

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KURUMSAL UYGULAMA YAZILIM PAKETLERİNİN
SEÇİMİNDE KULLANILAN YAKLAŞIMLARIN
KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ İLE BİR MODEL
GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMA SONUÇLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Endüstri Yük. Müh. Ceyda ŞEN

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi : 09 Mayıs 2007
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hayri BARAÇLI (YTÜ)
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL (YTÜ)
: Yrd. Doç. Dr. Tufan DEMİREL (YTÜ)
: Prof. Dr. Ataç SOYSAL (Doğuş Üniversitesi)
: Prof. Dr. Haluk ERKUT (İTÜ)

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi	2
1.2 Tezin Organizasyonu	3
2. KURUMSAL UYGULAMA YAZILIM PAKETLERİ ve SEÇİM SÜRECİ.....	5
2.1 Yazılım Kavramı ve Çeşitleri	5
2.2 Kurumsal Uygulama Yazılımlarının Tanımı ve Kapsamı	14
2.3 Kurumsal Uygulama Yazılımlarının Firmalar İçin Önemi.....	16
2.4 Kurumsal Uygulama Yazılımlarının Gelişimi.....	19
2.4.1 Malzeme İhtiyaç Planlaması Yazılımları.....	20
2.4.2 Üretim Kaynakları Planlaması Yazılımları	24
2.4.3 Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımları	29
2.4.4 Tedarik Zinciri Yönetimi Yazılımları.....	37
2.4.5 Müşteri İlişkileri Yönetimi Yazılımları	41
2.4.6 Genişletilmiş ERP ve ERP II Yazılımları.....	47
2.5 Kurumsal Uygulama Yazılımı Seçimi.....	50
2.5.1 Kurumsal Uygulama Yazılımı Seçiminin Önemi.....	51
2.5.2 Kurumsal Uygulama Yazılım Paketi Seçim Süreci.....	54
2.5.3 Seçim Sürecinde Yapılabilecek Hatalar ve Kritik Başarı Faktörleri	61
3. KURUMSAL UYGULAMA YAZILIM PAKETLERİNİN SEÇİMİNDE KULLANILAN YAKLAŞIMLARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	67
3.1 Araştırma Metodolojisi.....	67
3.2 Yaklaşımların Karşılaştırmalı Analizi	67
3.2.1 Yaklaşımların Fonksiyonel Sınıflandırması	69
3.2.2 Yaklaşımların Karar Modellerine Göre Sınıflandırması	71
3.3 Yaklaşımların Özet Bilgileri.....	72
3.3.1 Brownstein ve Lerner Yaklaşımı	77
3.3.2 Talley Yaklaşımı.....	78
3.3.3 Edmons ve Urban Yaklaşımı	79

3.3.4	Kuan Yaklaşımı	80
3.3.5	Frankel Yaklaşımı.....	81
3.3.6	Anderson Yaklaşımı	82
3.3.7	Eskenasi Yaklaşımı.....	82
3.3.8	Meier ve Williamson Yaklaşımı.....	83
3.3.9	Subramanian ve Gershon Yaklaşımı	84
3.3.10	Williams Yaklaşımı	85
3.3.11	Adeli ve Wilcoski Yaklaşımı.....	86
3.3.12	Jeanrenaud ve Romanazzi Yaklaşımı	86
3.3.13	Kontio vd. Yaklaşımı.....	87
3.3.14	Morisio ve Tsoukias Yaklaşımı	88
3.3.15	Tran ve Liu Yaklaşımı	89
3.3.16	Febowitz ve Greenspan Yaklaşımı	90
3.3.17	Maiden ve Ncube Yaklaşımı	90
3.3.18	Lai, Trueblood ve Wong Yaklaşımı	91
3.3.19	Jung ve Choi Yaklaşımı	92
3.3.20	Kunda ve Brooks Yaklaşımı	93
3.3.21	Ochs vd. Yaklaşımı.....	93
3.3.22	Teltumbde Yaklaşımı	94
3.3.23	Lawlis vd. Yaklaşımı	95
3.3.24	Alves ve Castro Yaklaşımı	96
3.3.25	Sedigh-Ali, Ghafoor ve Paul Yaklaşımı	97
3.3.26	Morera Yaklaşımı	97
3.3.27	Lai, Wong ve Cheung Yaklaşımı	98
3.3.28	Sahay ve Gupta Yaklaşımı	99
3.3.29	Erol ve Ferrell Yaklaşımı	100
3.3.30	Wei ve Wang Yaklaşımı	101
3.3.31	Colombo ve Francalanci Yaklaşımı	102
3.3.32	Sarkis ve Talluri Yaklaşımı	103
3.3.33	Yeoh ve Miller Yaklaşımı	104
3.3.34	Çil, Alptürk ve Yazgan Yaklaşımı	105
3.3.35	Wei, Chien ve Wang Yaklaşımı	106
3.3.36	Wybo, Robert ve Leger Yaklaşımı	107
3.3.37	Sarkis ve Sundarraj Yaklaşımı	108
3.3.38	Shyur Yaklaşımı	109
3.3.39	Ayağ ve Özdemir Yaklaşımı	110
3.3.40	Lin, Hsu ve Sheen Yaklaşımı	112
3.4	Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	112
3.4.1	Fonksiyonel Sınıflandırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	113
3.4.2	Karar Modellerine Göre Sınıflandırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	115
4.	BÜTÜNLEŞİK BİR KURUMSAL UYGULAMA YAZILIM PAKETİ SEÇİM MODELİ VE GELİŞTİRME ADIMLARI.....	119
4.1	Modelin Amacı ve Önemi	119
4.2	Modelin Kavramsal Tasarımı	121
4.3	Kalitatif Değerlendirme Boyutu	125
4.3.1	Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Süreci.....	126
4.3.1.1	Fonksiyonel ve Fonksiyonel Olmayan Yazılım Seçim Kriterleri	128
4.3.1.2	Kalite Fonksiyonu Açılımı ve Yazılım İhtiyaçları Analizi	133
4.3.1.3	Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi İçin Önerilen Metodoloji.....	136

4.3.2	Fonksiyonel Uygunluk Belirleme Süreci	138
4.3.3	Fonksiyonel Olmayan Uygunluk Belirleme Süreci.....	140
4.4	Kantitatif Değerlendirme Boyutu	141
4.5	Kalitatif ve Kantitatif Değerlendirmelerin Birleştirilmesi.....	142
4.6	Kavramsal Tasarımın Formülasyonu.....	143
4.6.1	Bulanık Küme Teorisi ve Simülasyon Tabanlı Çözüm Yaklaşımı.....	143
4.6.2	C_1 Algoritması	150
4.6.3	C_2 Algoritması	153
4.6.4	C_3 Algoritması	156
4.6.5	Matematiksel Model Formülasyonu	158
4.7	Modelin Geçerlilik Testleri	162
4.7.1	Bulanık Küme ve Simülasyon Tabanlı Çözüm Yaklaşımının Geçerlilik Testi... 162	
4.7.1.1	Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu	163
4.7.1.2	Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu İle Önerilen Çözüm Yaklaşımının Sonuçlarının Karşılaştırılması	167
4.7.1.3	Simülasyon Adım Sayısının Belirlenmesi	180
4.7.1.4	Geçerlilik Testinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi	181
4.7.2	Matematiksel Modelin Geçerlilik Testi	184
5.	GELİŞTİRİLEN MODELİN UYGULANMASI	189
5.1	Uygulama Yapılan Firmanın Mevcut Durumu.....	189
5.2	Projenin Başlatılması ve Yazılım Seçimi Takımının Oluşturulması.....	192
5.3	İş Süreçlerinin Analizi ve Fonksiyonel İhtiyaçların Belirlenmesi.....	194
5.4	İç ve Dış Kaynaklardan Yazılım Alternatiflerinin Toplanması.....	195
5.5	Kalitatif Değerlendirme Boyutu	196
5.5.1	Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Süreci.....	197
5.5.2	Fonksiyonel Uygunluk Belirleme Süreci	202
5.5.3	Fonksiyonel Olmayan Uygunluk Belirleme Süreci.....	205
5.6	Kantitatif Değerlendirme Boyutu	208
5.7	Matematiksel Model Formülasyonu ve Son Seçim Kararı.....	209
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	213
	KAYNAKLAR.....	218
	EKLER	226
Ek 1	Sistem gereksinimleri kontrol listesi	227
Ek 2	Bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının tabloları	235
Ek 3	Geçerlilik testi senaryolarının LINDO paket programında çözümleri	240
Ek 4	Yazılım seçim projesi faaliyet planı ve zaman çizelgesi	247
Ek 5	Firmalar tarafından doldurulmuş örnek RFI formları.....	248
Ek 6	DM_1 tarafından doldurulan KFA matrisi	249
Ek 7	DM_1 tarafından doldurulan KFA matrisinin sayısallaştırılmış formu	250
Ek 8	Seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinin sonuçları	251
Ek 9	Fonksiyonel uygunluk belirleme sürecinin sonuçları.....	252
Ek 10	DM_1 tarafından doldurulan fonksiyonel olmayan uygunluk matrisi	253
Ek 11	Fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme sürecinin sonuçları	254
Ek 12	Uygulama modellerinin LINDO paket programında çözümleri.....	255
	ÖZGEÇMİŞ.....	256

SİMGE LİSTESİ

\hat{a}_{ij}	Alternatifin bulanık performans değeri
A_p	Fonksiyonel olmayan en alt düzey kriterin mutlak puanı
\bar{d}	Örnek farkları ortalaması
d_p	FWSM ve önerilen metodun ürettiği sonuçlar arasında gözlemlenen farklar
d_{iz}	Fonksiyonel ana kritere karar vericinin atadığı önem derecesi
d'_{iz}	İkinci düzey fonksiyonel kritere karar vericinin atadığı önem derecesi
d'_{iz}	Fonksiyonel olmayan ana kritere bir karar vericinin atadığı önem derecesi
d'_{lmz}	İkinci düzey fonksiyonel olmayan kritere karar vericinin atadığı önem derecesi
d_{pi}^+, d_{pi}^-	Proje hedeflerine ait sapma değişkenleri
d_{ui}^-	Uygunluk hedeflerine ait sapma değişkeni
DM_z	Karar verici
f	Firma tarafından belirlenen kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk puanı
f_s	Yazılım alternatifinin fonksiyonel uygunluk puanı
f_{si}	Bir yazılımın fonksiyonel ana kritere göre fonksiyonel uygunluk puanı
f_{sij}	Bir yazılımın ikinci düzey fonksiyonel kritere göre fonksiyonel uygunluk puanı
f_{sijk}	Bir yazılımın üçüncü düzey fonksiyonel kritere göre fonksiyonel uygunluk puanı
h_{ijk}	Üçüncü düzey fonksiyonel kriterin aldığı hedef puan
IS^*	Yazılım alternatifleri arasındaki en düşük gerçekleştirme süresi
is_s	Yazılım alternatifinin gerçekleştirme süresi
K	Gözlem sayısı
k_i	Proje hedefinin göreceli önemiyle ilgili karar vericinin tercihlerini yansıtan ağırlık
k_{slm}	Bir yazılımın ikinci düzey fonksiyonel olmayan kriteri karşılama puanı
k_{slmm}	Bir yazılımın üçüncü düzey fonksiyonel olmayan kriteri karşılama puanı
l	Bulanık üçgensel sayının alt değeri
LV_a	Karar verici tarafından atanan sözel ifade
M_i	Bulanık üçgensel sayı
m	Bulanık üçgensel sayının orta değeri
nf_s	Yazılım alternatifinin fonksiyonel olmayan uygunluk puanı
nf_{sl}	Bir yazılımın fonksiyonel olmayan ana kritere göre fonksiyonel olmayan uygunluk puanı
nf_{slm}	Bir yazılımın ikinci düzey fonksiyonel olmayan kritere göre fonksiyonel olmayan uygunluk puanı
Nw_i	Fonksiyonel ana kriterin normalize önem derecesi
Nw_{ij}	İkinci düzey fonksiyonel kriterin normalize önem derecesi
Nw'_i	Fonksiyonel olmayan ana kriterin normalize önem derecesi
Nw'_{lm}	İkinci düzey fonksiyonel olmayan kriterin normalize önem derecesi
Nw'_{lmm}	Üçüncü düzey fonksiyonel olmayan kriterin normalize önem derecesi
ORA	Ortalama bağıl puan
\hat{P}_j	Karar alternatifinin bulanık öncelik puanı
\hat{P}_j^*	En iyi alternatifin bulanık ağırlıklı toplam puanı
p_k	Simüle edilmiş değer olasılığı
P_l	Hedeflerin öncelikleri
r	[0,1] aralığında üniform dağılmış rassal sayı
RA_p	Fonksiyonel olmayan en alt düzey kriterin bağıl puanı

r_{ijp}	İkinci düzey fonksiyonel kriter ile fonksiyonel olmayan kriter arasındaki ilişki ağırlığı
\hat{r}_{ijp}	İkinci düzey fonksiyonel kriter ile fonksiyonel olmayan kriter arasındaki bulanık ilişki ağırlığı
r_{ijpz}	İkinci düzey fonksiyonel kriter ile fonksiyonel olmayan kriter arasındaki karar vericinin atadığı ilişki ağırlığı
S_d	Örnek varyansı
t_0	t testi istatistiği
TM^*	Yazılım alternatifleri arasındaki en düşük toplam sahip olma maliyeti
tm_s	Yazılım alternatifinin toplam sahip olma maliyeti
u	Bulanık üçgensel sayının üst değeri
v_{sijk}	Bir yazılımın üçüncü düzey fonksiyonel kriteri karşılama puanı
w_i	Fonksiyonel ana kriterin önem derecesi
\hat{w}_i	Kriterin bulanık önem ağırlığı
w_{ij}	İkinci düzey fonksiyonel kriterin önem derecesi
\hat{w}_{ij}	İkinci düzey fonksiyonel kriterin bulanık önem derecesi
w'_l	Fonksiyonel olmayan ana kriterin önem derecesi
w'_{lm}	İkinci düzey fonksiyonel olmayan kriterin önem derecesi
w'_{lmn}	Üçüncü düzey fonksiyonel olmayan kriterin önem derecesi
W_p	Bulanık ağırlıklı toplam metodunun ürettiği ağırlıklar
x_k	İlgili sözel ifade için simüle edilmiş değer
x_s	Yazılım seçimi ikili karar değişkeni
y_{slmz}	Bir yazılımın, ikinci düzey fonksiyonel olmayan kriteri bir karar vericiye göre karşılama puanı
y_{slmnz}	Bir yazılımın üçüncü düzey fonksiyonel olmayan kriteri bir karar vericiye göre karşılama puanı
Z_p	Bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının ürettiği ağırlıklar
$\mu_A(x)$	A bulanık kümesine ait üyelik fonksiyonu
$\mu_{LV}(x_k)$	Simüle edilmiş değerlerin ilgili sözel ifade kümesindeki üyelik derecesi
$\mu_{LV}(x)$	Sözel ifade kümelerine ait üyelik fonksiyonu
α	Anlamlılık düzeyi
λ_i	Uygunluk hedefinin göreceli önemiyle ilgili karar vericinin tercihlerini yansıtan ağırlık

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analytical Network Process
BUYS	Bütünleşik Uygulama Yazılım Seçimi
CAP	COTS Acquisition Process
CASE	Computer Aided Software Engineering
CDSEM	Checklist Driven Software Evaluation Methodology
cg	Çok güçlü
CISD	COTS-based Integrated System Development Method
COTS	Commercial Off The Shelf
CRE	COTS-based Requirements Engineering
CRM	Customer Relationship Management
CRP	Capacity Requirements Planning
ERP	Enterprise Resource Planning
ERP II	Genişletilmiş Kurumsal Kaynak Planlama
FWSM	Fuzzy Weighted Sum Method
g	Güçlü
ISO/IEC	The International Organization for Standardization/The International Electro-technical Commission
IUSWARE	Iustitia Software
KFA	Kalite Fonksiyonu Açılımı
LKS	Logo Klasik Sistem
MRP	Material Requirements Planning
MRP II	Manufacturing Resources Planning
NAPCS	North American Product Classification System
o	Orta
OTSO	Off-The Shelf Option
PORE	Procurement Oriented Requirements Engineering
RAGE	Random Generation
RCPEP	Requirements-driven COTS Product Evaluation Process
RFI	Request For Information
RFP	Request For Proposal
SCM	Supply Chain Management
SMI	Software Solution Merit Index
STACE	Social Technical Approach to COTS Evaluation
ş.k.g.	Şu Kısıtlara Göre
VERPRO	Vendor Economics and Risk Profiler
WSM	Weighted Sum Method
y	Yok
z	Zayıf

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Bilgisayar sisteminin katmanları..... 7
Şekil 2.2	Bilgisayar yazılımlarının sınıflandırılması 8
Şekil 2.3	Yazılım çeşitlerinin ilişkisi 8
Şekil 2.4	Sistem yazılımlarının bileşenleri..... 9
Şekil 2.5	Uygulama yazılımlarının bileşenleri..... 10
Şekil 2.6	Kurumsal uygulama yazılımlarının gelişim süreci 19
Şekil 2.7	MRP sistemi..... 21
Şekil 2.8	Üretim kaynakları planlaması sistemi..... 25
Şekil 2.9	CRM mimarisi 43
Şekil 2.10	ERP'nin gelişimi 48
Şekil 2.11	ERP II sisteminde merkezi veritabanı yaklaşımı 49
Şekil 2.12	Kurumsal uygulama yazılım seçiminin gerçekleştiği çevre 51
Şekil 3.1	Yazılım seçim kriterlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler 115
Şekil 3.2	Yazılım seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında kullanılan karar verme metotları 116
Şekil 3.3	Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi aşamasındaki karar verme metotları 117
Şekil 3.4	Yazılım seçiminde kullanılan karar modellerinin dağılımı 117
Şekil 4.1	BUYS modelinin boyutları 121
Şekil 4.2	BUYS modelinin adımları 122
Şekil 4.3	BUYS modelinin fonksiyonel olmayan kriter hiyerarşisi..... 131
Şekil 4.4	Kalite fonksiyonu açılımı matrisinin bileşenleri..... 135
Şekil 4.5	Seçim kriterlerinin belirleme süreci 138
Şekil 4.6	Fonksiyonel uygunluk belirleme süreci 139
Şekil 4.7	Fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme süreci 141
Şekil 4.8	Üçgensel üyelik fonksiyonu..... 146
Şekil 4.9	Sözel değişkenler için üyelik fonksiyonları..... 146
Şekil 4.10a	C_1 algoritması (1. kısım: KFA temelli hesaplamalar)..... 152
Şekil 4.10b	C_1 algoritması (2. kısım: Kriter seçim prosedürü)..... 153
Şekil 4.11a	C_2 algoritması (1. kısım: Fonksiyonel uygunluk puanı hesabı)..... 155
Şekil 4.11b	C_2 algoritması (2. kısım: Eleme prosedürü)..... 156
Şekil 4.12	C_3 algoritması..... 158
Şekil 4.13	FWSM'ye göre bulanık alternatiflerin üyelik öncelik fonksiyonları..... 165
Şekil 4.14	Uygunluk odaklı senaryo sonuçları 186
Şekil 4.15	Proje faktörleri odaklı senaryo sonuçları 186
Şekil 5.1	Yazılım seçimi proje takımları..... 193
Şekil 5.2	Belirlenen sistem gereksinimlerinin fonksiyonel alanlar bazında dağılımı 194
Şekil 5.3	BUYS modeli uygulama arabirimi ana menüsü 197
Şekil 5.4	Seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında karar verici girişi penceresi..... 198
Şekil 5.5	Seçilen fonksiyonel olmayan kriter ağacı 202
Şekil 5.6	Yazılım alternatiflerinin fonksiyonel uygunluk puanları..... 204
Şekil 5.7	Fonksiyonel olmayan uygunluğun belirlenmesi aşamasında karar verici girişi penceresi 205
Şekil 5.8	Yazılım alternatiflerinin ana kriterlere göre fonksiyonel olmayan uygunluk puanları 207
Şekil 5.9	Yazılım alternatiflerinin fonksiyonel olmayan uygunluk puanları 207
Şekil 5.10	LINDO programında model çözüm penceresi 210

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Bireysel ve kurumsal yazılımların özellikleri 11
Çizelge 2.2	Dünya bölgesel yazılım harcamaları (milyon \$)..... 17
Çizelge 2.3	Tedarik zinciri pazarındaki en büyük 10 firma ve pazar payları 40
Çizelge 2.4	Kurumsal uygulama yazılım seçimi ortamındaki değişimler 50
Çizelge 2.5	Kritik başarı faktörleri ve kritik adımlar arasındaki ilişki matrisi 66
Çizelge 3.1	Belirlenen kurumsal uygulama yazılım seçimi yaklaşımları 68
Çizelge 3.2	Seçilen yaklaşımların fonksiyonel sınıflandırması 73
Çizelge 3.2	Seçilen yaklaşımların fonksiyonel sınıflandırması (Devamı)..... 74
Çizelge 3.3	Seçilen yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırması..... 75
Çizelge 3.3	Seçilen yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırması (Devamı) 76
Çizelge 3.3	Seçilen yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırması (Devamı) 77
Çizelge 4.1	Bilgi istek formunda yer alabilecek konular 124
Çizelge 4.2	Literatürdeki fonksiyonel olmayan kriterler listesi..... 129
Çizelge 4.2	Literatürdeki fonksiyonel olmayan kriterler listesi (Devamı) 130
Çizelge 4.3	ISO/IEC 9126 kalite kriterlerinin revize edilmiş listesi..... 132
Çizelge 4.4	Kullanılan bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonları 148
Çizelge 4.5	Hedef puan ve karşılama puanı skalaları 154
Çizelge 4.6	0/1 hedef programlama model formülasyonu..... 162
Çizelge 4.7	Karar vericiler tarafından belirlenen önem dereceleri ve ilişki ağırlıkları (5 kriter) 167
Çizelge 4.8	FWSM karar matrisi (5 kriter)..... 168
Çizelge 4.9	Önerilen çözüm yaklaşımının 5 kriter için sonuçları (50 adımlık simülasyon) 169
Çizelge 4.10	Önerilen çözüm yaklaşımının 5 kriter için sonuçları (100 adımlık simülasyon) 170
Çizelge 4.11	Önerilen çözüm yaklaşımının 5 kriter için sonuçları (1000 adımlık simülasyon) 170
Çizelge 4.12	t testi sonuçları ($\alpha =0.05$, $K=5$) 172
Çizelge 4.13	Karar vericiler tarafından belirlenen önem dereceleri ve ilişki ağırlıkları (10 kriter) 173
Çizelge 4.14	FWSM karar matrisi (10 kriter)..... 175
Çizelge 4.15	Önerilen çözüm yaklaşımının 10 kriter için sonuçları (50 adımlık simülasyon) 176
Çizelge 4.16	Önerilen çözüm yaklaşımının 10 kriter için sonuçları (100 adımlık simülasyon) 177
Çizelge 4.17	Önerilen çözüm yaklaşımının 10 kriter için sonuçları (1000 adımlık simülasyon) 178
Çizelge 4.18	t testi sonuçları ($\alpha =0.05$, $K=10$) 179
Çizelge 4.19	Simülasyon adım sayısına göre sonuçların karşılaştırılması (5 kriter) 180
Çizelge 4.20	Simülasyon adım sayısına göre sonuçların karşılaştırılması (10 kriter) 182
Çizelge 4.21	Modelde kullanılan veri seti..... 184
Çizelge 4.22	Uygunluk odaklı senaryo (Uygunluk ϕ Proje Faktörleri) 187
Çizelge 4.23	Proje faktörleri odaklı senaryo (Proje Faktörleri ϕ Uygunluk) 188
Çizelge 5.1	Sistem gereksinimlerinin normalize önem dereceleri..... 200
Çizelge 5.2	Fonksiyonel olmayan kriterlerin mutlak ve bağıl puanları 201
Çizelge 5.3	Yazılım alternatiflerinin fonksiyonel alanlara göre uygunluk puanları 204
Çizelge 5.4	Yazılım alternatiflerinin kantitatif ölçümleri 208
Çizelge 5.5	0/1 hedef programlama modelinin parametreleri..... 209

ÖNSÖZ

İleri bilgi teknolojileri, günümüzün yoğun ve yıkıcı rekabet ortamında dünya firmalarının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Bilgi teknolojileriyle desteklenen iş süreçleri, firmalara hız ve esneklik kazandırmaktadır. Aynı zamanda, global ve değişken bir ekonomide karlılıklarını ve verimliliklerini arttırmaktadır. Bununla beraber, bu tür kurumsal sistemlere firma ihtiyaçları ve bütçesi dikkate alınmadan yapılan yatırımlar, sonuçta hayal kırıklığına yol açabilmektedir. Firmaların kurumsal sistemlerle uzun soluklu serüveni; vizyon, misyon ve hedeflerini destekleyecek yapıda, süreçleri ve kurum kültürleri ile uyumlu en doğru kurumsal uygulama yazılımının seçimi ile başlamaktadır. Yazılım seçimi firmaların geleceği için oldukça önemli ve kritik bir karardır. Böyle bir karar, ancak konuya başlı başına bir proje olarak yaklaşılması ve tüm adımların belli bir plan çerçevesinde gerçekleştirilmesi ile verilebilmektedir. Dolayısıyla, bu süreçteki riskleri minimuma indirecek ve sonradan oluşabilecek sorunların büyük bir kısmının önüne geçecek sistematik yazılım seçimi yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında kurumsal uygulama yazılım seçimi sürecini tüm aşamalarıyla ele alan bütünlük bir model önerilmektedir. Temel ilkesi “önce fonksiyonellik, sonra teknoloji” olan bu modelin, yazılım seçimi problemi ile karşı karşıya kalan yöneticilere yol gösterici bir kaynak sağlayarak kapsamlı ve güvenilir bir destek sunması hedeflenmektedir.

