Y1 mamulüne ise 5. sıradaki değişken GÜM hariç tüm değişken GÜM kalemlerinin toplamı yüklenecektir. Toplam Y1'ye dağıtılacak tutar 17,25 TL' dir. Y2 ve Y3 mamulleri için ise hesaplanan değişken GÜM toplamı ise 6,89 TL' dir (1.'den 8.'ye kadar olan maliyetler toplamından 5. maliyet kalemi çıkartılacaktır). Değişken GÜM ait tutar değişiklikleri; mamuller açısından yardımcı madde farklılıklarından kaynaklanmıştır. Sabit GÜM her mamule üretim miktarları oranında, değişmeden dağıtılmıştır.

GÜM' lerin dağıtımı da DİM' nin dağıtımında olduğu gibi bir çuval undan üretilen ekmek miktarı göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Birim olarak hesaplanan tutarları da aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6-25 Mamullere Ait Birim Genel Üretim Maliyetleri

Mamuller	Değişken Genel Üretim Maliyetleri	Sabit Genel Üretim Maliyetleri	Bir Çuval Undan Üretilen Miktar	Birim Değişken GÜM (TL/adet)	Birim Sabit GÜM (TL/adet)
X1	6,1 TL	4,34 TL	252 adet	0,02	0,02
X2	11,41 TL	4,34 TL		0,05	0,02
Y1	17,25 TL	4,34 TL	284 adet	0,06	0,02
Y2	6,89 TL	4,34 TL		0,02	0,02
Y3	6,89 TL	4,34 TL		0,02	0,02

İşletmenin mamullerine ait günlük talep miktarı ve satış fiyatları da Tablo 6.26.' da yer almaktadır.

Tablo 6-26 Günlük Talep Miktarları ve Satış Fiyatları

Mamuller	Talep Miktarları (adet)	Satış Fiyatları (TL)
X1	20.100	0,45
X2	8.800	0,48
Y1	4.250	0,49
Y2	5.200	0,42
Y3	4.000	0,46

Bu işletmede üretim süreci, 4 adet Esas Üretim Maliyet Yerinde (EÜMY) gerçekleşmektedir. Bu maliyet yerleri sırasıyla, hamur yoğurma, şekillendirme, fermantasyon ve pişirmedir. Her bir EÜMY' ye ait mamullerin üretim süreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

1. Hamur Yoğurma EÜMY' ye Ait Mamul Üretim Süresi: Hamur yoğurma EÜMY' de yoğurma işleminden önce unlar büyük eleklerde hamur yoğurma kabına elenir ve içerisine su, maya, tuz ve katkı maddesi devletin belirlediği oranlarda bilgisayar ortamında hesaplanarak eklenir. Hamurun yoğrulması mikserler ile el değmeden yapılır. Buna göre; işletmenin günlük talep miktarın uygun olarak kaç çuval unun yoğrulması gerektiği Tablo 6.27.' de hesaplanmıştır.

Tablo 6-27 Üretim İçin Gerekli Un Miktarı (çuval)

Mamuller	Talep Miktarı (adet)	Bir Çuval Undan Üretilen Miktar	Çuval Adedi	Yaklaşık Gerekli Çuval Adedi*
X1	20.100	252 adet	79,76	80
X2	8.800		34,92	35
Y1	4.250	284 adet	14,96	15
Y2	5.200		18,31	18
Y3	4.000		14,08	14
TOPLAM	42.350			162

* Çuval adedi küsuratlı olamayacağından yaklaşık değerler yazılmıştır.

Hamur yoğurma teknesi bir defada toplam 3 çuval unu yoğurmaktadır. Hamurun yoğrulması 15 dakikada tamamlanmaktadır. Buna göre, 162 çuval unun toplam yoğrulma süresi 810 dakikadır.

$$\text{Toplam Yoğrulma Süresi} = (15 \text{ dak.} \times 162 \text{ çuval}) / 3 \text{ çuval} = 810 \text{ dak.}$$

Her bir mamule ait yoğrulma süreleri de Tablo 6.28' de yer almaktadır.

Tablo 6-28 Mamullere Ait Yoğrulma Süreleri

Mamuller	Yaklaşık Gerekli Çuval Adedi (A)	Yoğrulma Süresi (dakika) (B)	Bir Defada Yoğrulabilen Un Miktarı (çuval) (C)	Yoğrulma Süresi (dakika) (AxB)/C
X1	80	15	3	400
X2	35	15	3	175
Y1	15	15	3	75
Y2	18	15	3	90
Y3	14	15	3	70
TOPLAM	162			810

2. Şekil Verme EÜMY' ye Ait Mamul Üretim Süresi: Hamur yoğurma işlemi tamamlandıktan sonra, hamur kaldır-devir makinesine yerleştirilerek hamur hunisine boşaltılır. Hata payı % 1' den fazla olmayan kes-tart makinelerinde, hamur, uygun gramajlarda kesilir. Kesilen hamurlar, teflon kaplı konik yuvarlamalarda yuvarlanır. İşçiler tarafından ekmek üretim türüne göre şekillendirilir ve pişirme tavalarına dizilir. İşletme sahibi ile beraber yapılan incelemeler sonucunda her bir ekmek için şekillendirme süreleri iş başında gözleme dayalı olarak tespit edilmiştir. Aşağıdaki tabloda hem her bir mamul için harcanan süre, hem de toplam talep miktarı göz önüne alınarak harcanması gereken toplam şekillendirme süresi hesaplanmıştır.

Tablo 6-29 Mamullere Ait Şekillendirme Süreleri (dakika)

Mamuller	Bir Mamul İçin Şekillendirme Süresi (dk.)	Talep Miktarı (adet)	Talep İçin Gerekli Şekillendirme Süresi (dk.)
X1	0,01	20.100	201
X2	0,03	8.800	264
Y1	0,06	4.250	297,5
Y2	0,03	5.200	156
Y3	0,06	4.000	240
TOPLAM		42.350	1.158,5

Yapılan gözlemler sonucunda en çok pide ve taş ekmek üretiminde zaman harcadığı tespit edilmiştir. Tablo 6.29.' da yapılan hesaplamalar sonucunda işletmenin toplam talebini karşılaması için şekil verme esas üretim gider yerinde geçen toplam süre 1.158,5 dakikadır.

3. Fermantasyon EÜMY' ye Ait Mamul Üretim Süresi

İşletme fermantasyon işlemini özel fermantasyon odalarında yapmaktadır. İşletmede fermantasyon odaları "döner grubu" ve "taş grubu" olmak üzere 2 tanedir. "döner grubu"na ait fermantasyon odası toplam 50 araba (pişirme tepsilerinin yer aldığı üniteye bu ad verilmektedir) almaktadır. Her bir arabada da toplam 10 tepsi vardır. Halk tipi ekmek bir tepside 10 adet, papatya ekmek ise bir tepside 8 adet olarak dizilmektedir. Her iki ekmeğinde toplam fermantasyon süresi 150 dakikadır.

Halk Tipi Ekmek (X1) İçin Toplam Fermantasyon Süresi

Fermantasyon odası bir seferde 50 araba alıyorsa toplam 5.000 adet halk tipi ekmek fermantasyon odasına girebilmektedir.

Fermantasyon Odasında Bir Defada Girebilecek Ekmek Adedi =

$$= (50 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (10 \text{ adet X1}) = 5.000 \text{ adet X1}$$

Halk tipi ekmek için toplam talep miktarı 20.100 adet olduğundan, toplam talep miktarına ait fermantasyon süresi ise 603 dakikadır. Bir ekmeğin fermantasyon süresi 150 dakikadır.

Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi

$$= \left(\frac{20.100 \text{ adet } X1}{5.000 \text{ adet } X1} \right) \times 150 \text{ dakika Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi}$$

$$= 603 \text{ dakika}$$

Papatya Ekmek (X2) İçin Toplam Fermantasyon Süresi

Papatya ekmekler bir tepside en fazla 8 adet olarak dizilebildiğinden fermantasyon odasında bir defada toplam 4.000 adet papatya ekmek fermante edilebilmektedir.

Fermantasyon Odasında Bir Defada Girebilecek Papatya Ekmek Adedi =

$$= (50 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (8 \text{ adet } X2) = 4.000 \text{ adet } X2$$

Papatya ekmek için toplam talep miktarı 8.800 adet olduğundan, toplam talep miktarına ait fermantasyon süresi ise 330 dakikadır. Bir ekmeğin fermantasyon süresi 150 dakikadır.

Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi

$$= \left(\frac{8.800 \text{ adet } X2}{4.000 \text{ adet } X2} \right) \times 150 \text{ dakika Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi}$$

$$= 330 \text{ dakika}$$

Bu durumda "döner grubu"nda yer alan ekmeklere ait toplam fermantasyon süresi 933 dakikadır (603 dakika+330 dakika).

Pide (Y1) İçin Toplam Fermantasyon Süresi

İşletmenin "taş grubu" na ait fermantasyon odası 30 palet araba (tepsiler farklı ebatta olduğundan bu ad verilmiştir) almaktadır. Bu palet arabalara ait tepsilerin her

birinde bir seferde sadece; 3 adet pide, 5 adet yuvarlak ekmek ve 5 adet taş fırın ekmeği yerleştirilebilmektedir. Palet arabalarına toplam 10 adet tepsi yerleştirilmektedir ve bir ekmek için fermantasyon süresi 75 dakikadır (30 dakika ilk fermantasyon +45 dakika son fermantasyon).

Pideler bir tepside en fazla 3 adet olarak dizilebildiğinden fermantasyon odasında bir defada toplam 900 adet pide fermante edilebilmektedir.

Fermantasyon Odasında Bir Defada Girebilecek Pide Adedi =

$$= (30 araba) \times (10 tepsi) \times (3 adet Y1) = 900 adet Y1$$

Pidenin toplam talep miktarı 4.250 adet olduğundan, toplam talep miktarına ait fermantasyon süresi ise 354,17 dakikadır.

Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi

$$= \left(\frac{4.250 \text{ adet } Y1}{900 \text{ adet } Y1} \right) \times 75 \text{ dakika Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi}$$

$$= 354,17 \text{ dakika}$$

Yuvarlak Ekmek (Y2) İçin Toplam Fermantasyon Süresi

Yuvarlak ekmekler bir tepside en fazla 5 adet olarak dizilebildiğinden fermantasyon odasında bir defada toplam 1.500 adet pide fermante edilebilmektedir.

Fermantasyon Odasında Bir Defada Girebilecek Yuvarlak Ekmek Adedi =

$$= (30 araba) \times (10 tepsi) \times (5 adet Y2) = 1.500 adet Y2$$

Yuvarlak ekmeğin toplam talep miktarı 5.200 adet olduğundan, toplam talep miktarına ait fermantasyon süresi ise 259,5 dakikadır.

Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi

$$= \left(\frac{5.200 \text{ adet } Y2}{1.500 \text{ adet } Y2} \right) \times 75 \text{ dakika Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi}$$

$$= 260 \text{ dakika}$$

Taş Fırın Ekmeği (Y3) İçin Toplam Fermantasyon Süresi

Taş fırın ekmekleri, yuvarlak ekmeklerde olduğu gibi bir tepside en fazla 5 adet olarak dizilebildiğinden fermantasyon odasında bir defada toplam 1.500 adet pide fermante edilebilmektedir.

$$\begin{aligned} \text{Fermantasyon Odasında Bir Defada Girebilecek Taş Fırın Ekmeği Adedi} &= \\ &= (30 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (5 \text{ adet Y2}) = 1.500 \text{ adet Y3} \end{aligned}$$

Taş fırın ekmeğinin toplam talep miktarı 4.000 adet olduğundan, toplam talep miktarına ait fermantasyon süresi ise 199,5 dakikadır.

Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{4.000 \text{ adet Y3}}{1.500 \text{ adet Y3}} \right) \times 75 \text{ dakika} \text{ Talep Miktarı İçin Toplam Fermantasyon Süresi} \\ &= 200 \text{ dakika} \end{aligned}$$

Bu durumda "taş grubu"nda yer alan Y1,Y2 ve Y3 ekmeklerine ait toplam fermantasyon süresi 814,14 dakikadır (354,17 dakika+260 dakika+200 dakika).

4. Pişirme EÜMY' ye Ait Mamul Üretim Süresi

İşletmenin ürettiği ekmekleri pişirmek için "döner grubu"na ait 4 adet, "taş grubu"na ait 3 adet fırını bulunmaktadır. Her iki fırında bir defada 2 arabada yer alan ekmek miktarını pişirebilmektedir. Her ekmeğin pişme 17 dakikadır ve ekmeğin türüne göre değişiklik göstermemektedir. Buna göre ekmeklerin talep miktarlarına göre toplam pişirme süresi aşağıda hesaplanmıştır.

Halk Tipi Ekmek (X1) İçin Toplam Pişirme Süresi

İşletmenin "döner grubu" na ait 4 adet fırını var ve her fırın bir defada 2 arabada yer alan ekmek miktarını pişirebiliyorsa, 4 fırın aynı anda çalıştığında toplam 800 adet X1 pişirilebilir.

Bir Defada Toplam Pişirilebilen Halk Tipi Ekmek Miktarı =

$$(4 \text{ adet fırın}) \times (2 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (10 \text{ adet X1}) = 800 \text{ adet X1}$$

Ekmeklerin toplam pişirilme süresi 17 dakika olduğuna göre halk tipi ekmek için 20.100 adet toplam talep miktarı 427,13 dakikada pişirilecektir.

Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi

$$= \left(\frac{20.100 \text{ adet X1}}{800 \text{ adet X1}} \right) \times 17 \text{ dakika Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi}$$

$$= 427,13 \text{ dakika}$$

Papatya Ekmek (X2) İçin Toplam Pişirme Süresi

Papatya ekmekler bir tepside en fazla 8 adet olarak dizilebildiğinden, 4 fırın aynı anda çalıştığında toplam 640 adet X2 pişirilebilir.

Bir Defada Toplam Pişirilebilen Papatya Ekmek Miktarı

$$= (4 \text{ adet fırın}) \times (2 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (8 \text{ adet X2}) = 640 \text{ adet X2}$$

Ekmeklerin toplam pişirilme süresi 17 dakika olduğuna göre papatya ekmek için 8.800 adet toplam talep miktarı 233,75 dakikada pişirilecektir.

Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi

$$= \left(\frac{8.800 \text{ adet X2}}{640 \text{ adet X2}} \right) \times 17 \text{ dakika Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi}$$

$$= 233,75 \text{ dakika}$$

Bu durumda, "döner grubu" için X1'e ve X2'ye ait toplam talep miktarları için toplam pişirme süresi 660,88 dakika (427,13 dakika + 233,75 dakika) olarak hesaplanmıştır.

Pide (Y1) İçin Toplam Pişirme Süresi

İşletmede "taş grubu" na ait toplam pişirme fırını 3 adettir. Bu fırınlarda da toplam 2 arabada yer alan ekmek miktarı pişirilmektedir. Palet arabalarda toplam 10

tepsi ve her tepsiye sadece 3 adet pide dizilebildiğine göre, 3 fırın aynı anda çalıştığında toplam 180 adet pide pişirilebilir.

Bir Defada Toplam Pişirilebilen Pide Miktarı

$$= (3 \text{ adet fırın}) \times (2 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (3 \text{ adet Y1}) = 180 \text{ adet Y1}$$

Ekmeklerin toplam pişirilme süresi 17 dakika olduğuna göre pide için 4.250 adet toplam talep miktarı 401,39 dakikada pişirilecektir.

Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi

$$= \left(\frac{4.250 \text{ adet Y1}}{180 \text{ adet Y1}} \right) \times 17 \text{ dakika Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi}$$

$$= 401,39 \text{ dakika}$$

Yuvarlak Ekmek (Y2) İçin Toplam Pişirme Süresi

Yuvarlak ekmekler bir tepside 5 adet olarak dizilebildiğinden 3 fırın aynı anda çalıştığında toplam 300 adet yuvarlak ekmek pişirilebilir.

Bir Defada Toplam Pişirilebilen Yuvarlak Ekmek Miktarı

$$= (3 \text{ adet fırın}) \times (2 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (5 \text{ adet Y2}) = 300 \text{ adet Y2}$$

Ekmeklerin toplam pişirilme süresi 17 dakika olduğuna göre yuvarlak ekmek için 5.200 adet toplam talep miktarı 294,67 dakikada pişirilecektir.

Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi

$$= \left(\frac{5.200 \text{ adet Y2}}{300 \text{ adet Y2}} \right) \times 17 \text{ dakika Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi}$$

$$= 294,67 \text{ dakika}$$

Taş Fırın Ekmeği (Y3) İçin Toplam Pişirme Süresi

Taş fırın ekmekleri de yuvarlak ekmeklerde olduğu gibi bir tepside 5 adet olarak dizilebildiğinden, 3 fırın aynı anda çalıştığında toplam 300 adet yuvarlak ekmek pişirilebilir.

Bir Defada Toplam Pişirilebilen Taş Fırın Ekmeği Miktarı

$$= (3 \text{ adet fırın}) \times (2 \text{ araba}) \times (10 \text{ tepsi}) \times (5 \text{ adet Y3}) = 300 \text{ adet Y3}$$

Ekmeklerin toplam pişirilme süresi 17 dakika olduğuna göre taş fırın ekmeği için 4.000 adet toplam talep miktarı 226,67 dakikada pişirilecektir.

Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi

$$= \left(\frac{4.000 \text{ adet Y3}}{300 \text{ adet Y3}} \right) \times 17 \text{ dakika Toplam Talep Miktarına Ait Pişirme Süresi}$$

$$= 226,67 \text{ dakika}$$

Bu durumda, "taş grubu" için Y1'e, Y2'ye ve Y3'e ait toplam talep miktarları için toplam pişirme süresi 922,73 dakika (401,39 dakika + 294,67 dakika + 226,67 dakika) olarak hesaplanmıştır.

EÜMY' de mamullere ait talepler doğrultusunda üretim süreleri, her bir esas üretim gider yeri bazında ayrı ayrı hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen üretim süreleri toplu bir şekilde gösterilmiştir.

Tablo 6-30 Esas Üretim Maliyet Yerleri Mamul Üretim Süreleri (dakika)

Mamuller	ESAS ÜRETİM MALİYET YERLERİ			
	1. Hamur Yoğurma	2. Şekil Verme	3. Fermantasyon	4. Pişirme
X1	400	201	603	427,13
X2	175	264	330	233,75
Y1	75	297,5	354,17	401,39
Y2	90	156	260	294,67
Y3	70	240	200	226,67

İşletme günlük iki vardiya olarak çalışmaktadır. İşçiler, gündüz ve gece vardiyasında 8' er saat çalışmaktadır. Vardiyalar içerisinde toplam molalar dahil 1 saat çalışılmayan zaman vardır. İşletmenin günlük olarak çalışma zamanı dakika olarak şu şekilde hesaplanabilir.

$$\text{Tüm Çalışma Zamanı} = (1 \text{ gün}) \times (2 \text{ vardiya}) \times (9 \text{ saat}) \times (60 \text{ dakika})$$

Tüm Çalışma Zamanı = 1.080 dakika

Boşa Geçen Zaman = (1 saat) x (2 vardiya) x (60 dakika)

Boşa Geçen Zaman = 120 dakika

Toplam Çalışma Zamanı = 1.080 - 120 = 960 dakika

İşletmedeki toplam çalışma zamanı 960 dakika olduğuna göre, Tablo 6.26.' da yer alan talep doğrultusunda gerekli üretim süreleri kullanılarak bu işletmenin üretim sürecinde bir kısıt olup olmadığı incelenmiştir. Tablo 6.31' de EÜMY' lerin, mamullerin talep miktarlar ve mamullerin üretim sürelerine bağlı olarak fiili kapasiteleri ve kapasite kullanım oranları gösterilmiştir.

Tablo 6-31 Esas Üretim Maliyet Yerleri Fiili Kapasiteleri (dakika)

Mamuller	ESAS ÜRETİM MALİYET YERLERİ					
	1. Hamur Yoğurma	2. Şekil Verme	3. Fermantasyon		4. Pişirme	
X1	400	201	603	933	427,13	660,88
X2	175	264	330		233,75	
Y1	75	297,5	354,17	814,17	401,39	922,73
Y2	90	156	260		294,67	
Y3	70	240	200		226,67	
Fiili Kapasite	810	1.158,5	"taş grubu" 933 "döner grubu" 814,17		"taş grubu" 660,88 "döner grubu" 922,73	
Kullanılabilir Kapasite	960	960	"taş grubu" 960 "döner grubu" 960		"taş grubu" 960 "döner grubu" 960	
Kapasite Kullanım Oranları	84,38	120,68	"taş grubu" 97,19 "döner grubu" 84,81		"taş grubu" 68,84 "döner grubu" 96,18	
Eksik Kapasite	-	198,5	"taş grubu" - "döner grubu" -		"taş grubu" - "döner grubu" -	

Yukarıdaki tablo incelendiğinde "şekil verme" EÜMY' de fiili kapasite kullanılabilir kapasitenin üzerindedir. Kapasite kullanım oranı %120,68 olduğundan bu esas üretim gider yeri işletme için bir kısıt oluşturmaktadır. MHK analizlerinde kısıt

üzerine odaklanılmaz ve katkı payı yaklaşımına göre optimal mamul karması oluşturulur. Bu başlık altında işletmenin öncelikle MHK analizlerine göre optimal mamul karması ve mamullere ait üretim öncelikleri belirlenmiştir. Daha sonra, KT ilkelerine uygun olarak, işletmenin üretim sürecindeki kısıtın etkin bir şekilde yönetilerek optimal mamul karması ve mamullerdeki üretim öncelikleri tespit edilmiştir.

MHK analizleri değişken maliyet yöntemi katkı payı yaklaşımına göre üretim öncelikleri Tablo 6.32'de belirlenmiştir.

Tablo 6-32 Geleneksel Katkı Pay Yaklaşımına Göre Üretim Öncelikleri

Mamuller	X1	X2	Y1	Y2	Y3
Birim Satış Fiyatı (TL)	0,45	0,48	0,49	0,42	0,46
Birim DİMM (TL)	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15
Birim DİM	0,03	0,07	0,06	0,04	0,06
Birim Değişken GÜM (TL)	0,02	0,05	0,06	0,02	0,02
Birim Katkı Payı*	0,23	0,19	0,22	0,21	0,23
Kısıtlı Kaynak Üretim Süresi (dakika)	201	264	297,5	156	240
Kısıtlı Kaynak Kullanımı Başına Katkı Payı** (TL/dakika)	1,14***	0,72***	0,74***	1,35***	0,96***
Üretim Önceliği	2	5	4	1	3

* Birim Satış Fiyatı - (Birim DİMM+Birim DİM+Birim Değişken GÜM)

** Birim Katkı Payı/Kısıtlı Kaynak Üretim Süresi

*** Kısıtlı Kaynak Kullanımı Başına Katkı Payları çok küçük rakamlar olduğundan daha kolay anlaşılması için elde edilen tüm rakamlar 1.000 ile çarpılmıştır. Bu durum sonucu etkilemediğinden, sadece daha anlaşılır olması açısından bu çarpım işlemi yapılmıştır.

MHK analizi değişken maliyet katkı payı yaklaşımına göre kısıtlı kaynak kullanım başına katkı payı en yüksek olan mamul ilk olarak üretilecektir. Buna göre; üretim sırasıyla; yuvarlak ekmek (Y2), halk tipi ekmek (X1), taş fırın ekmeği (Y3), pide

(Y1) ve papatya ekmek (X2) şeklinde olacaktır. Bu durumda işletme, üretim önceliğine göre üretime başlayacak ve sırasıyla mamulleri üretecektir. Üretim, kısıtın olduğu şekil verme gider yerinin kapasitesi tamamlanana kadar devam edecektir. Günlük çalışma süresi olan 960 dakikanın üzerinde bir üretim gerçekleştirilemeyeceğinden, aslında fermantasyon ve pişirme esas üretim gider yerlerinin kapasiteleri yeterli olmasına rağmen, optimal mamul karması şekil verme esas üretim gider yerine göre yapılacaktır. MHK analizi değişken maliyet katkı payı yaklaşımına göre üretim önceliğine uygun olarak üretilecek miktarlar aşağıdaki şekilde olacaktır.

Tablo 6-33 Katkı Payı Yaklaşımına Göre Üretilecek Miktarlar

Mamuller	Toplam Talep Miktarı (adet) (A)	Şekil Verme EÜMY'deki Toplam Gerekli Süre (dakika)	Üretim Önceliği	Üretilecek Miktarlar (adet) (B)	Son Durum (A-B)
X1	20.100	201	2	20.100	0
X2	8.800	264	5	2.183	6.617
Y1	4.250	297,5	4	4.250	0
Y2	5.200	156	1	5.200	0
Y3	4.000	240	3	4.000	0

Tablo 6.33'te yer aldığı gibi önce 5.200 adet Y2 ve sırasıyla 20.100 adet X1, 4.000 adet Y3 ve 4.250 adet Y1'e ait toplam taleplerin tamamı üretilebilecektir. Çünkü Y2, X1, Y3 ve Y1 için şekil verme EÜMY'deki toplam gerekli süre;

$$= 156 + 201 + 240 + 297,5$$

$$= 894,5 \text{ dakika}$$

İşletmedeki günlük çalışma süresi 960 dakika olduğu için X2' yi üretmek için kalan süre sadece 65,5 dakikadır (960 dakika - 894,5 dakika). Bu süre içerisinde üretilebilecek X2 miktarı ise;

$$= \frac{8.800 \text{ adet X2} \times 65,5 \text{ dakika}}{264 \text{ dakika}}$$

$$= 2.183,34 \text{ ekmek adeti kısırlı olamayacağından} \cong 2.183 \text{ adet X2}$$

Buna göre optimal mamul karması geleneksel maliyet yöntemine göre; 5.200 adet Y2, 20.100 adet X1, 4.000 adet Y3, 4.250 adet Y1 ve 2.183 adet X2 şeklinde belirlenmiştir. MHK analizi değişken maliyet katkı payı yaklaşımına göre optimal mamul karması belirlendikten sonra işletmenin sağlayacağı toplam katkı payı, her bir mamulün birim katkı payları ile toplam talepleri çarpılarak hesaplanmıştır.

ToplamKatkıPayı

$$\begin{aligned}
 &= (5.200 \text{ adet (Y2)} \times 0,21) + (20.100 \text{ adet (X1)} \times 0,23) \\
 &+ (4.000 \text{ adet (Y3)} \times 0,23) + (4.250 \text{ adet (Y1)} \times 0,22) \\
 &+ (2.183 \text{ adet (X2)} \times 0,19) = 7.984,77 \text{ TL}
 \end{aligned}$$

Yapılan tüm hesaplamalardan sonra, işletmenin MHK analizi değişken katkı payı yaklaşımına göre belirlenen optimal mamul karmasına göre günlük toplam 7.984,77 TL toplam katkı payı elde edeceği tespit edilmiştir.

6.6.4. KT İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi

Bu başlık altında işletmenin tüm mamullere ilişkin pazar talepleri, kaynak kısıtları göz önünde bulundurarak en yüksek kâra (toplam katkı payı) ulaştıran mamul karması KT yardımıyla çözümlenmiştir. KT' nin temel amacı, işletmenin değer oluşturan sürecini sınırlayan kısıtların tanımlanması, analiz edilmesi ve bu kısıtların ortadan kaldırılması için gerekli değişimlerin tespit edilmesi, bu değişimleri yöneten bir sistemin oluşturulmasıdır. Bu şekilde, kısıtlı kaynakların kapasitesi en üst düzeyde kullanılarak verimliliğin artırılması sağlanmaktadır. Sonuçta, sistem içerisinde yer alan kısıt ya da kısıtların tespit edilerek, bu kısıtlardan sağlanabilecek katkılar belirlenerek sistemin kârlılığı en üst seviyeye çıkartılabilmektedir.

KT' ye göre öncelikle sistem içerisinde yer alan kısıtlar tespit edilmelidir. Kısıt, sistemlerin temel amacı olan kâr sağlamaya ulaşmalarının karşısındaki her türlü

engeldir ve KT' nin temelinde her sistemde her zaman en az bir kısıtın varlığının altı çizilir.

Kısıtların yönetilmesi ve ortadan kaldırılması için, KT' nin beş adımlı bir gelişme modeli Goldratt (1990) tarafından geliştirilmiştir. KT' nin çalışma prensiplerini ve kısıtların yönetilmesini kapsayan bu model aşağıdaki beş adımdan oluşmaktadır:

1. Sistem kısıtlarının tanımlanması,
2. Kısıtların nasıl yönetileceğine karar verilmesi,
3. Sistemdeki tüm kaynakların ikinci aşamada verilen karar yönlendirilmesi,
4. Sistem kısıtlarının ortadan kaldırılması,
5. Kısıtlar ortadan kaldırıldığında ilk aşamaya geri dönülmesi.

Bu çalışmanın amacı en yüksek kârı (toplam katkı payını) sağlayan optimal mamul karmasının tespit edilmesi olduğundan, beş aşamalı sürekli gelişim modelinin ilk iki aşaması uygulama yapılan işletme kapsamında değerlendirilmiştir. Çünkü, diğer üç aşamada kısıtların ortadan kaldırılmasına yönelik işlemler yer almaktadır.

1. Aşama: Sistem Kısıtlarının Tanımlanması: Bir sistemdeki kısıtların tespit edilmesi için ya kapasite kaynak profili hazırlanabilir ya da sistemdeki bilgi kullanılarak; sistem incelenir, yöneticilerle ve çalışanlarla konuşulabilir. Üretim yapan bir işletmede kısıt, işçilerin çalışma saatleri ve makine ile ilgili olabilir.

Çalışma yapılan işletmeye ait temel bilgiler başlık 6.6.3.' te ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu aşamada sistemin üretim faaliyetlerinin uyumlaştırılması için kısıt ya da kısıtlar tespit edilmesi için kapasite kaynak profili hazırlanmıştır. İşletmede kullanılan makinelerin mevcut talebi karşılamak için yeterli kapasiteye sahip olduğu görülmüştür. Bu sebeple kapasite kaynak profili EÜMY' lerine ait işçi çalışma saatleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-34 Kapasite Kaynak Profili

Mamuller	ESAS ÜRETİM MALİYET YERLERİ					
	1. Hamur Yoğurma	2. Şekil Verme	3. Fermantasyon		4. Pişirme	
X1	400	201	603	933	427,13	660,88
X2	175	264	330		233,75	
Y1	75	297,5	354,17	814,17	401,39	922,73
Y2	90	156	260		294,67	
Y3	70	240	200		226,67	
Fiili Kapasite (dk)	810	1.158,5	"taş grubu" 933 "döner grubu" 814,17		"taş grubu" 660,88 "döner grubu" 922,73	
Kullanılabilir Kapasite (dk)	960	960	"taş grubu" 960 "döner grubu" 960		"taş grubu" 960 "döner grubu" 960	
Kapasite Kullanım Oranları (%)	84,38	120,68	"taş grubu" 97,19 "döner grubu" 84,81		"taş grubu" 68,84 "döner grubu" 96,18	
Eksik Kapasite (dk)	-	198,5	"taş grubu" - "döner grubu" -		"taş grubu" - "döner grubu" -	

Tablo 6.34.' te yer alan kapasite kaynak profiline ait rakamlar başlık 6.6.3' te hesaplanmıştır. İşletmenin "şekil verme" EÜMY 'de kapasite kullanım oranı %120,68' tir. Buna göre, sisteme ait kısıt "şekil verme" EÜMY' deki çalışma saatidir. Toplam talebin karşılanabilmesi için bu EÜMY' de 198,5 dakika eksik kapasite vardır. Sistem kısıtı tespit edildikten sonra bu kısıtın nasıl yönetileceğinin belirleneceği ikinci aşamaya geçilmiştir.

2. Aşama: Kısıtların Nasıl Yönetileceğine Karar Verilmesi: Sisteme ait kısıt belirlendikten sonra, sistemin performansını arttırabilmek için, mevcut kısıtın tamamen kullanılmasını sağlayarak, kısıttan en yüksek düzeyde faydanın elde edilesi için planlama yapılmalıdır. Bunun için, kısıtlı işlem süresi başına en çok katkı payına sahip

(süreç katkısı) olan mamulden üretime başlamak suretiyle, optimal mamul karması belirlenmelidir. Böylece, mevcut kısıt altında sistemin elde edebileceği en yüksek katkı payına (kâra) ulaşılabilir. Sisteme ait kısıt bu şekilde etkin bir şekilde yönetilecek ve kısıttan maksimum fayda sağlanabilecektir. Bu amaçla Tablo 6.35.'de mamullere ait kısıtlı katkı payı (süreç katkıları) ve kısıtlı kaynak başına süreç katkıları hesaplanmış ve üretim öncelikleri belirlenmiştir.

Tablo 6-35 Kısıtlar Teorisi Yaklaşımına Göre Üretim Öncelikleri

Mamuller	X1	X2	Y1	Y2	Y3
Birim Satış Fiyatı (TL)	0,45	0,48	0,49	0,42	0,46
Birim DİMM (TL)	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15
Kısıtlı Katkı Payı*	0,28	0,31	0,34	0,27	0,31
Kısıtlı Kaynak Üretim Süresi (dakika)	201	264	297,5	156	240
Kısıtlı Kaynak Kullanımı Başına Katkı Payı ** (TL/dakika)	1,39***	1,17***	1,14***	1,73***	1,29***
Üretim Önceliği	2	4	5	1	3

* Birim Satış Fiyatı - Birim DİMM

** Kısıtlı Katkı Payı/Kısıtlı Kaynak Üretim Süresi

*** Kısıtlı Kaynak Kullanımı Başına Katkı Payları çok küçük rakamlar olduğundan daha kolay anlaşılması için elde edilen tüm rakamlar 1.000 ile çarpılmıştır. Bu durum sonucu etkilemediğinden, sadece daha anlaşılır olması açısından bu çarpım işlemi yapılmıştır.

KT' ye göre üretim önceliklerinin yer aldığı Tablo 6.30.'da ilk olarak birim satış fiyatından, birim DİMMM çıkartılarak her bir mamul için kısıtlı katkı payı hesaplanmıştır. Her bir mamulün kısıtlı kaynak kullanımı başına süreç katkısı ise, kısıtlı katkı payını, kısıtlı kaynak üretim süresine bölünerek hesaplanmıştır. Buna göre, kısıtlı kaynak kullanım başına katkı payı en yüksek olan mamul ilk olarak üretilecektir. Hesaplamalar ışığında üretim sırasıyla; yuvarlak ekmek (Y2), halk tipi ekmek (X1), taş

fırın ekmeği (Y3), papatya ekmek (X2) ve pide (Y1) şeklinde olacaktır. Üretim önceliğine göre yapılacak üretim süreci, kısıtın olduğu şekil verme gider yerinin kapasitesi haddince devam edecektir. İşletmedeki günlük çalışma süresi olan 960 dakikanın üzerinde bir üretim yapılamayacağından, aslında fermantasyon ve pişirme esas üretim gider yerlerinin kapasiteleri yeterli olmasına rağmen, optimal mamul karması şekil verme esas üretim gider yerine göre yapılacaktır. Bu durumda, kısıtlar teorisine göre üretim önceliği dikkate alınarak işletmede üretilecek miktarlar Tablo 6.36.'daki gibi olacaktır.

Tablo 6-36 KT Yaklaşımına Göre Üretilecek Miktarlar

Mamuller	Toplam Talep Miktarı (adet) (A)	Şekil Verme EÜGY'deki toplam gerekli süre (dakika)	Üretim Önceliği	Üretilecek Miktarlar (adet) (B)	Son Durum (A-B)
X1	20.100	201	2	20.100	0
X2	8.800	264	4	8.800	0
Y1	4.250	297,5	5	1.414	2.836
Y2	5.200	156	1	5.200	0
Y3	4.000	240	3	4.000	0

Kısıtlar teorisine göre yapılan hesaplamaların yer aldığı Tablo 6.36.'ya göre; önce 5.200 adet Y2 ve sırasıyla 20.100 adet X1, 4.000 adet Y3 ve 8.800 adet X2' e ait toplam taleplerin tamamı üretilebilecektir. Çünkü Y2, X1, Y3 ve X2 için şekil verme EÜMY'deki toplam gerekli süre;

$$= 156 + 201 + 240 + 264$$

$$= 861 \text{ dakika}$$

İşletmedeki günlük çalışma süresi 960 dakika olduğu için Y1'i üretmek için kalan süre 99 dakikadır (960 dakika - 861 dakika). Bu süre içerisinde üretilebilecek Y1 miktarı ise;

$$= \frac{4.250 \text{ adet Y1} \times 99 \text{ dakika}}{297,5 \text{ dakika}}$$

$$= 1.414,29 \text{ ekmek adeti küsuratlı olamayacağından } \cong 1.414 \text{ adet Y1}$$

KT' ye göre oluşturulan mamul karması buna göre; 5.200 adet Y2, 20.100 adet X1, 4.000 adet Y3, 8.800 adet X2 ve 1.141 adet Y1 şeklinde olacaktır.

KT, kısıtlı katkı payı yaklaşımına göre optimal mamul karması belirlendikten sonra işletmenin sağlayacağı toplam süreç katkısı, her bir mamulün birim kısıtlı katkı payları ile toplam talepleri çarpılarak hesaplanmıştır.

Toplam Süreç Katkısı

$$\begin{aligned} &= (5.200 \text{ adet (Y2)} \times 0,27) + (20.100 \text{ adet (X1)} \times 0,28) \\ &+ (4.000 \text{ adet (Y3)} \times 0,31) + (8.800 \text{ adet (X2)} \times 0,31) \\ &+ (1.414 \text{ adet (Y1)} \times 0,34) = 11.480,76 \text{ TL} \end{aligned}$$

İşletmenin, KT süreç katkısı yaklaşımı ile tespit edilen optimal mamul karmasına göre; günlük toplam 11.480,76 TL toplam katkı süreç katkısı elde edeceği hesaplanmıştır.

6.6.5. MHK Analizi Ve BDP Entegrasyonu İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi

İşletmelere ait ekonomik kararlar maksimum ya da minimum gibi aşırı değerlerle ifade edilebilir. Örneğin; amaç fonksiyonu, kâr maksimizasyonu, maliyet minimizasyonu olarak belirlenebilir. Kısıtlayıcılar, yani işletmenin ekonomik faaliyetlerini sınırlayan faktörler, üretim kapasitesi, işletmenin bütçesi veya işgücü kapasitesi olarak ifade edilebilir. Karar problemlerine ait çözümlerde karşılaşılan güçlüklerin en önemli sebepleri; amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcıların anlamlarında ortaya çıkan belirsizliklerdir. Belirsiz ortamlarda karar verme için Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) modelleri, sözel belirsizliklerin veya karar vericilerin sınırlar ile

ilgili eksik bilgilerden kaynaklanan belirsizliklerin matematiksel modellere entegrasyonunda önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Lodwick, 2005: 257).

BDP kullanılan bir karar süreci klasik doğrusal programlama modellerinde olduğu gibi tüm verilerin belirli olduğu durumlar yerine, kaynak değişkenlerinin, amacın veya kısıtlayıcıların bulanık olabildiği durumlarda kullanılmaktadır. Örneğin, bir üretim sisteminde makine saati, iş gücü, hammadde gibi gereksinimler, tamamlanmayan bilgilerden, tedarikçilerden veya işletmenin faaliyet gösterdiği çevreden kaynaklanan belirsizlikler nedeniyle çoğunlukla kesin olarak belirlenememektedir. Bu gibi durumlarda bir BDP modeli, bulanık kaynaklar ve kısıtlayıcılar ile tanımlanmalı ve bulanık küme teorisini temel alan bulanık karar verme kullanılarak çözümlenmelidir (Başkaya, 2011: 163). Yapılan açıklamalar ışığında, işletmelerin karşılaştığı belirsizlikler göz önüne alınarak, araştırma kapsamında uygulama yapılan işletmeden alınan veriler ve kısıtlar incelenerek bu doğrultuda üretilen mamuller için maksimum kârı sağlayacak optimal mamul karması MHK analizi ile BDP modelinin entegrasyonu sağlanarak tespit edilmiştir. Bu amaca ulaşmak için öncelikle, değişken maliyet katkı payları ile maksimum kârı hedefleyen amaç fonksiyonu kurulmuştur. Daha sonra da bu amaca ulaşmada karşılaşılan kısıtlar belirtilerek matematiksel olarak gösterilmiş ve modelin çözümü BDP yardımı ile yapılarak optimal mamul karması tespit edilmiştir.