Lisans döneminden itibaren tüm aşamalarda olduğu gibi, bu tez çalışmasını hazırlama sürecim boyunca da her konuda yardım ve desteğini hissettiğim, bilgi ve deneyimlerinden yararlanma fırsatı bulduğum danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hayri BARAÇLI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Değerli hocam, Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL'e, bugüne kadar bana aşlamış olduğu ve bu tezin ortaya çıkmasında büyük etkisi olan bilgi birikimi, üzerimdeki emekleri ve değerli katkıları için şükranlarımı sunarım. Tezin eksikliklerinin ortaya çıkarılması ve düzeltilmesi konusunda büyük katkıları bulunan, kendisine her başvurduğumda bana vakit ayıran ve olumlu eleştirileriyle bana yol gösteren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Tufan DEMİREL'e çok teşekkür ederim. Bu aşamaya gelene kadar üzerimde emeği geçen bölümdeki tüm hocalarıma, desteklerinden dolayı tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Audio Elektronik Ltd. Şti. çalışanlarına da ayrıca teşekkür etmek isterim. Son olarak, başta bugünlere gelmemde en büyük payı olan annem ve babam olmak üzere tüm aileme; bu çalışmanın oluşumu sırasında hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, hayattaki en büyük destekçim sevgili eşim Selçuk ŞEN'e sonsuz teşekkürler.

Mart, 2007

Endüstri Yüksek Müh. Ceyda ŞEN

ÖZET

Günümüz işletmeleri, yazılım firmalarındaki büyüme, çok çeşitli yazılım ihtiyaçlarının varlığı ve hızla değişen teknoloji nedeniyle, kendi yazılım uygulamalarını özel olarak geliştirmek yerine, kurumsal uygulama yazılım paketi satın almaya yönelmektedir. Uygun kurumsal uygulama yazılım paketlerinin satın alınması, birbiriyle çelişen çok sayıda amacı ve maliyet gibi kantitatif, sözel ifadeler gibi kalitatif verilerin kullanımını içeren kapsamlı bir seçim sürecini gerekli kılmaktadır. Bu süreçte belirsizlikleri ve riskleri minimize eden sistematik ve tekrarlı bir seçim metodolojisine ihtiyaç duyulmaktadır.

Literatürde yazılım seçimi ve değerlendirmesine yönelik birçok yaklaşım önerilmektedir. Mevcut yaklaşımların karşılaştırmalı analizi sonucunda, yazılım seçim sürecini ihtiyaçların analizinden son seçim kararına kadar destekleyen yeni modellerin geliştirilmesine halen ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. “Kurumsal Uygulama Yazılım Paketlerinin Seçiminde Kullanılan Yaklaşımların Karşılaştırmalı Analizi ile Bir Model Geliştirilmesi ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi” konulu bu tez çalışmasında, yazılım seçimi sürecinin tüm aşamalarını kapsayan bütünlük bir model sunulmaktadır. Sunulan modelde karar vericileri, en uygun yazılımın seçimine yönelik olarak gerçekleştirecekleri kalitatif ve kantitatif değerlendirmelerde desteklemek amaçlanmaktadır. Bu değerlendirmeler, son seçim kararının verilmesi için, bir çok amaçlı matematiksel programlama modelinde birleştirilmektedir. Geliştirilen modelin yazılım seçimi literatürüne en önemli katkısı, seçim kriterlerinin tanımlanmasına yönelik sistematik bir metodoloji sunmasıdır. Bu metodoloji fonksiyonel olmayan seçim kriterlerinin firmanın sistem gereksinimlerine göre belirlenmesi için bulanık KFA yaklaşımını kullanmaktadır. Bu aşamada sözel ifade formundaki kalitatif verilerin sayısal değerlere dönüştürülmesi için bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı bir yaklaşım önerilmektedir.

Geliştirilen modelin tüm adımları, bir elektronik firmasının ERP yazılım seçimi projesinde uygulanmıştır. Bu proje sırasında tatmin edici sonuçlar elde edilmiş ve firma iş süreçlerini yazılıma uydurmak yerine, iş süreçlerine en uygun doğru yazılımı seçebilmiştir. Böylelikle, senaryo analizleri yoluyla test edilen modelin pratikte uygulanabilirliği gerçek bir uygulama ile doğrulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kurumsal uygulama yazılım paketi, yazılım seçimi, bulanık KFA, çok kriterli karar verme, çok amaçlı matematiksel programlama, ERP.

ABSTRACT

Today's organizations are increasingly purchasing enterprise software packages instead of custom developing their own software applications due to the growth in software companies, coupled with diverse skill requirements, and rapidly changing technology. Purchasing appropriate enterprise software packages requires a comprehensive selection process that contains multiple objectives with conflicts, and involves usage of data that can be quantitative like cost and qualitative like linguistic variables. In this process, a systematic and repeatable selection methodology is a crucial need for minimizing the uncertainty and risk.

In literature, several approaches have been proposed for software selection and evaluation. After a comparative analysis of existing approaches, it is recognized that there is still a need for the development of new models that supports the software selection process from requirements analysis to final selection decision. In this thesis study, titled "Developing a Model for Enterprise Application Software Package Selection by Comparative Analysis of Existing Approaches and Evaluation of Application Results", an integrated model that covers all phases of software selection process is presented. In the presented model, it is aimed to assist decision-makers in both qualitative and quantitative evaluations for selecting most suitable enterprise software. These evaluations are combined in a multi-objective mathematical programming model to make final selection decision. The most important contribution that the proposed model makes to the software selection literature is to present a systematic methodology for defining selection criteria. This methodology uses fuzzy quality function deployment (QFD) approach for determining non-functional criteria according to company's system requirements. In this phase, a fuzzy set theory and simulation based solution is proposed to transform qualitative data in the form of linguistic variables into numerical values.

The all phases of presented model are applied in an electronic company's ERP software selection project. The satisfactory results are obtained during this project. The company can select the right software to fit its business processes instead of adapting its business processes to fit the software. In this way, the applicability of the model that is tested by scenario analyses is validated with a real application.

Keywords: Enterprise application software package, software selection, fuzzy QFD, multi-criteria decision making, multi-objective mathematical programming, ERP.

1. GİRİŞ

Gelecek yılların veya çağların üzerinde düşünen bazı bilim adamlarına göre 21. yüzyıl “bilgi toplumu”, “yeni ekonomi” ve “bilgi çağı” gibi terimlerle nitelendirilmektedir. Söz konusu düşünürlerden Alvin Toffler’e göre, insanlığın başlangıcından sanayi çağına kadar olan dönem “tarım” dönemi veya “birinci değişiklik dalgası”, 18. yüzyılda başlayan sanayi çağı “ikinci dalga” ve sanayi çağının aşıldığı dönem olan günümüz “üçüncü dalga”dır. Peter Drucker ise, “Yeni Gerçekler” adlı kitabında, “Bilgi Toplumunun Ortaya Çıkışı” başlığı altında ekonominin sürekli olarak daha az madde yoğun hale geldiğini vurgulamaktadır. Yeni uygarlık biçimi ister Alvin Toffler gibi “üçüncü dalga”, ister Peter Drucker gibi “bilgi toplumu” olarak nitelendirilsin, şu bir gerçektir ki bilginin ve iletişim gücünün şekillendirdiği yeni uygarlık artık insanlığa egemen olmaktadır. Bilginin elde edilmesi, işlenmesi, çoğaltılması, paylaşılması; başka bir ifadeyle bilginin girdiden çıktı haline dönüştürülmesi sürecinde verimli bir şekilde yönetimi başarının anahtarı olarak ön plana çıkmaktadır.

Teknolojik ilerlemeler sonucunda küreselleşen dünyada rekabet her geçen gün artmakta, tüketicilerin kendi ihtiyaç ve beklentilerine uygun bir şekilde tasarlanarak üretilen ürünleri talep etmesi nedeniyle, ürün yaşam süreleri giderek kısaltılmakta ve ürün çeşidi hızla çoğalmaktadır. Bu gelişmeler sonucunda işletmeler rekabet üstünlüğü sağlayabilmek için çok çeşitli ürünleri, hızlı bir şekilde, uygun maliyetle ve istenilen kalite düzeyinde üretmek piyasaya sürmek durumundadır. İşletmelerin rekabet gücü ise, ürettiklerini ve sahip oldukları bilgi, yani entelektüel sermayeleri ile ölçülmektedir.

Bununla beraber, sadece iyi ürün ve hizmet üretmek yeterli olmamakta, rakipler bunları hızla taklit edebilmektedir. Dolayısıyla artık günümüz işletmelerinin en öncelikli gündem maddesi “fark yaratmak” haline dönüşmüştür. Farklılaşmak için işletmeler yürüttükleri her süreç bazında yüksek performans üretmeye, gölgede kalmış üstünlüklerine değer kazandırmaya, kritik bilgileri anında görmeye, hızlı karar vermeye, maliyetlerini kontrol altına almaya ve iyileştirmeye zorlanmaktadır. Tüm bu zorunluluklarla başa çıkabilmek için işletmeler, yeni yönetim ve iş yapma yaklaşımları geliştirmektedir. Bu noktada yönetim aracı olarak da karar aşamasında doğru, tutarlı ve gerçek zamanlı bilgiye ulaşmayı sağlayan, sektör ve kurum gereksinimlerini karşılayan entegre süreçlerin yer aldığı kurumsal uygulama yazılım paketlerinden faydalanmaktadır.

İşletmelerin kurumsal uygulama yazılım paketi edinmek için pek çok seçenekleri bulunmaktadır. Yazılım geliştirme yoluyla edinme, işletme içi bilgi teknolojisi ekibi veya üçüncü parti firmalar tarafından yapılan özel geliştirmeleri kapsamaktadır. Alternatif olarak

işletmeler, yazılım satıcıları tarafından önceden geliştirilmiş sistemlerin satın alınması şeklinde, seçim yoluyla da kurumsal uygulama yazılım paketi edinebilmektedir. Özelleşmiş yazılım firmalarındaki artış, çok çeşitli yazılım ihtiyaçlarının varlığı ve hızla değişen teknoloji nedeniyle, işletmeler kendi yazılım uygulamalarını özel olarak geliştirmek yerine, kurumsal uygulama yazılım paketi satın almaya yönelmektedir.

Kurumsal uygulama yazılımlarının bir firmada gerçekleştirilmesi, operasyonel değişimleri kapsamakta ve genellikle satın alıcı firma için stratejik sonuçlar içermektedir. Satın alınan yazılım diğer organizasyonel karakteristikler ve süreçler ile beklenmedik etkileşimler yaratma potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla firmaların, (1) vizyon, misyon ve hedeflerini destekleyecek yapıda, (2) organizasyon yapıları, süreçleri ve kurum kültürleri ile uyumlu, (3) faaliyet gösterdikleri sektörün ve pazarın gereklerini sağlayabilecek, (4) rekabetçi, global ve değişken bir ekonomide etkinlik, karlılık ve verimliliklerini arttıracak, en uygun kurumsal uygulama yazılım paketini seçmesi, başarı ile uyarlaması ve bu başarının kalıcılığını sağlaması gerekmektedir.

Bu bağlamda, bu tez çalışmasında önerilen ve kurumsal uygulama yazılım seçimi problemini tüm aşamalarıyla ele alan bütünlük modelin, işletmelerin “önce fonksiyonellik, sonra teknoloji” ilkesiyle hareket ederek, uygulamalarına en uygun, doğru seçim kararını vermesinde yol gösterici bir kaynak olması hedeflenmektedir.

1.1 Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi

Yazılım seçimi kararı birbiriyle çelişen birçok amaç doğrultusunda verilen bir grup karardır. Fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterler olmak üzere çok sayıda faktörün ve çok sayıda karar vericinin katılımı sebebiyle, çok boyutlu bir problemdir. Ayrıca, (1) çeşitli uygulamalar için mevcut olan yazılım paketi alternatiflerinin çokluğu, (2) yazılım paketlerinin değerlendirilmesi için endüstriyel standartların bulunmaması, (3) yazılım paketlerinin performanslarındaki farklılıklar, (4) doğru seçimi yapmak için gerekli olan bilgi birikimi ve tecrübenin eksikliği, (5) değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde yaşanan güçlükler, (6) uygulama ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulmaması ve (7) karar verme aşamasında yanlış yaklaşımın kullanılması gibi konular çözüm sürecinin karmaşıklığını artırmaktadır. Dolayısıyla, müşteri ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayacak yazılım paketinin değerlendirilmesi ve seçiminde sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu ihtiyaçtan hareketle akademisyenler ve uygulayıcılar tarafından geliştirilmiş birçok yazılım seçimi yaklaşımı bulunmaktadır. 1980’li yıllardan günümüze kadar, yazılım seçim

sürecine yönelik olarak geliştirilen metodoloji sayısının hızla artan bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Bu da kurumsal uygulama yazılım seçimi ortamında; sınırlı sayıda satıcıdan çok sayıda satıcıya, sınırlı ürün fonksiyonelliğinden kapsamlı ürün fonksiyonelliğine, yıllık ürün geliştirmeden aylık ürün geliştirmeye doğru yaşanan değişimden kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, bu değişim sürecinde, varolan yaklaşımların eksik taraflarını tamamlarken, güçlü yanlarını kullanan yeni modellerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışmasında yazılım seçimi yaklaşımlarının karşılaştırmalı analizi sonucunda belirlenen eksiklikler ve literatürdeki eğilimler dikkate alınmak suretiyle, bütünlük bir uygulama yazılım seçimi (BUYS) modeli önerilmektedir.

Geliştirilen yazılım seçimi modelinde, kalitatif ve kantitatif boyutlarda yapılan değerlendirmeler ve bu ölçümlerin yansıtıldığı çok amaçlı matematiksel programlama modeli ile, yazılım seçiminin her aşamasında karar vericilere destek olmak amaçlanmaktadır. BUYS modeli, problemi baştan sona ele almakta; yazılım ihtiyaçlarının ve seçim kriterlerinin belirlenmesinden başlayarak, alternatiflerin azaltılması ve son seçim kararının verilmesine kadar her aşama için çözümler önermektedir. Ayrıca karar vericilerin, veri girişlerini ve yoğun hesaplamalarını kolaylaştırmak için MS Excel ve Visual Basic makrolarını kullanan bir uygulama arabirimi geliştirilmiştir. Modelin yazılım seçimi literatürüne en önemli katkısı, seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecine yönelik sistematik bir metodoloji sunmasıdır. Model, finalist alternatiflerin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen ön eleme aşamasını ve firmanın satın al veya yap kararını da desteklemektedir. Son seçim aşaması için geliştirilen çok amaçlı matematiksel programlama modeli ile karar vericilerin tüm kararları modele dahil edilebilmekte ve yapılan tüm değerlendirmeler birleştirilebilmektedir. Ayrıca karar vericilere model içerisinde farklı öncelikler ve ağırlıklar tanımlayarak farklı senaryoları analiz etme imkanı da sunulmaktadır. BUYS modeli, pratikte uygulanabilirliğinin test edilmesi için bir elektronik firmasının kurumsal kaynak planlama yazılımı seçimi problemine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

1.2 Tezin Organizasyonu

Bu tez çalışması toplam altı bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünü takiben ikinci bölümde, bütünsellik ve tarihsellik ilkelerinden hareketle, kurumsal uygulama yazılımlarının yazılım çeşitleri arasındaki yeri, kapsamı ve gelişim süreci incelenmektedir. Bu bölümün ikinci kısmında ise, kurumsal uygulama yazılım seçiminin firmalar için önemi, birkaç danışmanlık firmasının geliştirdiği metodolojiler doğrultusunda seçim sürecine genel bir bakış açısı, bu süreçte yapılabilecek hatalar, karşılaşılabilecek

güçlükler ve kritik başarı faktörleri sunulmaktadır.

Üçüncü bölümde, literatürde kurumsal uygulama yazılım paketi değerlendirme ve seçimine yönelik olarak geliştirilen yaklaşımların karşılaştırmalı analizi sunulmaktadır. Bu bölümün amacı, kapsamlı literatür araştırmaları sonucunda belirlenen yaklaşımların tanımlanması, özetlenmesi, sağladıkları fonksiyonlar ve kullandıkları karar verme metotları açısından sınıflandırılmasıdır. Bu yolla literatür taraması ile toplanan kaynakların sistematik bir şekilde incelenmesi, gerekli bilgi ve verilerin açığa çıkarılması, süzülmesi ve analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Karşılaştırmalı analiz çalışmasının sonuçları mevcut yaklaşımların eksiklikleri, güçlü yönleri ve literatürdeki eğilimler yönünden değerlendirilmektedir.

Dördüncü bölümde, karşılaştırmalı analiz sonuçları dikkate alınmak suretiyle kurumsal uygulama yazılım paketi seçimine yönelik olarak geliştirilen model sunulmaktadır. Yazılım seçimi problemini, seçim kriterlerinin belirlenmesinden başlayarak, son seçim kararının verilmesine kadar tüm aşamaları ile ele alan modelin geliştirme süreci, kavramsal tasarım ve kavramsal tasarımın formülasyonu olarak iki kısım halinde açıklanmaktadır. Son olarak, modelin geçerlilik testleri için yapılan analizler sunulmakta ve test sonuçları değerlendirilmektedir.

Beşinci bölümde ise, geçerlilik testleriyle doğrulanan modelin pratikte uygulanabilirliğini göstermek amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda önerilen model tüm adımlarıyla bir elektronik firmasının kurumsal kaynak planlama yazılımı seçimi projesinde uygulanmakta ve uygulama sonuçları değerlendirilmektedir.

Altıncı ve son bölümde, uygulama sonuçları da dikkate alınarak, önerilen modelin güçlü ve geliştirilebilir yönleri tartışılmakta ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmaktadır doktora tez çalışması tamamlanmaktadır.

2. KURUMSAL UYGULAMA YAZILIM PAKETLERİ ve SEÇİM SÜRECİ

Günümüz iş dünyasında beklentiler hızla artmakta, ancak paylaşılan kaynaklar giderek azalmaktadır. Bu değişime, pazarın dinamik yapısı da eklendiğinde, hızlı adaptasyon yeteneği firmaların en temel gereksinimi haline gelmektedir. Değişim ortamında rekabette başarılı olmanın yolu, değişen iş koşullarını önceden tahmin edebilmekten ve bunlara hızla yanıt vererek stratejik açıklığa düşmemekten geçmektedir. Bunu başarmak için ise, firmalar yaptıkları işin tüm yönlerini güçlü ve esnek bir biçimde destekleyen kurumsal uygulama yazılımlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu yazılımlar firmalara, iş uygulamalarından ve örgütsel yapılardan lojistik, proje yönetimi, finans, dağıtım, nakliye ve üretime kadar her alanda değişimlere uyum sağlama yeteneği kazandırmaktadır. Bu bağlamda bu bölümde kurumsal uygulama yazılım paketleri ve bu paketlerin seçim süreci açıklanmaktadır. Bu bölüm temel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda; yazılım kavramı, kurumsal uygulama yazılımlarının yazılım çeşitleri arasındaki yeri ve önemi, 1960'lerden günümüze kadar geçirdiği değişim süreci ayrıntılarıyla incelenmektedir. İkinci kısımda ise, kurumsal uygulama yazılımı seçiminin firmalar için önemi, birkaç danışmanlık firmasının geliştirdiği metodolojiler doğrultusunda seçim sürecine genel bir bakış açısı, bu süreçte yapılabilecek hatalar, karşılaşılabilecek güçlükler ve kritik başarı faktörleri sunulmaktadır.

2.1 Yazılım Kavramı ve Çeşitleri

Bir bilgisayar sisteminin genel olarak dört temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar, donanım (işlemci, bellek ve girdi/çıkış üniteleri gibi), işletim sistemi (MS Dos, Windows, Unix gibi), sistem yazılımları (derleyiciler, veritabanı ve ağ yazılımları gibi) ve kullanıcıların ihtiyacına göre geliştirilen uygulama yazılımlarıdır.

İşletim sistemleri, bilgisayar bilimleri kapsamında, bilgisayar sistemlerinin gelişmesine paralel olarak sürekli gelişme gösteren en temel konulardan birini oluşturmaktadır. Yeni gelişen bilgisayar mimarisi, yeni istekler ve ihtiyaç duyulan güvenliğe göre işletim sistemleri sürekli olarak gelişmektedir. Bunlar bir bilgisayar sisteminin en temel bileşeni iken, disk, yazıcı, disket, CD, terminal (ana makineye bağlı, sıradan uç kullanıcılar) gibi girdi/çıkış üniteleri de sistemin donanım kısmını oluşturmaktadır. Yazılım ise, hem bilgisayar sistemini oluşturan donanım birimlerinin yönetimini sağlamak için, hem de kullanıcıların işlerini yapması için gerekli olan programlardır. Yazılım olmaksızın bir bilgisayar sistemi, bir takım elektronik kartlar, kablolar ve mekanik bazı parçalardan ibaret bir cihazdır. Bir bilgisayar sistemi ancak, üzerine bir işletim sistemi, onun üzerine de diğer yazılımların yüklenmesi ve

çalıştırılmasından sonra gerekli işlevleri yerine getirebilmektedir (Gore ve Stubbe, 1982).

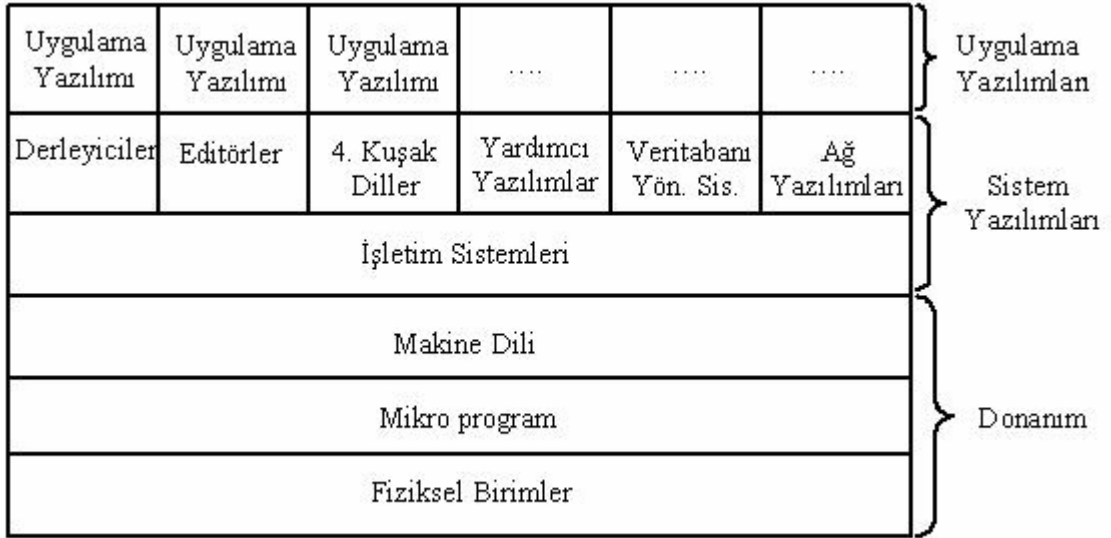
En kolay ve anlaşılır haliyle yazılım, bilgisayarın işletimini denetleyen ve kullanımını sağlayan komutlar dizisidir. Pressman (1987) yazılımı, “bilgisayar üzerinde gerek duyulan işlev ve verimliliği sağlamak üzere geliştirilen programlar ile bilgilerin uygun bir biçimde işlenmesi için gerekli veri yapıları ve programların yapılandırılması, kullanımı ve işletimi için gerekli belgeler bütünüdür” şeklinde tanımlamaktadır. Yazılımlar mantık, veri, belge, insan ve program bileşenlerinden oluşmaktadır. Girdilere göre çıktılar vermekte, verileri bilgilere dönüştürmektedir. Bir yazılımın fonksiyonları;

- Sistemin bilgisayar kaynaklarını yönetmek,
- Kullanıcıların bu kaynakları kullanabilmesi için gerekli araçları sağlamak,
- Yüklü olan bilgi ve sistem arasında bir arabulucu olarak görev almak şeklinde sıralanmaktadır (Karahoca ve Karahoca, 1998).

Modern bir bilgisayar sistemi, bir veya birden fazla işlemci, gerçek bellek, terminaller, diskler, bilgisayar ağ birimleri, yazıcı üniteleri, CD sürücüsü gibi girdi/çıkı birimlerinden oluşmaktadır. Doğal olarak bir bilgisayar sistemi oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Programcıların, donanımın bu karmaşık yapısından etkilenmemelerini sağlamak ve onları donanım ünitelerinin nasıl çalıştığını anlamak zorunda bırakmamak için, donanımın üzerine ilave edilen yazılımlar katmanlar şeklinde oluşturulmakta ve bu sayede çok daha kolay bir şekilde, sistemin bütün parçalarının yönetilebilmesi sağlanmaktadır (Gore ve Stubbe, 1982).

Şekil 2.1 bir bilgisayar sisteminin katmanlarını göstermektedir. Bu yapının en alttaki üç katmanı donanımı oluşturmaktadır. En alttaki katman, fiziksel üniteler, entegre devreler, kablolar, elektrik destek üniteleri, CD sürücüler, disk üniteleri ve diğer benzeri donanım birimlerinden oluşmaktadır. Bu katmanın mimari yapısı ile ilgilenmek ve bunların çalışma prensiplerini geliştirmek elektronik mühendislerinin işidir.

Donanımları doğrudan kontrol eden ve fiziksel katmanın bir üstünde yer alan en ilkel yazılım düzeyini oluşturan katman, “mikro program”dır. Mikro program; ekleme, taşıma, karşılaştırma gibi makine diline ait temel komutları adım adım yerine getirmektedir. Mikro programın yorumladığı komut seti makine dili katmanını oluşturmaktadır ki, bu aslında makinenin gerçek bir donanım parçasını oluşturmakta ve bir bilgisayar da donanımın gerçek bir parçasıymış gibi nitelenebilmektedir. Makine dili, genel olarak 50 ile 300 arasında komuta sahiptir. Veri taşıma, aritmetik işlem yapma ve değerleri kıyaslama gibi işlevleri yerine getirmektedir (Gore ve Stubbe, 1982).

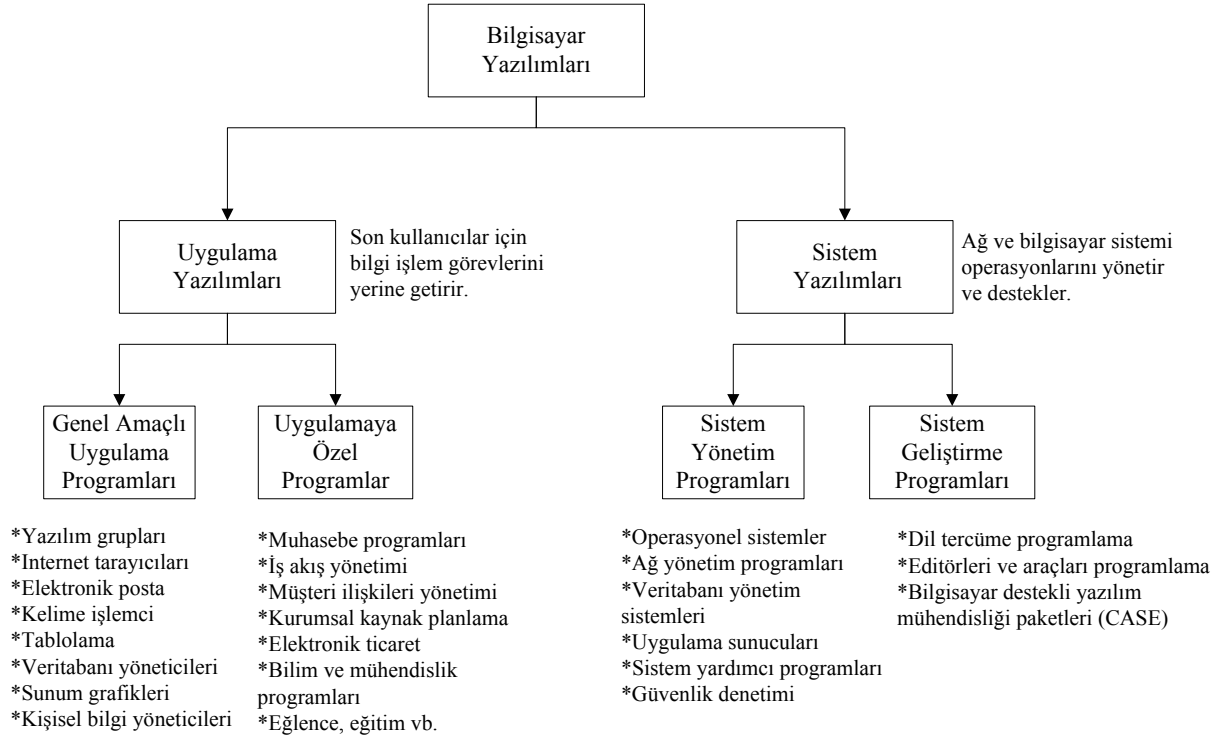


Şekil 2.1 Bilgisayar sisteminin katmanları (Gore ve Stubbe, 1982)

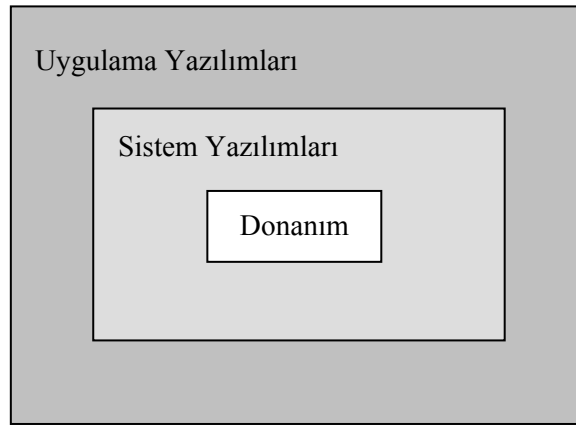
Bir bilgisayar sisteminin dördüncü katmanında yer alan işletim sisteminin temel işlevi, donanımın karmaşıklığını kullanıcıya yansıtmamak ve daha elverişli bir ortam hazırlayıp, kullanıcının işini kolaylıkla yapmasını sağlamaktır. İşletim sistemi üzerinde yer alan bazı yazılımlar sistem yazılımı olarak anılmaktadır. Örneğin derleyiciler, yazılan programı makine diline çeviren ara programlardır. Yardımcı yazılımlar ise, bilgisayarda işletim sisteminin sağladıklarına ek özellikler getiren küçük programlardır. Veritabanı yönetim sistemleri ve bilgisayar ağı yazılımları yine birer sistem yazılımıdır. Özet olarak işletim sistemi, aynı zamanda donanım üreticisi olan veya yalnızca yazılım geliştiren özel bir firma tarafından yazılıp pazarlanan, bir bilgisayar sisteminin donanım ve yazılım kaynaklarını kontrol eden ve kullanıcıların da kendi çözümlerini geliştirebildikleri ortamı hazırlayan bir sistem yazılımıdır (Gore ve Stubbe, 1982).

Şekil 2.1'den de görüldüğü gibi, genel olarak bilgisayar yazılımları, uygulama yazılımları ve sistem yazılımları olmak üzere iki büyük sınıfa ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma Şekil 2.2'de görülmektedir.

Uygulama ve sistem yazılımı sınıfları, Şekil 2.3'te görüldüğü gibi, sanki iç içe konulan ve her biri onu çevreleyen kutuyla etkileşimde olan bir grup kutucuk olarak düşünülebilmektedir. Sistem yazılımı donanımı sarmakta ve ona giden yolu kontrol etmektedir. Uygulama yazılımı, sistem yazılımı üstünden işlem yapmaktadır. Son kullanıcılar öncelikle uygulama yazılımları ile çalışmaktadır.



Şekil 2.2 Bilgisayar yazılımlarının sınıflandırılması (O'Brien, 2003)



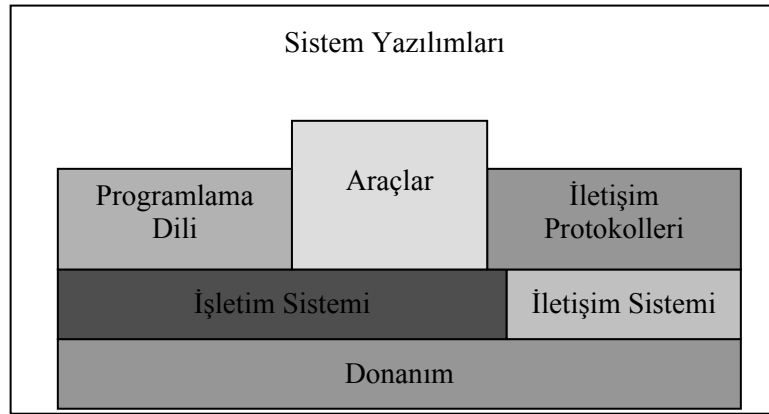
Şekil 2.3 Yazılım çeşitlerinin ilişkisi (Karahoca ve Karahoca, 1998)

Her iki yazılım tipi de aşağıda açıklandığı gibi farklı fonksiyonlara sahiptir:

- *Sistem yazılımı*: İşlemci, iletişim hatları, çevre birimleri gibi bilgisayar kaynaklarını yöneten genel programlar topluluğudur. Sistem yazılımları bilgisayar mühendisleri veya elektronik mühendisleri tarafından programlanmakta ve firma yöneticileri onayında bilişimciler tarafından seçilmektedir.

O'Brien (2003) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, sistem yazılımları öncelikle sistem yönetim programları ve sistem geliştirme programları olmak üzere iki alt sınıfa ayrılmaktadır. İşletim sistemi yazılımları, ağ yazılımları, veritabanı yönetim sistemi

yazılımları, uygulama sunucuları, yardımcı programlar sistem yönetim programları sınıfına dahil edilmektedir. İşletim sistemi yazılımları, donanımla arayüzü ilişkilendiren, görevleri listeleyen, bellekte yer kaplayan ve hiçbir uygulama programı çalışmadığında hata ekranı görüntüleyen en alt düzeydeki yazılım türüdür. Ağ yazılımları, ağdaki şebeke uygulamalarını kontrol etmek, görüntülemek, idare etmek ve aralarındaki iletişimi sağlamak için kullanılan yazılımlardır. Veritabanı yönetimi yazılımları, bir veritabanından bilgiye ulaşma ve üzerinde değişiklik yapma imkanı sağlayan bir takım yazılım programlarıdır. Sistem geliştirme programları ise, yazılım sistemlerinin ve çözümlerinin tasarımında, geliştirilmesinde ve uygulanmasında profesyonel yazılımcıları desteklemektedir. Sistem yazılımlarının öğeleri Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4 Sistem yazılımlarının bileşenleri (Karahoca ve Karahoca, 1998)

- *Uygulama yazılımı*: Kullanıcılar için veya onlar tarafından yazılan, özel veya genel amaçlı olarak bilgisayara uygulanan programlardır. Bir emir üreten veya bir posta listesi üreten bir yazılım, uygulama yazılımıdır. Bu yazılımlar, bilgisayar, işletme veya endüstri mühendisleri tarafından programlanmakta ve bilişimcilerin önerisiyle firma yöneticileri tarafından seçilmektedir. Uygulama yazılımlarının öğeleri Şekil 2.5'te gösterilmektedir. Genel amaçlı uygulama programları, son kullanıcılar için genel bilgi işleme işlerini gerçekleştiren programlardır. Örneğin kelime işlemciler, tabloları programları, veritabanı yönetim programları ve grafik programları ev, eğitim, iş, bilim veya diğer amaçlarla son kullanıcılar tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Çünkü bu programlar, kullanıcıların verimliliğini arttırmakta ve çoğu zaman verimlilik paketleri olarak da adlandırılmaktadır. İnternet tarayıcıları, elektronik posta gibi diğer örnekler takımlar veya çalışma grupları arasındaki iletişimi desteklemeye yardımcı olan programlardır.



Şekil 2.5 Uygulama yazılımlarının bileşenleri (Karahoca ve Karahoca, 1998)

Son kullanıcıların iş hayatında veya diğer alanlardaki özel birtakım uygulamalarını destekleyen binlerce uygulamaya özel yazılım paketi bulunmaktadır. Örneğin, iş hayatında kullanılan yazılım paketleri; iş akış yönetimi, karar destek, muhasebe, satış yönetimi, yatırım analizleri, elektronik ticaret şeklinde sıralanabilmektedir. Bilim ve mühendislik alanındaki uygulamaya özel yazılım paketleri ise, araştırma geliştirme programları ve yüksek kaliteli ürünler için etkin üretim süreçlerinin tasarlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca son kullanıcılara eğlence ve eğitim amaçlı destek olan programlar da bu sınıfa girmektedir (O'Brien, 2003).

Kuzey Amerika Ürün Sınıflandırma Sistemi (North American Product Classification System-NAPCS) tarafından yapılan yazılım sınıflandırmasına göre de, genel iş verimliliği uygulama yazılımları, çapraz sektör uygulama yazılımları, ev uygulama yazılımları bu sınıfa dahil edilmektedir. İş verimliliği uygulama yazılımları, genel iş süreçleri yerine getirilirken verimliliği arttırmak için kullanılan yazılımlardır. Bunlar, ofis uygulamaları, kelime işlemciler, tablolarlama programları, grafiksel programlar, proje yönetimi yazılımları şeklinde sınıflandırılabilir. Ev uygulama yazılımlarından, evlerde eğlence (oyunlar) ya da eğitim (e-eğitim) amaçlı kullanılan yazılımlar kastedilmektedir. Çapraz sektör uygulama yazılımları ise, özel bir sektöre ait olmayan, belirli bir ticari fonksiyonu ya da işlemi gerçekleştirmek amacıyla tasarlanmış yazılımlardır. Profesyonel muhasebe yazılımları, insan kaynakları yönetimi yazılımları, müşteri ilişkileri yönetimi yazılımları, kurumsal kaynak planlama yazılımları, coğrafi bilgi sistemi yazılımı gibi yazılımlar bu gruba girmektedir. Bunun yanında özel bir sektöre ait olarak tasarlanmış uygulama yazılımları da bulunmaktadır (Kuitunen ve Makela, 2005).

Kurumsal yazılım merkezi olarak bilinen Capterra tarafından yapılan bir başka

sınıflandırmada ise yazılımlar, kurumsal ve bireysel yazılımlar olarak iki büyük grupta incelenmektedir. Buna göre, kurumsal yazılımlar, büyüklüğü ne olursa olsun herhangi bir kurumun kullandığı yazılım olarak tanımlanmaktadır. Kurumsal yazılımlar eğlence, kişisel ya da verimlilik yazılımlarını (oyunlar, kelime işlemcileri, tablolar gibi) içermemektedir. Bireysel ve kurumsal yazılımların temel özellikleri Çizelge 2.1’de özetlenmektedir.

Çizelge 2.1 Bireysel ve kurumsal yazılımların özellikleri (Capterra, 2001)

Bireysel Yazılımlar	Kurumsal Yazılımlar
<i>Hedef Pazar</i>	
Ev kullanıcıları	Büyük anonim firmalar Orta ölçekli firmalar Devlet kuruluşları Kar amacı gütmeyen kuruluşlar vb.
<i>Örnekler</i>	
Elektronik posta	Muhasebe
Oyunlar	Müşteri İlişkileri Yönetimi
Kişisel finans programları	Elektronik Ticaret
Tablolama programları	Kurumsal Kaynak Planlaması
Kelime işlemciler	Tedarik Zinciri Yönetimi
İnternet tarayıcıları	İnsan Kaynakları Yönetimi vb.
<i>Pazar özellikleri</i>	
Yıllık 100 milyar \$	Yıllık 200 milyar \$
Birkaç etkin satıcı	Giderek artan 10.000’den fazla satıcı
Kullanımı kolay	Yüksek satış ve pazarlama maliyetleri
Ucuz	Satılmada yapılan hatalar Basitten zora doğru değişen ürün çeşitliliği Ucuzdan pahalıya doğru değişen fiyatlar

COTS (Commercial-Off-The-Shelf) yazılımları, literatürde sık rastlanan ve uygulama yazılım paketi yerine kullanılan bir terimdir. Bir COTS ürünü aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Morisio ve Torchiano, 2002):

- Halka satılan, kiralanan veya lisansı verilen bir üründür.
- Ondan kar etmeye çalışan bir satıcı tarafından teklif edilmektedir.
- Telif haklarına sahip olan satıcı tarafından geliştirilmekte ve desteklenmektedir.

Carney ve Long (2000), COTS ürünleri hakkında kesin bir tanım vermek yerine, yazılım ürünlerini karakterize etmekte ve kullanımı kolay olan bir mekanizma sunmaktadır. Bu mekanizma üç tip COTS sistemi tanımlamaktadır:

- *Tamamlanıp teslim edilen sistemler*, ticari ürünler etrafında kurulmaktadır. Bu ürünlere örnek olarak, Microsoft Office veya Netscape Navigator verilebilmektedir. Burada sadece tek bir COTS kullanılmaktadır ve özelleştirme, ilk COTS’un doğal halini

değiştirmemektedir.

- *Orta seviyeli sistemler*, Oracle gibi tek bir COTS etrafında kurulmaktadır, fakat diğer bileşenleri ticari olarak ya da iç kaynaklar ile geliştirerek tamamlamaktadır. Sistemin ana bölümü COTS merkezlidir, ama diğer bileşenlerin tamamlanması anahtar olmaktadır.
- *Tamamlanan sistemler*, çeşitli COTS'ların birleştirilmesi ile kurulmaktadır ve bu COTS'ların hepsi aynı önem seviyesindedir. Final sisteme tek bir COTS hakim değildir.