BDP modeli için oluşturulan amaç fonksiyonu kâr maksimizasyonunu ifade etmektedir. Amaç fonksiyonunu yazarken kullanılan katsayılar her bir mamul için hesaplanan değişken maliyet birim katkı paylarıdır. Üretim sürecine ait kısıtlar ise, her bir mamulün esas üretim gider yerlerinde tükettikleri zaman ve toplam talep miktarlarıdır. İşletmenin üretim süreci incelendiğinde her hangi bir hammadde ya da

makine kapasite kısıtı tespit edilmediği de daha önce belirtilmişti. Bu durumda gerek amaç fonksiyonu gerekse kısıtlara ait oluşturulacak modele ait katsayılar Tablo 6.37.'de yer almaktadır.

Tablo 6-37 Amaç Fonksiyonu ve Kısıtlayıcılara Ait Katsayılar

Mamuller	X1	X2	Y1	Y2	Y3
Birim Katkı Payı	0,23	0,19	0,22	0,21	0,23
Hamur Yoğurma EÜMY süresi (dk)	400	175	75	90	70
Şekil Verme EÜMY süresi (dk)	201	264	297,5	156	240
Fermantasyon EÜMY süresi (dk)	603	330	354,17	260	200
Piştirme EÜMY süresi (dk)	427,13	233,75	401,39	294,67	226,67
Toplam Talep Miktarları (adet)	20.100	8.800	4.250	5.200	4.000

Amaç Fonksiyonu

$$Max Z = 0,23(X1) + 0,19(X2) + 0,22(Y1) + 0,21(Y2) + 0,23(Y3)$$

Kısıtlar

1. $0,02(X1) + 0,02(X2) + 0,018(Y1) + 0,017(Y2) + 0,018(Y3) \leq 960$ (*Hamur Yoğurma Kısıtı*)
2. $0,01(X1) + 0,03(X2) + 0,07(Y1) + 0,03(Y2) + 0,06(Y3) \leq 960$ (*Şekil Verme Kısıtı*)
3. $0,03(X1) + 0,034(X2) \leq 960$ (*"döner grubu" Fermantasyon Kısıtı*)
4. $0,083(Y1) + 0,05(Y2) + 0,05(Y3) \leq 960$ (*"taş grubu" Fermantasyon Kısıtı*)
5. $0,021(X1) + 0,027(X2) \leq 960$ (*"döner grubu" Piştirme Kısıtı*)
6. $0,094(Y1) + 0,057(Y2) + 0,067(Y3) \leq 960$ (*"taş grubu" Piştirme Kısıtı*)
7. $X1 \leq 20.100$ (*X1 Talep Kısıtı*)
8. $X2 \leq 8.800$ (*X2 Talep Kısıtı*)
9. $Y1 \leq 4.250$ (*Y1 Talep Kısıtı*)

$$10. Y2 \leq 5.200 \text{ (Y2 Talep Kısıtı)}$$

$$11. Y3 \leq 4.000 \text{ (Y3 Talep Kısıtı)}$$

Negatif Olmama Koşulu

$$X1, X2, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

Bu bir Doğrusal Programlama (DP) modelidir. Verilen probleme ait aynı veriler ışığında, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar için ulaşılmak istenen seviyelerin ve bu seviyeler için katlanılabilecek en yüksek tolerans sınırları belirlenerek bulanıklaştırıldığında, Zimmermann yaklaşımı ile problem aşağıdaki gibi tanımlanır.

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Max } Z \cong 0,23(X1) + 0,19(X2) + 0,22(Y1) + 0,21(Y2) + 0,23(Y3) = D_0$$

Kısıtlar

$$1. 0,02(X1) + 0,02(X2) + 0,018(Y1) + 0,017(Y2) + 0,018(Y3) \cong 960 = D_1 \text{ (Hamur Yoğurma Kısıtı)}$$

$$2. 0,01(X1) + 0,03(X2) + 0,07(Y1) + 0,03(Y2) + 0,06(Y3) \cong 960 = D_2 \text{ (Şekil Verme Kısıtı)}$$

$$3. 0,03(X1) + 0,034(X2) \cong 960 = D_3 \text{ ("döner grubu" Fermantasyon Kısıtı)}$$

$$4. 0,083(Y1) + 0,05(Y2) + 0,05(Y3) \cong 960 = D_4 \text{ ("taş grubu" Fermantasyon Kısıtı)}$$

$$5. 0,021(X1) + 0,027(X2) \cong 960 = D_5 \text{ ("döner grubu" Pişirme Kısıtı)}$$

$$6. 0,094(Y1) + 0,057(Y2) + 0,067(Y3) \cong 960 = D_6 \text{ ("taş grubu" Pişirme Kısıtı)}$$

$$7. X1 \cong 20.100 = D_7 \text{ (X1 Talep Kısıtı)}$$

$$8. X2 \cong 8.800 = D_8 \text{ (X2 Talep Kısıtı)}$$

$$9. Y1 \cong 4.250 = D_9 \text{ (Y1 Talep Kısıtı)}$$

$$10. Y2 \cong 5.200 = D_{10} \text{ (Y2 Talep Kısıtı)}$$

$$11. Y3 \leq 4.000 = D_{11} \text{ (Y3 Talep Kısıtı)}$$

Negatif Olmama Koşulu

$$X_1, X_2, Y_1, Y_2, Y_3 \geq 0$$

Karar vericinin amaç fonksiyonu için ulaşmak istediği erişim düzeyi $b_0 = 18.000$ ve verilebilecek maksimum tolerans miktarı ise $p_0 = 2.000$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca ilk beş kısıt için tolerans düzeyi de $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = p_6 = 80$ olarak tespit edilmiştir. İlk beş kısıt için sağ taraf sabiti işgücü çalışma saati olduğundan, işçilerin dinlenmesi ve yemek için molalar da dahil olmak üzere en fazla 80 dakikaya kadar tolerans düzeyi verilmiştir. Talepler için belirlenen tolerans düzeyleri ise sırasıyla; $p_7 = 200$, $p_8 = 50$, $p_9 = 100$, $p_{10} = 200$, $p_{11} = 100$ olarak belirlenmiştir.

Bu bilgilere göre bulanık amaç ve kısıtlayıcılara ait üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi gösterilecektir.

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & , & D_0 \geq 18.000 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{18.000 - D_0}{2.000} & , & 16.000 \leq D_0 \leq 18.000 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_0 \leq 16.000 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1 & , & D_1 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_1 - 960}{80} & , & 960 \leq D_1 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_1 \geq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1 & , & D_2 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_2 - 960}{80} & , & 960 \leq D_2 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_2 \geq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 1 & , & D_3 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_3 - 960}{80} & , & 960 \leq D_3 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_3 \geq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_4(x) = \begin{cases} 1 & , & D_4 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_4 - 960}{80} & , & 960 \leq D_4 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_4 \geq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 1 & , & D_5 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_5 - 960}{80} & , & 960 \leq D_5 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_5 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_6(x) = \begin{cases} 1 & , & D_6 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_6 - 960}{80} & , & 960 \leq D_6 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_6 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_7(x) = \begin{cases} 1 & , & D_7 \leq 20.100 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_7 - 20.100}{200} & , & 20.100 \leq D_7 \leq 20.300 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_7 \leq 20.300 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_8(x) = \begin{cases} 1 & , & D_8 \leq 8.800 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_8 - 8.850}{50} & , & 8.800 \leq D_8 \leq 8.850 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_8 \leq 8.850 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_9(x) = \begin{cases} 1 & , & D_9 \leq 4.250 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_9 - 4.250}{100} & , & 4.250 \leq D_9 \leq 4.350 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_9 \leq 4.350 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_{10}(x) = \begin{cases} 1 & , & D_{10} \leq 5.200 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_{10} - 5.200}{200} & , & 5.200 \leq D_{10} \leq 5.400 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_{10} \leq 5.400 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_{11}(x) = \begin{cases} 1 & , & D_{11} \leq 4.000 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_{11} - 4.000}{100} & , & 4.000 \leq D_{11} \leq 4.100 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_{11} \leq 4.100 \text{ ise,} \end{cases}$$

Amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar için modele λ değişkeninin eklenmesi ile elde edilen dönüşüm aşağıdaki gibi gösterilecektir.

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum} \quad X_1, X_2, Y_1, Y_2, Y_3 \geq 0, \lambda \in [0,1]$$

$$\mu_0(x) \geq \lambda \quad \mu_4(x) \geq \lambda \quad \mu_8(x) \geq \lambda$$

$$\mu_1(x) \geq \lambda \quad \mu_5(x) \geq \lambda \quad \mu_9(x) \geq \lambda$$

$$\mu_2(x) \geq \lambda \quad \mu_6(x) \geq \lambda \quad \mu_{10}(x) \geq \lambda$$

$$\mu_3(x) \geq \lambda \quad \mu_7(x) \geq \lambda \quad \mu_{11}(x) \geq \lambda$$

$$\mu_0(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{18.000 - D_0}{2.000} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{18.000 - D_0}{2.000}$$

$$D_0 \geq 18.000 - 2.000(1 - \lambda)$$

$$\mu_6(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{D_6 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_6 - 960}{80}$$

$$D_6 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_1(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{D_1 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_1 - 960}{80}$$

$$D_1 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_7(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{D_7 - 20.100}{200} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_7 - 20.100}{200}$$

$$D_7 \leq 20.100 + 200(1 - \lambda)$$

$$\mu_2(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{D_2 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_2 - 960}{80}$$

$$D_2 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_8(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{D_8 - 8.800}{50} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_8 - 8.800}{50}$$

$$D_8 \leq 8.800 + 50(1 - \lambda)$$

$$\mu_3(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{D_3 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_3 - 960}{80}$$

$$D_3 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_9(x) \geq \lambda;$$

$$1 - \frac{D_9 - 4.250}{100} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_9 - 4.250}{100}$$

$$D_9 \leq 4.250 + 100(1 - \lambda)$$

$$\mu_4(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_4 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_4 - 960}{80}$$

$$D_4 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_{10}(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_{10} - 5.200}{200} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_{10} - 5.200}{200}$$

$$D_{10} \leq 5.200 + 200(1 - \lambda)$$

$$\mu_5(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_5 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_5 - 960}{80}$$

$$D_5 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_{11}(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_{11} - 4.000}{100} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_{11} - 4.000}{100}$$

$$D_{11} \leq 4.000 + 100(1 - \lambda)$$

Üyelik fonksiyonları kullanılarak yapılan dönüşümlerden sonra, bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcı DP modeli son şeklini alacaktır. Klasik bir DP şeklinde çözülecek olan BDP modeli aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$$

$$D_0 \geq 18.000 - 2.000(1 - \lambda)$$

$$D_1 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_2 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_3 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_4 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_5 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_6 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_7 \leq 20.100 + 200(1 - \lambda)$$

$$D_8 \leq 8.800 + 50(1 - \lambda)$$

$$D_9 \leq 4.250 + 100(1 - \lambda)$$

$$D_{10} \leq 5.200 + 200(1 - \lambda)$$

$$D_{11} \leq 4.000 + 100(1 - \lambda)$$

$$X1, X2, Y1, Y2, Y3 \geq 0, \lambda \in [0,1]$$

Model ayrıntılı olarak yazıldığında aşağıdaki şekli alacaktır.

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$$

$$0,23(X1) + 0,19(X2) + 0,22(Y1) + 0,21(Y2) + 0,23(Y3) - 2000\lambda \geq 16.000$$

$$0,02(X1) + 0,02(X2) + 0,018(Y1) + 0,017(Y2) + 0,018(Y3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,01(X1) + 0,03(X2) + 0,07(Y1) + 0,03(Y2) + 0,06(Y3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,03(X1) + 0,034(X2) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,083(Y1) + 0,05(Y2) + 0,05(Y3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,021(X1) + 0,027(X2) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,094(Y1) + 0,057(Y2) + 0,067(Y3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$X1 + 200\lambda \leq 20.300$$

$$X2 + 50\lambda \leq 8.850$$

$$Y1 + 100\lambda \leq 4.350$$

$$Y2 + 200\lambda \leq 5.400$$

$$Y3 + 100\lambda \leq 4.100$$

$$X1, X2, Y1, Y2, Y3 \geq 0, \lambda \in [0,1]$$

Modelin çözümü MATLAB programında yapılmıştır. MATLAB' da yapılan çözüme ait aşamalar EK 3' te yer almaktadır. Modelin çözüm sonuçları aşağıdaki gibidir.

$$\lambda = 0,8926$$

$$X1 = 19.588$$

$$X2 = 8.672$$

$$Y1 = 3.994$$

$$Y2 = 4.688$$

$$Y3 = 3744$$

MATLAB programında fonksiyon minimizasyon olarak yazıldığından problemde amaç fonksiyonu "-" değer alınarak maksimizasyon elde edilmiştir. Çözüm sonucunda bulunan $\lambda = 0,8926$ değeri amaç fonksiyonunun ve kısıtlayıcıların kesişim kümesinin maksimum üyelik değeridir. Bu durum bulanık amaç ve kısıtlayıcıların 0,8926 üyelik derecesi ile doyurulduğunu göstermektedir. Söz konusu üyelik derecesine sahip olan çözüm değerleri yani optimal mamul karması ise, $X1 = 19.588$, $X2 = 8.672$, $Y1 = 3.994$, $Y2 = 4.688$, $Y3 = 3.744$ ve amaç fonksiyonu $Z=8.877,2$ ' dir. Amaç fonksiyonu Z'nin aldığı değer toplam katkı payı olarak da aşağıda yer almaktadır.

Toplam Katkı Payı

$$= 0,23(19.588) + 0,19(8.672) + 0,22(3.994) + 0,21(4.688) + 0,23(3.744)$$

$$= 8.877,2 \text{ TL}$$

6.6.6. KT Ve BDP Entegrasyonu İle Optimal Mamul Karmasının Belirlenmesi

KT, KKP yaklaşımına göre, toplam süreç katkısı KKP ile üretim miktarlarının çarpılması sonucu elde edilir. KKP de birim satış fiyatından DİMMM çıkartılarak hesaplanır. Bu doğrultuda, uygulama yapılan işletmeden alınan veriler ve kısıtlar incelenerek kısıtlar teorisi süreç katkısı dikkate alınarak maksimum kârı sağlayacak optimal mamul karması BDP modeli ile entegrasyon sağlanarak çözümlenmiştir. Bunun için, öncelikle kısıtlı katkı payları kullanılarak amaç fonksiyonu oluşturulmuş, sonra bu

amaca ulaşmada karşılaşılan kısıtlar belirtilerek matematiksel olarak gösterilmiş ve modelin çözümü BDP yardımı ile yapılarak optimal mamul karması tespit edilmiştir.

Bölüm 6.6.5.'te de belirtildiği üzere, BDP modeli için oluşturulacak amaç fonksiyonu kâr maksimizasyonunu ifade etmektedir ve üretim sürecine ait kısıtlar ise, her bir mamulün esas üretim gider yerlerinde tükettikleri zaman ve toplam talep miktarlarıdır. Bu durumda amaç fonksiyonu ve kısıtlara ait oluşturulacak modele ait katsayılar Tablo 6.38.'de yer almaktadır.

Tablo 6-38 Amaç Fonksiyonu ve Kısıtlayıcılara Ait Katsayılar

Mamuller	X1	X2	Y1	Y2	Y3
Birim Katkı Payı	0,28	0,31	0,34	0,27	0,31
Hamur Yoğurma EÜMY Süresi (dk)	400	175	75	90	70
Şekil Verme EÜMY Süresi (dk)	201	264	297,5	156	240
Fermantasyon EÜMY Süresi (dk)	603	330	354,17	260	200
Pişirme EÜMY Süresi (dk)	427,13	233,75	401,39	294,67	226,67
Toplam Talep Miktarları (adet)	20.100	8.800	4.250	5.200	4.000

Amaç Fonksiyonu

$$Max Z = 0,28(X1) + 0,31(X2) + 0,34(Y1) + 0,27(Y2) + 0,31(Y3)$$

Kısıtlar

$$1. 0,02(X1) + 0,02(X2) + 0,018(Y1) + 0,017(Y2) + 0,018(Y3) \leq 960 \quad (\text{Hamur}$$

Yoğurma Kısıtı)

$$2. 0,01(X1) + 0,03(X2) + 0,07(Y1) + 0,03(Y2) + 0,06(Y3) \leq 960 \quad (\text{Şekil Verme}$$

Kısıtı)

$$3. 0,03(X1) + 0,034(X2) \leq 960 (\text{"döner grubu" Fermantasyon Kısıtı})$$

$$4. 0,083(Y1) + 0,05(Y2) + 0,05(Y3) \leq 960 (\text{"taş grubu" Fermantasyon Kısıtı})$$

$$5. 0,021(X1) + 0,027(X2) \leq 960 (\text{"döner grubu" Pişirme Kısıtı})$$

$$6. 0,094(Y1) + 0,057(Y2) + 0,067(Y3) \leq 960 (\text{"taş grubu" Pişirme Kısıtı})$$

$$7. X1 \leq 20.100 (X1 Talep Kısıtı)$$

$$8. X2 \leq 8.800 (X2 Talep Kısıtı)$$

$$9. Y1 \leq 4.250 (Y1 Talep Kısıtı)$$

$$10. Y2 \leq 5.200 (Y2 Talep Kısıtı)$$

$$11. Y3 \leq 4.000 (Y3 Talep Kısıtı)$$

Negatif Olmama Koşulu

$$X1, X2, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

Yukarıda oluşturulan bir DP modelidir ve Zimmermann yaklaşımına göre model aşağıdaki şekilde bulanıklaştırılarak tanımlanır.

Amac Fonksiyonu

$$Max Z \cong 0,28(X1) + 0,31(X2) + 0,34(Y1) + 0,27(Y2) + 0,31(Y3) = D_0$$

Kısıtlar

$$1. 0,02(X1) + 0,02(X2) + 0,018(Y1) + 0,017(Y2) + 0,018(Y3) \cong 960 = D_1 (\text{Hamur Yoğurma Kısıtı})$$

$$2. 0,01(X1) + 0,03(X2) + 0,07(Y1) + 0,03(Y2) + 0,06(Y3) \cong 960 = D_2 (\text{Şekil Verme Kısıtı})$$

$$3. 0,03(X1) + 0,034(X2) \cong 960 = D_3 (\text{"döner grubu" Fermantasyon Kısıtı})$$

$$4. 0,083(Y1) + 0,05(Y2) + 0,05(Y3) \cong 960 = D_4 (\text{"taş grubu" Fermantasyon Kısıtı})$$

$$5. 0,021(X1) + 0,027(X2) \cong 960 = D_5 (\text{"döner grubu" Pişirme Kısıtı})$$

$$6. 0,094(Y1) + 0,057(Y2) + 0,067(Y3) \cong 960 = D_6 (\text{"taş grubu" Pişirme Kısıtı})$$

$$7. X1 \cong 20.100 = D_7 (X1 Talep Kısıtı)$$

$$8. X2 \cong 8.800 = D_8 (X2 Talep Kısıtı)$$

$$9. Y1 \cong 4.250 = D_9 (Y1 Talep Kısıtı)$$

$$10. Y2 \cong 5.200 = D_{10}(\text{Y2 Talep Kısıtı})$$

$$11. Y3 \leq 4.000 = D_{11}(\text{Y3 Talep Kısıtı})$$

Negatif Olmama Koşulu

$$X1, X2, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

Karar vericinin amaç fonksiyonu için ulaşmak istediği erişim düzeyi $b_0 = 18.000$ ve verilebilecek maksimum tolerans miktarı ise $p_0 = 2.000$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca ilk beş kısıt için tolerans düzeyi de $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = p_6 = 80$ olarak tespit edilmiştir. İlk beş kısıt için sağ taraf sabiti işgücü çalışma saati olduğundan, işçilerin dinlenmesi ve yemek için molalar da dahil olmak üzere en fazla 80 dakikaya kadar tolerans düzeyi verilmiştir. Talepler için belirlenen tolerans düzeyleri ise sırasıyla; $p_7 = 200, p_8 = 50, p_9 = 100, p_{10} = 200, p_{11} = 100$ olarak belirlenmiştir.

Bu bilgilere göre bulanık amaç ve kısıtlayıcılara ait üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi gösterilecektir.