COTS ürünlerini karakterize eden nitelikler dört ana kategoride toplanmaktadır (Morisio ve Torchiano, 2002):

- **Kaynak:** “Ürün nereden geliyor?” sorusunun cevabıdır. Bu noktada iki boyut incelenmektedir:
 - *Köken:* Bu nitelik için mümkün olan durumlar; iç kaynaklarla geliştirilmiş ürünler, dış kaynaklarla geliştirilmiş ürünler, ticari ürünün özel bir versiyonu, bağımsız bir ticari ürün şeklindedir. Ticari ürün, halka sunulmuş bir ürün olarak ele alınmaktadır. Açık kaynak ve ücretsiz olan yazılım ürünleri de aynı anlamda kullanılmaktadır.
 - *Maliyet ve özellik:* COTS bir ücret karşılığı ya da bedava olarak edinilebilmektedir. Bu nitelik için mümkün durumlar şunlardır:
 - Edinim: Ürünün sahipliği, kaynak kodları da dahil olmak üzere tamamen müşteriye aktarılmaktadır.
 - Lisans: Ürünü kullanmak için kullanım lisans ücreti talep edilmekte ya da edilmemektedir.
- **Özelleştirme:** “Ürün müşteriye hangi niteliklerle sunulabilir ya da sunulmalıdır?” sorusuyla ilgilenmektedir. Carney ve Long (2000) modifiye olabilme niteliğini gereken modifikasyon ve olası özelleştirme olarak iki sınıfta ele almaktadır:
 - *Gerekli modifikasyon:* Bu nitelikte beş olası durum bulunmaktadır: Detaylı yeniden çalışma, iç kodun revize edilmesi, özelleştirme, parametrelerin değiştirilmesi ve minimal düzeyde modifikasyon. Bunların ilk ikisi kodlarda değişim gerektirmekte, diğer ikisi COTS'un fonksiyonelliğini modifiye etmek için yine COTS içine inşa edilmiş bazı mekanizmaları ifade etmekte, sonuncusu ise neredeyse hiçbir modifikasyona işaret etmemektedir.
 - *Olası özelleştirme:* Bu nitelik COTS ürünü için gerekli özelleştirme derecesi anlamına gelmektedir. COTS'un temel fonksiyonelliğini yerine getirmesi için özelleştirme istenmemektedir. Bu nitelik için olası durumlar şunlardır: Kaynak kodu, programlama, özelleştirme, parametrelerde değişiklik ve minimal düzeyde özelleştirme.

- **Birleştirme:** Bu nitelik yazılımın içerisinde yer alan komponentlerin birleştirilme şekliyle ilgili bir niteliktir. Olası durumlar şunlardır:
 - *Paketleme:* COTS farklı şekillerde paketlenmektedir. Bu nitelik için olası durumlar şunlardır: kaynak kodu, birbirine bağlanabilir ikili sistem, tek uygulanabilir program. Paketleme COTS ürününün kullanım şeklidir. Örneğin, tek uygulanabilir programda kaynak koda giriş engellenmemektedir.
 - *Teslim etme:* COTS ürününün müşteriye ya da kullanıcıya bırakılan kısmı, ürünün içine entegre edilebilmekte veya edilmeyebilmektedir. Bu nitelik için olası değerler: teslim edilmemiş, kısmen ve tamamendir.
 - *Büyüklik:* Önemli bir diğer faktör de COTS'un büyüklüğüdür. Büyüklik için küçük yazılımlardan, Oracle veritabanı yönetim sistemleri ya da Windows NT işletim sistemine kadar uzanan dört grupta basit bir sınıflandırma yapmak mümkündür. COTS ürününün büyüklüğü hakkında benimsenen yaklaşım şöyledir: Küçük, 0.5 MB'dan küçük olanlar; orta, 0.5 MB'dan 2 MB'a kadar olanlar; büyük, 2 MB'dan 20 MB'a kadar olanlar; çok büyük olanlar ise 20 MB'dan büyük olanlardır.
- **Rol:** Ürünün sistemin son halinde edinebileceği rol üzerinde odaklanmaktadır. Bu nitelik içerisinde aşağıdaki konular incelenmektedir:
 - *Fonksiyonellik tipi:* COTS çok çeşitli fonksiyonlar sunmaktadır. Bununla birlikte, COTS'lar iki büyük kategoride sınıflandırılabilir:
 - *Yatay:* Fonksiyonellik belirli bir alana özel değildir, fakat veritabanı yönetim sistemleri, ağ protokolleri, web tarayıcıları gibi bir çok farklı uygulama alanları ile tekrar kullanılabilir.
 - *Dikey:* Fonksiyonellik, finansal uygulamalar, muhasebe, kurumsal kaynak planlaması, üretim, sağlık yönetimi gibi belirli bir alana özeldir ve sadece o alanın içinde kullanılabilir. Yatay COTS'lar uzun süreden beri pazarda bulunmaktadır ve kullanıcılar bu ürünler hakkında geniş bilgi ve tecrübeye sahiptir. Sonuç olarak, yatay COTS'ların kullanılması, dikey COTS'ların kullanılmasından daha az risk taşımaktadır.
 - *Mimari Seviye:* Bu nitelik bir öncekine benzemektedir. Çeşitli mimari seviyeler şunlardır: İşletim sistemi, destek yazılımları, merkezi yazılımlar ve kullanıcı arayüzleri. (Morisio ve Torchiano, 2002).

Tüm bu sınıflandırmalar doğrultusunda, tez çalışmasının içerisinde sözü geçen ve seçimine yönelik model geliştirilen yazılım tipi, uygulama yazılımlarının bir sınıfı olan, kurumsal uygulama yazılım paketleridir. Yukarıda tanımlanan COTS terimi ise, hazır ticari uygulama

yazılım paketlerinin yerine kullanılan bir terimdir. COTS sınıflandırmasında rol niteliği içerisindeki fonksiyonellik tiplerinden dikey fonksiyonellik kategorisi, kurumsal uygulama yazılımlarından bahsetmektedir. Bu tez çalışmasında da bu tip COTS'ların seçimi ele alınmakta ve incelenmektedir. Daha sonraki bölümlerde COTS ifadesinden bu tip COTS'lar anlaşılmalıdır.

2.2 Kurumsal Uygulama Yazılımlarının Tanımı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasının kapsamına giren kurumsal uygulama yazılımları, bir önceki kısımda sistem ve uygulama yazılımları şeklinde tanımlanan sınıflardan, uygulama yazılımları sınıfına dahil olmaktadır. Bu bölümde tez çalışması içerisinde incelenen kurumsal uygulama yazılım paketleri incelenmekte; tanımı, örnekleri ve kapsamı detaylandırılmaktadır.

Uygulama yazılımları kendi içerisinde birçok sınıfa ayrılmaktadır. Bu sınıflar aşağıda açıklanmaktadır [1]:

- *Bilgi Çalışanları Yazılımları*: Bilginin yönetilmesi ve yaratılması ile ilgili bireysel ihtiyaçları karşılayan bireysel yazılımlardır. Kelime işlemciler, tablolama yazılımları, elektronik posta yazılımları, kişisel bilgi sistemleri ve bireysel medya düzenleme yazılımları gibi yazılımlar bu sınıfa girmektedir. Örnek olarak, zaman ve kaynak yönetimi yazılımları, veri yönetimi yazılımları, dokümantasyon yazılımları, MATLAB, Minitab, istatistiksel paketler, yapay sinir ağı yazılımları verilebilmektedir.
- *Medya ve Eğlence Yazılımları*: Dijital eğlence ve yayınlanmış dijital içeriklerin tüketilmesi ile ilgili bireysel veya grup ihtiyaçlarını karşılayan yazılımlardır. Medya oynatıcılar, İnternet tarayıcıları, yardım tarayıcıları ve oyunlar bu sınıfa girmektedir.
- *Eğitimsel Yazılımlar*: Bu yazılımlar, medya ve eğlence yazılımları ile ilişkilidir. Fakat yazılım üzerindeki değerlendirme testlerinde ve izleme süreçlerinde farklı gereksinimlere ihtiyaç duymaktadırlar. Örnek olarak, sınıf yönetimi, anket yönetimi, eğitim yönetimi yazılımları verilebilmektedir.
- *Medya ve Yazılım Geliştirme Yazılımları*: Ticari ve eğitimsel sistemlerdeki diğer kullanıcılar için yazılım ve medya geliştirme ile ilgili bireysel ihtiyaçları karşılayan yazılımlardır. Örnek olarak, resim biçimlendirme yazılımları, video biçimlendirme yazılımları, ses biçimlendirme yazılımları, grafik yazılımları, web sitesi tasarımı yazılımları verilebilmektedir.
- *Kurumsal Altyapı Yazılımları*: Kurumsal yazılım sistemlerinin yaratılması için gerekli olan genel yetenekleri sağlayan yazılımlardır. Veri tabanı yönetim sistemleri, iş akışı yazılımları,

doküman yönetimi yazılımları, elektronik posta sunucuları ve ağ ve güvenlik yönetimi yazılımları bu sınıfa girmektedir.

- ***Kurumsal Uygulama Yazılımları:*** Bu yazılımlara genellikle organizasyonel süreçlerde, bilgi akışlarında ve geniş alana dağılmış firmalarda ihtiyaç duyulmaktadır. Küçük organizasyonlarda ya da geniş organizasyonlar içindeki gruplarda kullanılan ve departman yazılımları olarak da adlandırılan yazılımlar kurumsal uygulama yazılımlarının bir alt bölümüdür. Aşağıdaki örnekler kurumsal uygulama yazılımları sınıfına girmektedir:

- Muhasebe yazılımları
- İş yönetim sistemleri yazılımları
- Kontrat ve anlaşma yönetimi yazılımları
- Müşteri ilişkileri yönetimi yazılımları
- Kurumsal kayıt yönetimi yazılımları
- Elektronik iş yazılımları
- Kurumsal kaynak planlaması yazılımları
- İnsan kaynakları yönetimi yazılımları
- Yönetim bilgi sistemleri yazılımları
- Operasyonel risk yönetimi yazılımları
- Ürün yaşam döngüsü yönetimi yazılımları
- Proje yönetimi yazılımları
- Tedarik zinciri yönetimi yazılımları

Görüldüğü gibi kurumsal uygulama yazılım paketleri bir uygulama yazılım sınıfı olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurumsal uygulama yazılım paketi, bir satıcı tarafından çeşitli firmaların (anonim şirket, hükümet, okul, kar amacı gütmeyen organizasyonlar gibi) kullanabileceği standart fonksiyonlar seti sağlamak amacıyla önceden oluşturulan paket program olarak tanımlanmaktadır. Bu yazılım uygulamaları organizasyonların ana veya önemli bilgi ihtiyaçlarını takip etmek için kullanılmaktadır.

Kurumsal uygulama yazılımları paketlenmiş uygulama yazılımı modüllerinin bir setidir ve organizasyonlar tarafından veri, süreç ve bilgi teknolojisi entegrasyonu için kullanılmaktadır. Kurumsal uygulama yazılımı satıcıları, geniş müşteri profilindeki uygulamaları ile organizasyonların iş süreçleri hakkında geniş bilgi birikimine sahiptir. Bu yazılımlar, tablolar ve parametreler ile aslında yarı tamamlanmış ürünlerdir ve kullanıcı firmalar ve iş ortakları tarafından iş ihtiyaçlarını karşılamak üzere düzenlenmekte, özelleştirilmekte ve diğer bilgi sistemleri ile entegre edilmektedir (Shang ve Seddon, 2002). Bahsedilen kurumsal uygulama

yazılımları eğlence yazılımlarını ve kişisel yazılımları (oyunlar, kelime işlemci, tablolaştırma yazılımları gibi) kapsamamaktadır. Sonuç olarak muhasebe yazılımları, elektronik ticaret yazılımları, insan kaynakları yazılımları, malzeme ihtiyaç planlaması yazılımları (Material Requirements Planning-MRP), üretim kaynakları planlaması yazılımları (Manufacturing Resources Planning-MRP II), kurumsal kaynak planlaması yazılımları (Enterprise Resource Planning-ERP), tedarik zinciri yönetimi yazılımları (Supply Chain Management-SCM), müşteri ilişkileri yönetimi yazılımları (Customer Relationship Management-CRM), ERP II yazılımlarının tümü kurumsal uygulama yazılım paketi tanımının kapsamına girmektedir.

2.3 Kurumsal Uygulama Yazılımlarının Firmalar İçin Önemi

Bilgi teknolojilerinin gelişiminin ilk günlerinden beri, firmalar stratejik avantaj sağlamak amacıyla aktif olarak bilgi teknolojilerinden faydalanmakta ve firma içi bilgi teknolojisi yatırımlarını hızla arttırmaktadır. Günümüz iş çevresi, firmaların toplam maliyetleri azaltabilmek, yatırımın geri dönüşünü arttırabilmek, temin sürelerini kısaltabilmek ve müşteri ihtiyaçlarına karşı daha duyarlı olabilmek gibi ihtiyaçlarının bir sonucu olarak çarpıcı biçimde değişmektedir (Wei vd., 2005). Bu arada, kurumsal bilgi sistemi stratejileri, özel geliştirilmiş sistemlerin minimize edilmesi ve standart iş süreçlerinin geliştirilmesi yönünde büyük bir değişim göstermektedir (Shin, 2006). Yaşanan teknolojik değişimlerle birlikte kurumlar, üretimden müşteriye kadar olan tüm iş süreçlerini otomatize etmek, kurumsal kaynaklarını planlamak ve yönetmek için bilişim teknolojileri ve bu teknolojilerin bir parçası olan yazılımları kullanmaktadır. Yüksek değişkenliğe sahip pazarlarda firmalar, rekabet avantajı sağlamak amacıyla etkin kurumsal uygulama yazılım paketlerine başvurmaktadır (Wei vd., 2005). Bu yaklaşımda firmalar, kendi bilgi sistemlerini geliştirmek yerine, firma dışındaki satıcılardan uygulama yazılımları satın almaktadır (Shin, 2006).

Bilgi ve iletişim teknolojileri sektörü dünya ekonomisinde önemli bir yer tutmakta ve dünya ekonomisindeki payını arttırmaya devam etmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri sektörünün küresel ticaretteki yeri ve önemi gün geçtikçe büyümekte ve büyümeye devam edeceği öngörülmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri hızla önemli bir endüstri haline gelirken, bunun alt sektörleri de hızla oluşmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileri, teknoloji grupları olarak ele alındığında, dört ana grup bulunmaktadır, bunlar; telekomünikasyon ürün ve malzemeleri, yazılım ürünleri, donanım ürünleri ve bilişim hizmetleridir. Alt sektörlerden en önemlileri arasında bulunan yazılım, bu sektörün en hızlı büyüyen sektörlerinden birisi konumuna geçmiştir. Önceleri ara ürün olarak kullanılan yazılım ürün ve hizmetleri, artık hizmet endüstrisinin önemli sektörlerinden biri haline gelmiştir (Türkoğlu, 2006).

Bu teknoloji gruplarında telekomünikasyon hizmetleri ve malzemelerine yapılan harcama miktarı toplam küresel bilişim harcamalarının yaklaşık %53'ünü oluşturmakta ve ilk sırayı almaktadır. Toplam yazılım ürünlerine yapılan harcamalar, toplam bilgi teknolojisi harcamalarının %22'sini oluşturmakta ve ikinci en büyük payı almaktadır. Donanım ürünleri %16, bilişim hizmetleri ise % 9 pay almaktadır. Bu teknoloji gruplarında hizmetlerin önümüzdeki dört yılda ortalama yıllık bazda büyümelerine bakıldığında ise, % 10.4 büyüme ile en büyük büyüme oranına bilişim hizmetlerinin sahip olacağı, yazılımın %8.7 ile ikinci en büyük büyüme oranına, donanımın %6.5 ve telekomünikasyonun %7.8 ile sırasıyla yazılımı izleyeceği beklenmektedir.

Dünya toplam yazılım harcamalarının, 2003 yılındaki 530 milyar \$ seviyesinden 2007 yılında 740 milyar \$ seviyesini aşacağı beklenmektedir. Bölgesel bazda Kuzey Amerika bölgesi Amerika, Kanada gibi ülkelerin yüksek yazılım harcamaları dolayısıyla ilk sırayı almaktadır. Bu bölgeyi çoğunluğunu Avrupa Birliği üyesi ülkelerin oluşturduğu Batı Avrupa bölümü takip etmektedir. Japonya, Çin, Güney Kore gibi ülkeleri barındıran Asya-Pasifik bölgesi Kuzey Amerika ve Batı Avrupa bölgelerinden sonra gelmektedir. Çizelge 2.2 dünya bölgesel yazılım harcamalarını milyon \$ cinsinden göstermektedir. Yazılım harcamalarının içerisine işletim sistemleri, programlama araçları, uygulamalar ve oyunlar gibi paket yazılımlar ile bilgisayar programcılığı, web sitesi tasarımı ve uygulama geliştirme yazılımları girmektedir. Bu harcamaların içerisinde en büyük payı ise paket yazılımlar olarak da bilinen kurumsal uygulama yazılımları almaktadır. Dünya yazılım harcamaları ülkeler temelinde incelendiğinde dünyanın en büyük ekonomisine sahip olan Amerika'nın yazılım sektörü alanındaki harcama potansiyeli dikkat çekici bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Türkoğlu, 2006).

Çizelge 2.2 Dünya bölgesel yazılım harcamaları (milyon \$) (Türkoğlu, 2006)

Bölge	2003	2004	2005	2006	2007
Kuzey Amerika	267.921	291.631	313.493	334.866	353.606
Latin Amerika	9.036	9.951	10.819	11.824	12.691
Batı Avrupa	156.084	171.441	193.446	214.583	229.699
Doğu Avrupa	4.185	4.722	5.434	6.227	7.104
Asya Pasifik	88.780	96.167	103.463	118.081	131.002
Orta Doğu	3.164	3.539	3.891	4.333	4.827
Afrika	2.048	2.566	2.926	3.407	3.957
Toplam	53.938	580.017	633.472	693.321	742.886

Ülkemizde ise 2003 yılında 574 milyon \$ seviyesinde olan yazılım harcamaları, 2006 yılında 1.129 milyon \$ seviyesine ulaşmıştır. 2007 yılında ise bu seviyenin 1.370 milyon \$ seviyesinin üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir. Türkiye yazılım pazarı, 2001 yılında 290

milyon \$ civarındayken, inişli çıkışlı olmakla birlikte yıllık yaklaşık %15 büyüme oranlarıyla 2005 yılında 550 milyon \$ seviyelerine ulaşmıştır. Türkiye toplam bilgi teknolojileri pazarının 2005 yılında 4 milyar \$ seviyesine yaklaştığı ve yazılım pazarının büyümesinin diğer sektörlerin büyümesi ile orantılı olduğu görülmektedir. Ülkemizde yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalar çok çeşitli ürünler sunmaktadırlar. Genellikle kurumsal uygulama yazılımları ürünleri sunulan pazarda firmalar, mobil pazarlama çözümleri, interaktif mesaj uygulamaları, doküman yönetim sistemleri, kamera sistemleri, hastane ve laboratuvar bilgi yönetim sistemleri, entegre kalite yönetim sistemleri, rapor sistemleri, ERP yazılımları, lojistik sistemleri, SCM yazılımları, CRM çözümleri, veri yönetimi gibi ürünleri iç ve dış piyasalara sunmaktadırlar.

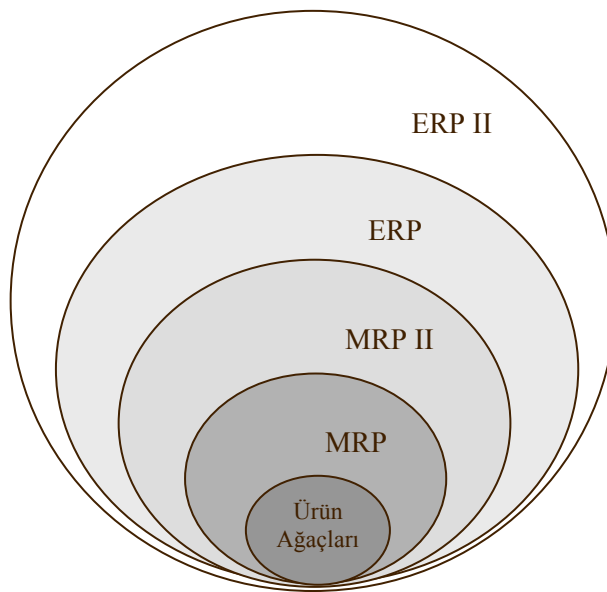
Arz yönünden bakıldığında, kurumsal uygulama yazılımlarının her birinin içindeki tüm uygulamaları içerecek şekilde ürünler üreten firmalar olduğu gibi, sadece belli bir kategori içine giren belli bir uygulamaya (örneğin insan kaynakları ya da finans-muhasebe yönetimi gibi) yönelik yazılımlar üreten firmalar da bulunabilmektedir. Ayrıca, bir kategorideki tüm fonksiyonları ya da modülleri bir arada üretebilen firmalar, bu fonksiyonları ayırarak da satabilmektedir (örneğin kurumsal kaynak planlaması içindeki insan kaynakları yönetimi ile ilgili modülün ayrı bir paket halinde satılması gibi). Buna ek olarak, söz konusu programları sadece belli bir sektörün ihtiyaçlarına uygulayan ya da kurumların kullandığı temel uygulama yazılımlarını tamamlayıcı nitelikte çözümler üreten firmalar da bulunmaktadır. Bu şekilde spesifik bir çözüm ya da segmente odaklanmış ve uzmanlaşmış firmalar “nokta çözüm sağlayıcıları” olarak adlandırılmaktadır. Kurumsal kullanıcılar, yazılım ihtiyaçlarını doğrudan yazılım üreticilerinden alabilecekleri gibi, bu konuda danışmanlık hizmeti veren firmalar aracılığıyla, dış kaynak kullanımı yoluyla ya da yazılım ihtiyaçlarına göre yazılım geliştirici firmalar tarafından yeni yazılım dizayn edilmesi ve geliştirilmesi yoluyla sağlayabilmektedir. Talep bakımından önem arz eden bir diğer faktör, kurumların ihtiyaçlarına uyan ve bu bakımdan fiyatları makul olan yazılımların tercih edilmesidir. Bu çerçevede büyük firmalar ile küçük ve orta ölçekli firmalar tarafından talep edilen yazılım ürünleri hem fiyat hem de fonksiyon bakımından farklılaşmaktadır. Bu nedenle, büyük firmalar için üretilen, bir çok fonksiyonu içeren ve bu ölçüde daha pahalı olan yazılımlar ile küçük firmalara yönelik olarak üretilen yazılımlar birbirinden farklılaşmaktadır (Türkoğlu, 2006).

Özet olarak, toplumun bütün kesimlerinin değişen ve gelişen iş ve ekonomik yaşamlarının hemen her alanında kullanılmakta olan yazılım ürün ve hizmetleri, özellikle firmalara, kamu kurum ve kuruluşlarına ve son kullanıcılar olan tüketicilere önemli kolaylıklar ve kazanımlar

sağlamaktadır. Söz konusu ürün ve hizmetlerin, günümüz rekabet şartlarında firmaların büyük önem verdikleri konu olan etkinlik ve verimlilik artışına önemli bir katkısı bulunmaktadır. Dünyadaki bütün ülkelerin ve ülkemizin artan yazılım harcamaları da bu durumun bir kanıtı olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.4 Kurumsal Uygulama Yazılımlarının Gelişimi

1960'lı yıllarda bilgisayarların ticari firmalarda yaygınlaşmaya başlaması ile ilk kurumsal üretim yönetim sistemi, malzeme ihtiyaç planlaması (Material Requirements Planning- MRP) yazılımları kullanılmaya başlamıştır. İlk MRP yazılımı IBM firması tarafından geliştirilmiştir. İlk aşamada malzeme ağaçları ve stokları kapsayan sistem gittikçe gelişerek 1980'li yıllarda üretim firmalarının, üretim ile doğrudan ilintili faaliyetlerini (satınalma, üretim planlama ve kontrol, muhasebe, stok yönetimi gibi) kapsar hale gelmiştir ve üretim kaynakları planlaması (Manufacturing Resources Planning-MRP II) adını almıştır. 1990'lı yıllara gelindiğinde, yönetim sistemleri yalnız üretim sektörünü değil iletişim, perakende, medya, sağlık, kamu gibi tüm sektörleri ve satış sonrası hizmet, bakım-onarım, insan kaynakları, duran varlık yönetimi gibi tüm faaliyet birimlerini kapsar hale gelmiş ve kurumsal kaynak planlaması (Enterprise Resource Planning-ERP) adını almıştır. 2000'li yılların başında, özellikle İnternet ve çağrı merkezleri kanallarını kullanarak firma dışı unsurlarla da bütünleşen ERP sistemleri, müşteri ilişkileri yönetimi, tedarik zinciri yönetimi ve işletme zekası kavramlarını da kapsayarak ERP II konseptine genişlemeye başlamıştır (Akça, 2005). Bu gelişim süreci Şekil 2.6'da gösterilmektedir.



Şekil 2.6 Kurumsal uygulama yazılımlarının gelişim süreci (Tanyaş, 2005)

İlk aşamada yalnızca malzeme tedariki fonksiyonuna sahip olan kurumsal yazılımlar, günümüzde firmaların tüm bölümlerinin birbiri ile uyum içerisinde çalışmasını hedefler hale gelmiştir. Kapsam bu kadar genişleyince de bu sistemler, artık sadece birer yazılım olarak tanımlanamamakta ve başarılı sistem kurulumlarında, firmalar tüm iş süreçlerini sistem üzerinde yeniden yapılandırmaktadır. Bu kısımda kurumsal uygulama yazılımlarının gelişim süreci detaylandırılmaktadır.

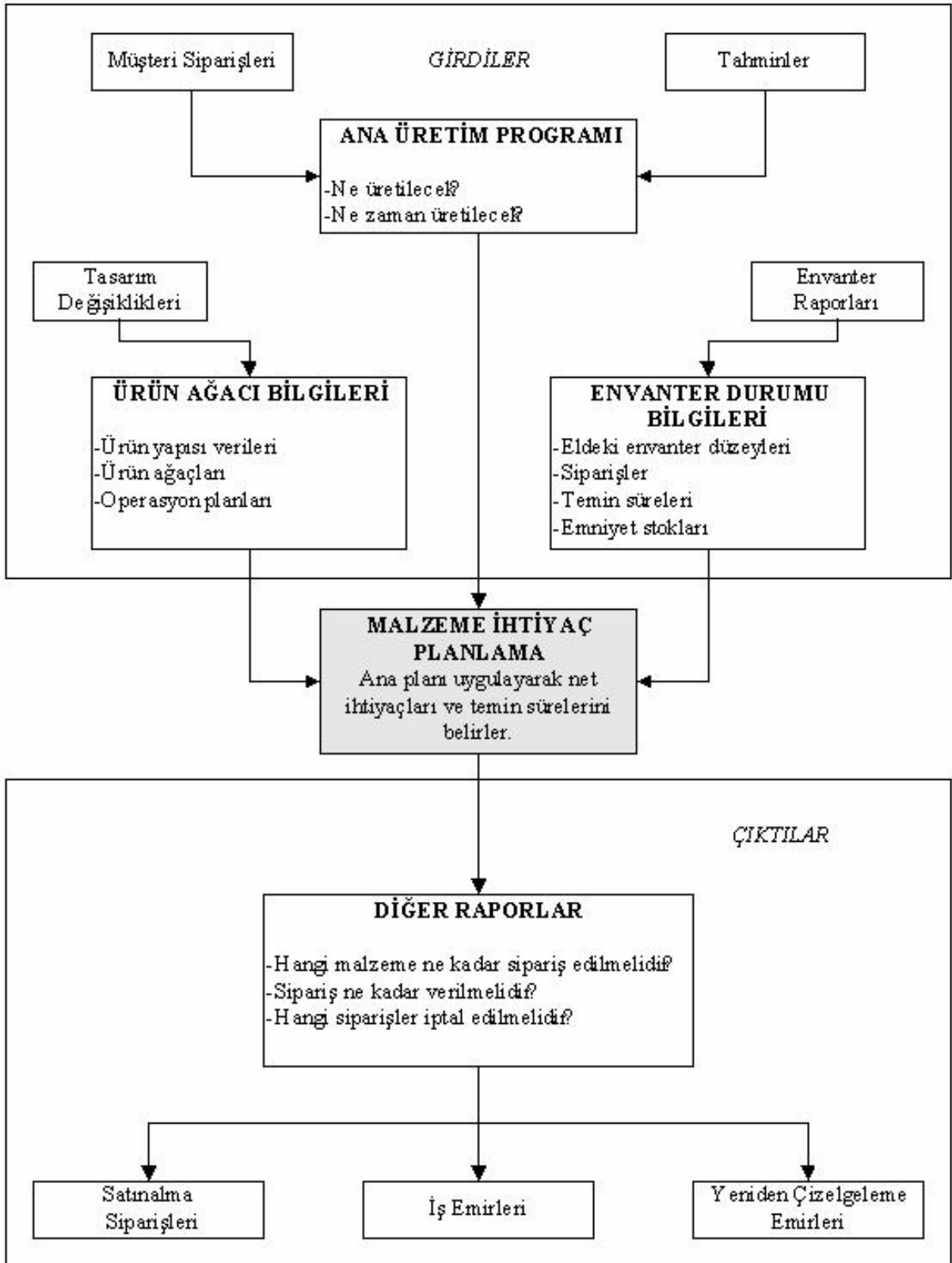
2.4.1 Malzeme İhtiyaç Planlaması Yazılımları

1960 yılında IBM firmasının firmaların sahip olabileceği ekonomik ilk bilgisayarı piyasaya sürmesi ile endüstri MRP kavramı ile tanışmıştır. Malzeme ihtiyaç planlaması yazılımları, üretim yapan firmalara malzeme siparişi alanında bilgisayar ortamında çözüm sunmaktadır. Sistem malzeme ana verileri, malzeme ağaçları ve stokları içermektedir. Yazılım belirlenen üretim planına göre ürün ağaçlarını seviye seviye inceleyerek her malzeme için ihtiyacı çıkartmakta ve bu malzemelerin stoklarının ihtiyacı karşılayıp karşılamadığını hesaplamaktadır. 1970'li yıllarda satınalma faaliyeti de MRP yazılımlarının kapsamına girmiştir. Yani yazılımlar yalnız ihtiyaçlar ile stokları değil, mevcut satınalma siparişlerini de karşılaştırmaya başlamıştır (Miller ve Sprague, 1975). MRP sisteminin girdileri ve çıktıları Şekil 2.7'de özetlenmektedir.

MRP'nin zaman ufku genellikle herhangi bir ürünün bileşenlerinin en uzun tedarik zamanından uzun olmaktadır. Dolayısıyla bu süre, son parçaların çıkışı için planlanan siparişten önce bütün malzemelerin temin edilip, bütün bileşenlerin üretilebileceği kadar uzun olmalıdır. MRP sisteminin etkin çalışması ve verimliliği, ilgili verilerin kayıtlarına ve dosyaların bütünlüğüne bağlıdır. Sistem; kalite, veriye ulaşılabilirlik, zamanlılık ve doğruluktan doğrudan etkilenmektedir. Sistem içerisinde kayıt ve dosya bütünlüğünün sürekliliği sağlanmalıdır, aksi takdirde MRP'nin kullanacağı veriler ve buna bağlı olarak üreteceği raporlar güvenilir olmaktan uzak kalmaktadır.

Malzeme ihtiyaç planlaması, sipariş bilgilerini ve ana üretim çizelgesini kullanarak malzeme ihtiyaçlarını hesaplayan bir teknikler kümesidir. Malzeme için yenileme siparişlerinin açılmasını, zaman fazlı olduğu için talep tarihleri ile ihtiyaç tarihleri saptıkça açık siparişlerin yeniden çizelgelenmesini önermektedir. MRP sisteminin ana amaçları ise aşağıda özetlenmektedir (Hicks, 1994):

- *İhtiyaçların belirlenmesi:* Malzeme planlama ve kontrol sisteminin temel amacı firma için gereken, doğru malzemeleri, doğru miktarlarda elde bulundurmaktır.



Şekil 2.7 MRP sistemi (Acar, 1997)

Malzeme ihtiyaç planı, ana üretim programında hangi bileşenlere ihtiyaç duyulduğunu belirleme ve üretimde kullanılacak bileşenlerin elde edilme periyotlarını hesaplama faaliyetlerini içermektedir. Malzeme ihtiyaç planı aşağıdaki sorulara cevap vermelidir:

- Ne sipariş verilecek?
- Ne zaman sipariş verilecek?
- Ne kadar sipariş verilecek?
- Ne zaman teslim edilecek?
- *Taleplerin güncel tutulması:* Malzemelere olan talepler ve malzemelerin tedarik süreçleri günden güne değişmektedir. Müşteriler yeni siparişler verebilmekte ya da siparişlerde değişiklik yapabilmektedir. Malzemelerin kullanımı azalabilmekte, tedarikçiler geç kalabilmekte, hurda ürünler oluşabilmekte veya makineler bozulabilmektedir. Bu değişken ortamda, planları güncel tutmak için taleplerin sürekli organize edilebilmesi gerekmektedir.

Stok kararları, üretim kararlarından ayrılmadığında, toplam üretim sistemi için yapılan topyekün planlamanın bölümleri olarak kabul edilmelidir. Üretime bağımlı olmalarından dolayı bağımlı talepli stok parçaları bu kategoridedirler. MRP'nin fonksiyonu, ana üretim programını detaylı bileşen ihtiyaç ve siparişlerine dönüştürmesidir. Müşteri tatmini için son ürün stokunu fazladan elde bulundurmak faydalıdır. Fazladan hammadde stoku bulundurmanın ise hiçbir fonksiyonu yoktur. Çünkü son ürün talebi değişkenlik gösterebilirken, hammadde talebi üretim programına göre belirlenmektedir (Tersine, 1988).

Eğer bir işletmede;

- Son ürün karmaşıksa ve çok parça içeriyorsa,
 - Spesifik ürün talebi herhangi bir zaman için biliniyorsa,
 - Son ürün pahalıysa,
 - Bir parçanın talebi gözle görülür şekilde diğer parçaların talebine bağlıysa,
 - Bir zaman aralığındaki talep yaratan güçler diğer periyotlardakilerden ayırt edilebiliyorsa,
- MRP yazılımları genellikle diğer stok sistemlerinden daha uygundur.

Bununla beraber, MRP uygulamasına geçen firmaların üretim yönetimine yaklaşımlarındaki değişime rağmen, yine de yeterli sonuç alınamamıştır. MRP birçok yönden sınırlı bir yöntemdir. Zaman içinde, MRP ile çözüm getirilmek istenen sorunların sadece üretim yönetiminin değil, tüm firmanın sorunları olduğu fark edilmiştir. O halde sorunların çözümü için önerilecek bir yöntemin firma çapında düşünülmesi gerektiği anlaşılmıştır.

1980'lerle birlikte üretim firmalarında stoka üretim biçiminden, sipariş üzerine üretim biçimine doğru bir kayma başlamıştır. Böylece daha karmaşık bir duruma gelen üretim yönetiminde MRP yetersiz kalmıştır. MRP sistemleri, planlama sistemlerinin nasıl dengeye getirileceği konusunda başarılı olamamıştır. Her MRP çalışması, arz ve talepteki normal dalgalanmalardan dolayı en son elde edilen sonuçlardan çok farklı sonuçlar üretmiştir.

MRP sistemleri stoku azaltma yerine artıran bir etkiye sahip olmuştur. Bunun nedeni ise, yukarı doğru her dalgalanmanın kolaylıkla arz emirlerini artırması, dolayısıyla stokları yükseltmesidir. MRP sistemlerinin malzeme ihtiyaçlarını, iş ve satınalma emirlerini üretirken, fabrika kapasitesinin bu üretimi gerçekleştirmek için yeterli olup olmadığını ya da kritik kaynakların mevcut olup olmadığını incelememesi ise, en büyük eksikliğidir (Ptak ve Schragenheim, 1999).

Yukarıda sayılan sebeplerle, zamanla MRP sistemlerine kapasite ihtiyaçları planlaması da dahil edilerek genişletilmiştir. Kapasite ihtiyaçları planlaması (Capacity Requirements Planning-CRP), ana üretim planı kullanılarak, MRP sisteminin işletilmesi sonucunda belirlenmiş olan ihtiyaçların mevcut kapasite ile karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırma sonucu kapasite yetersiz kalıyor ise, ana üretim programı mevcut haliyle uygulanabilir değildir. Bu durumda ya kapasite artırılmalı ya da program düzeltilmelidir. MRP ve kapasite ihtiyaç planlaması ile üretilen planlar, kısa dönem üretim planlamasının çekirdeğini oluşturmaktadır.

MRP sisteminden satınalma yöneticileri, satın alınacak bütün parçalar için satınalma planını, üretim yöneticileri ise ana üretim planına göre atölyede üretilen tüm parçaların planlarını ve kontrol planlarını geliştirmektedir. MRP'ye, ana üretim programı ile üretim kaynakları arasındaki geri besleme düzeniyle bir kapalı devre yapısının kazandırılmasıyla finansal planlama boyutu getirilmiştir. Kapalı çevrim MRP, malzeme ihtiyaç planlamasının ana üretim çizelgesinde hedeflenen üretim miktarları ile işletmenin üretim kapasitesi arasındaki ilişkiyi kontrol etmemesi gibi bir sorun karşısında ortaya çıkmıştır.

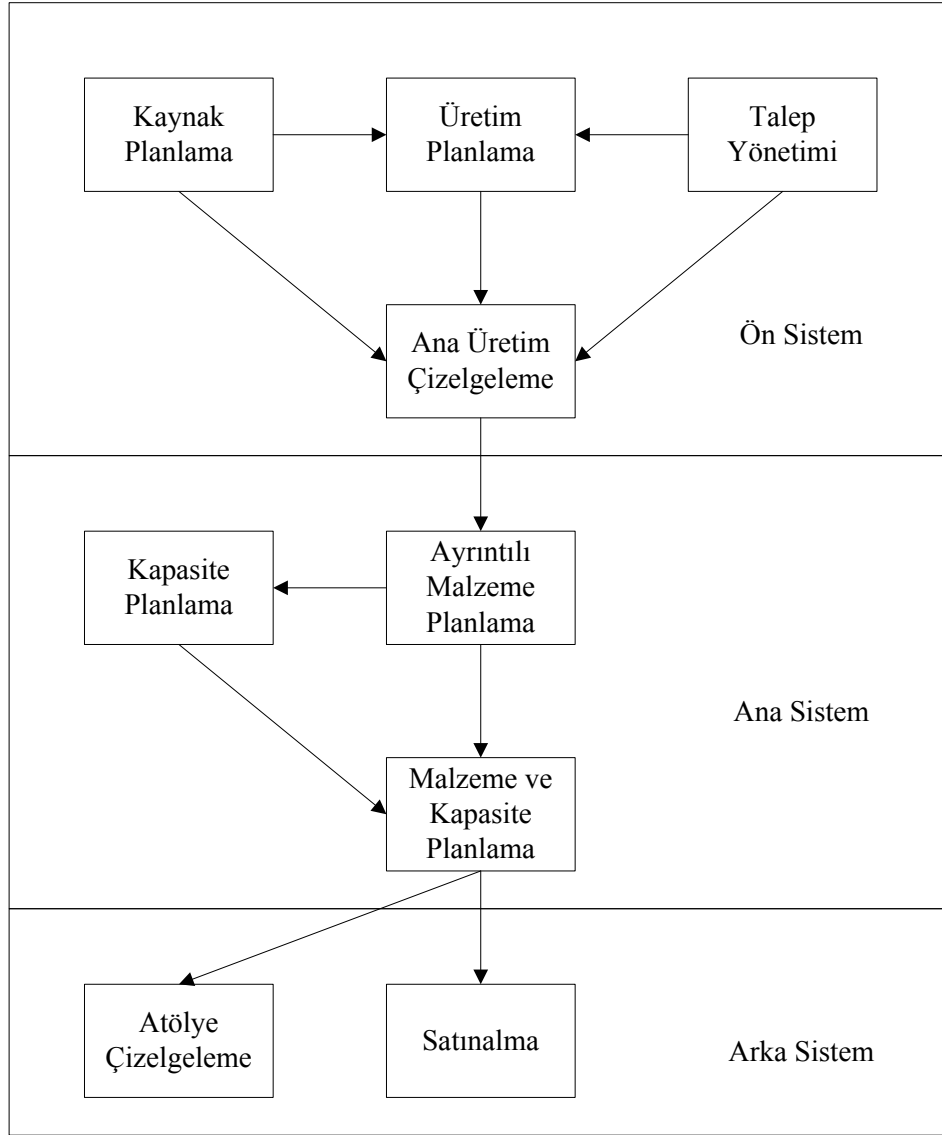
Böylelikle MRP, kapasite ile karşılaştırılmakta ve mevcut kullanılabilir kapasitenin yeterli olmadığı durumlarda ana üretim çizelgesi, bir geri besleme ile uyarılmaktadır. Tüm bunlara ek olarak, "eğer ... ne olur?" türü analizlerin yapılmasına olanak sağlanması ile MRP'ye dayalı üretim yönetiminde yeni bir dönem açılmış ve üretim kaynakları planlaması sistemi ve yazılımları ortaya çıkmıştır (Ptak ve Schragenheim, 1999).

2.4.2 Üretim Kaynakları Planlaması Yazılımları

Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi, basitçe malzemelerin üretim/işlem kontrolü yönünü ele almaktadır. Kapasite ihtiyaçlarına yönelik hiçbir hesaplama yoktur. MRP, bu ve bunun gibi diğer faktörleri de içermesi bakımından genişletilmiş; bu durum ise daha gelişmiş bir sistemin ortaya çıkışına sebep olmuştur. Üretim kaynakları planlaması (Manufacturing Resources Planning-MRP II), ana planlama, kaba kapasite planlaması, kapasite ihtiyaçları planlaması ve üretim faaliyet kontrolü fonksiyonlarını da destekleyecek şekilde, MRP'nin genişletilmiş halidir.

MRP II, üretim, pazarlama, mühendislik ve finans bilgilerini, organizasyonun toplam üretim planı için bir araya getirerek, tüm kaynaklarının verimli bir şekilde planlanmasını sağlayan bir üretim yönetimi sistemidir. MRP'nin kapalı çevrimli MRP'ye, daha sonra da MRP II'ye dönüşümü, organizasyonların tamamen hedeflerine ulaşabilmeleri için ortaya çıkan bir oluşumdur. Bu da stratejik, finansal ve kapasite planlama alanlarının bütünleştirilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Tersine, 1988). Dolayısıyla, 1980'li yıllarda üretim yapan işletmelerde, üretim ile doğrudan ilgili tüm faaliyetlerin yönetilmesini kapsayan MRP II sistemleri kullanılmaya başlamıştır. MRP II yazılımları yalnız stoklar ve satınalmayı değil, üretim planlama, üretim kontrol, kapasite planlama, ürün maliyetleme, muhasebe ve kısıtlı olarak finansman yönetimini de kapsar hale gelmiştir.

Tipik bir MRP II sistemi üç parçaya bölünebilmektedir. Bunlar; ön sistem, ana sistem ve arka sistem olarak adlandırılmaktadır (Vollman vd., 1992). Şekil 2.8'de her bölüm için başlıca faaliyetler gösterilmekte ve bir MRP II sistemi özetlenmektedir. MRP II'nin ilk bölümü olan ön sistem, tüm yönetimi içeren faaliyetler kümesidir. Bu aşamada, firmanın üretim planlama ve kontrol amaçları belirlenmektedir. Bu aşama; talep yönetimi, üretim planlama ve ana üretim çizelgesini içermektedir. Ana üretim çizelgesi, son ürünler için üretim çizelgesidir ve gelecekte hangi son ürünlerin üretileceğini belirlemektedir. Ana üretim çizelgesi, talep yönetiminden, üretim planından ve atölye çizelgeleme kapasitesinden talep verisini almaktadır. MRP II sisteminin ikinci bölümü olan ana sistem, ayrıntılı malzeme ihtiyaç planlamasını ve kapasite planlamasını tamamlayan sistemler kümesidir. MRP II'nin malzeme ve kapasite planı MRP II sisteminin üçüncü bölümü olan arka sistemi beslemektedir. Arka sistem, satınalma sistemi ve atölye çizelgeleme sisteminden ibarettir. Satınalma sistemi, bileşen parçaların, alt montaj parçaların ve son ürünlerin malzeme planlarına göre üretimini desteklemek için gerekli hammadde siparişini vermektedir. Atölye çizelgeleme kontrol sistemi ise her iş istasyonundaki tüm istasyon siparişlerini önceliğe göre çizelgelemektedir.



Şekil 2.8 Üretim kaynakları planlaması sistemi (Vollman vd., 1992)

Aslında bir paket program olan MRP II sistemlerinde bulunan temel modüller aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir (Tanyaş, 1997):

- *Ana modül:* MRP II sisteminin çalışabilmesi için gerekli parça bilgileri, ürün ağaçları, operasyon planları, iş takvimleri ve üretim kaynaklarının tanımları gibi bilgileri içeren modüldür.
- *Ana üretim planlama:* Standart ürünler ve müşteri siparişleri için, talep tahminleri, satışlar ve dağıtım fonksiyonlarını birlikte değerlendirerek gerçekçi ve verimli bir üretim programı oluşturulmasını sağlayan modüldür.
- *Stok kontrol modülü:* Stok kontrol ambarlarda bulunan her parça için stok miktar, denge ve statüsünü tutmaktadır. MRP, çizelgeleme, kapasite planları, üretim taşıma maliyetleri gibi

firma içi; satınalma, tedarik ve teslim gibi firma dışı çoğu faaliyetlerin eş zamanlı değerlendirilmesi ve yürütülmesinde son derece önemli bir fonksiyondur.