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & , & D_0 \geq 18.000 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{18.000 - D_0}{2.000} & , & 16.000 \leq D_0 \leq 18.000 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_0 \leq 16.000 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1 & , & D_1 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_1 - 960}{80} & , & 960 \leq D_1 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_1 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1 & , & D_2 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_2 - 960}{80} & , & 960 \leq D_2 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_2 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 1 & , & D_3 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_3 - 960}{80} & , & 960 \leq D_3 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_3 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_4(x) = \begin{cases} 1 & , & D_4 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_4 - 960}{80} & , & 960 \leq D_4 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_4 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 1 & , & D_5 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_5 - 960}{80} & , & 960 \leq D_5 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_5 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_6(x) = \begin{cases} 1 & , & D_6 \leq 960 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_6 - 960}{80} & , & 960 \leq D_6 \leq 1.040 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_6 \leq 1.040 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_7(x) = \begin{cases} 1 & , & D_7 \leq 20.100 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_7 - 20.100}{200} & , & 20.100 \leq D_7 \leq 20.300 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_7 \leq 20.300 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_8(x) = \begin{cases} 1 & , & D_8 \leq 8.800 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_8 - 8.850}{50} & , & 8.800 \leq D_8 \leq 8.850 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_8 \leq 8.850 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_9(x) = \begin{cases} 1 & , & D_9 \leq 4.250 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_9 - 4.250}{100} & , & 4.250 \leq D_9 \leq 4.350 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_9 \leq 4.350 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_{10}(x) = \begin{cases} 1 & , & D_{10} \leq 5.200 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_{10} - 5.200}{200} & , & 5.200 \leq D_{10} \leq 5.400 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_{10} \leq 5.400 \text{ ise,} \end{cases}$$

$$\mu_{11}(x) = \begin{cases} 1 & , & D_{11} \leq 4.000 \text{ ise,} \\ 1 - \frac{D_{11} - 4.000}{100} & , & 4.000 \leq D_{11} \leq 4.100 \text{ ise,} \\ 0 & , & D_{11} \leq 4.100 \text{ ise,} \end{cases}$$

Amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar için modele λ değişkeninin eklenmesi ile elde edilen dönüşüm aşağıdaki gibi gösterilecektir.

$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$

$X_1, X_2, Y_1, Y_2, Y_3 \geq 0, \lambda \in [0,1]$

$$\mu_0(x) \geq \lambda \qquad \mu_4(x) \geq \lambda \qquad \mu_8(x) \geq \lambda$$

$$\mu_1(x) \geq \lambda \qquad \mu_5(x) \geq \lambda \qquad \mu_9(x) \geq \lambda$$

$$\mu_2(x) \geq \lambda \qquad \mu_6(x) \geq \lambda \qquad \mu_{10}(x) \geq \lambda$$

$$\mu_3(x) \geq \lambda \qquad \mu_7(x) \geq \lambda \qquad \mu_{11}(x) \geq \lambda$$

$\mu_0(x) \geq \lambda$;

$$1 - \frac{18.000 - D_0}{2.000} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{18.000 - D_0}{2.000}$$

$$D_0 \geq 18.000 - 2.000(1 - \lambda)$$

$\mu_6(x) \geq \lambda$;

$$1 - \frac{D_6 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_6 - 960}{80}$$

$$D_6 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$\mu_1(x) \geq \lambda$;

$$1 - \frac{D_1 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_1 - 960}{80}$$

$$D_1 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$\mu_7(x) \geq \lambda$;

$$1 - \frac{D_7 - 20.100}{200} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_7 - 20.100}{200}$$

$$D_7 \leq 20.100 + 200(1 - \lambda)$$

$\mu_2(x) \geq \lambda$;

$$1 - \frac{D_2 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_2 - 960}{80}$$

$$D_2 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$\mu_8(x) \geq \lambda$;

$$1 - \frac{D_8 - 8.800}{50} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_8 - 8.800}{50}$$

$$D_8 \leq 8.800 + 50(1 - \lambda)$$

$$\mu_3(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_3 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_3 - 960}{80}$$

$$D_3 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_9(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_9 - 4.250}{100} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_9 - 4.250}{100}$$

$$D_9 \leq 4.250 + 100(1 - \lambda)$$

$$\mu_4(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_4 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_4 - 960}{80}$$

$$D_4 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_{10}(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_{10} - 5.200}{200} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_{10} - 5.200}{200}$$

$$D_{10} \leq 5.200 + 200(1 - \lambda)$$

$$\mu_5(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_5 - 960}{80} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_5 - 960}{80}$$

$$D_5 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$\mu_{11}(x) \geq \lambda ;$$

$$1 - \frac{D_{11} - 4.000}{100} \geq \lambda$$

$$1 - \lambda \geq \frac{D_{11} - 4.000}{100}$$

$$D_{11} \leq 4.000 + 100(1 - \lambda)$$

Üyelik fonksiyonları kullanılarak yapılan dönüşümlerden sonra, bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcı DP modeli son şeklini alacaktır. Klasik bir DP şeklinde çözülecek olan BDP modeli aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$$

$$D_0 \geq 18.000 - 2.000(1 - \lambda)$$

$$D_1 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_2 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_3 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_4 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_5 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_6 \leq 960 + 80(1 - \lambda)$$

$$D_7 \leq 20.100 + 200(1 - \lambda)$$

$$D_8 \leq 8.800 + 50(1 - \lambda)$$

$$D_9 \leq 4.250 + 100(1 - \lambda)$$

$$D_{10} \leq 5.200 + 200(1 - \lambda)$$

$$D_{11} \leq 4.000 + 100(1 - \lambda)$$

$$X_1, X_2, Y_1, Y_2, Y_3 \geq 0, \lambda \in [0,1]$$

Model ayrıntılı olarak yazıldığında aşağıdaki şekli alacaktır.

$$Z = \lambda \rightarrow \text{maksimum}$$

$$0,28(X_1) + 0,31(X_2) + 0,34(Y_1) + 0,37(Y_2) + 0,31(Y_3) - 2000\lambda \geq 16.000$$

$$0,02(X_1) + 0,02(X_2) + 0,018(Y_1) + 0,017(Y_2) + 0,018(Y_3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,01(X_1) + 0,03(X_2) + 0,07(Y_1) + 0,03(Y_2) + 0,06(Y_3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,03(X_1) + 0,034(X_2) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,083(Y_1) + 0,05(Y_2) + 0,05(Y_3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,021(X_1) + 0,027(X_2) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$0,094(Y_1) + 0,057(Y_2) + 0,067(Y_3) + 80\lambda \leq 1.040$$

$$X_1 + 200\lambda \leq 20.300$$

$$X_2 + 50\lambda \leq 8.850$$

$$Y_1 + 100\lambda \leq 4.350$$

$$Y2 + 200\lambda \leq 5.400$$

$$Y3 + 100\lambda \leq 4.100$$

$$X1, X2, Y1, Y2, Y3 \geq 0, \lambda \in [0,1]$$

Modelin çözümü MATLAB programında yapılmıştır. MATLAB' da yapılan çözüme ait aşamalar EK 4' te yer almaktadır. Modelin çözüm sonuçları aşağıdaki gibidir.

$$\lambda = 0,8645$$

$$X1 = 19.928$$

$$X2 = 8.757$$

$$Y1 = 4.164$$

$$Y2 = 5.028$$

$$Y3 = 3.914$$

MATLAB programında fonksiyon minimizasyon olarak yazıldığından problemde amaç fonksiyonu "-" değer alınarak maksimizasyon elde edilmiştir. Çözüm sonucunda bulunan $\lambda = 0,8645$ değeri amaç fonksiyonunun ve kısıtlayıcıların kesişim kümesinin maksimum üyelik değeridir. Bu durum bulanık amaç ve kısıtlayıcıların 0,8645 üyelik derecesi ile doyurulduğunu göstermektedir. Söz konusu üyelik derecesine sahip olan çözüm değerleri yani optimal mamul karması ise, $X1 = 19.928$, $X2 = 8.757$, $Y1 = 4.164$, $Y2 = 5.028$, $Y3 = 3.914$ ve amaç fonksiyonu $Z=12.281,17$ ' dir. Amaç fonksiyonu Z'nin aldığı değer toplam süreç katkısı olarak da aşağıda yer almaktadır.

Toplam Süreç Katkısı

$$= 0,23(19.928) + 0,19(8.757) + 0,22(4.164) + 0,21(5.028) + 0,23(3.914)$$

$$= 12.281,17 \text{ TL}$$

6.6.7. MHK, KT ve BDP Sonuçlarının Karşılaştırılması

İşletmelerin en yüksek kârı sağlayacak ve üretim süreçlerini en etkin şekilde kullanarak oluşturacağı optimal mamul karması, yönetim açısından verilecek önemli bir stratejik karardır. Bu kararın hayata geçirilmesinde MHK analizleri çerçevesinde yapılan çözümlerlerin yanı sıra KT ilkeleri de kullanılarak daha kârlı optimal mamul karmaları belirlenebilmektedir. Bunun yanı sıra, gerek işletmenin üretim sürecindeki gerekse dış ortamdaki taleplere ait belirsizlikler sebebiyle etkin kararların verilebilmesi güçleşmektedir. Belirsizliklerin de verilecek kararların modellenmesine dahil edilmesiyle daha sağlıklı sonuçların elde edilmesini amaçlayan BDP ile işletmelerin optimal mamul karması oluşturulabilmektedir. Bu çalışma kapsamında kâr maksimizasyonun amaçlayan optimal mamul karması geleneksel MHK ve KT ilkeleri kullanılarak çözümlenmiştir. Daha sonra, MHK ile BDP ve KT ile BDP entegrasyonu sağlanarak probleme yeni bir çözüm önerisi getirilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda farklı farklı optimal mamul karmaları elde edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 6.39.'da elde edilen mamul karmaları yer almaktadır.

Tablo 6-39 Uygulama Sonuçlarına Göre Elde Edilen Optimal Mamul Karmaları (adet)

Mamuller	Geleneksel MHK yöntemi	MHK ile BDP Entegrasyonu	KT Yöntemi	KT ile BDP Entegrasyonu
X1	20.100	19.588	20.100	19.928
X2	2.183	8.672	8.800	8.757
Y1	4.250	3.994	1.414	4.164
Y2	5.200	4.688	5.200	5.028
Y3	4.000	3.744	4.000	3.914

Elde edilen optimal mamul karmaları doğrultusunda hesaplanan katkı paylarına ait karşılaştırma da Tablo 6.40.'da yer almaktadır.

Tablo 6-40 Katkı Paylarının Karşılaştırılması

Yapılan Uygulamalar	Tutar (TL)
1. MHK İle Oluşturulan Optimal Mamul Karması İçin Toplam Katkı Payı	7.984,77
2. MHK İle BDP Entegrasyonu İle Oluşturulan Optimal Mamul Karması İçin Toplam Katkı Payı	8.877,2
3. KT İle Oluşturulan Optimal Mamul Karması İçin Toplam Süreç Katkısı	11.480,76
4. KT İle BDP Entegrasyonu İle Oluşturulan Optimal Mamul Karması İçin Toplam Süreç Katkısı	12.281,17

MHK analizlerinde yer alan değişken maliyet katkı payı yaklaşımına göre oluşturulan optimal mamul karmasına göre işletmenin toplam katkı payı 7.984,77 TL olarak hesaplanmıştır. BDP ile entegrasyon sağlanarak tespit edilen optimal mamul karması ile hesaplanan toplam katkı payı ise 8.877,22 TL'dir. Bu durumda, işletmenin üretim sürecindeki ve dış ortamdaki belirsizlikleri dikkate alınarak kurulan BDP modeline göre oluşturulan mamul karmasına göre işletme daha yüksek katkı payı elde ettiği tespit edilmiştir. KT ilkelerine uygun olarak tespit edilen mamul karması sonucunda da toplam süreç katkısı 11.480,76 TL olarak hesaplanmıştır. Bu tutar, hem geleneksel MHK değişken katkı payı yaklaşımına hem de BDP ile MHK analizinin entegrasyonu ile elde edilen toplam katkı payından daha yüksektir. KT ile BDP entegrasyonu sonucunda oluşturulan optimal mamul karması sonucu hesaplanan toplam süreç katkısı 12.281,17 TL olup bu tutar, işletmeye, bulunan bütün sonuçlardan daha yüksek bir katkı sağlamaktadır. Bu durumda, KT ilkeleri doğrultusunda, belirsizliklerin de göz önüne alınarak kurulacak bir BDP modeli ile işletmenin maksimum katkı payı sağlayacağı bir optimal mamul karması oluşturulmuştur. Sonuç olarak işletme günde 19.928 adet halk tipi ekmek, 8.757 adet papatya ekmek, 4.164 adet pide, 5.028 adet yuvarlak ekmek ve 3.914 adet taş fırın ekmeği ürettiğinde elde edeceği toplam süreç katkısı 12.281,17 TL olacaktır.

İşletmede yapılan toplam 4 uygulama sonucunda elde edilen optimal mamul karmaları göz önüne alınarak oluşturulacak gelir tabloları ve elde edilen kâr rakamları da aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

İşletmede yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda hazırlanan gelir tabloları incelendiğinde geleneksel MHK yöntemine göre kâr 7.270,11 TL, MHK ile BDP entegrasyonu sonucu kâr 7.643,56 TL olarak hesaplanmıştır. İşletme için kabul edilen belirsizliklerin optimal mamul karması oluşturmak için kurulan modele dahil edilmesiyle modelin bulanıklaştırılması sağlanarak elde edilen mamul karması sonucunda hesaplanan kâr, MHK analizine göre hesaplanan kârdan daha yüksektir. Diğer yandan KT yaklaşımına göre kâr 7.827,8 TL, KT ile BDP entegrasyonu ile kâr 8.329,17 TL olarak hesaplanmıştır. KT ile BDP entegrasyonu sonucunda elde edilen kâr diğer 3 yönteme göre hesaplanan kârlardan daha yüksektir. İşletme hem KT ilkelerini uygulayarak, hem de işletme için tespit edilen bulanık değerleri optimal mamul karması oluşturmak için kurulan modele dahil ettiğinde aynı veriler ile daha fazla kâr elde etmektedir. Geleceğe dönük yapılacak olan planlamalarda eksik kâr rakamının hesaplanması işletme açısından dezavantaj oluşturabileceğinden kârlılık durumunun doğru olarak ortaya çıkartılması önem arz etmektedir.

Tablo 6-41 Geleneksel MHK Yaklaşımına Göre Gelir Tablosu (TL)

SATIŞLAR		16.199,34
Halk Tipi Ekmek 0,45x20.100	9.045	
Papatya Ekmek 0,48x2.183	1.047,84	
Pide 0,49x4.250	2.082,5	
Yuvarlak Ekmek 0,42x5.200	2.184	
Taş Fırın Ekmeği 0,46x4.000	1.840	
TOPLAM DEĞİŞKEN MALİYETLER (-)		8.214,57
Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti(-)	5.805,61	
Halk Tipi Ekmek 0,17x20.100	3.417	
Papatya Ekmek 0,17x2.183	371,11	
Pide 0,15x4.250	637,5	
Yuvarlak Ekmek 0,15x5.200	780	
Taş Fırın Ekmeği 0,15x4.000	600	
Direkt İşçilik Maliyeti (-)	1.458,81	
Halk Tipi Ekmek 0,03x20.100	603	
Papatya Ekmek 0,07x2.183	152,81	
Pide 0,06x4.250	255	
Yuvarlak Ekmek 0,04x5.200	208	
Taş Fırın Ekmeği 0,06x4.000	240	
Değişken Genel Üretim Maliyetleri(-)	950,15	
Halk Tipi Ekmek 0,02x20.100	402	
Papatya Ekmek 0,05x2.183	109,15	
Pide 0,06x4.250	255	
Yuvarlak Ekmek 0,02x5.200	104	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x4.000	80	
TOPLAM KATKI PAYI		7.984,77
Sabit Genel Üretim Giderleri (-)		714,66
Halk Tipi Ekmek 0,02x20.100	402	
Papatya Ekmek 0,02x2.183	43,66	
Pide 0,02x4.250	85	
Yuvarlak Ekmek 0,02x5.200	104	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x4.000	80	
KÂR		7.270,11

Tablo 6-42 MHK ile BDP Entegrasyonuna Göre Gelir Tablosu(TL)

SATIŞLAR		18.625,42
Halk Tipi Ekmek 0,45x19.588	8.814,6	
Papatya Ekmek 0,48x8.672	4.162,56	
Pide 0,49x3.994	1.957,06	
Yuvarlak Ekmek 0,42x4.688	1.968,96	
Taş Fırın Ekmeği 0,46x3.744	1.722,24	
TOPLAM DEĞİŞKEN MALİYETLER (-)		9.748,22
Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti(-)	6.668,1	
Halk Tipi Ekmek 0,17x19.588	3.329,96	
Papatya Ekmek 0,17x8.672	1.474,24	
Pide 0,15x3.994	599,1	
Yuvarlak Ekmek 0,15x4.688	703,2	
Taş Fırın Ekmeği 0,15x4.000	561,6	
Direkt İşçilik Maliyeti (-)	1.846,48	
Halk Tipi Ekmek 0,03x19.588	587,64	
Papatya Ekmek 0,07x8.672	607,04	
Pide 0,06x3.994	239,64	
Yuvarlak Ekmek 0,04x4.688	187,52	
Taş Fırın Ekmeği 0,06x3.744	224,64	
Değişken Genel Üretim Maliyetleri(-)	1.233,64	
Halk Tipi Ekmek 0,02x19.588	391,76	
Papatya Ekmek 0,05x8.672	433,6	
Pide 0,06x3.994	239,64	
Yuvarlak Ekmek 0,02x4.688	93,76	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x3.744	74,88	
TOPLAM KATKI PAYI		8.877,2
Sabit Genel Üretim Giderleri (-)		1.233,64
Halk Tipi Ekmek 0,02x19.588	391,76	
Papatya Ekmek 0,02x8.672	433,6	
Pide 0,02x3.994	239,64	
Yuvarlak Ekmek 0,02x4.688	93,76	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x3.744	74,88	
KÂR		7.643,56

Tablo 6-43 KT Yaklaşımına Göre Gelir Tablosu (TL)

SATIŞLAR		17.985,86
Halk Tipi Ekmek 0,45x20.100	9.045	
Papatya Ekmek 0,48x8.800	4.224	
Pide 0,49x1.414	692,86	
Yuvarlak Ekmek 0,42x5.200	2.184	
Taş Fırın Ekmeği 0,46x4.000	1.840	
Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti(-)		6.505,1
Halk Tipi Ekmek 0,17x20.100	3.417	
Papatya Ekmek 0,17x8.800	1.496	
Pide 0,15x1.414	212,1	
Yuvarlak Ekmek 0,15x5.200	780	
Taş Fırın Ekmeği 0,15x4.000	600	
TOPLAM SÜREÇ KATKISI		11.480,76
FAALİYET GİDERLERİ(-)		3.652,96
Direkt İşçilik Maliyeti (-)	1.751,84	
Halk Tipi Ekmek 0,03x20.100	603	
Papatya Ekmek 0,07x8.800	616	
Pide 0,06x1.414	84,84	
Yuvarlak Ekmek 0,04x5.200	208	
Taş Fırın Ekmeği 0,06x4.000	240	
Değişken Genel Üretim Maliyetleri(-)	1.110,84	
Halk Tipi Ekmek 0,02x20.100	402	
Papatya Ekmek 0,05x8.800	440	
Pide 0,06x1.414	84,84	
Yuvarlak Ekmek 0,02x5.200	104	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x4.000	80	
Sabit Genel Üretim Giderleri (-)	790,28	
Halk Tipi Ekmek 0,02x20.100	402	
Papatya Ekmek 0,02x8.800	176	
Pide 0,02x1.414	28,28	
Yuvarlak Ekmek 0,02x5.200	104	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x4.000	80	
KÂR		7.827,8

Tablo 6-44 KT ile BDP Entegrasyonuna Göre Gelir Tablosu (TL)

SATIŞLAR		19.123,52
Halk Tipi Ekmek 0,45x19.928	8.967,6	
Papatya Ekmek 0,48x8.757	4.203,36	
Pide 0,49x4.164	2.040,36	
Yuvarlak Ekmek 0,42x5.028	2.111,76	
Taş Fırın Ekmeği 0,46x3.914	1.800,44	
Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti(-)		6.842,35
Halk Tipi Ekmek 0,17x19.928	3.387,76	
Papatya Ekmek 0,17x8.757	1.489	
Pide 0,15x4.164	624,6	
Yuvarlak Ekmek 0,15x5.028	754,2	
Taş Fırın Ekmeği 0,15x3.914	587,1	
TOPLAM SÜREÇ KATKISI		12.281,17
FAALİYET GİDERLERİ(-)		3.952
Direkt İşçilik Maliyeti (-)	1.896,63	
Halk Tipi Ekmek 0,03x19.928	597,84	
Papatya Ekmek 0,07x8.757	612,99	
Pide 0,06x4.164	249,84	
Yuvarlak Ekmek 0,04x5.028	201,12	
Taş Fırın Ekmeği 0,06x3.914	234,84	
Değişken Genel Üretim Maliyetleri(-)	1.265,09	
Halk Tipi Ekmek 0,02x19.928	398,56	
Papatya Ekmek 0,05x8.757	437,85	
Pide 0,06x4.164	249,84	
Yuvarlak Ekmek 0,02x5.028	100,56	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x3.914	78,28	
Sabit Genel Üretim Giderleri (-)	790,28	
Halk Tipi Ekmek 0,02x19.928	398,56	
Papatya Ekmek 0,02x8.757	175,14	
Pide 0,02x4.164	83,28	
Yuvarlak Ekmek 0,02x5.028	100,56	
Taş Fırın Ekmeği 0,02x3.914	78,28	
KÂR		8.329,17

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Maliyet-Hacim-Kâr (MHK) analizleri işletmelerde planlama ve kontrol işlevlerinin yerine getirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bu analiz, kâr planlaması, maliyet kontrolü ve karar vermede işletme yöneticileri tarafından uygulanabilmektedir. MHK analizlerinin amacı, maliyet ve hacim düzeylerindeki değişimlerin kâr üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, kârın tahmin edilmesine yardımcı olmaktır. Ayrıca MHK analizleri yöneticiler tarafından, imalat kararları, fiyatların tespit edilmesi, dağıtım kanallarının belirlenmesi, üretme ya da satın alma, alternatif üretim yöntemleri arasında seçim yapma, optimal mamul karmasını tespit etme, kapatma ya da devam etme, kapasite arttırma, makine ve donanımı yenileme gibi bir çok yönetsel kararda kullanılmaktadır.

MHK analizlerinde gerek işletme kârının hesaplanması gerekse en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karmasının tespit edilmesi için değişken maliyet katkı payı yöntemi kullanılmaktadır. Tam maliyet yönteminde tüm maliyetler değişken ya da sabit ayrımı gözetilmeksizin mamul maliyetinin hesaplanmasında kullanıldığından maliyetler gereğinden fazla çıkmaktadır. Değişken maliyet yönteminde ise, direkt ilk madde ve malzeme maliyeti (DİMMM), direkt işçilik maliyeti (DİM) ve değişken genel üretim maliyetleri (GÜM) mamul maliyetini oluşturan ana unsurlar olarak kabul edilmektedir. Mamul birim satış fiyatından birim değişken maliyetlerin toplamı çıkartılarak "birim katkı payı" hesaplanarak, en yüksek katkıya sahip mamuller tespit edilmektedir. Toplam katkı payı da birim katkı payı ile satış hacminin çarpılması sonucu elde edilmektedir.

İşletmenin en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karmasının tespit edilmesi için sadece birim katkı payının hesaplanması yeterli değildir. Mamullere ait üretim öncelik sırasında "Kapasite Birimi Başına Katkı (KBBK)" tutarlarının esas alınması

uygulamada kullanılan pratik bir yöntemdir. KBBK, birim katkı payının mamul için gerekli kapasite birim sayısına bölünmesi suretiyle hesaplanarak, en yüksek KBBK'ya sahip mamulden başlanarak büyükten küçüğe kapasiteye kadar sıralanarak optimal mamul karması tespit edilir. Ancak, MHK analizleri gerek işletme kârının belirlenmesinde gerekse en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karmasının tespit edilmesinde yetersiz kaldığından bu eksikliklerin giderilmesi ve tamamlanması için geliştirilen yeni yaklaşımlardan yararlanılmaktadır.

Kısıtlar Teorisi (KT), MHK analizlerine alternatif bir yöntem olarak işletme kararlarında kullanılabilen bir yönetim ve üretim felsefesidir. Goldratt tarafından geliştirilen KT; sistem kısıtlarının belirlenerek, amaçlara ulaşılabilmesi için bu kısıtlar arasındaki ilişkinin ortaya konmasını sağlayan bütünlük bir yönetim felsefesi olarak tanımlanmaktadır. KT, sistemlerin temel amacının şimdi ve gelecekte kâr elde etmek olarak tanımlamakta ve bu amaca ulaşmayı engelleyen kısıtların tespit edilerek ortadan kaldırılması gerektiğini vurgulamaktadır. KT' nin ilke ve varsayımları doğrultusunda ortaya çıkan süreç katkı muhasebesi de işletmenin temel amacı olan kâr üzerine odaklanmaktadır. Süreç katkı muhasebesi, KT' nin ihtiyaç duyduğu yeni ölçümlenmeleri ortaya koyan bir anlayış olarak ortaya çıkmıştır.

KT varsayımlarında bir tanesi de değişken maliyet olarak sadece DİMMM ve bazı enerji maliyetlerinin kabul edilmesidir. Bu varsayım mamul maliyetini oluşturan parametrelerin yeniden tanımlanmasını gerektirir. Buna göre DİM ve diğer GÜM tamamı yani sabit maliyetler dönem gideri olarak yansıtılır. Süreç katkı muhasebesine göre, değişken maliyet katkı payı yaklaşımından farklı olarak, mamullere ait kısıtlı katkı payı ya da süreç katkısı birim satış fiyatından tek değişken maliyet olan DİMMM

çıkartılması ile hesaplanır. Kısıtlı katkı payı, birim katkı payından daha yüksek olarak hesaplandığından işletmenin kârı da yüksek olur.

KT ilke ve varsayımlarına dayalı olarak geliştirilen süreç katkı muhasebesi mamul karması kararları için önemli bir uygulama alanı olmaktadır. Kısıtlı KKP' nin mamul için gerekli kapasite birim sayısına bölünmesi suretiyle kısıtlı kaynak başına katkı payı hesaplanarak, en yüksek katkıyı sağlayan mamulden başlamak suretiyle kısıta kadar yapılacak sıralama ile optimal mamul karması belirlenmektedir.

KT beş aşamalı odaklanma süreci kullanılarak işletmelerde uygulamaktadır. Bu araştırmada da beş aşamalı odaklanma sürecine dayalı olarak geliştirilen aşağıdaki sorulara uygulama yapılan işletmelerde cevap aranmıştır.

- İşletmenin üretim sürecini etkileyen kısıt ya da kısıtları var mıdır?
- İşletme optimal mamul karması probleminin farkında mıdır?
- MHK analizleri ile belirlenen mamul karması ile KT ile belirlenen mamul karmasından elde edilen kârlar arasında fark var mıdır?

Bu araştırmada ayrıca MHK analizi ile KT ilkeleri kullanılarak elde edilen sonuçların aynı zamanda Bulanık Mantık (BM) ile çözümlenmesi de yapıldığından, son soru aşağıdaki gibi genişletilmiştir.

- MHK analizleri ile belirlenen mamul karması ile BM ve MHK entegrasyonu ile elde edilen mamul karmasından elde edilen kârlar arasında fark var mıdır?
- KT ile belirlenen mamul karması ile BM ve KT entegrasyonu ile elde edilen mamul karmasından elde edilen kârlar arasında fark var mıdır?

BM, Zadeh tarafından geliştirilmiş olup amacı insanların belirsizlik altında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünce mekanizmalarının

oluşturulmasıdır. Gerçek hayat belirsizlikler içerdiğinden işletme kararlarında da bu belirsizliklerin göz önüne alınması gerekir. BM, kesin yerine yaklaşık karar verme biçimleri ile ilişkili olduğundan işletme kararları ile ilgili problemlerde bu durumda modellemeye dahil edilmesi daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur. Bu durumda belirsizliklerden kaynaklı bulanık ortamlarda karar verme problemlerinde, problem konusu olan sistemde, kavramda ve amaçta, kesin ifadelerin olmayışı nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik durumu BM ile Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) kullanılarak çözümlenmektedir. BDP parametreleri bulanık olan ve doğrusal fonksiyonlar kullanılarak modellenebilen problemlerin çözümü için geliştirilmiştir. Karar verme problemlerine ait modellerin kolayca çözümüne ve karar vericinin taleplerini esnek olarak ifade edebilmesine olanak sağlamaktadır.

Yapılan açıklamalar ışığında tez çalışmasına ait uygulamaların yapıldığı işletmelerde öncelikle MHK analizi ile işletme kârı ve en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karması hesaplanmıştır. Ulaşılmak istenen amaçlar, işletme kârının MHK analizi ve KT ilkeleri ile BM entegrasyonu ve optimal mamul karmasının yine MHK analizi ve KT ilkeleri ile BM-BDP entegrasyonu ile çözümlenebildiğini göstermektedir. İki amacın da uygulaması bu durumda iki ayrı işletme üzerinde yapılmıştır.

Uygulamanın yapıldığı birinci işletme, oksijen, karbondioksit, argon, azot, karışım gazları dolumu ve kuru buz imalatını kendi bünyesinde gerçekleştirebilen ve diğer sanayi ve tıbbi gazlarında sürekli tedarikçisidir. Bu işletmeden veriler bizzat işletme sahibinden, üretim müdüründen (kimya mühendisi) ve üretimden sorumlu şeften olmak üzere üç kişi ile görüşülerek ortak bir değerlendirme ile elde edilmiştir. Bulanık

mantık için gerekli olan uzman görüşünde ise yine bu üç kişi ile bizzat yapılan görüşmelerden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Buna göre, MHK analizleri kullanılarak işletmenin kârı 162.317,12 TL olarak hesaplanmıştır. KT beş aşamalı odaklanma sürecine göre işletmenin davranışsal ve politika ile ilgili kısıtların olduğu tespit edilmiştir. İşletme bir aile şirketi olduğundan, aile şirketlerinden yaşanan temel problemlerin bu işletmede de olduğu görülmüştür. Davranışsal ve politik kısıtlar en zor ortadan kaldırılan kısıtlar olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan işletmeye mevcut kısıtlarının iyi yönetilmesi gerektiği vurgulanmıştır. KT ilke ve varsayımları göz önüne alınarak işletmenin kârı 209.493,12 TL olarak hesaplanmıştır. MHK analizi ile KT yöntemi arasında kârlılık açısından toplam 47.176 TL (209.493,12 TL - 162.317,12 TL) fark vardır. Kısıtlar teorisine göre aynı işletmenin kâr tutarı daha yüksek olarak hesaplanmıştır.

Aynı verilen kullanılarak MHK analizi ile BM entegrasyonu sonucunda işletme kârı hesaplanmıştır. BM çıkarım sistemlerinde kurallar formüle edilmekte ve bu kurallara bağlı olarak karar verilmektedir. Yaygın olarak kullanılan Mamdani çıkarım yöntemine göre şekillenen araştırmanın uygulamasına ait bu bölümünde girdi değişkenleri; satış fiyatı, satış hacmi, değişken maliyet ve sabit maliyetler, çıktı değişkeni de kâr olarak belirlenmiştir. Girdi değişkeni üç (yüksek, orta ve düşük) ve çıktı değişkeni ise beş (çok yüksek, yüksek, orta, düşük, çok düşük) dilsel değişken ile bulanıklaştırılmıştır. Her bir dilsel değişkenin üyelik fonksiyonları işletmedeki karar verici konumda olan yönetici, mühendis ve ustabaşı ile birlikte belirlenmiştir. Ortaya çıkan problemin çözümü MATLAB "Fuzzy Logic" Toolbox kullanılarak yapılmıştır. Programa girdi ve çıktı değişkenlerine ait dilsel değişkenler üyelik fonksiyonları dikkate alınarak tanıtılmıştır. Dilsel değişkenlerin sayısal gösterimi ile birlikte

değerlendirilebilmesi için bulanıklaştırma üyelik fonksiyonları ile sağlanmıştır. Üyelik fonksiyonları da kullanılarak "bulanık mantık kontrol kuralları" oluşturulmuştur. Çıkarım motoru, 4 kriter ve her kritere ait 3 bulanık kümeden oluştuğu için 3^4 kuraldan yani 81 kuraldan oluşmuştur. Kurallar uzman bilgi ve tecrübesi dahilinde oluşturulmuş ve tüm kuralların ağırlığı eşit olarak belirlenmiştir. Bulanık kontrol kuralları "if...then" yapıları ile oluşturulmuştur. Uygulama yapılan işletmenin kâr çıkışının sınıflandırılması için oluşturulan kuralların tamamı programa girilmiştir. Bulanık kuralların programa girilmesinden sonra, durulaştırma işlemi yani tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması yapılmıştır. Durulaştırma için Ağırlıklı Ortalama Yöntemi kullanılmıştır. Bu işlemde gelen girdi değişkenlerinin üyelik fonksiyonları bilgileri kullanılarak Mamdani max-min çıkarım mekanizması ile çıktı değişkeni için çıkarımlar oluşturulmuştur. Elde edilen sonuç tabloları incelendiğinde girdi ve çıktı değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları ile bulanık kurallar sonucunda işletmenin kârı 168.000 TL olarak hesaplanmıştır.

MHK analizi ile işletme kârı 162.317,12 TL, MHK - BM entegrasyonu ile işletme kârı ise 168.000 TL olarak hesaplanmıştır. İki yöntem arasındaki kâr farkı 5.682,88 TL'dir. Kural tabanlarının uzman sezgi ve çıkarımları üzerine hazırlanması ile sözel değişkenler de kârın hesaplanmasına dahil edildiğinden BM belirsizlikleri de dikkate alarak hesaplama yapmıştır. Sonuçta, uzman tecrübelerinden oluşan bulanık çıkarım kural tabanları dikkate alındığında MHK ile hesaplanan kâr rakamına yakın bir sonuç elde edilmiştir. Bu durumda, işletme kârının MHK varsayımları altında BM ile çözümlenebileceği söylenebilir. Ayrıca, bazı belirsizliklerin de dilsel değişkenler ve üyelik fonksiyonları ile kurulan model sonucunda değişkenlerde meydana gelebilecek değişmelerin işletme kârı üzerindeki etkilerinin kolaylıkla belirlenebilmesi açısından

BM' nin; klâsik MHK analizinden daha kullanışlı olduğu söylenebilir. Hatta, sözel değişkenlerin modele dahil edilmesi ile sonucun daha da güçlendirildiği söylenebilir.

Araştırmaya ait uygulamanın bu bölümü KT ilkeleri doğrultusunda BM kullanılarak işletme kârı hesaplanması ile tamamlanmıştır. Yukarıda açıklanan BM kuralları doğrultusunda işletme kârı 215.000 TL olarak hesaplanmıştır. KT ilkelerine uygun olarak işletmenin kârı 209.493,12 TL bulunmuştur ve iki yöntem arasındaki kâr farkı 5.506,88 TL'dir. KT ile KT-BM entegrasyonu sonucunda elde edilen kâr rakamları da birbirine yakın değerler çıkmıştır.

Sonuçta, her iki uygulama sonucunda da BM ile yapılan çözümleme sonucunda elde edilen kâr rakamları MHK ile KT ile hesaplanan kâr rakamlarına yakındır. Ayrıca KT işletmenin temel amacına ulaşmadaki kısıtlarına odaklandığından ve kısıtların elimine edilmesine yöneldiğinden MHK analizlerinin tamamlanmasında kullanılabilir. Bu durumda, BM'nin üstün yönleri de düşünüldüğünde işletme kârının hesaplamasında, MHK ile BM ve KT ile BM entegrasyonu yeni ve farklı bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Özellikle MATLAB programında kurulan model sürekli kullanılarak girdi ve çıktı değişkenlerindeki belirsizlikler kesintisiz ve çok basit olarak takip edilebilmesi ayrıca BM'nin oldukça pratik bir kullanıma sahip olduğunun göstermektedir.

İşletmelerde MHK analizi ve KT ilkeleri ile BM entegrasyonunun birlikte kullanılabileceğinin araştırıldığı bu tez çalışmasında, bu birliktelik optimal mamul karması üzerinde de araştırılmıştır. İşletmelerdeki yönetsel kararlardan biri olan optimal mamul karmasına ait bu problem ekmek üreten bir işletme üzerinde araştırılmıştır.

Uygulamanın yapıldığı ikinci işletmenin ana faaliyet konusu ekmek üretimidir. İşletmede; halk tipi ekmek, papatya ekmek, pide, yuvarlak ekmek ve taş fırın ekmek

olmak üzere 5 çeşit ekmek üretimi yapılmaktadır. İşletmenin günlük talepleri doğrultusunda en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karması öncelikle MHK analizi ile belirlenmiştir.

Bu işletmede üretim süreci, 4 adet esas üretim maliyet yerinde (EÜMY) gerçekleşmektedir. Bu maliyet yerleri sırasıyla, hamur yoğurma, şekillendirme, fermantasyon ve pişirmedir. Her bir esas üretim maliyet yerine ait mamullerin üretim süreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. İşletmedeki bir günlük çalışma süresi 960 dakikadır ve her bir EÜMY ile günlük çalışma süresi karşılaştırıldığında, "şekil verme" EÜMY'de fiili kapasite kullanılabilir kapasitenin üzerindedir. Kapasite kullanım oranı %120,68 olduğundan bu EÜMY işletme için bir kısıt oluşturmaktadır. MHK analizlerinde kısıt üzerine odaklanılmadığından ve katkı payı yaklaşımına göre optimal mamul karması oluşturulmuştur.

Değişken maliyet katkı payı yaklaşımına göre kısıtlı kaynak kullanım başına katkı payı en yüksek olan mamul ilk olarak üretilecektir. Buna göre; üretim sırasıyla; yuvarlak ekmek (Y2), halk tipi ekmek (X1), taş fırın ekmeği (Y3), pide (Y1) ve papatya ekmek (X2) şeklinde olacaktır. Bu durumda işletme, üretim önceliğine göre üretime başlayacak ve sırasıyla mamulleri üretecektir. Üretim, kısıtın olduğu şekil verme maliyet yerinin kapasitesi tamamlanana kadar devam edecektir. Günlük çalışma süresi olan 960 dakikanın üzerinde bir üretim gerçekleştirilemeyeceğinden, aslında fermantasyon ve pişirme esas üretim gider yerlerinin kapasiteleri yeterli olmasına rağmen, optimal mamul karması şekil verme EÜMY göre yapılacaktır. Buna göre MHK analizi ile optimal mamul karması 5.200 adet Y2, 20.100 adet X1, 4.000 adet Y3, 4.250 adet Y1 ve 2.183 adet X2 şeklinde belirlenmiştir. Tespit edilen optimal mamul

karması için işletmenin sağlayacağı toplam katkı payı, her bir mamulün birim katkı payları ile toplam talepleri çarpılarak 7.984,77 TL olarak hesaplanmıştır.

İşletme açısından önemli yönetsel kararlardan olan optimal mamul karması problemi KT ilkeleri göz önünde alınarak tespit edilmiştir. Uygulamanın bu bölümünün amacı, en yüksek kârı (toplam katkı payını) sağlayan optimal mamul karmasının tespit edilmesi olduğundan, KT beş aşamalı sürekli gelişim modelinin ilk iki aşaması uygulama yapılan işletme kapsamında değerlendirilmiştir. Çünkü, diğer üç aşamada kısıtların ortadan kaldırılmasına yönelik işlemler yer almaktadır.

Sistemdeki kısıtın tespit edilmesine yönelik işlemlerin yer aldığı ilk aşamada, sistemin üretim faaliyetlerinin uyumlaştırılması için kısıt ya da kısıtlar tespit edilmesi için kapasite kaynak profili hazırlanmıştır. İşletmede kullanılan makinelerin mevcut talebi karşılamak için yeterli kapasiteye sahip olduğu görülmüştür. Bu sebeple kapasite kaynak profili EÜMY'lerine ait işçi çalışma saatleri baz alınarak hesaplanmıştır. İşletmenin "şekil verme" EÜMY' de kapasite kullanım oranı %120,68' tir. Buna göre, sisteme ait kısıt "şekil verme" EÜMY' deki çalışma saatidir. Toplam talebin karşılanabilmesi için bu EÜMY' de 198,5 dakika eksik kapasite vardır. Sistem kısıtı tespit edildikten sonra bu kısıtın nasıl yönetileceğinin belirleneceği ikinci aşamaya geçilmiştir.