- *Satınalma, planlama ve kontrol modülü:* Satınalma sürecinde yer alan aşamalarda sağlıklı planlama ve kontrol fonksiyonlarıyla maliyetlerin düşürülmesini amaçlayan modüldür.
- *Atölye veri takip sistemi modülü:* Atölye üretim programının izlenebilmesine, üretimin kontrolüne, işçilik süreleri ile makine zamanlarının toplanmasına ve iş merkezleri performansının değerlendirilmesine olanak sağlayan modüldür.
- *Kapasite ihtiyaç planlama modülü:* MRP tarafından taleplerden hesaplanmış iş emirleri gerçekte atölyedeki iş yükünü belirlemektedir. CRP modülü mevcut ve planlanan atölye yükünün kapasite ile karşılaştırmasını yapmakta ve kullanıcıya üretim dengelemesi ve işgücü planlaması için temel oluşturmaktadır.
- *Finansal planlama modülü:* Bir finansal planlama modülü, ayrıntılı maliyet ve işçilik hesapları yapabilme, hurda ve iadeleri ürün maliyetine esnek bir şekilde yansıtabilme, stok maliyetlerini hesaplayıp listeleyebilme, üretim programından sapmaların getirdiği maliyetleri hesaplayabilme, üretimle ilgili tüm işlemlerin yevmiye girişi ve bunların hesaplara yansıtılmasını yapabilme özelliklerini taşımaktadır.

Yukarıdaki modüller göz önüne alındığında, MRP II malzeme ihtiyaç planlamasının yanı sıra kapasite ihtiyaç planlama, maliyetlendirme ve maliyet kontrol faaliyetlerini eş güdümlü olarak gerçekleştirdiğinden, MRP sistemini içine alan ve ondan çok daha bütünleşik ve etkin bir sistemdir. MRP II temel olarak bir işletmede, “Ne yapacağız?, Yapabilir miyiz?”, “Ne kadar sürer?”, “Neyimiz var?”, “Ne almalıyız?” sorularının cevaplarını almaya çalışmaktadır. Bu konularda geleceği görebilme, çeşitli senaryolara göre denemelerde (eğer..ise) bulunma imkanı yaratmaktadır. Bu denemelere göre malzeme, kapasite, finansman, satınalma, pazarlama ihtiyaçları önceden görülmüş olmaktadır.

Başarılı bir MRP II uygulamasının firmaya sağlayacağı faydalar, üretim zamanlarının azalması, stok seviyelerinin (hammadde, sistem içi stoklar ve bitmiş ürünler) azalması ve müşteri teslim zamanlarında başarı sağlanması olmaktadır. İşletmeler malzeme kaynağının yanı sıra işgücü, makine ve para kaynaklarını da en etkin bir şekilde planlamak ve kontrol etmek zorundadır. MRP II, MRP sistematiğine bağlı olarak söz konusu kaynakların da eşgüdümlü olarak planlanması ve kontrolünü gerçekleştiren bir yaklaşımdır. Esas itibarıyla MRP II malzeme ihtiyaç planlamasının yanı sıra, makine ve işçilik kaynağına yönelik olarak da kapasite planlaması çalışmalarını içermektedir (Tanyaş, 1997). MRP II kavramının entegrasyondan sonra gelen anahtar özelliği geri besleme olgusudur. Planlama ve üretimin her aşamasında ortaya çıkabilecek sorunlar ya da yeni oluşumlar karşısında daha önceki

seviyelere geri dönerek sistemi yeni şartlara uydurabilme olanağı her zaman vardır. Sonuç olarak, MRP II entegrasyon ve geri besleme faktörlerini bilgisayar teknolojisi yardımıyla etkin bir şekilde kullanarak işletmedeki planlama, üretim, finansman sürecini modelleyen ve verim artışı hedefleyen bir araçtır (Yegül ve Toklu, 2004).

Dünya’da ve Türkiye’de mevcut alternatif birçok MRP II sistemi bulunmakta ve uygulanmaktadır. Ne var ki, aşağıda sayılan sebeplerden dolayı birçok MRP II uygulaması da başarısızlıkla sonuçlanmaktadır:

- Veri doğruluğuna gereken önemin verilmemesi,
- Kullanılan yazılım paketinin yetersizliği ve kalitesizliği,
- Ağır değişiklikler,
- Uygulama sorumluluğunun işletmede yeni birine verilmesi,
- Üst yönetimin konuyu kavrayamaması,
- Eleman değişimi,
- Sistemin, uygulama bittikten sonra sahipsiz kalması,
- Eğitime gereken önemin verilmemesi,
- Daha en baştan sistemin tüm fonksiyonlarını kullanma çabası.

Endüstriyel işletmelerin yönetilmesinde mutlak çözüm olarak önerilmesine karşın MRP II sistemlerinin üretim konusunda da önemli zayıflıkları bulunmaktadır. Bu zayıflıklar, parti büyüklüğünün belirlenmesi, kapasite planlaması, temin süreleri ve gerçeğe uymayan varsayımlar olarak aşağıda özetlenmektedir (Yetiş, 1993):

- *Parti büyüklüğünün belirlenmesi* aslında MRP II mantığının dört temel aşamasından bir tanesidir. Ancak bundan daha önemlisi, teorik modelin bilgi iletim fonksiyonu ötesine geçebilen tek karar destek faaliyetidir. Literatürde parti büyüklüklerinin belirlenmesinde “dönem sipariş miktarı”, “dönemsel minimum maliyet miktarı”, “toplam maliyet yönetimi”, “ekonomik sipariş miktarı”, “artan sipariş miktarı”, “marjinal maliyet farkı”, “ileriye dönük/geriye dönük” gibi çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Ticari yazılımlarda konuyla ilgili yöntem sayısı çoğunlukla bir adettir. Aslında çok sayıda olmaları da bir şeyi değiştirmemektedir. Çok sayıda parti bölme tekniğinin varlığı bunların hepsinin zaafları olduğunun kanıtıdır. Aralarında seçim yapabilmek için parti büyüklüklerinin planlanmış siparişler üzerindeki etkilerinin anlaşılmasını sağlayacak performans ölçütleri gerekmektedir. Optimum sonucun hangi yöntemle sağlanacağı belirsizdir. Üstelik yazılımlarda en sık rastlanan yöntem olan ekonomik sipariş miktarı yönteminin varsayımlarıyla, MRP II modelinin varsayımları bağdaşmamaktadır. Birinde sonsuz zaman

ve sabit fiyatlar varsayımları bulunmakta, diğeri zaman dilimleri bazında çalışmaktadır.

- *Kapasite planlama modülleri* de MRP II yazılımlarında bulunmaktadır. Bunlar yalnızca girilen bilgiye göre, üretim yükleriyle kapasite arasında uyumsuzluk bulunuyorsa, malzeme planı kapasite sınırlarını aşarsa uyarı vermekte, çözümün nasıl olması gerektiğini açıklayamamakta ve kıt kaynakları tahsis edememektedir. Özetle, MRP II malzeme haricindeki kısıtları dikkate alma yeteneğinden yoksundur.
- *Planlanmış temin süreleri* MRP II mantığında veridir ve veri tabanında saklanarak her defasında aynı değer olarak kullanılmaktadır. Oysa, gerçekte bu süreler her defasında farklıdır. Ürün karışımına, gerçek kapasiteye ve atölye yüküne göre değişmektedir. Aslında sistemin girdisi değil, çıktısıdır.
- *Gerçeğe uymayan varsayımlar* MRP II sisteminin başka bir zayıflığıdır. MRP II modeli içinde belirsizlik bulunmamaktadır. Müşteri talebi, malzeme tedarik süreleri ve yukarıda anlatılan temin süreleri kesin olarak biliniyormuş gibi davranılmaktadır. Bu yaklaşım aslında uygulama gerçeklerini göz ardı etmek demektir. Geleneksel MRP II modeli rassal olayları yalnızca dış ortamda kabul etmektedir. Ancak aldığı önlem üretim sisteminin dış ortamla temas ettiği sınırlara giriş ve çıkışlar için tamponlar, yani emniyet stokları koymaktır. Klasik teori bu iki tamponun haricinde stok bulundurmaya gereksiz görmekle birlikte, günümüzde üretim işletmelerinde tam zamanında üretim uygulanmıyorsa, ara stokların varlığı pek çok durumda hammadde ve ürün stoklarından daha iyi sonuçlar vermektedir. Proses içi stoklar son ürüne yakın, yani tamamlanma oranı yüksek stoklarsa, elde tutma maliyetleri düşük olmaktadır.

Üretim programlarıyla ilgili teklif üreten, ürettiği tekliflerin yapılabilirliğini ve maliyet etkinliğini yöneticilerin testine bırakan MRP II yalnızca bir bilgi sistemidir. Planları ve işlemleri veri tabanlarına kaydeden, çeşitli raporlar ve sinyaller üreten MRP II sistemi asla bir karar destek sistemi değildir. Bütün bunlardan yoksun olmasına karşın, MRP II yazılımları üretim ve finansman arasında bir bağ yaratarak, gerçekleştirilecek üretim işlemlerinin doğuracağı finansal etkileri izleme olanağı sağlamış bulunmaktadır (Ptak ve Schragenheim, 1999).

MRP II'nin bu eksikliklerine, pazardaki güçlü değişimler, teknolojik gelişmeler ve firmaların organizasyonel yapılarındaki kurumsallaşmaya yönelim de eklenince ortaya yeni bir kavram olarak kurumsal kaynak planlaması çıkmıştır. MRP II sistemleri, bugünün ERP sisteminin atasıdır. ERP sistemi, organizasyon çapında bir entegrasyon sağlayarak MRP II sistemlerindeki kısıtların üstesinden gelmektedir (Palanisvamy ve Frank, 2000).

2.4.3 Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımları

1970'li yılların sonlarından beri pek çok firmada uygulanmaya çalışılan MRP II sistemleri, firma düzeyinde satış yönetimi, üretim planlama ve kontrolü, satınalma gibi faaliyetleri yönetebilmektedir. MRP II paketlerinin yetersiz kaldığı diğer noktalarda ise ek modüller ya da entegre çalışabilen paketler devreye girmiştir, ancak bu firma düzeyinde kalmıştır ve firmalar arası bilgi iletişimini sağlayamamıştır. Küreselleşmenin doğal bir sonucu olarak değişik coğrafi bölgelerdeki iş faaliyetlerinin dağılmış veri tabanları ve küresel entegrasyon yoluyla yönetilmesi önem kazanmıştır. Bu noktada yetersiz kalan MRP II kavramı yerine Gartner Group tarafından Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning-ERP) olarak adlandırılan yeni nesil bir kavram geliştirilmiştir (Lopes, 1992).

ERP sistemi, MRP II sisteminin sağladığı çözüme, sistemden sisteme değişmekle beraber genellikle insan kaynakları yönetimi, ücretler, doküman kontrolü ve bazen de bakım gibi ilave özellikler eklemektedir. MRP ve MRP II uygulamaları organizasyonun sadece üretim kısmına odaklanırken, ERP sistemi firmanın içinde gerçekleşen tüm işlere odaklanmaktadır (Levine, 1999). ERP, hiç bir zaman MRP II'nin yerine geçen yeni bir sistem değil, aksine MRP II'nin daha geliştirilmiş halidir, yani birden fazla fabrikada veya tesiste çalışır durumda olan MRPII sistemlerini entegre eden ve bu entegrasyondan işletme için gerekli bilgileri üreten bir sistemdir. Herhangi bir işletmede ERP uygulamasında başarılı olunabilmesi için öncelikle MRP, daha sonra CRP ve MRP II uygulamalarında başarılı olunması gerekmektedir. ERP öncesi yapılan çalışmalarda yapılacak olan hatalar işletmeler için geri dönülemeyecek büyük maliyetler doğurabilmektedir. ERP kendisinden önceki sistemlere nazaran daha geniş bir üretim yönetimi yaklaşımıdır.

ERP kavramının gelişmesinin nedenleri şu şekilde özetlenebilmektedir (Barbarosoğlu, 1994):

- Fiziki olarak dağıtılmış üretim operasyonları,
- Uluslararası dağıtım zincirleri,
- Uluslararası pazarlara açılma gereksinimi (yerel pazarların doyması sonucu, uluslararası pazarlarda söz sahibi olarak iç pazar gücünü artırma stratejisinin sonucu olarak)
- Tam zamanında tedarik sistemi,
- Yüksek rekabet,
- Değişken dünya pazarı şartları,
- Ekonomik duvarların yıkılması,
- Yönetim organizasyonlarında sadeleşme.

Kurumsal kaynak planlamasının ne olduğu konusunda akademik bağlamda üzerinde anlaşılmış genel kavramlar bulunmasına karşın, tanımı üzerinde tartışmalar devam etmektedir. ERP kavramı için değişik açılardan bakarak farklı tanımlamalar yapmak mümkün olsa da en genel şekliyle, bir firmada süregelen tüm bilgi akışının entegrasyonunu sağlayan ticari yazılım paketleri olarak tanımlanabilmektedir (Davenport, 1998). Diğer bir tanıma göre, işletmenin stratejik amaç ve hedefleri doğrultusunda müşteri taleplerini en uygun şekilde karşılayabilmek için, farklı coğrafi bölgelerde bulunan tedarik, üretim ve dağıtım kaynaklarının en etkin ve verimli bir biçimde planlanması, koordinasyonu ve kontrol edilmesi fonksiyonlarını bulduran bir yazılım sistemidir (Acar, 1998).

Kurumsal kaynak planlaması kavramına 3 farklı şekilde bakmak mümkündür (Klaus ve Rosemann, 2000):

- ERP, bilgisayar yazılımı şeklinde alınıp satılabilen ticari bir maldır,
- ERP, bir kurumun tüm süreç ve verilerini tek bir geniş kapsamlı ve bütünlük yapı altında toplayan bir gelişim aracıdır,
- ERP, iş süreçlerine çözümler sunan bir altyapının anahtar ögesidir.

ERP, organizasyonlar için geniş kapsamlı bir bilgi yönetim sistemi sunmaktadır. Organizasyonun çeşitli işlevlerinin tümünü birbirine bağlayan paket programların bir bütünüdür. Sözü edilen fonksiyonlar, finans, üretim, satış, insan kaynakları gibi fonksiyonlardır. Bu sistemler adlandırılırken “kurumsal” kelimesinin kullanılmasının sebebi, kapsamlarının belirli bir hizmet veya ürün üretmeye yönelik faaliyet gösteren kurumların tüm fonksiyonlarını içermesidir. ERP sistemleri bütünü, bu bütünü oluşturan parçalardan daha büyük olduğu felsefesi üzerinde kurulmuştur. Bu felsefeden yola çıkılarak meydana getirilen ERP sistemleri, kurumlarda daha önce ayrı ayrı ele alınan işlevleri birbirine bağlı bir şekilde kurumun amaçlarını yerine getirmek için çalışan parçalar olarak ele almakta ve bundan faydalanarak kurumlardaki her türlü kaynağın (işçilik, malzeme, para, makine) verimliliğini en üst düzeye ulaştırmayı amaçlamaktadır. Başka bir bakış açısıyla, ERP sistemleri firmanın ortak bir yerde saklanan verilerinden elde edilen bilgilerin doğru olarak ve doğru birimlere iletilmesini sağlamaktadır (Keller, 1995).

ERP sistemlerinde yer alan en temel fonksiyonlar içinde üretim, finans, dağıtım, insan kaynakları, satış-pazarlama, envanter yönetimi, satınalma, kalite ve proje yönetimi sayılabilmektedir. Bu genel kurumsal işlevlerin yanında ERP sistemleri, hastanelerde hasta yönetimi, üniversitelerde öğrenci yönetimi ya da perakendecilikte yüksek hacimli ambar yönetimi gibi sektöre özel işlevleri de desteklemektedir. Geleneksel veya çekirdek ERP

sistemlerinde, işletme içerisindeki alanların her birini destekleyen uygulamalar, modüller olarak adlandırılan gruplar şeklinde düzenlenmektedir. Örneğin bir ERP paketindeki tüm muhasebe uygulamaları mali işler modülünde ve tüm satış gücü uygulamaları satış ve dağıtım modülünde yer almaktadır.

ERP yazılımları farklı sektörlerin farklı ihtiyaçlarına uyum sağlayabilecek seviyede özelleştirilebilmektedir. Bu sebepten, ERP yazılımları 3 farklı biçimde uygulanabilmektedir:

- Yazılımın en kapsamlı ve en genel halidir, pek çok sektörü hedef alır ve kullanılmadan önce yapılandırılır.
- Yazılımın kapsamlı halinden, önceden yapılandırılmış şablonlar oluşturulur ve bu şablonlar sektöre ve firma büyüklüğüne göre özelleştirilir.
- Yazılım, birinci ve ikinci şekilde yüklendikten sonra firmanın kendi yapısına göre özelleştirilir.

Sektöre, firma büyüklüğüne ya da firmanın kendisine göre özelleştirilmiş ERP sistemlerinin genel özelliklerinden bahsetmek anlamlı olmayacağından ancak bu sistemlerin en kapsamlı ve genel hallerinin ortak özelliklerinden bahsedilebilmektedir. Buradan hareketle, ERP sistemlerinin tanımlayıcı özellikleri hakkındaki genel kanılar aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir (Klaus ve Rosemann, 2000):

- Tüm sektörleri hedef alan ve kurulumu esnasında özelleştirilebilen standart yazılım paketidir.
- Diğer paketlere kıyasla özelleştirmeye çok daha müsait yapıya sahiptir. Çünkü, hedef sektörü tanımlanmamış olan bu standart paketler, kurulum esnasında kurumun özel ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmektedir.
- Bir veritabanı yönetimi yazılımı, ara katman yazılımı ya da bir işletim sisteminden ziyade ERP, bir uygulama yazılımıdır.
- Hem ana verileri hem de iş süreçlerine ait verileri tutan bütünleşik bir veritabanıdır.
- Temel iş süreçleri hakkında çözüm önerileri sunmaktadır.
- Birçok kurumsal işlevi desteklemeyi hedeflemesinden dolayı yüksek oranda işlevsel bir yapıya sahiptir.
- ERP ürün paketleri dünya genelinde, ülkelerden ve bölgelerden bağımsız çözümler sunmak üzere tasarlanmıştır. ERP paketleri, ülkeden ülkeye farklılık gösteren muhasebe işlemleri, özel biçimli belgeler oluşturulması (teklifler, faturalar gibi) ve insan kaynakları yönetimi gibi işlevleri ülkesel gereksinimlere uygun bir şekilde yerine getirmektedir.
- Temel ERP ürün paketi dünya ölçeğinde kullanımı sağlamaya yeterli işlevselliği içermesi

sayesinde, bazı sektörleri değil tüm sektörleri hedeflemektedir.

- ERP yazılımlarını diğerlerinden ayıran bir özellik de ERP paketlerinin tedarik yönetimi, sipariş yönetimi ve ödeme işlemleri gibi, tekrar eden ve sürekli olan iş süreçlerini destekliyor olmasıdır. Bu paketler sadece pazarlama, ürün geliştirme ve proje yönetimi gibi düşük seviyede yapılandırılmış ve düzensiz olan işlevler üzerinde yoğunlaşmamaktadır.

Bünyesi içinde farklı fabrikalar veya aynı fabrika içerisinde farklı üretim tiplerinde farklı üretim süreçlerinin bulunduğu firmalar, esnek bir kaynak planlama yaklaşımının uygulanmasını gerektirmektedir. ERP, bu farklılıklarla baş edebilen bir yapıya sahiptir. Firma farklı fabrikalar, farklı üretim süreçlerine sahip olsa bile tasarım merkezi, satınalma, depolama, sevkiyat gibi bazı fonksiyonların ortak olması zorunlu veya ekonomik olabilmektedir. Bu durumda, ERP söz konusu fabrika ve süreçleri arasındaki eşgüdümü sağlayarak etkin ve verimli çalışma düzenini oluşturmaktadır. ERP sistemleri aşağıdaki özellikleri taşıyan firmalar için ideallik göstermektedir (Klaus ve Rosemann, 2000):

- Firma yapısında çok yönlü bir iş yüklemesi mevcutsa ya da uzaktan yönetim imkanı varsa,
- Donanım ve yazılım değişimine önem veriliyorsa,
- Ağın güvenilirliği ve gizlilik derecesinden memnuniyetsizlik mevcutsa,
- Bilgi teknolojisi departmanı, yönetim sistemi içerisinde yavaş kalıyorsa,
- Ağır bilgi teknolojisi departman yönetimi ve yüksek tedarikçi maliyetleri mevcutsa,
- Yönetim birimlerinin yapılan üretim planlarına göre bir bütün olarak entegrasyonunun gerçekleştirilmesi isteniyorsa.

ERP sistemleri, şu anki ve gelecekteki fırsatları yakalamak üzere, tüm işlemleri planlamak, kontrol etmek ve izlemek için tasarlanan bir iskelet üzerine kurulmuştur. ERP sistemlerinin esnekliği, firmaların değişimlere hızlı bir şekilde cevap verebilmelerini sağlamakta, bu da firmalara değişimleri avantaja dönüştürme olanağı vermektedir (Lopez, 1997).

Dünya çapında 100'ün üzerinde irili ufaklı ERP yazılım paketi üreticisi bulunmaktadır. Dünyada küçülme eğiliminde olan ERP pazarı, Türkiye'de doyuma ulaşmadığından büyük bir büyüme potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin en büyük 500 firmasından sadece 50 tanesi ERP yatırımlarını tamamlamış durumdadır. Dünya lideri SAP, Türk pazarının da lideri durumundadır. Dünya pazarında 3 büyük oyuncudan biri olan Oracle da, Türk pazarında önemli bir paya sahiptir. Türkiye'de Oracle ERP, SCM, CRM ve diğer e-iş uygulamalarını 110 civarında firma kullanmaktadır. Bu çözümün, son yıllarda önde gelen firmalar tarafından tercih edildiği de bilinmektedir. Türkiye ERP pazarında yer alan yabancı firmalar bu pazara

daha önceden girdikleri için yerli firmalara göre daha avantajlı durumdadırlar. Ancak Logo, IAS, Netsis gibi Türk firmaları teknoloji açısından bu firmaları yakalamış ve hatta bazı konularda geçmeye başlamıştır (Ceyhan, 2005).