İkinci aşamada, sistemin performansını arttırabilmek için, mevcut kısıtın tamamen kullanılmasını sağlayarak, kısıttan en yüksek düzeyde faydanın elde edilemesi için planlama yapılmalıdır. Bunun için, kısıtlı işlem süresi başına en çok katkı payına sahip (süreç katkısı) olan mamulden üretime başlamak suretiyle, optimal mamul karması belirlenmelidir. Böylece, mevcut kısıt altında sistemin elde edebileceği en yüksek katkı payına (kâra) ulaşılabilir. Sisteme ait "şekil verme" EÜMY' ye ait çalışma

saati kısıtı bu şekilde etkin bir şekilde yönetildiğinde ve kısıttan maksimum fayda sağlanabilecektir. Bu amaçla mamullere ait kısıtlı katkı payı (süreç katkıları) ve kısıtlı kaynak başına süreç katkıları hesaplanmış ve üretim öncelikleri belirlenmiştir. Buna göre üretim sırasıyla; yuvarlak ekmek (Y2), halk tipi ekmek (X1), taş fırın ekmeği (Y3), papatya ekmek (X2) ve pide (Y1) şeklinde olacaktır. Üretim önceliğine göre yapılacak üretim süreci, kısıtın olduğu şekil verme maliyet yerinin kapasitesi haddince devam edecektir. KT ilkelerine göre oluşturulan mamul karması buna göre; 5.200 adet Y2, 20.100 adet X1, 4.000 adet Y3, 8.800 adet X2 ve 1.141 adet Y1 şeklinde olacaktır. KT, kısıtlı katkı payı yaklaşımına göre optimal mamul karması belirlendikten sonra işletmenin sağlayacağı toplam süreç katkısı, her bir mamulün birim kısıtlı katkı payları ile toplam talepleri çarpılarak 11.480,76 TL olarak hesaplanmıştır.

Tez çalışmasına ait uygulamanın bu aşamasında optimal mamul karması kararı MHK-BDP ve KT-BDP ile çözümlenmiştir. İşletme, optimal mamul karması ile kâr maksimizasyonu sağlamak istediğinden amaç fonksiyonu bu doğrultuda oluşturulmuştur. Kâr maksimizasyonunun kısıtlayıcıları, yani işletmenin ekonomik faaliyetlerini sınırlayan faktörleri, üretim kapasitesi, işletmenin bütçesi veya işgücü kapasitesi olarak ifade edilebilir. Karar problemlerine ait çözümlerde karşılaşılan güçlüklerin en önemli sebepleri; amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcıların anlamlarında ortaya çıkan belirsizliklerdir. Belirsiz ortamlarda karar verme için BDP modelleri, sözel belirsizliklerin veya karar vericilerin sınırlar ile ilgili eksik bilgilerden kaynaklanan belirsizliklerin matematiksel modellere entegrasyonunda önemli kolaylıklar sağlamaktadır.

BDP kullanılan bir karar süreci klasik DP modellerinde olduğu gibi tüm verilerin belirli olduğu durumlar yerine, kaynak değişkenlerinin, amacın veya kısıtlayıcıların

bulanık olabildiği durumlarda kullanılmaktadır. Örneğin, bir üretim sisteminde makine saati, iş gücü, hammadde gibi gereksinimler, tamamlanmayan bilgilerden, tedarikçilerden veya işletmenin faaliyet gösterdiği çevreden kaynaklanan belirsizlikler nedeniyle çoğunlukla kesin olarak belirlenememektedir. Bu gibi durumlarda bir BDP modeli, bulanık kaynaklar ve kısıtlayıcılar ile tanımlanmalı ve bulanık küme teorisini temel alan bulanık karar verme kullanılarak çözümlenmelidir (Başkaya,2011:163). Yapılan açıklamalar ışığında, işletmelerin karşılaştığı belirsizlikler göz önüne alınarak, araştırma kapsamında uygulama yapılan işletmeden alınan veriler ve kısıtlar incelenerek bu doğrultuda üretilen mamuller için maksimum kârı sağlayacak optimal mamul karması MHK analizi ile BDP modelinin entegrasyonu sağlanarak tespit edilmiştir. Bu amaca ulaşmak için öncelikle, değişken maliyet katkı payları ile maksimum kârı hedefleyen amaç fonksiyonu kurulmuştur. Modelin çözümündeki kısıtlar ise her bir mamulün EÜMY'deki tükettikleri zaman ve toplam talep miktarları olarak belirlenmiştir. Verilen probleme ait aynı veriler ışığında, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar için ulaşılmak istenen seviyelerin ve bu seviyeler için katlanılabilecek en yüksek tolerans sınırları belirlenerek bulanıklaştırıldığında, Zimmermann yaklaşımı ile problem yeniden tanımlanmıştır. Karar vericinin amaç fonksiyonu için ulaşmak istediği erişim düzeyi $b_0 = 18.000$ ve verilebilecek maksimum tolerans miktarı ise $p_0 = 2.000$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca ilk beş kısıt için tolerans düzeyi de $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = p_6 = 80$ olarak tespit edilmiştir. Talepler için belirlenen tolerans düzeyleri ise sırasıyla; $p_7 = 200$, $p_8 = 50$, $p_9 = 100$, $p_{10} = 200$, $p_{11} = 100$ olarak belirlenmiştir. Bu bilgilere göre bulanık amaç ve kısıtlayıcılara ait üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Üyelik fonksiyonları kullanılarak yapılan dönüşümlerden sonra, bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcı doğrusal programlama modeli son şeklini almıştır ve model

MATLAB programı kullanılarak çözülmüştür. Çözüm sonucunda bulunan $\lambda = 0,8926$ değeri amaç fonksiyonunun ve kısıtlayıcıların kesişim kümesinin maksimum üyelik değeridir. Bu durum bulanık amaç ve kısıtlayıcıların 0,8926 üyelik derecesi ile doyurulduğunu göstermektedir. Söz konusu üyelik derecesine sahip olan çözüm değerleri yani optimal mamul karması ise, $X1 = 19.588$ adet, $X2 = 8.672$ adet, $Y1 = 3.994$ adet, $Y2 = 4.688$ adet, $Y3 = 3.744$ adet olarak hesaplanmıştır. Bu durumda amaç fonksiyonu yani toplam katkı payı $Z = 8.877,2$ TL olarak belirlenmiştir.

İşletmeye ait aynı problem KT ilkeleri kullanılarak modellenmiştir. Bunun için; kısıtlı katkı payları kullanılarak amaç fonksiyonu oluşturulmuş, sonra bu amaca ulaşmada karşılaşılan kısıtlar belirtilerek matematiksel olarak gösterilmiş ve modelin çözümü BDP yardımı ile yapılarak optimal mamul karması tespit edilmiştir. Yukarıda açıklanan tüm aşamalar bu uygulamada da gerçekleştirildikten sonra MATLAB programından çözüm değerleri yani optimal mamul karması ise, $X1 = 19.928$ adet, $X2 = 8.757$ adet, $Y1 = 4.164$ adet, $Y2 = 5.028$ adet, $Y3 = 3.914$ adet olarak hesaplanmıştır. Bu durumda amaç fonksiyonu yani toplam katkı payı $Z = 12.281,17$ TL olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, MHK analizlerinde yer alan değişken maliyet katkı payı yaklaşımına göre oluşturulan optimal mamul karmasına göre işletmenin toplam katkı payı 7.984,77 TL BDP ile entegrasyon sağlanarak tespit edilen optimal mamul karması ile hesaplanan toplam katkı payı ise 8.877,22 TL'dir. Bu durumda, işletmenin üretim sürecindeki ve dış ortamdaki belirsizlikleri dikkate alınarak kurulan BDP modeline göre oluşturulan mamul karmasına göre işletme daha yüksek katkı payı elde ettiği tespit edilmiştir. KT ilkelerine uygun olarak tespit edilen mamul karması sonucunda da toplam süreç katkısı 11.480,76 TL olarak hesaplanmıştır. Bu tutar, hem geleneksel

MHK değişken katkı payı yaklaşımına hem de BDP ile MHK analizinin entegrasyonu ile elde edilen toplam katkı payından daha yüksektir. KT ile BDP entegrasyonu sonucunda oluşturulan optimal mamul karması sonucu hesaplanan toplam süreç katkısı 12.281,17 TL olup bu tutar, işletmeye, bulunan bütün sonuçlardan daha yüksek bir katkı sağlamaktadır. Bu durumda, KT ilkeleri doğrultusunda, belirsizliklerin de göz önüne alınarak kurulacak bir BDP modeli ile işletmenin maksimum katkı payı sağlayacağı bir optimal mamul karması oluşturulmuştur. Sonuç olarak işletme günde 19.928 adet halk tipi ekmek, 8.757 adet papatya ekmek, 4.164 adet pide, 5.028 adet yuvarlak ekmek ve 3.914 adet taş fırın ekmeği ürettiğinde elde edeceğin toplam süreç katkısı 12.281,17 TL olacaktır.

Tez çalışmasına ait yapılan ikinci uygulama sonucunda KT-BDP entegrasyonu ile belirlenen optimal mamul karması işletmeye en yüksek katkıyı sağlamaktadır. İç ve dış ortamdaki belirsizliklerin belirli tolerans düzeyleri ile oluşturulan BDP modeli ile işletmelerin daha yüksek katkıyı sağlayacak mamul karmaları oluşturabileceği yapılan uygulamalardan sonra belirtilebilir.

KT ilkeleri ile MHK analizlerinin BM çözümlerinin yer aldığı bu tez çalışmasında, BM'nin her iki uygulama açısından da kullanılabilirliği araştırılmıştır. MHK analizleri işletme yöneticilerinin gerek kâr hesaplamalarında gerekse çeşitli yönetsel kararlarından kullandıkları bir araçtır. KT ilkeleri de maliyet muhasebesinin bazı yönlerini eleştirerek yeni varsayımlar altında hem kâr hesaplamasına hem de yönetsel kararlara farklı bir bakış açısı getirmiştir. BM ise iç ve dış ortamlarda yer alan belirsizliklerin hesaplamalara ya da alınacak kararlara dahil edilmesini sağladığından, bu tez çalışmasında KT ilkeleri ile MHK analizleri bu bakış açısı ile yeniden gözden geçirilmiştir. Sonuçta, her iki uygulama açısından da kayda değer sonuçlar elde

edilmiştir. BM'nin muhasebe literatüründe kullanılabilirliği bu çalışma ile örneklendirilmiştir. Literatüre ait yeni ve farklı bir uygulama olması açısından yapılan uygulamaların önemi vurgulanabilir. Ayrıca, bu alanda yapılacak olan çalışmalara ışık tutabilir ve yeni katkılarla çalışma genişletilebilir.



KAYNAKLAR

- Acar, Mustafa, Haberler- Weber Michaela ve Ayan Tevfik (2008), "Bulanık Çıkarım Sistemleri İle Heyelan Bloklarının Belirlenmesi: Gürpınar Örneği", *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, Sayı: 98, ss: 28-35.
- Adithan, M. (2007), *Process Planning and Cost Estimation*, New Age International, Daryaganj, Delhi, India.
- Agrawal, N.K.(2010), *Principles of Management Accounting*, Asian Books Pvt Ltd, Delhi, India.
- Akbaygil, Işıl (1980), *İktisatçılar İçin Doğrusal Programlamaya Giriş*, Elo-elektronik Ofset, İstanbul.
- Akdoğan, Nalan (2000), *Tekdüzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları*, Gazi Kitabevi, 5. Baskı, Ankara.
- Akman, G. ve Karakoç, Ç., (2005), "Yazılım Geliştirme Prosesinde Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçlerinin Kullanılması", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı 7, Yıl 4, ss:103-121.
- Akyılmaz, O. (2005), *Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Jeodezide Uygulamaları*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alan, Atilla Yusuf (2010), "Nispi Mantık (Fuzzy Logic)", *International Seminar Group*, Ludwigshaven, Germany.
- Allahverdi, Nevroz (2011), "Bulanık Mantık ve Sistemler", <http://farabi.selcuk.edu.tr/egitim/bulanik/bulanik/bolum02.htm> (12.11 2011).
- Altaş, İ. H. (1999), *Bulanıklılık Kavramı, Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e Bileşim* Yayıncılık A.Ş., İstanbul.

- Anderson, Gary (1990), *Fundamentals of Educational Research*, The Felmer Press, London.
- Aoki, Noriaki (2008), "An Introduction to the Theory of Constraint and How It Can be Applied to Medical Management" ,*The Physician Executive*, Vol. 7, ss: 51-60.
- Armstrong, Michael (2006), *Handbook of Management Techniques : A Comprehensive Guide to Achieving Managerial Excellence and Improved Decision Making*, 3. Edition, Kogan Page Ltd., London.
- Arora, M.N. (2010), *Advanced Cost Accounting (Theory, Problems and Solutions)*, 1. Edition, Himalaya Publishing House, Delhi, India.
- Atmaca, Metin ve Terzi Serkan, (2007), "Stratejik Maliyet Yönetimi Açısından Tam Zamanında Üretim Felsefesi İle Kısıtlar Teorisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi", *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, Sayı 1, ss: 301-311.
- Atwater, B. ve Gagne, M.L. (1997). "The Theory of Constraints Versus Contribution Margin Analysis for Product Mix Decisions", *Journal of Cost Management*, Vol. 11, Issue 1, ss:6-15.
- Atwater, B., Gagne, M., (1997), "The Theory of Constraints Versus Contribution Analysis for Product Mix Decisions", *Journal of Cost Manegement*, Vol 11., Issue 1., ss: 6-15.
- Aytaç, E. (2006), *Kalite Kontrolünde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi , Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Badr, I. ve Loudeback, J. (1979), "Optimizing and Satisfying in Stochastic Cost–Volume–Profit Analysis", *Dec. Science*, Vol. 10, ss: 205–217.

- Balakrishnan, Jaydeep ve Chun Hung Cheng (2000), "Theory of Constraints and Linear Programming: an Examination", *International Journal of Production Research*, Vol. 38, No. 6, ss: 1459-1463.
- Balderstone, S. ve Keef, S.P. (1999), "Throughput Accounting: Exploding An Urban Myth", *Management Accounting: Magazine For Chartered Management Accountants*, Vol. 77, Issue 9, ss: 26-28.
- Baral, Gökhan (2011), *Bulanık Mantık Kuramını Kullanarak Belirsizlik Şartlarında Maliyet-Hacim-Kâr Analizleri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Bay, Ömer Faruk (2011), *Bulanık Mantık Denetleyicileri*, www.omerfarukbay.com/userfiles/file/EBE.../6bmd_elemanlar.pdf 2011 (01.06.2011).
- Baykal, N. ve Beyan, T. (2004), *Bulanık Mantık: İlke ve Temelleri*, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Başkaya, Zehra (2011), *Bulanık Doğrusal Programlama*, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Bector, C.R. ve Chandra S., (2005), "Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games", *Studies in Fuzziness and soft Computing*, Vol. 169, Springer, Berlin.
- Bector, C.R. ve Chandra, S. (2005), "Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games", *Springer-Verlag*, Berlin Hiedelberg, ss: 50-51.
- Bhat, M.S. ve Rau, A.V. (2008), *Managerial Economics and Financial Analysis*, BS Publications, Hyderabad, India.
- Bilgiç, T. ve Türkşen, I.B. (1997), "Measurement of Membership Functions: Theoretical And Empirical Work", Vol. 17, ss: 25-35.

- Blackstone, John H. ve Jr, James F. Cox (2002), "Designing Unbalanced Lines – Understanding Protective Capacity and Protective Inventory", *Production Planning & Control*, Vol. 13, No. 4, ss: 416- 423.
- Blair, Betty (1994),"Interview with Lotfi Zadeh Creator of Fuzzy Logic", (Lotfi Zadeh in his office at Berkeley), September.
- Buckley, J.J. ve Feuring, T.(2000),"Evolutionary Algorithm Solution to Fuzzy Problems: Fuzzy Linear Programming", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 109, ss: 35-53.
- Büyükmirza,Kamil (2008), Maliyet ve Yönetim Muhasebesi, 13.Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Carlsson, Christer ve Korhonen, Pekka (1986), "A Parametric Approach To Fuzzy Linear Programming", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 20, ss:17-30.
- Chakravorty, S. Satya, ve Atwater, J. Brian, (1994), "How Theory Of Constraints Can Be Used To Direct Preventive Maintenance", *Industrial Management* , ss:10-14.
- Chanas, Stefan Kuchta ve Dorota, Nowak Zenon, (1991), FPLP-A Package For Fuzzy Parametric Linear Programming Problems, Interactive Fuzzy Optimization, Lecture Notes in Economics and Mathematical systems, Berlin.
- Chase, R., Aquilano N.J., Jacobs F.R.,(1998), Production and Operations Management: Manufacturing and Services, Eighth Edition, Irwin, McGraw-Hill Inc., USA.
- Chaudhari, C. V.ve S. K. Mukhopadhyay (2003), "Application of Theory of Constraints in an Integrated Poultry Industry", *International Journal of Production Research*, Vol. 41, No. 4, ss: 799-817.
- Chen, C, Lin, Ching T. ve Huang, S. (2006) "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management", *International Journal of Production Economics*, ss: 289-301.

- Chen, S. J. ve Hwang, C. L. (1992), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making", *Springer-Verlag*, Berlin, ss: 28-36.
- Chen, S. J. ve Hwang, C. L. (1992), *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin.
- Cheng, S., Chan, C.W., ve Hwang, G.H. (2002), "Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management", *Journal of Environ. Sci. Health*, Vol. 37(6), ss: 975–990.
- Choe, K. ve Herman, S., (2004), "Using Theory of Constraints Tools to Manage Organizational Change: A Case Study of Euripa Labs", *International Journal of Management & Organizational Behavior*, Vol:8, ss: 538-552.
- Chrysafis, Konstantinos ve Papadopoulos, Basil (2009), "Cost-Volume-Profit Analysis Under Uncertainty: A Model With Fuzzy Estimators Based On Confidence Intervals", *International Journal of Production Research*, Vol. 47, No. 21, ss: 5977-5999.
- Chung, K.H. (1993), "Cost–Volume–Profit Analysis Under Uncertainty When The Firm Has Production Flexibility". *J. Business Finance Accounting*, Vol. 20, ss: 583–592.
- Clarke, P. (1986), "Bring Uncertainty into The CVP Analysis", *Accountancy*, Vol. 98, ss: 105–107.
- Colvenaer, D. De, J. Maes ve L. Gelders (1992), "Application of TOC/OPT Rules in A Medium Sized Shop", *Production Planning & Control*, Vol. 3, No. 4, ss: 413-421.
- Corbett, Thomas, (1999), "Making Better Decisions", *CMA Magazine*, November, ss: 31-45.

- Çiftçiabaşı, Turhan ve Halıcıoğlu, Uğur (1995), "Akıllı Sistemler", *Türkiye Elektrik Mühendisleri Odası*.
- Demircioğlu, Elif N. , Demircioğlu, Mert ve Küçüksavaş, Nihat (2010), "Kısıtlar Teorisinin Diğer Muhasebe ve Yönetim Teknikleriyle İlişkisi", *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt:14. Sayı:1, ss: 42-55.
- Deng, F.L. (2011), "Linear Programming Approach to Solve İnterval-Valued Matrix Games", *The International Journal of Management Science*, Vol. 39, Issue 6,ss: 655-666.
- Dettmer, H. William (1997), Goldratt's Theory of Constraints, A System Approach to Continuous Improvement, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.
- Dettmer, H. William, (1998), Breaking the Constraints to World-Class Performance, Milwaukee, Wis. : ASQ, Quality Press, USA.
- Dickinson, J.P.(1974), "Cost–Volume–Profit Analysis Under Uncertainty". *J. Account. Res.*, Vol. 12, ss: 182–187.
- Dubois, D. ve H.Prade (1980), "Systems of Linear Fuzzy Constraints", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 3, ss: 37-48.
- Dugdale, David ve Colwyn Jones, (1997), "Accounting for Throughput: Techniques for Performance Measurement, Decisions and Control", *Management Accounting*, Vol. 75, Issue 11, ss: 50-68.
- Düzakın,Erkut (2005), İşletme Yöneticileri İçin Excel İle Karar Verme Teknikleri, Kare Yayınları, İstanbul.
- Elmas, Çetin (2003), Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kuram, Uygulama, SinirselBulanık Mantık), Seçkin Yayıncılık,Ankara.
- Elmas, Çetin (2007), Yapay Zekâ Uygulamaları, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

- Erdoğan, Necmettin ve Saban, Metin (2010), *Maliyet ve Yönetim Muhasebesi*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Ergun Ü. ve Karamaraş B.E.(2002), "İki Çağdaş Yönetim Muhasebesi Yaklaşımının Karşılaştırılması: Faaliyet Esasına Dayalı Maliyetleme ve Kısıtlar Teorisi", *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, Cilt:4, Sayı:1, ss: 93-108.
- Ertuğrul İrfan ve Tuş Ayşegül, (2007), "Interactive Fuzzy Linear Programming and an Application Sample at a Textile Firm", *Fuzzy Optimization and Decision Making*, Vol. 6, ss:26-49.
- Esin, Alptekin, (2003), *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Fang, L.L., Ji, X.X. ve Xin, C.W. (2010), "A New Algorithm For Solving Fuzzy Linear Programming", *2. International Conference on Computer Modeling and Simulation*, China, ss: 125-127.
- Fang, Yang Lai, Kin Keung ve Shauvang Wang (2008), "Fuzzy Portfolio Optimization", *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 609, Springer, Berlin.
- Fargher, John S.W. (1997), "Three Shops, Three Strategies: Using MRP-II, JIT and TOC in Remanufacturing Cells", *National Productivity Review*, John Willey & Sons, Inc.
- Ferguson, Lisa A. (2002), "An Analysis of JIT Using The Theory of Constraints (TOC)", *Decision Sciences Institute 2002 Annual Meeting Proceedings*, ss: 1739-1744.
- Filiz, Atilla,(2011), "En Zayıf Halka Kısıt Teorisi"
http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=589 (10 Ekim 2011)

- Finch, B. ve Gavirneni, S. (2006), "Confidence Intervals For Optimal Selection Among Alternatives With Stochastic Variable Costs", *Inter Journal of Production Research*, Vol. 44 (20), ss: 4329–4342.
- Fredendall, L.D. ve Lea B.R.(1997), "Improving the Product Mix Heuristic in the Theory of Constraints", *Int. J. Prod.Res.*, Vol. 35, No.6, ss: 1535-1544.
- Galindo, J. (2008), *Handbook of Research On Fuzzy Information Processing in Databases*. Information Science Reference, New York.
- Garazic, D. ve Cruz J. F.(2003), "An approach to Fuzzy Non Cooperative Nash Games", *Journal of Optimization Theory and Applications*, Vol. 18 (3), ss: 475–491.
- Gardiner, Stanley C., John H. Blackstone Jr.ve Lorraine R. Gardiner (1994), "The Evolution of The Theory of Constraints", *IM*, Vol.2, ss: 12-18.
- Goldratt, E. M., Cox J.,(2004), *The Goal: A Process of Ongoing Improvement* , 3. Edition, North River Pres Inc., USA.
- Goldratt, Eliyahu M. (1990), *The Haystack Syndrome* North River Press, Croton-on-Hudson., New York.
- Goldratt, Eliyahu M.ve Cox Jeff, (1992), *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*, 2.Revised Edition, North River Press Inc., USA.
- Gupta Mahesh, Hyun-Jeung Ko ve Hokey Min (2002), "TOC-Based Performance Measures and Five Focusing Steps in A Job-Shop Manufacturing Environment", *International Journal of Production Research*, Vol. 40, No. 4, ss:907-930.
- Gupta, Mahesh (2003), "Constraints Management:Recent Advances and Practices" , *International Journal of Production Research*, Vol.41, Issue 4, ss: 647-659.

- Guu, S. M. ve Y. K. Wuu (1999), "Two Phase Approach for Solving the Fuzzy Linear Programming Problems", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 107, ss: 191-195.
- Günel, Ü. (1997), "Bulanık Mantık", *Otomasyon Dergisi*, No.55, ss: 50-55.
- Güneş, Mustafa ve Umarusman Nurullah (2005), "Bulanık Doğrusal Programlama Algoritmalarında Bulandırma İşlemlerinin Hedef Programlama İle Belirlenmesi", VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi.
- Gürsoy, Cudi Tuncer,(1999), Maliyet ve Yönetim Muhasebesi, 2. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
- Hansen, B.K. (1996), "Fuzzy Logic and Linear Programming Find Optimal Solutions for Meteorological Problems", *Term Paper for Fuzzy Logic Course at Technical University of Nova Scotia, USA*.
- Harris, Peter (2011), Profit Planning: For Hospitality and Tourism, 3. Edition, Goodfellow Publishers Limited, Mesa, AZ, USA.
- Horngren, Charles, Foster T., Datar, George ve Srikant M.(2000), Cost Accounting, 10. Edition, Prentice Hall, New Delhi.
- Horngren, C.T., Foster, G. ve Datar, S.M. (2001), Cost Accounting a Managerial Emphasis, Prentice-Hall of India, 10. Edition, New Delhi.
- Horngren, Charles T. (1980), Introduction to Management Accounting Formerly Accounting for Management Control An Introduction, 4. Edition, New Delhi, Prentice Hall of India Private Limited.
- Hsu, T.C. ve Chung, S.H., (1998), "The TOC-Based Algorithm For Solving Product Mix Problems", *Production Planning and Control*, Vol. 9, ss:36-46.

- Huff, Patricia (2001), "Using Drum-Buffer-Rope Scheduling Rather Than Just- In-Time Production", *Management Accounting Quarterly*, Vol. 3, ss: 25-40.
- Ifandoudas, Panayiotis, Gurd, Bruce, (2010), "Costing for Decision-Making in a Theory of Constraints Environment", *JAMAR*, Vol.8., Issue1, ss: 42-53.
- IMA:Institute of Management Accountants(1999), Theory of Constraints (TOC) Management System Fundamentals , Statements on Management Accounting, Statement No:4HH, Institute of Management Accountants and Arthur Andersen LLP, IMA Publication Number 99342, New Jersey.
- Inuiguchi, M. ve J. Ramik(2000). "Possibilistic Linear Programming Problems: A Brief of Mathematical Programming and A Comparison with Stochastic Programming in Portfolio Selection Problem", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 111, ss: 3-28.
- Işıklı, G. (2008), "Bulanık Mantık ve Bulanık Teknolojiler", *Araştırma Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi*, No.19, ss: 105-126.
- Jaedecke, R.K. ve Robicheck, A.A. (1964), "Cost–Volume–Profit Analysis Under Conditions of Uncertainty", *Account. Review*, Vol. 39, ss: 917–926.
- Jairah, P. G.ve S. Vedula (2000), "Multiservoir Systems Optimization Using FuzzyMathematical Programming", *Water Resources Management 14.Kluwer AcademicPublishers*, ss: 457-472.
- Jairaj, P.G. ve Vedula, S.(2000), "Multireservoir System Optimization Using FuzzyMathematical Programming", *Water Resources Management*, Vol. 14, ss:457-472.
- Jang, J. S. R., Sun, C. T.ve Mizutani, E. (1997),*Neuro-Fuzzy and Soft Computing*, PrenticeHall Inc., USA.

- Jimenez, Mariano., Mor Arenas, Amelia Bilbao, M. ve Victoria Rodriguez.
"LinearProgramming: An Interactive Method Resolution", *European Journal of OperationResearch xxx.*, Vol, 6, ss: 2-11.
- Jones, T.C., Dugdale, D.,(1998), "Theory of Constraints: Transforming Ideas?", *British Accounting Review*, Vol. 30, ss: 73-91.
- Kara, İmdat (1991), Doğrusal Programlama, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir.
- Karamaraş, Banu Esra. (2002); *Kısıtlar Teorisi ve Muhasebe Uygulaması*,
Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler
Enstitüsü, İzmir.
- Karasar, Niyazi (2005), Bilimsel Araştırma Yöntemi, Nobel Yayınları, Ankara.
- Karataş, Nilüfer Özlem (2011), *Bulanık Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yaklaşımı Ve Bir Uygulama*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Kartal, Ali (1985), *Belirsizlik Düzeyinde Maliyet-Hacim-Kâr Analizlerini Normal Dağılım Yaklaşımı-Bir İmalat İşletmesinde Uygulama Denemesi*,
Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Kaufmann, A. ve Gupta, M. M. (1991) "Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory andApplications", *Van Nostrand Reinhold*, ss: 74-84.
- Kaygusuz, Sait Y. (2005),"Kısıtlar Teorisi: Varsayımlar, Süreç ve Bir Uygulama" *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, Cilt:60, Sayı:4, ss: 138-152.
- Kaygusuz, Sait Y. (2006), "Üretim veya Satınalma Kararlarında Kısıtlar Teorisi ve MS Excel Office Programlarının Birlikte Kullanılması" *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 20, Sayı:2, ss:159–178.

- Kaygusuz, Sait Y. (2011), "Kısıtlar Teorisi ve Maliyet-Hacim-Kâr Analizi: Bir Çalışma Sayfası Modellemesi", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Sayı: 52, ss: 171-187.
- Kaymak, U.ve J.M. Sousa (2001),"Weighted Constraints in Fuzzy Optimization", *ERIM Report Series Research in Management*, Vol. 19, ss: 15-22.
- Kecman, V. (2001),*Learning and Soft Computing*, MIT Press, London.
- Keleş, R.(1976), *Toplum Biliminde Araştırma ve Yöntem*, TODAİ,Ankara.
- Kıncal, Gökçe Baysal (2007), "Bir Bilimsel Makalenin Oluşturulma Sürecinde Kısıtlar Teorisi: FRT Uygulaması", *Ege Akademik Bakış*, Vol.7, No.1, ss: 364-373.
- Kıyak, E., Kahvecioğlu, A. (2003), "Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Cilt-1, Sayı-2, ss: 63-72.
- King, P.J. ve Mamdani, E.H. (1977), "The Applications of Fuzzy Control Systems to Industrial Processes", *Automatica*, Vol.3, ss: 235-242.
- Kirche, E. T., S. N. Kadipaşaoğlu ve B. M. Khumawala (2005), "Maximizing Supply Chain Profits With Effective Order Management: Integration of Activity-Based Costing and Theory of Constraints With Mixed-Integer Modelling", *International Journal of Production Research*, Vol. 43, No. 7, ss:1297-1311.
- Kirche, E. ve R. Srivastava (2005), "An ABC-Based Cost Model With Inventory and Order Level Costs: A Comparison With TOC", *International Journal of Production Research*, Vol.43, No.8, ss: 1685-1710.
- Klir, G.J. ve Folger T. A. (1998), *Fuzzy Sets, Uncertainty and Information*, Prentice Hall, USA.
- Klir, George J.ve Yuan, Bo (1995), *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*, Paperback, Prentice Hall.

- Kokso, Bart (1993), *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic*, Flamingo, London.
- Köksal, G. ve Karşılıklı, K.U. (2000), "Kısıtlar Teorisi ve Toplam Kalite Yönetimi Yoluyla Etkin Performans Yönetimi", *9. Ulusal Kalite Kongresi Toplam Kalite Yönetimi ve Kamu Sektörü*, İstanbul.
- Kulkarni, A.D. (2001), "Fuzzy Logic Fundamentals", *Computer Vision and Fuzzy Neural Systems*, 1. Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Küçüksavaş, N., Tanış, Veyis.N. ve Ünal, Elif (2006), "Kısıtlar Teorisi ve Değişken Maliyet Sistemi", *Analiz*, Cilt:6, Sayı:15, ss:17-58.
- Lai, Young Jou ve Hwang, Ching Lai, (1992), *Fuzzy Mathematical Programming Methods and Applications*, Springer-Verlag, Newyork.
- Lai, Y. J. ve Hwang C L.(1992), "Fuzzy mathematical programming", *Springer-Verlag*, ss: 45-68.
- Leon, T. ve Vercher, E. (2004),"Solving A Class of Fuzzy Linear Programs By Using Semi-İnfinite Programming Techniques", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.146, ss: 235-252.
- Lockamy, A. ve M.S. Spencer (1998), "Performance Measuremt İn A Theory of Constraints Environment", *Int. J.Prod. Res.*,Vol.36, No.8, ss: 2045- 2060.
- Louderback, Joseph G.ve J. Wayne Patterson (1996), "Theory of Constraints Versus Traditional Management Accounting", *Accounting Education*, Vol.1, Issue.2, ss: 182-195.
- Luebbe, Richard ve Byron, Finch (1992), "Theory of Constraints and Linear Programming: AComparison", *International Journal of Production Research*, Vol. 30, No. 6, ss:1471-1478.

- Luhandjura, M.K. (1987), "Linear Programming with A Possibilistic Objective Function", *European Journal of Operational Research*, Vol. 13, ss: 137–145.
- Lukasiewicz, J. (1970), "Philosophical Remarks On Many-Valued Systems of Propositional Logic Reprinted In Selected Works", *Amsterdam: North-Holland*, ss: 153–179.
- Mabin, V.J., Forgeson, S. ve Green, L.(2001), "Harnessing Resistance: Using The Theory of Constraints To Assist Change Management", *Journal of European Industrial Training*, Vol. 25 Issue 2, ss: 168-191.
- Maeda, T. (2001),"Fuzzy Linear Programming Problems As Bi-Criteria Optimization Problems", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 120, ss: 109-121.
- Maleki, H.R., Tata, M. ve Mashinchi, M. (2000), "Linear Programming With Fuzzy Variables", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 109, ss: 21-33.
- Mangaraj, Bijaya Krushna, Ashis, Mishra ve Upali, Aparajita(2012), "Product Portfolio Planning By Fuzzy Multi Criteria Stochastic 0-1 Linear Programming", *Stochastic Programming for Implementation and Advanced Applications*, Neringa, Lithuania, ss: 72–77.
- Mao, H. (1999),*Estimating Labour Productivity Using Fuzzy Set Theory*, Master of Science Thesis, University of Alberta.
- Markland, Robert E. ve Sweigart, James R. (1987), *Quantitative Methods: Applications To Managerial Decision Making*, Wiley, New York.
- Masahiro, Inuiguchi ve Tetsuzo, Tanino (2004), "Fuzzy Linear Programming With Interactive Uncertain Parameters", Graduate School of Engineering, Osaka University, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- Massad, Eduardo ve Ortega, Neil, (2008), "Fuzzy Logic in Action: Applications in Epidemiology and Beyond", *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Vol. 232, Springer, Berlin.
- McMullen, T.B., (1998), Introduction to the Theory of Constraints Management System, 2.Edition, The St. Lucie Pres, APICS Series on Constraints Management, CRS Pres LLC, USA.
- Mendel, J.M. (1995), "Fuzzy Logic Systems For Engineering: A Tutorial", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 83(3) ss: 345-377.
- Miller, Brad (2000), "Applying TOC in The Real World", *IIE Solutions*, Vol. 32, Issue 5, ss:49-53.
- Nabiyev, V. V. (2003), *Yapay Zeka - Problemler - Yöntemler - Algoritmalar*, SeçkinYayıncılık, Ankara.
- Negi, D.S. (1989), *Fuzzy analysis and optimization*, Ph.D.Thesis, Department of Industrial Engineering, Kansas State University.
- Noreen, Eric ,Smith, Debra ve Mackey James T., (1995), *The Theory of Constraints and Its Implications for Management Accounting*, Great Barrington, MA: North River Press, USA.
- Norland, Jr ve R.E.(1980) "Refinements in the Ismail–Loucerback Stochastic CVP Model", *Dec. Science*, Vol. 11, ss: 562–572.
- Okka, Osman (2000), *Mühendislik Ekonomisi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Onwubolu, G.C. ve Mutingi, M., (2001), "A Genetic Algorithm Approach to The Theory of Constraints Product Mix Problems", *Production Planning and Control*, Vol. 12, ss: 21–27

- Ökmen, Ö. ve Öztaş, A.(2009), "A New Procedure For Activity Network Calculations of Critical Path Method with Fuzzy Sets", 1st International Fuzzy Systems Symposium, TOBB Üniversitesi, Ankara, ss: 20-26.
- Özdamar, H. (2006), *Bulanık İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Bir Orman Endüstrisi İşletmesinde Uygulama*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Özgüven, Cemal (2003), *Doğrusal Programlama ve Uzantıları*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Özkan, M. M. (2003), "Bulanık Hedef Programlama Modeli ve Bir Uygulama Denemesi", *Review of Social, Economic and Business Studies*, Vol: 2, ss: 265-301.
- Özkan, M. Mustafa (2002), *Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama Denemesi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Öztemel E. (2003), *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Öztürk, Ahmet (2005), *Yöneylem Araştırması*, Ekin Kitapevi, Bursa.
- Öztürk, Ö.(2009), "Deterministik Yoksatmalı/Yoksatmasız Üretim-Sipariş Modeline Bulanık Küme Uygulaması", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Paksoy, T. (2002), "Bulanık Küme Teorisi ve Doğrusal Programlamada Kullanımı: Karşılaştırmalı Bir Analiz", *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:17, No:1, ss: 1-16.
- Patcharaporn, Yanpiratve Jittarat, Maneewan (2012), "Employing Fuzzy-Based CVP Analysis for Activity-Based Costing for Maintenance Service Providers",

Proceedings of the International Multiconference of Engineers And Computer Scientists, Hong Kong.

Patrick, F. (1998), Critical Chain Scheduling and Buffer Management - Getting Out From Between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place, www.focusedperformance.com (22.05.2012)

Patterson, M.C., (1992), "The Product Mix Decision: A Comparison of Theory of Constraints and Labor-Based Management Accounting", *Production and Inventory Management Journal* Vol. 33, ss:80–85

Pedrycz, Witold. (1993), *Fuzzy Control And Fuzzy System*, 2. Extended Edition. John Wiley & Sons Inc.

Peker, Alparslan, (1988), *Yönetim Muhasebesi*, 4. Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

Periasamy, P. (2010), *A Textbook of Financial Cost and Management Accounting*, 1. Edition, Himalaya Publishing House, Delhi, India.

Pfeifer, T. ve Tillmann, M., (2003), "Innovative Process Chain Optimization-Utilizing The Tools of TRIZ And TOC For Manufacturing", *First presented at the European TRIZ Association TRIZ Futures Conference*, Aachen, Germany.

Rahman, S., (2002), "The Theory of Constraints' Thinking Process Approach To Developing Strategies in Supply Chains", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol:32, No:10, ss: 809-828.

Ramagopal, C. (2009), *Accounting for Manager*, New Age International, Daryaganj, Delhi, India.

Ramik, J. ve J. Rimanek (1985), "Inequality Relation Between Fuzzy Numbers And Its Use in Fuzzy Optimization", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 16, ss: 123-138.

- Rand, G.K.,(2000), "Critical Chain: The Theory of Constraints Applied to Project Management", *International Journal of Project Management*, Vol.18/3, ss:173-187.
- Ravichandran, Ramarathnam(1993),"A Decision Support System For Stochastic Cost-Volume-ProfitAnalysis", *Decision Support Systems*, Vol.10 (4), ss: 379-399.
- Robert,Hermanson, , Edwards James Don ve Michael W. Maher,(1995), Accounting A Bussiness Perspective,6.Edition, Richard D. Irwin. Inc., Chicago.
- Rommelfanger, H. (1996),"Fuzzy Linear Programming and Applications", *EuropenJournal of Operational Research*, Vol. 92, ss: 512-527.
- Ross, T. J. (1995), *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, McGraw-Hill Inc.
- Ross, T.(2004), *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, 2.Edition, John Willey &Sons Ltd., West Sussex, England.
- Roybal, Helene, Sidney J. Baxendale ve Mahesh Gupta (1999), "Using Activity-Based Costing and Theory of Constraints to Guide Continuous Improvement in Managed Care", *Managed Care Quarterly*, Vol. 7(1), ss:1-10.
- Rubin, P.A. ve Narasimhan, R. (1984),"Fuzzy Goal Programming With Nested Priorities",*Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 14, ss: 115-129.
- Ruhl, Jack M. (1997), "The Theory of Constraints Within A Cost Management Framework", *Journal of Cost Management*, Vol.11, Issue 6, ss:16-24.
- Sadıç, Şenay ve Özdemir, Dilek (2006), "Kısıtlar Kuramı Yaklaşımı İle Petrol İthalat ve Ulusallaştırma Sürecinin İyileştirilmesi"*İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı 10, ss: 95-111.