Yegül ve Toklu (2004), Türkiye’de ERP sistemini kurmuş veya kurmakta olan firmaların bu sistemi neden tercih ettikleri, sistemin kurulumu esnasında yaşadıkları problemleri, bu sistemin kendilerine kazandırdıklarını ve sistemin işletilmesi ile ilgili zorlukları tespit etmek amacıyla, Türkiye’de bu sistemi kullanmakta olan kurumlardan bir anket aracılığı ile bilgiler toplamış ve istatistiksel bazı analizlerle sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Anket sonuçlarına göre kurumları ERP kurmaya iten sebepler incelendiğinde, kurumların tercihleri arasında oldukça büyük farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır. Ankette sunulan beklenti listesi, kurumların verdikleri puanların ortalamaları baz alınarak en çok önemsenenden en az önemsenene doğru aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- İş süreçlerinde iyileşme beklentisi,
- Fonksiyonel iş süreçleri arasında koordinasyon sağlanması,
- Operasyonel kararlarda iyileşme ve veriye kolay erişim sağlanması,
- Bilgi teknolojisi altyapısını tek sistem altında toplayarak yönetimini kolaylaştırma,
- İş sistemlerini basitleştirmek ve standartlaştırmak,
- Eskimiş ve her biri bağımsız çalışan sistemleri yenileyip entegre etmek,
- Tüm kurumda kullanımı kolaylaştıracak tutarlı mantık ve ortak arayüz,
- İşletme maliyetlerinde azalma beklentisi,
- Arka planda yürütülen işlemlerin otomasyonu,
- Stratejik kararlarda iyileşme beklentisi,
- Coğrafi olarak birbirinden uzak birimler arası koordinasyonu sağlama,
- Müşterilerle ve tedarikçilerle olan iletişimi güçlendirme,
- İş süreçlerinde müşteri katkısının artırılması,
- Etkin bir e-ticaret altyapısının kurulması (veya mevcut sistemin iyileştirilmesi),
- ERP sisteminin 2000 yılı problemine karşı bir katalizör olarak kullanılması.

Böyle bir sıralama yapılmış da olsa kurumların verdikleri yanıtlar birbirleri arasında oldukça büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Bu çeşitliliğin nedenleri, söz konusu beklentiler ile kurumların sektörel, hacimsel ve sistemsel özellikleri arasındaki ilişki ile açıklanabilmektedir. Örneğin, beklentilerin önemsenme sırasında son sırada yer alan “2000 yılı problemine karşı bir katalizör olarak kullanma” beklentisi ERP sistemi yeni olan birçok kurumda hiç önem arz etmezken, ERP kurulumuna 2000 yılından birkaç yıl önce başlayan

kurumlarda oldukça önem arz edebilmektedir. Listeye göre kurumların ERP'den en önemli beklentileri iş süreçlerinde iyileşme, birimler arası koordinasyon ve operasyonel kararlarda iyileşme sağlanması olarak ortaya çıkmaktadır. Beklenti listesinde beklenti puanı ortalamalarına göre en alt sıralarda yer alan “etkin bir e-ticaret altyapısı kurmak” maddesi de genelde çok düşük bir puan almasına karşın, hizmet sektöründe faaliyet gösteren iki firma bu maddeyi en üst düzeyde önemsediklerini belirtmiştir. Bir diğer genel anlamda az önemsenen beklenti olan “coğrafi olarak birbirinden uzak birimler arası koordinasyonu sağlama” beklentisi, dağıtım sistemi “çok üretim merkezli ve çok ambarlı” olan kurumlar dikkate alındığında listenin üst sıralarına tırmanabilmektedir.

Ankette cevabı aranan sorulardan birisi de ERP'nin bu beklentileri ne oranda karşıladığıdır. Kurumlardan anket formunda listelenen beklentilerin kendi açılarından ne oranda karşılandığını değerlendirerek 1-5 arası puanlama yapmaları istenmiştir. Alınan puanların ortalaması ile yapılan sıralamaya göre “bilgi teknolojisi altyapısını tek sistem altında toplayarak yönetimini kolaylaştırma” beklentisi en iyi karşılanan beklenti olarak ortaya çıkmaktadır. “Tüm kurumda kullanımı kolaylaştıracak tutarlı mantık ve ortak arayüz”, “eskimiş ve her biri bağımsız çalışan sistemleri yenileyip entegre etmek”, “arka planda yürütülen işlemlerin otomasyonu” beklentileri de ortalamanın üzerinde karşılanan beklentiler olarak görülmektedir (Yegül ve Toklu, 2004).

Eğer ERP sistemleri amacına uygun bir şekilde kullanılırsa, elde edilebilecek yararlar aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir (Tanyaş, 1997):

- Azalan envanter düzeyleri,
- Azalan kullanılmayan malzeme miktarları,
- Artan müşteri tatmini (teslim zamanlarına uyabilme özelliği),
- Artan verimlilik düzeyleri,
- Azalan satınalma ve fason maliyetleri,
- Azalan taşıma maliyetleri,
- Azalan malzeme elde bulundurmama maliyetleri,
- Azalan fazla mesailer,
- Artan bilgi iletişim düzeyi,
- Artan koordinasyon düzeyi,
- Artan makine kullanım oranları.

Bilgi teknolojileri alanında dünyadaki sayılı uzmanlardan biri olarak kabul edilen Davenport (1998), bir çalışmasında ERP'nin faydalarını şu şekilde ortaya koymaktadır:

- *İş süreçleri açısından faydaları:*
 - Arka plandaki işlemlerin otomasyonu,
 - Fonksiyonel iş süreçleri arasında koordinasyon,
 - Yöneticilerin kurumlarında dünya üzerindeki tüm birimlerinde ne olup bittiğini takip edebilmeleri ve coğrafi olarak birbirinden uzak birimler arasında koordinasyonun sağlanması,
 - Aynı terime, kurumun farklı birimlerinde farklı anlamlar yüklenmesini önleyen terminoloji birliğinin sağlanması.
- *Teknik açıdan faydaları:*
 - Bilgi işlem alt yapısını anlamayı ve bu yapıda çalışmayı kolaylaştıran tutarlı uygulama mantığı, tutarlı bilgi ve arayüz,
 - Bilgi işlem alt yapısını yönetmeyi kolaylaştıran tek bir sistemin varlığı,
 - Kullanılabilir olmasına rağmen pahalı ve riskli bir alternatif olan, firmanın kendi bütünlük sistemini kendisinin kurmasından kurtulması.

ERP yazılımlarının önemi ve avantajları konusunda literatürde oldukça yoğun bilgi bulmak mümkündür. Tüm bu avantajların ve başarılı uygulamaların yanı sıra, ERP sistemlerinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Firmalar, ERP çözümlerini bünyelerinde uygulamak için milyonlarca dolar ve uzun yıllar harcayabilmektedir. ERP sistemi bir kez uygulandığında geri dönmek çok zordur. ERP'nin bir firmaya getirdiği değişiklikleri geri getirmek çok maliyetlidir. Başarısız ERP girişimleri de bulunmaktadır ve başarısızlığa uğrayan firmalar, yalnız ERP paketlerine yatırılan sermaye ile dış danışmanlara ödenen paraları kaybetmekle kalmamakta, işlerinin önemli bir kısmını da kaybetmektedir (Bingi vd., 1999). Ayrıca bu sistemler bir firmanın kültürünü bozabilmekte, aşırı eğitim ihtiyaçları yaratabilmekte ve hatta ani verimlilik düşüşlerine ve müşteri siparişlerinin kötü yönetilmesine de neden olabilmektedir. Bütün bunlar en azından kısa dönemde firmaya zarar verebilmektedir (Stein, 1999).

Yegül ve Toklu'nun (2004) anket çalışmasında, anket soru formunda dezavantaj olarak nitelendirilebilecek bazı maddeler konarak, kurumlara bunları ERP'nin dezavantajı olarak değerlendirip değerlendirmedikleri sorulmuştur. Alınan yanıtlara göre ERP'nin en önemli dezavantajı olarak "Kullanımının karmaşık oluşu" maddesi ortaya çıkmıştır. Kurulumun pahalı oluşu, sorun oluştuğunda gidermenin zor oluşu, sistemi işletmenin çok pahalı oluşu, kullanıcılarda hata yapma korkusu, işin üzerinde kontrolün azalması firmalar tarafından ERP'nin dezavantajları arasında sayılmaktadır.

ERP sisteminin uygulamaya geçişi uzun süren, yorucu ve maliyeti yüksek bir süreçtir. Yapılan bir çalışmada, uygulama sırasında alınan danışmanlık maliyetinin, yazılımın lisans maliyetinin 4 kat fazlası olduğu görülmüştür. ERP sistemlerinin maliyetindeki farklılıklar firma büyüklüğü, kullanıcı sayısı, modül sayısı, ilk yıl istenen destek gibi faktörlere göre değişim göstermektedir. Ayrıca bu maliyetler içine, yazılımın yüksek versiyonlarının entegrasyonu, danışman maliyetleri, uygulama ve alıştırma maliyetleri de eklenmelidir. ERP sistemlerinin doğasında sistemin uygulanması ile süreçlerdeki yeniden yapılanmanın eş zamanlı hareketi vardır. ERP projelerinin maliyetinin %70-80'ninden fazlası iş süreçlerindeki değişim çalışmalarına gitmektedir. Bununla beraber sisteme yapılan yatırım derhal geri dönmeyebilmekte, maliyetlerin yükselişi eski sistem ve alt yapı kullanılması fikrini doğurmaktadır. Ancak bilinmelidir ki, ERP uygulaması genellikle sistemdeki eski uygulamaların elimine edilmesini gerekli kılmaktadır.

ERP'nin kurulup çalışmaya başlamasının ardından işletim açısından Türkiye'deki firmaların karşılaştığı problemler en çok karşılaşılandan en az karşılaşılanına doğru aşağıdaki listede sıralanmaktadır (Yegül ve Toklu, 2004):

- Kullanıcıların yeni sisteme direnç göstermesi,
- Yazılım esnekliğindeki yetersizlik ve özelleştirmedeki zorluklar,
- Konuya hakim kalifiye personel yetersizliği,
- İş süreçleriyle yazılım arasındaki uyumsuzluklar,
- Yazılım hataları,
- Kullanıcı hataları,
- Sistem açısından önemli olan verilerin gerçek zamanlı tutulamaması,
- Birimler arası gerekli uyumun sağlanamaması,
- Yazılımın yerel desteğinin yetersiz olması (basamak sayısı, Türkçe karakter gibi),
- Altyapı yetersizlikleri,
- Kullanıcı arayüzlerinin karmaşıklığı,
- Eğitim planlamasındaki zorluklar.

Dolayısıyla, bu sistemlerin de günümüz koşullarında tek çözüm unsuru olduğu söylenemez. En önemli sorunlardan bir tanesi ERP'nin sadece bir planlama aracı olmasıdır. Bu aslında yeterli değildir. Yukarıda sayılan tüm unsurları hem planlayacak hem de yönetecek sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Benzer şekilde ERP, stratejik hedefleri girdi olarak kabul etmektedir. Stratejik planlamanın da ERP çalışmalarının bir parçası olması gerekmektedir. Müşteri ilişkileri yönetimi, tedarik zinciri yönetimi konularında da ERP sistematik bir yaklaşım

getirmemekte, ancak bunların sonuçlarını girdi olarak kullanmaktadır. Bu sebeplerin ve son yıllardaki yeni rekabet unsurlarının bir sonucu olarak, e-ticaret, müşteri ilişkileri yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, iş zekası, İnternet üzerinden tedarik gibi konuların da ERP'ye dahil edilmesiyle ERP II ya da geliştirilmiş ERP olarak adlandırılan yeni bir kavram gündeme yerleşmeye başlamıştır. Geliştirilmiş ERP uygulamaları, geleneksel ERP sistemleri tanımının dışına düşmektedir. Bu konu, ilerleyen bölümlerde ERP II yazılımları içerisinde detaylandırılmaktadır.

2.4.4 Tedarik Zinciri Yönetimi Yazılımları

Tedarik zinciri sistemlerine olan ilgi, tedarik zinciri sistemlerinin gelişmesi ve büyümesi ile 1990'lı yılların başından itibaren büyük bir ivme kazanmıştır. Tedarik zincirleri; iş ortakları, tedarikçiler, üreticiler, perakendeciler ve müşteriler arasında; iletişim, projeleri ortak bir alan üzerinden takip etme ve yönetme, müşteri isteklerinin en etkin ve verimli bir şekilde karşılanabilmesi, kaynakları en etkin bir biçimde kullanma, verimliliği artırma, maliyetleri azaltma, planlı, hızlı ve esnek bir tedarik, üretim ve dağıtım zincirini ortaya çıkarabilme ve gerçekleştirme temelleri üzerine ortaya çıkmış bir kavramdır.

Bir firmanın tedarik zinciri; hammadde üreticileri, hammadde ve yarı mamulleri işlenmiş ürüne dönüştürme, yani üretim işlemleri sırasında tedarik işleri ile uğraşanlar ve bunun ardından bitmiş ürünleri dağıtım kanallarında nihai tüketiciye kadar ulaştıranlar olmak üzere değer yaratan bütün unsurlardır. Bu noktada, tedarik zinciri yönetimi sistemi (Supply Chain Management-SCM), firmanın dışındaki tedarik işlerini sağlayanların yönetilmesi ve bunlarla etkin çalışılması için firmanın iç kaynaklarını bir bütün halinde ele alan temel bir işletme sistemi olarak tanımlanmaktadır (Ganeshan ve Harrison, 1995). Tedarik zinciri yönetimi tipik olarak bütün malzeme akışının tek firma tarafından üstlenildiği, bütün kanal zincir üyelerinin bağımsız çalıştıkları tamamen boyuna kurulmuş firmalarda görülmektedir. Bu yüzden zincirdeki oyuncuların arasındaki koordinasyon zincirin yönetiminin sonuçlarını etkileyen kilit faktördür.

Şaşırtıcı olarak firmalar, kendi iç sistem entegrasyonlarıyla ERP sistemleri sayesinde ilgilenirken, dış kaynak enformasyon bağlantılarını bir ölçüde ihmal etmektedir. ERP sistemlerinin verileri organizasyon içerisinde bütünleştirebildiği gibi, tedarik zinciri çözümleri de zincir içerisindeki kararları entegre edebilmelidir. Geleneksel olarak bütünleşme bir firmanın fonksiyonel bölümleri arasında bilgi ve malzemelerin paylaşılmasını içermektedir. Bugün teknolojik gelişmeler sonucunda, bilişim teknolojisinin firmaları birbirine bağlayabilmesiyle bütünleşme tedarik zincirindeki partnerlerin bilgiyi paylaşması anlamını da

kazanmıştır.

Son yıllarda tedarik zinciri yönetimi pazarında en büyük değişim, çeşitlenmenin artması ve pazara yeni fonksiyonların sürülmüş olmasıdır. Dünya ekonomisinde son yıllarda görülen yavaşlama yönetim sistemleri ve yazılımları pazarının gelişimini yavaşlatmış olmasına rağmen, bu sistem ve yazılımların fonksiyonelliklerinin ve çeşitliliğin artmasını pek de yavaşlatmamıştır. Bu pazarda kullanıcılar için artık yeterli özelliklere sahip çözümlerin seçilmesi, kolay bir şekilde uygulanması ve hızlı bir şekilde sonuçlarının alınması çok fazla önem kazanmıştır. İnternet servis sağlayıcılarının 1990'lı yıllarda ortaya çıkışı ile birlikte daha fazla işlem temelli fiyatlandırma mekanizmalarına doğru bir kayma gözlemlenmiş ve geleneksel yazılım firmaları web tabanlı çözümler geliştirmeye zorlanmıştır (Bilir, 2006).

Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları pazarında yaşanan önemli bir değişim de küçük kullanıcılar tarafından da kullanılabilir çözümlerin sayısındaki artıştır. Tedarik zinciri sistem tedarikçilerinin sadece büyük çaplı kullanıcılar ve onların sofistike ihtiyaçları üzerinde yoğunlaşmaları pazarda sıkça rastlanan bir durumdur. Bununla birlikte, ihtiyaç duyulan sistemin özellikleri müşteri büyüklüğü ve mevcut tedarik zincirinin karmaşıklığına göre de büyük farklılıklar göstermektedir. Global bir tedarik zinciri ağına sahip olan ve aynı zamanda "Fortune 100" içerisinde yer alan bir firma, sadece tek üretim tesisine sahip olan küçük bir firmaya göre çok daha farklı sistemlere ihtiyaç duyabilmektedir. Karmaşık bir tedarik zinciri yapısına sahip olan Fortune 100 firmalarının çoğunluğu zaten bir ERP sistemini uygulamaya başlamış, bunun yanında depo yönetim sistemi ve hatta bazı durumlarda da nakliye yönetim sistemine sahip durumdadırlar. Bu sistemler ya doğrudan satın alınmakta ya da bir üçüncü parti lojistik firması ile yapılan anlaşmalar sonucu elde edilmektedir. Buna karşılık, küçük kullanıcılar sipariş yönetimi muhasebesi, manuel olarak yürütülen depo yönetim sistemi ile birlikte nakliye yönetim sistemine ihtiyaç duyabilmektedirler. Ancak bu sistemler, son yıllara kadar sadece büyük firmalar tarafından kullanılabilmişlerdir. Son birkaç yıl boyunca, üçüncü parti lojistik firmaları tarafından küçük ve orta ölçekli firmalar için geliştirilmiş nakliye yönetim sistemleri gibi konularda değişik çözümler sunan, İnternet üzerinden satın alınabilen, İnternet üzerinden misafir kullanıcı şeklinde kullanılabilen ve maliyeti 100.000 \$'ın altında olan sistem ve uygulamalar pazara sunulmuştur.

Yukarıda da kısaca değinildiği gibi pazarda diğer önemli bir değişim, üçüncü parti lojistik firmaları tarafından sağlanmıştır. Üçüncü parti lojistik firmaları kendi operasyonlarında kullanmak üzere mükemmel olarak nitelendirilebilecek tedarik zinciri sistemleri geliştirmişlerdir. Bu firmaların günlük olarak gerçekleştirdikleri operasyonlar ve yükleme

harekatları sayesinde edindikleri tecrübeler dolayısıyla, yenilikçi ve güvenilir sistemler geliştirmeye devam etmeleri beklenmektedir (Bilir, 2006).

Tedarik zinciri yönetim sistemleri yazılım pazarındaki bir diğer önemli gelişme de artan ürün sayısı ve bunların sunduğu fonksiyonlardaki çeşitlenme ve gelişimdir. Bu değişim ve gelişim de mevcut ürünler ve firmalar üzerindeki rekabetçi baskıyı artırmaktadır. Piyasada mevcut bulunan ürün ve fonksiyonlara örnek olarak, nakliye modu optimizasyonu, yük dengeleme gibi çok farklı konular verilebilmektedir. Bununla birlikte bazı firmalar birden fazla depoda çok sayıda müşterilere dağıtım yapılmasına olanak sağlayan bir veritabanı yönetim sistemi sunabilmektedir. Ayrıca piyasaya sunulan bazı sistemler hata tespitlerinde bulunabilmekte veya e-ticaret faaliyetlerinde yararlanılabilecek sipariş yönetimi sistemleri sunabilmektedir. Uluslararası yüklemeler üzerinde rezervasyon ve yükleme takibine imkan veren, yükleme ve nakliye yönetim portalı olarak çalışabilen sistemler olarak faaliyet gösterebilmektedir.

Tedarik zinciri yönetimindeki bu gelişme ve büyümenin odak noktalarından birisi ERP uygulamaları üzerinde olmuştur. Özellikle 1990'lı yılların sonlarında ERP tedarikçilerinin tedarik zinciri sistem ve uygulamaları pazarına girmeleri ile birlikte ERP'nin tedarik zinciri sistemi problemlerinin çözümünde kullanılması çokça konuşulan ve tartışılan konular haline gelmiştir. ERP tedarikçisi firmalar mevcut müşteri portföyleri ve bunlarda halihazırda kurulu olan kurumsal kaynak planlaması altyapılarının verdiği ivmeyle hızla pazar payı kazanmaktadır. SCM'de depo yönetimi, rota planlama gibi spesifik konularda uzmanlaşmış olan yazılımların ERP sistemleri ile entegrasyonu ile ilgili çekinceler de ERP firmalarının kendilerini kolay uygulanabilir olarak konumlandırmalarına yardımcı olmuştur. Sonuç olarak bu yeni pazarda geleneksel tedarik zinciri sistem sağlayıcıları da çok başarılı olabilmekle birlikte, İnternet ve yeni firmaların katılımıyla tedarik zinciri pazarı hızlı bir şekilde gelişmeye ve değişmeye devam etmektedir. Aynı zamanda firmalar geleneksel olmayan yöntemlerle düşünmeye zorlanmakta ve ancak bu şekilde başarıyı yakalayarak pazar payını arttırabilmektedir (Bilir, 2006).

Pazarda 2002 yılında gerçekleşen en büyük değişim ERP tedarikçisi firmaların pazar payındaki artıştır. Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları pazarındaki en büyük firmalar ve bunların sahip oldukları pazar payları Çizelge 2.3'te gösterilmektedir. Daha önce pazar liderliği i2 Technologies'in elinde iken, %10'luk satış hacmi büyümesi gerçekleştiren SAP firmasının eline geçmiştir. Çizelge 2.3'ten de anlaşılacağı gibi, tedarik zinciri yönetim sistemleri pazarı, özellikle de yürütme uygulamalarında, geleneksel olarak küçük parçalara bölünmüş haldedir.

Çizelge 2.3 Tedarik zinciri pazarındaki en büyük 10 firma ve pazar payları (Bilir, 2006)

Firma Adı	2002 Toplam Gelirleri (M\$)	2003 Toplam Gelirleri (M\$)	Pazar Payı (2003)
SAP	511	516	% 9
i2 Technologies	434	399	% 7
Manugistics	226	228	% 4
Manhattan Associates	176	197	% 4
IBS	161	164	% 3
J.D. Edwards	140	145	% 3
Swisslog	114	119	% 2
Apsen Technology	98	99	% 2
Retek	77	81	% 1
RedPrairie	75	81	% 1

En büyük 10 tedarikçi, tedarik zinciri yürütme uygulamaları pazarının sadece %34'ünü temsil etmektedir. Bununla birlikte, ERP firmalarının sundukları nakliye yönetim sistemi, depo yönetim sistemi gibi modüller spesifik tedarik zinciri uygulamalarının sahip oldukları birçok özelliğe sahip değillerdir. Ayrıca spesifik tedarik zinciri uygulamaları sunan firmalar, özellikle 2004 yılında artan bir eğilimle sundukları yazılımları entegre etmeye ve bunları müşteri firmaların ihtiyacına göre modüler halde pazara sunmaya başlamışlardır. ERP tedarikçileri ile spesifik SCM yazılımı firmaları arasındaki mücadele dört ana başlıkta özetlenebilmektedir (Bilir, 2006):

- *Tedarikçi ilişkileri yönetimi:* Tedarikçi ilişkileri yönetimi uygulamaları kağıt tutucular gibi ucuz sarf malzemelerinden, güç tribünü gibi pahalı kalemlere kadar firmaların toplam harcamalarını kontrol etme ve azaltma yollarını araştırmaktadır. Son on yıl boyunca birçok yazılım firması kuruluşların web ortamında gerçekleştirdikleri malzeme tedariki faaliyetlerini güçlendirmek için tedarikçi yönetimi uygulamaları geliştirmişlerdir. ERP tedarikçisi firmalar ise, bu firmalar ile olan fonksiyonel farkı kapatabilmek için müşterilerine kurumsal harcamaları toplu halde ele alabilme ve detaylı analizler yapabilme imkanları sunmakta ve böylece önemli avantajlar elde etmektedir. Buna karşılık olarak SCM tedarikçisi firmalar da spesifik kategorilerdeki harcamaları ve bu konulardaki profesyonel hizmetleri elektronik kaynak planlaması ve kontrolü teknolojileri ile kombine ederek hizmet alanlarını genişletmeye ve tedarikçi ilişkileri yönetimi hizmetleri içindeki paylarını genişletmeye çalışmaktadır.
- *Ürün hayat eğrisi yönetimi uygulamaları:* Ürün hayat eğrisi yönetimi uygulamaları Ar-Ge, satış pazarlama, mühendislik, tedarik, üretim ve satış sonrası hizmetler gibi fonksiyonların hepsinin ihtiyaç duyabileceği ürünler ile ilgili kurum geneline yaygın tek bir ulaşım ve depolama noktası oluşturmayı hedeflemektedir. Spesifik SCM uygulamaları tedarikçisi firmalar, web tabanlı ve geçmiş zamanlara ait olanlar da dahil tüm ihtiyaç duyulan verileri

saklama becerisine sahip ürün veri yönetimi uygulamaları ile pazar payları kazanmışlardır. ERP firmaları ise, bu pazara farklı bir açıdan yaklaşmaktadır. Sahip oldukları finansal ve üretimle ilgili verilerin yardımıyla ürün veri yönetimi sistemleri geliştirmiş ve bu sisteme iş akışı yönetimi imkanını da eklemişlerdir. Ürün hayat eğrisi yönetimi pazarı büyürken hem spesifik SCM yazılımı firmaları, hem de ERP tedarikçisi firmalar portföy yönetimi, yeni ürün sunumu, işbirlikçi ürün geliştirme ve doğrudan materyal tedariki gibi konularda çözümler geliştirerek, uygulamalarına katmaktadırlar.