- Safi, M.R., Maleki, H.R.ve Zaelmazad, E.(2007), "A Geometric Approach for Solving Fuzzy Linear Programming Problems", *Fuzzy Optimization and Decision Making*, Vol. 6, No:4,ss:31-45.
- Saghafian, S. ve Hejazi, S. R.(2005), "Multi – criteria Group DecisionMaking Using A Modified Fuzzy TOPSIS Procedure", *International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce*, IEEE.
- Sale, M. L.ve R. A. Inman (2003), "Survey-Based Comparison of Performance and Change in Performance of Firms Using Traditional Manufacturing, JIT and TOC", *International Journal of Production Research*, Vol. 41, No. 4, ss: 829-844.
- Sarı, M.,Murat, Y.S. ve Kırabalı,M. (2005),"Bulanık Mantık Modelleme Yaklaşımı ve Uygulamaları", *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, No: 9(9), ss:77-92.
- Scheinkopf, Lisa J.,(1999), *Thinking for a Change: Putting the TOC Thinking Processes to Use*, Boca Raton, FL: St. Lucie Press, Germany.
- Schragenheim, Eli ve Ronen, Boaz, (1990), "Drum-Buffer-Rope Shop Floor Control", *Production and Inventory Management Journal*, Vol:3, ss: 11-33.
- Scoggin, J.M., Segelhorst R.J. ve Reid R.A., (2003), "Applying the TOC Thinking Process in Manufacturing :A Case Study", *International Journal of Production Research*, Vol:41,No:4, ss: 763-781.
- Semed, Möhbeddin (2000),"Dünya Dahilersiz Yaşabilmir", *Azerbaycan Bilimler Akademisi Yayınları*, Bakü.

- Shaocheng, T.(1994), "Interval Number And Fuzzy Number Linear Programming",
Fuzzy Sets and Systems, Vol. 66, ss: 301-306.
- Sharma, N.K.(2010), *Advanced Cost Accounting*, ABD Publishers, Jaipur, India.
- Sheu, Chwen, Chen, Ming H. ve Kovar, Stacy (2003), "Integrating ABC and TOC for Better Manufacturing Decision Making", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol.14, No.5, ss:433-441.
- Shih, W. (1979), "A General Decision Model For Cost–Volume–Profit Analysis Under Uncertainty", *Account Review*, Vol. 54, ss: 687–706.
- Siegel, Joel G., Dauber, Nick A. ve Shim, Jae K. (2008), *Vest Pocket CPA*, 4. Edition, Wiley, Hoboken, NJ, USA.
- Siha, S.(1999), "A Classified Model for Applying the Theory of Constraints to Service Organizations", *Managing Service Quality*, Vol :9, No:4, ss: 255- 264.
- Simatupang, T.M, Wright A.C., Sridharan R.,(2004) "Applying The Theory of Constraints to Supply Chain Collaboration", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.9, No.1, ss: 57-70.
- Sivanandam, S. N., Sumathi, S. ve Deepa, S. N. (2007), *Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Skousen, Fred K., Langenderfer Harold Q. ve W. Steve Albrecht, (1983), *Principles of Accounting*, 2. Edition, Worth Publisher Inc., New York.
- Smith, Debra,(2000), *The Measurement Nightmare: How the Theory of Constraints Can Resolve Conflicting Strategies, Policies and Measures*, Boca Raton, Fla.: St. Lucie Press, Italy.
- Smith, Malcolm (1997), "Bottleneck Management", *Charter, Accounting and Tax Periodicals* Vol.68, No.3, ss: 32-34.

- Souren, Rayner, Ahn, Heinz ve Schmitz, Christian, (2005), "Optimal Product Mix Decisions Based On The Theory Of Constraints? Exposing Rarely Emphasized Premises Of Throughput Accounting", *International Journal of Production Research* Vol. 43, No. 2, ss: 61–374
- Stein, Robert E.,(1997), *The Theory of Constraints Applications in Quality and Manufacturing*, 2nd Edition, Marcel Dekker Inc., USA.
- Şen, Zekai (2001), *Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri*, Bilge Kültür Sanat, İstanbul.
- Şen, Zekai (2004), *Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri*, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Taha, Hamdy A. (1987), *Operations Reserch An Introduction*, 6. Edition, MacmillanPublishingCompany, New York.
- Tanaka, H. ve Asai, K. (1984), "Fuzzy Linear Programming Problems with Fuzzy Numbers", *Fuzzy Setsand Systems*, Vol.13, ss: 1-10.
- Tanaka, H., Guo, P.ve Zimmermann, H.J. (2000), "Possibility Distribution ofFuzzy Decision Variables Obtained From Possibilistic Linear Programming Problems", *Fuzzy Sets andSystems*, Vol. 113, ss: 323-332.
- Taniş, Veyis N. (1998). "Yönetim Muhasebesi Açısından Kısıtlar Teorisi ve Süreç Muhasebesi", *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt 8, Sayı 1, ss.185-198.
- Tatar, Tefvik (1973), *İşletmelerde Üretim Yöntemleri ve Teknikleri*, 1. Baskı,Ankara.
- Tibben, Ronald (2008), "Theory of Constraints at Unico: Analysing The Goal as Fictional Case Study", *International Journal of Production Research*,Vol. 47,ss:1814-1825.
- Tollington, T.,(1998), "ABC TOC", *Management Accounting*, Vol.78, Issue 4, ss:46-72.

- Triantaphyllou, E.ve Lin, C.T. (1996),"Development and Evaluation of Five FuzzyMultiattribute Decision-Making Methods", *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol. 14, ss: 281-310.
- Tulunay,Yılmaz,(1991), Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Yayınları, No:244, Renk,iş Matbaası, İstanbul.
- Ulucan, Aydın, (2004), Yöneylem Araştırması:İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Umble, M., Srikanth, M.L.,(1995), Synchronous Manufacturing: Principles For World-Class Excellence, First Edition, The Spectrum Publishing Company, Inc, USA.
- Umble, Michael, Van, Gray ve Elisabeth, Umble (2000), "Improving Production Line Performance", *IIE Solutions*, November, ss: 36-41.
- Umble, M. Michael ve Charlene W Spoede (1991), "Making Sense of Management Alphabet Soup", *Baylor Business Review*, Vol. 9, No: 2, ss: 26-27.
- Umble, Michael M. ve Umble, Elisabeth J.,(1999) "Drum-Buffer-Rope for Lower Inventory", *Industrial Management*, Vol. 41, No. 5., ss:21-35.
- Utku Demirel, Burcu (2007), *Kısıtlar Teorisine Dayalı Süreç Katkı Muhasebesinin Muhasebe Yöntemleri İle Karşılaştırılarak Değerlendirilmesi: Bir Örnek Olay Çalışması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Uzuner, Yıldız, (1999), Bilimsel Araştırma Yöntemleri,Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.

- Ünal, B. (2009), *Bulanık Fonksiyonlar İle Bulanık Sistem Modelleme*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ünal, Elif.N., (2006), *Optimal Ürün Karması Belirlemede Faaliyete Dayalı Maliyet Sistemi ve Kısıtlar Teorisi Uygulaması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Ünal, Elif.N., Tanış, Veyis.N.ve Küçüksavaş, Nihat., (2007), “Kısıtlar Teorisi ve Süreç Muhasebesinin Yönetim Muhasebesi Açısından Önemi”, *Marmara Üniversitesi SBE Öneri Dergisi*, Ocak 2007, ss:25-35.
- Verdegay, J.L.(1984), "A Dual Approach To Solve The Fuzzy Linear Programming Problem", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 14, ss: 131-141.
- Verma, R., (1996), "Management Science, Theory of Constraints/Optimized Production Technology and Local Optimization", *International Journal of Management Science*, Vol. 25, No. 2, ss: 189-212.
- Wang, D.(1997),"An Inexact Approach for Linear Programming Problems with Fuzzy Objective and Resources", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 89, ss: 61-68.
- Wang, Jun-qiang, Sun, Shu-dong ve Si, S.B. Yang, Hong-an (2008) "Theory of Constraints Product Mix Optimisation Based on Immune Algorithm" *International Journal of Production Research* First Published on: 03 May 2008, <http://prod.informaworld.com/smpp/content~content=792663921~db=allorder=pupdate> (15.05.2012).
- Werner, B. (1987), "Interactive Multiple Objective Programming Subject to Flexible Constraints", *European Journal of Operations Research*, Vol. 31, ss: 342-349.

- Werners, Brigitte (1987), "An Interactive Fuzzy Programming System", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 23, ss:131-147.
- Wiedey, G. ve Zimmermann, H.J.(1978), "Media Selecition and Fuzzy Linear Programming", *Journal of Operational Research Society*, Vol. 29, No:11, ss:1071-1084.
- William, J. Stevenson (1999), *Production/Operations Management*, 6. Edition, McGraw Hill, Boston.
- www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/kis_teo.doc yaralıoğlukaan,(25.04.2011)
- www.wikipedia.com 22.03.2011
- Yen, J. ve Langari, R. (1999), *Fuzzy Logic, Intelligence, Control and Information*, PrenticeHall, New Jersey.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H.(2003). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yılmaz, Zekai(2004), *Sayısal Yöntemler*, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Yılmaz, M. ve Arslan, E. (2005), "Bulanık Mantığın Jeodezik ProblemlerinÇözümünde Kullanılması", *Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STBKomisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, İstanbul.
- Yuan, Fong Ching (2009), "The use of a fuzzy logic-based system in cost-volume-profit analysis under uncertainty", *Expert Systems with Applications*, 36, ss: 1155–1163.
- Yunker, A. James ve Yunker, J. Penelope(1982), "Cost-Volume-Profit Analysis Under Uncertainty: An Integration of Economic and Accounting Concepts", *Journal of Economics and Business*, Vol. 34, Issue1, ss: 21-37.

- Yunker, A. James ve Yunker, J. Penelope (2003), "Stochastic CVP Analysis As A Gateway to Decisionmaking Under Uncertainty". *Journal of Accounting Education*, Vol. 21, ss: 339–365.
- Yükçü, Süleyman (1999), *Yönetim Açısından Maliyet Muhasebesi*, 4.Baskı, Cem Ofset, İzmir.
- Zadeh, L. A. (1998), "Commercialism and Human Values", *Azerbaijan International*, Spring Vol.1.
- Zadeh, L.A. (1994), "Soft Computing and Fuzzy Logic", *IEEE Software*.
- Zhang, G. (2003). "Formulation of Fuzzy Linear Programming Problems as Four-Objective Constrained Optimization Problems", *Applied Mathematics and Computation*, Vol.139, ss: 383-399.
- Zhao, R. et al (1992), "The Complete Decision Set of the Generalized Symmetrical Fuzzy Linear Programming", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 51, Issue 1, ss: 53-65.
- Zhao, J. ve Bose, B. K. (2002), "Evaluation of Membership Functions for Fuzzy Logic Controlled Induction Motor Drive", *28th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, İspanya.
- Zimmermann, H.J., (1992), *Fuzzy Sets Theory and Its Applications*, 2. Revised Edition, Kluwer Academic Publishers, USA.
- Zimmermann, H.J. (1991), *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, Massachusetts, Kluwer Academic Publishers.

EKLER

EK 1: MHK-BM İLE KÂR ÇÖZÜMLEMESİNDE BULANIK

KURALLAR

KISALTMALAR	AÇIKLAMA
SF	Satış Fiyatı
DM	Değişken Maliyet
SH	Satış Hacmi
SM	Sabit Maliyet

1	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH YÜKSEK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
2	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH YÜKSEK, SM ORTA, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
3	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH YÜKSEK, SM YÜKSEK, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
4	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH ORTA, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
5	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH ORTA, SM ORTA, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
6	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH ORTA, SM YÜKSEK, THEN KÂR YÜKSEK
7	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH DÜŞÜK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ORTA
8	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH DÜŞÜK, SM ORTA, THEN KÂR ORTA
9	SF YÜKSEK, DM DÜŞÜK, SH DÜŞÜK, SM YÜKSEK, THEN KÂR ORTA
10	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH YÜKSEK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
11	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH YÜKSEK, SM ORTA, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
12	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH YÜKSEK, SM YÜKSEK, THEN KÂR YÜKSEK
13	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH ORTA, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ORTA
14	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH ORTA, SM ORTA, THEN KÂR ORTA
15	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH ORTA, SM YÜKSEK, THEN KÂR ORTA
16	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH DÜŞÜK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ORTA
17	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH DÜŞÜK, SM ORTA, THEN KÂR ORTA
18	SF YÜKSEK, DM ORTA, SH DÜŞÜK, SM YÜKSEK, THEN KÂR DÜŞÜK
19	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH YÜKSEK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR YÜKSEK
20	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH YÜKSEK, SM ORTA, THEN KÂR ORTA
21	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH YÜKSEK, SM YÜKSEK, THEN KÂR ORTA
22	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH ORTA, SM DÜŞÜK, THEN KÂR YÜKSEK
23	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH ORTA, SM ORTA, THEN KÂR YÜKSEK
24	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH ORTA, SM YÜKSEK, THEN KÂR ORTA
25	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH DÜŞÜK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ORTA
26	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH DÜŞÜK, SM ORTA, THEN KÂR ORTA
27	SF YÜKSEK, DM YÜKSEK, SH DÜŞÜK, SM YÜKSEK, THEN KÂR DÜŞÜK
28	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH YÜKSEK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
29	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH YÜKSEK, SM ORTA, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
30	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH YÜKSEK, SM YÜKSEK, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
31	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH ORTA, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
32	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH ORTA, SM ORTA, THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
33	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH ORTA, SM YÜKSEK, THEN KÂR YÜKSEK
34	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH DÜŞÜK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR ORTA
35	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH DÜŞÜK, SM ORTA, THEN KÂR ORTA
36	SF ORTA, DM DÜŞÜK, SH DÜŞÜK, SM YÜKSEK, THEN KÂR DÜŞÜK
37	SF ORTA, DM ORTA, SH YÜKSEK, SM DÜŞÜK, THEN KÂR YÜKSEK
38	SF ORTA, DM ORTA, SH YÜKSEK, SM ORTA, THEN KÂR YÜKSEK
39	SF ORTA, DM ORTA, SH YÜKSEK, SM YÜKSEK, THEN KÂR ORTA
40	SF ORTA, DM ORTA, SH ORTA, SM DÜŞÜK, THEN KÂR YÜKSEK

41	SF ORTA,	DM ORTA,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
42	SF ORTA,	DM ORTA,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
43	SF ORTA,	DM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
44	SF ORTA,	DM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
45	SF ORTA,	DM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
46	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
47	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR YÜKSEK
48	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR YÜKSEK
49	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
50	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
51	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
52	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
53	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR DÜŞÜK
54	SF ORTA,	DM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
55	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
56	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
57	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR YÜKSEK
58	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
59	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
60	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
61	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
62	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
63	SF DÜŞÜK,	DM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
64	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
65	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR YÜKSEK
66	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR YÜKSEK
67	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
68	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
69	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
70	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
71	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR DÜŞÜK
72	SF DÜŞÜK,	DM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ÇOK DÜŞÜK
73	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
74	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR YÜKSEK
75	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR YÜKSEK
76	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
77	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
78	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
79	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR DÜŞÜK
80	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ÇOK DÜŞÜK
81	SF DÜŞÜK,	DM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ÇOK DÜŞÜK

EK 2: KT-BM İLE KÂR ÇÖZÜMLEMESİNDE BULANIK KURALLAR

KISALTMALAR	AÇIKLAMA
SF	Satış Fiyatı
DİMMM	Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti
SH	Satış Hacmi
SM	Sabit Maliyet

1	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
2	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
3	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
4	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
5	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
6	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
7	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
8	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
9	SF YÜKSEK,	DİMMM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
10	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
11	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
12	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
13	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
14	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
15	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
16	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
17	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
18	SF YÜKSEK,	DİMMM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
19	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
20	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
21	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
22	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
23	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
24	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
25	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
26	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
27	SF YÜKSEK,	DİMMM YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
28	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
29	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR YÜKSEK
30	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR YÜKSEK
31	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
32	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ÇOK YÜKSEK
33	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR YÜKSEK
34	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
35	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
36	SF ORTA,	DİMMM DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
37	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
38	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN KÂR YÜKSEK
39	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
40	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK
41	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
42	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR ORTA
43	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR ORTA
44	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN KÂR ORTA
45	SF ORTA,	DİMMM ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN KÂR DÜŞÜK
46	SF ORTA,	DİMMM YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN KÂR YÜKSEK

47	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	YÜKSEK
48	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	YÜKSEK
49	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ORTA
50	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN	KÂR	ORTA
51	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	DÜŞÜK
52	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ORTA
53	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	DÜŞÜK
54	SF ORTA,	DİMMM	YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	DÜŞÜK
55	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ÇOK YÜKSEK
56	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	ÇOK YÜKSEK
57	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	YÜKSEK
58	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ORTA
59	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN	KÂR	ORTA
60	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	ORTA
61	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ORTA
62	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	ORTA
63	SF DÜŞÜK,	DİMMM	DÜŞÜK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	DÜŞÜK
64	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	YÜKSEK
65	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	YÜKSEK
66	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	YÜKSEK
67	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ORTA
68	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN	KÂR	ORTA
69	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	ORTA
70	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ORTA
71	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	DÜŞÜK
72	SF DÜŞÜK,	DİMMM	ORTA,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	ÇOK DÜŞÜK
73	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	YÜKSEK
74	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	YÜKSEK
75	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH YÜKSEK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	DÜŞÜK
76	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH ORTA,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	ORTA
77	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH ORTA,	SM ORTA,	THEN	KÂR	ORTA
78	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH ORTA,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	ÇOK DÜŞÜK
79	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM DÜŞÜK,	THEN	KÂR	DÜŞÜK
80	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM ORTA,	THEN	KÂR	ÇOK DÜŞÜK
81	SF DÜŞÜK,	DİMMM	YÜKSEK,	SH DÜŞÜK,	SM YÜKSEK,	THEN	KÂR	ÇOK DÜŞÜK

**EK 3: GELENEKSEL MHK İLE BDP ENTEGRASYONU İÇİN
KURULAN MODELİN MATLAB'DA ÇÖZÜMLENMESİ**

$$f = [0; 0; 0; 0; 0; 0; -1];$$

$$A = [-0,23 \quad -0,19 \quad -0,22 \quad -0,21 \quad -0,23 \quad 2.000$$

$$0,02 \quad 0,02 \quad 0,018 \quad 0,017 \quad 0,018 \quad -80$$

$$0,01 \quad 0,03 \quad 0,07 \quad 0,03 \quad 0,06 \quad -80$$

$$0,03 \quad 0,034 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad -80$$

$$0 \quad 0 \quad 0,083 \quad 0,05 \quad 0,05 \quad -80$$

$$0,021 \quad 0,027 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad -80$$

$$0 \quad 0 \quad 0,094 \quad 0,057 \quad 0,067 \quad -80$$

$$1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 200$$

$$0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 50$$

$$0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 100$$

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 200$$

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 100$$

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1];$$

b

$$= [-16.000; 1.040; 1.040; 1.040; 1.040; 1.040; 1.040; 20.300; 8.850; 4.350; 5.400; 4.100; 1]$$

$$lb = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$$

$$[x, fval, exitflag] = linprog(f, A, b, [], [], [], [], lb)$$

Yukarıda yazılı olan komutlar MATLAB'a girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekildedir:

$$x = 10^4 *$$

$$1,9588$$

0,8672

0,3994

0,4668

0,3744

fval =

-0,8926

exitflag =

1



**EK 4: KT İLE BDP ENTEGRASYONU İÇİN KURULAN MODELİN
MATLAB'DA ÇÖZÜMLENMESİ**

$$f = [0; 0; 0; 0; 0; 0; -1];$$

$$A = [-0,28 \quad -0,31 \quad -0,34 \quad -0,27 \quad -0,31 \quad 2.000$$

$$0,02 \quad 0,02 \quad 0,018 \quad 0,017 \quad 0,018 \quad -80$$

$$0,01 \quad 0,03 \quad 0,07 \quad 0,03 \quad 0,06 \quad -80$$

$$0,03 \quad 0,034 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad -80$$

$$0 \quad 0 \quad 0,083 \quad 0,05 \quad 0,05 \quad -80$$

$$0,021 \quad 0,027 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad -80$$

$$0 \quad 0 \quad 0,094 \quad 0,057 \quad 0,067 \quad -80$$

$$1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 200$$

$$0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 50$$

$$0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 100$$

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 200$$

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 100$$

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1];$$

b

$$= [-16.000; 1.040; 1.040; 1.040; 1.040; 1.040; 1.040; 20.300; 8.850; 4.350; 5.400; 4.100; 1]$$

$$lb = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$$

$$[x, fval, exitflag] = linprog(f, A, b, [], [], [], [], [], lb)$$

Yukarıda yazılı olan komutlar MATLAB'a girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekildedir:

$$x = 10^4 *$$

$$1,9928$$

0,8757

0,4164

0,5028

0,3194

fval =

-0,8645

exitflag =

1