- *Tedarik zinciri planlaması:* ERP firmaları bu pazara 1990'lı yılların sonlarında girebilmek amacıyla talep planlama, tedarik zinciri planlama ve detaylı üretim planlama gibi uygulamaları geliştirmişler ve pazara sunmuşlardır. Bu zamana kadar spesifik yazılım firmaları tarafından tasarlanmış olan talep tahmini, stok yönetimi, üretim optimizasyonu ve servis düzeyinin iyileştirilmesine yönelik ileri düzeyde planlama uygulamalarının kullanımı sürekli bir şekilde artış göstermiştir.
- *Servis yönetimi:* Üretici firmaların satış sonrası parça satışları ve servislerinin sağladığı gelirler ortalama olarak toplam gelirin %25'ini oluştururken bu ürün ve hizmetlerden elde edilen kar toplamı, karın %40'ını meydana getirmektedir. Spesifik SCM yazılım firmaları bu konularda hedeflenen pazar segmentine özel çözümler sunmakta liderlik vazifesi görmüştür. ERP firmaları ise bu alanı hedeflemek üzere sahip oldukları kurumsal verileri kullanarak özelleşmiş servis yönetimi fonksiyonları üretmişlerdir. Bu fonksiyonlar saha sevkiyatları ve yönetimi, garanti yönetimi ile değişken talepli veya az talebe sahip olan ürünlerin talep tahminlerinin yapılması fonksiyonlarını da kapsamaktadır.

Spesifik konulardaki SCM çözümlerine sahip olan yazılım firmaları ile ERP firmaları arasındaki mücadele uzun soluklu olacak; bu mücadelede her bir kullanıcı ve her bir problem için ayrı değişkenler önem kazanacaktır. Spesifik SCM uygulamaları tedarikçileri eşsiz, farklılaştırılması kolay ve faydaları değişik durumlarda açık ve net bir şekilde ortaya konulabilecek çözümler sunabilmeleri durumunda başarılı olabileceklerdir. Bununla beraber ERP firmaları da, mevcut kurumsal kaynak planlaması uygulamaları ile kolayca entegre edilebilecek, rekabetçi fonksiyon ve özellikler sundukları müddetçe, spesifik çözümler sunan firmalarının rekabetçiliğini ciddi bir şekilde tehdit edeceklerdir.

2.4.5 Müşteri İlişkileri Yönetimi Yazılımları

Müşteri odaklı bir yönetim stratejisi olan Müşteri İlişkileri Yönetimi'nde (Customer Relationship Management-CRM), amaç müşteriyi daha iyi tanımak, fırsatları ortaya çıkarmak ve müşteri ilişkilerini geliştirmektir. Reynolds (2002), CRM'i teknoloji ile desteklenmiş bir

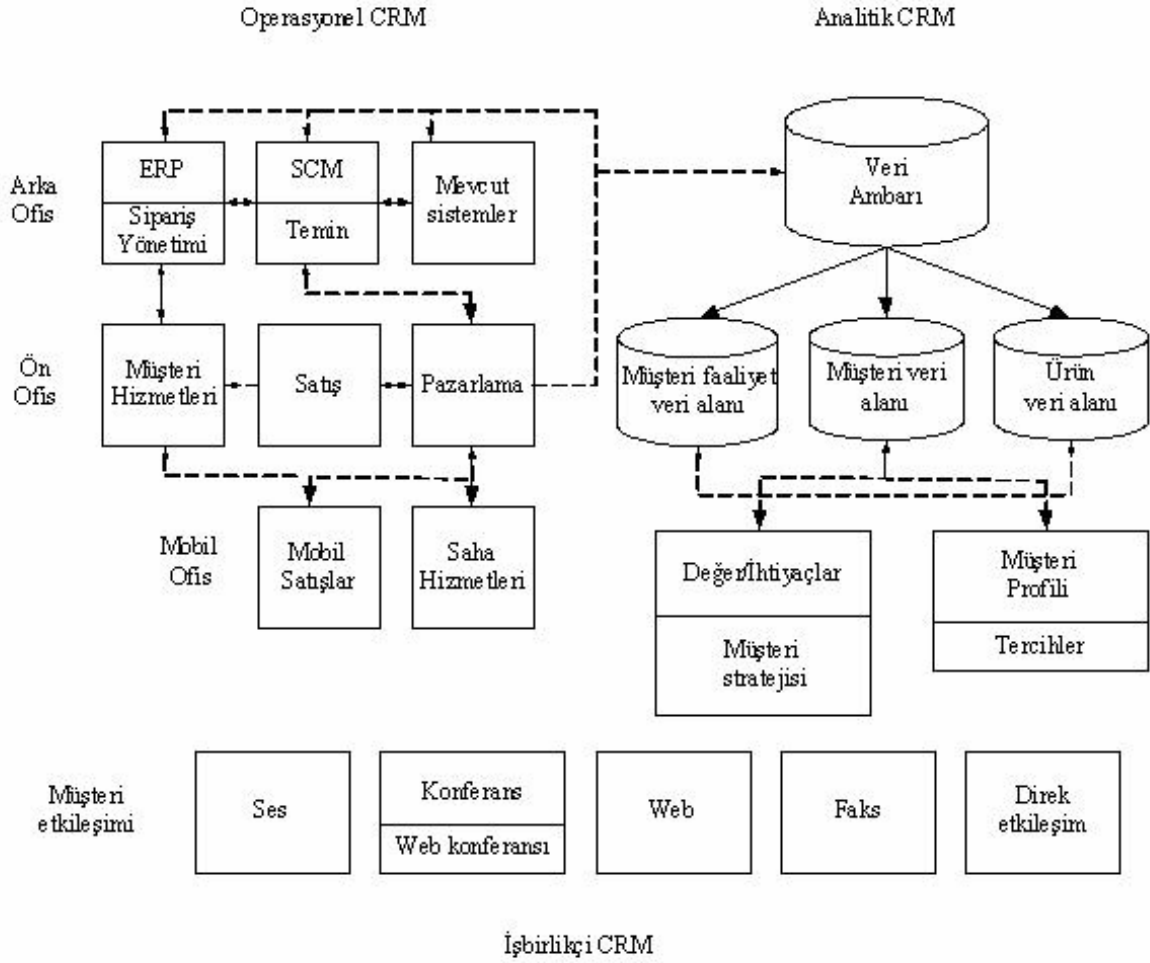
strateji olarak tanımlanmaktadır. CRM araçları, bilgi yönetim sistemlerini, firma geneline yayılmış geniş bilgiyi; satış öncesi ve satış sonrası faaliyetleri planlamak, programlamak ve denetlemek amacıyla bütünleştirmektedir. CRM geniş anlamıyla her bir müşterinin ihtiyaçlarını anlayıp, bu ihtiyaçları karşılayarak işletmenin karını optimize eden ve değeri arttıran bir iş stratejisi, süreci, kültürü ve teknolojisidir.

Kırım (2003), CRM'in bir yazılım olmadığını vurgulamakta ve CRM'i dört seviyede tanımlamaktadır: CRM, (1) müşteri merkezli stratejiler ile (2) bu stratejileri destekleyebilecek yeni işlevsel faaliyetleri içermektedir, ki bu faaliyetler yalnızca satış ve pazarlamayı değil aynı zamanda muhasebe, üretim ve lojistik, sevkiyat gibi arka ofisteki fonksiyonları da kapsamalıdır ve (3) bu yeni işlevsel tanımlar, etkilenen herkes için tüm iş süreçlerinin yeniden yapılandırılmasını gerektirmektedir, (4) bu da haliyle teknolojik desteğe ihtiyaç yaratmaktadır.

CRM, geçmişte sadece müşteri etkileşim alanı ile ilgilenirken, günümüzde tedarik zincirindeki tüm işlemsel veriler ve süreçleri de içermektedir. Bugünkü CRM teknolojisi seçenekleri operasyonel, analitik ve işbirlikçi olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Şekil 2.9) (Reynolds, 2002):

- *Operasyonel CRM* de müşterilerle doğrudan etkileşimde bulunan süreçlerin otomasyonu amaçlanmaktadır. Müşterinin pazarlama, satış ve hizmet bölümleri ile etkileşimleri yönetilmekte ve senkronize edilmektedir. Operasyonel CRM müşteriye işletme ile iletişim için pek çok erişim noktası sunmaktadır. Satış gücünün otomasyonu, e-posta ve İnternet aracılığıyla müşteri hizmeti sunma ve klasik pazarlama araçlarını kullanan uygulamalardır. Müşteri hizmetleri ve çağrı merkezi yönetimi sistemleri de operasyonel sistemlere örnek olarak verilebilmektedir. Operasyonel CRM çözümleri, müşterilerle ilgili hangi faaliyetlerin gerçekleştiğini göstermekte, ancak bunların sebebini ya da etkisini açıklayamamaktadır. Operasyonel CRM, müşterilere değer sağlarken, müşterileri daha iyi anlamayı ya da müşterilerle ilişkileri kuvvetlendirmeyi sağlayamamaktadır.
- *Analitik CRM* müşterilerle daha karlı ve anlamlı ilişkiler kurabilmek için gerekli verilerin incelenebilmesini sağlayan uygulamalar içermektedir. Analitik CRM uygulamalarında veritabanı pazarlaması, satış analiz araçları, dikey ve uygulamaya özel analitik araçlar bulunmaktadır. Analitik sistemler, operasyonel sistemlerin sağladığı bilgilerden yararlanmaktadır. Bu sistemlerde temizlenmiş verileri saklayan veri ambarları ve veri ambarlarının bir parçası olan daha küçük veri alanları yer almaktadır. Küçük veri alanları, belirli bir fonksiyon ya da bölüme özel tasarlanmış, raporları ve ihtiyaçları belli olan

sistemlerdir. Örnek olarak müşteri profilinin çıkarılması, pazarlama kampanyası planlanması ve satış kanalları analizinde kullanılmak üzere verileri biriktiren pazarlama bölümü veri alanı verilebilmektedir. Sadece müşteri verisinin analizinin yapılması ile müşteri davranışları anlaşılabilir, satınalma alışkanlıkları belirlenip, nedensel ilişkiler kurulabilmektedir. Bu şekilde, gelecekteki müşteri memnuniyeti ve davranışı modellenilebilmekte ve tahmin edilebilmekte, stratejik kararlar verilebilmektedir.



Şekil 2.9 CRM mimarisi (Reynolds, 2002)

- *İşbirlikçi CRM* hizmetleri ve altyapısı, işletme ve kanalları arasında etkileşimi olanaklı kılmaktadır. İşbirlikçi CRM, süreçleri iyileştirmek ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için tedarikçiler, ortaklar, müşteriler arasında işbirliğini sağlamaktadır. İşletmenin içsel müşterilerle iletişimdeki ve müşteri destek hizmetindeki personelin, mobil satış elemanlarının, ortakların ve müşterilerin müşteri verilerine ulaşımını, dağıtımını ve paylaşımını kolaylaştırmaktadır. İşbirlikçi süreçler içsel ve dışsal bölümlerin takım olarak daha kolay ve etkin çalışmasını sağlamaktadır.

CRM çözümleri sadece müşteri sadakatini arttırmakla kalmayıp firma içi süreçleri de aşağıdaki gibi iyileştirmektedir (Xu vd., 2002):

- Pazarlama açısından bakıldığında satınalma, ödeme tutarı gibi kriterler üzerinden en iyi müşteriyi belirlemek ve hedeflemek, amaçlara uygun pazarlama kampanyaları yapmak, satış temsilcileri için somut satış yönlendiricilerini bulmak mümkün olmaktadır. Ayrıca müşteri ile etkileşim sonucu elde edilen anlamlı bilgiler doğrultusunda ürün geliştirme süreci de iyileşmektedir.
- Satışlar açısından bakıldığında, CRM çözümleri çalışanlar arasında gerçek zamanlı bilgi paylaşımını mümkün kılarak saha satışlarını ve satış yönetimini geliştirmektedir. Satışların etkinliği İnternet tabanlı veya cep telefonu üzerinden yapılan sipariş girişleri ile artmaktadır. Ayrıca en iyi müşteriler üzerine odaklanmak mümkün olduğundan, müşteri başına gelirler artış göstermektedir.
- Müşteri desteği bakımından bakıldığında ise, her müşteri için müşteri geçmişi ve tercihleri üzerine kurulu bireysel müşteri desteği ile ilişkiler kuvvetlenmektedir. Bilindik çözümler üzerine otomatikleştirilmiş senaryolar ile, çağrı merkezi etkinliği ve müşteri destek hattının kalitesi artmaktadır. Müşteri destek ve hizmeti ile ilgili giderler müşterilerin destek için doğrudan İnternete yönlendirilmeleri ile azalmaktadır. Satış, destek, hizmet ve pazarlamada oluşan tüm müşteri etkileşimleri merkezileşmektedir.

İlk CRM çözümleri, 1980 sonları 1990 başlarında ortaya çıkmıştır. İlk ürün çözüm sağlayıcıları Clarify (Nortel Networks), Onyx Software, Oracle, Vantive (PeopleSoft) ve Siebel Systems olmuştur. Bu paket çözümler müşteriyi elde etme, hizmet verme ve elde tutma ile ilgili içsel süreçleri otomatikleştirme ve standartlaştırma amacını gütmüştür. Bu süreçler çeşitli ürün grupları için tutarlı hizmet ve destek sağlama amacıyla müşteriler için satış temsilcilerine senaryo oluşturmaktan, satın almaya yönlendirici unsurların bulunmasına kadar uzanmaktadır. Bu çözümler işletmelerin ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte olmasına rağmen, pahalı ve bakımı zor olan çözümlerdir. 1990 ortalarında İnternet'in ortaya çıkmasıyla CRM pazarı ve işletmelerin müşteri ile ilgili ihtiyaçları değişmeye başlamıştır. Yeni CRM sisteminde, potansiyel ve mevcut müşteriler işletme ile doğrudan iletişime girebilmektedir. Daha da önemlisi mevcut CRM uygulamaları arkasındaki istemci/sunucu yapısı yok olmaktadır. Bu da İnternet ihtiyaçlarına çabuk cevap veremeyen mevcut firmalara karşılık yeni firmalar için fırsatlar doğurmuştur (Xu vd., 2002).

Günümüzde CRM pazarında iki çeşit yazılım profili bulunmaktadır. Bunlar, yalnız CRM yazılımları üzerine uzmanlaşan firmalar ve CRM yazılımını geliştiren ERP firmalarıdır.

Önceleri, ERP sistemi sunan firmalar satış, servis operasyonlarının yönetimini üretim, satınalma şeklindeki diğer faaliyetler gibi bünyesinde bulundurmuş ve 1994-95 yıllarında yeni yeni ortaya çıkan CRM konusu ile başlangıçta ilgilenmemiştir. Yalnız satış ve servis faaliyeti üzerine ürün geliştiren firmalar ise, sektörlerindeki bu yeni kavramla daha çabuk bütünleşmiştir. 1999 yılı sonrası ERP tedarikçisi firmalar, CRM konusuna girişte geç kaldıklarını anlayıp bu alana yatırım yapmaya başlamış ve artık belirli bir olgunluğa ulaşmışlardır (Akça, 2004). İlk olarak, 1999 yılında SAP firması İnternet için bir CRM yazılımı geliştirmiştir. Bu yazılımla firmalar müşterilerin, satış elemanlarının, dağıtıcılarının kendi kendilerine fiyatları hesaplamalarını, ürün ve hizmetler için özellikleri belirleyebilmelerini sağlayabilmektedir. Ülkemizde de faaliyet gösteren SAP ve Oracle firmaları bu alanda en önde gelen firmalardır. İnternet'le birlikte CRM'in fonksiyonları da değişmiş, CRM daha interaktif hale gelmiştir. Müşteriler artık firmalarla doğrudan işlem yapmakta, araçlar ortadan kalkmaktadır. Firmalar dünyanın farklı yerlerinden müşteriler elde edebilmektedirler. Bu şekilde de günümüzdeki e-CRM uygulamaları ortaya çıkmaktadır (Xu vd., 2002).

CRM yazılım firmalarının ve ERP firmalarının ortak yaklaşımı, yazılımlarının herhangi bir arka ofis yazılımı üzerinde çalışabileceği ve entegre edilebileceğidir. Bununla beraber, ERP teknolojisi ile CRM uygulaması arasında belirgin farklar bulunmaktadır:

- ERP üreticileri arka ofisi; üretim, muhasebe, stok yönetimi, satış, servis operasyonları gibi işletme içi faaliyetler olarak kabul etmektedir. Bu yaklaşıma göre ön ofis müşteriler ile temas noktasından sonra başlamaktadır. Diğer taraftan, CRM yazılımlarında siparişin alınması, fiyatlandırma ve sevkiyat gibi satış ve servis operasyonlarının işletme içerisinde kalan kısmı da ön ofis kapsamında düşünülmektedir, bu durumda arka ofis sadece üretim, stok ve muhasebe gibi faaliyetlerle sınırlıdır (Akça, 2004).
- ERP arka ofis fonksiyonlarını bütünleştiren bir uygulamadır. CRM ise ön ofis ve arka ofis uygulamalarını birbirine bağlayarak ilişkileri iyileştirmeyi ve müşteri bağlılığı oluşturmayı amaçlamaktadır.
- ERP sistemleri, işletmenin tüm fonksiyonel bölümlerini tedarikçiler ve müşterilerle bütünleştirmeyi amaçlamaktadır. CRM ise, ön ofis uygulamaları ve müşteri erişim noktalarını iyileştirerek, müşteri tatminini ve karlılığı optimize etmeyi amaçlamaktadır (Chen ve Popovich, 2003).
- ERP sistemleri bölümlere ayrılmış bilgi sistemlerini birleştirirken, CRM parçalara ayrılmış müşteri bilgisini birleştirmektedir.

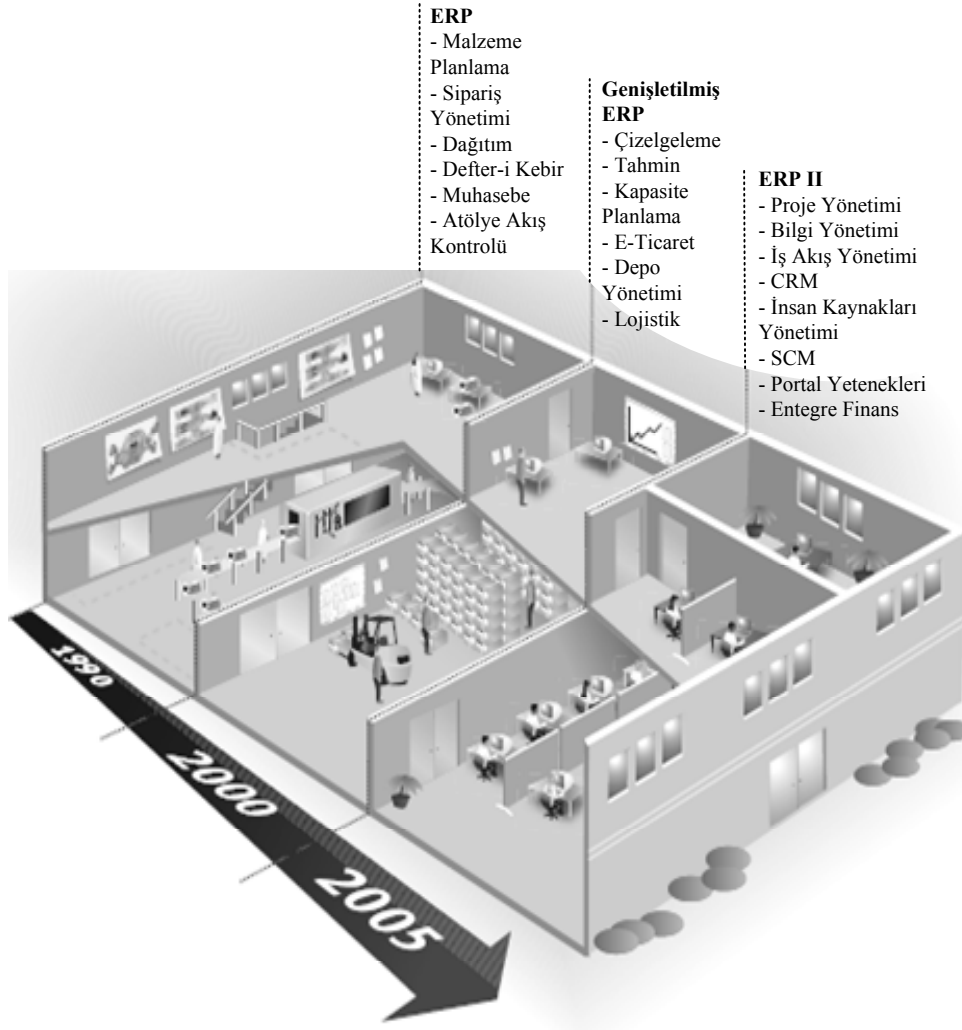
- CRM İnternet ortamında çalışabilen bir uygulamadır, tedarik zincirindeki tedarikçi, müşteri, üretici, dağıtıcı boyunca ERP'nin veri madenciliği özelliğini genişletmek amacıyla tasarlanmıştır. İşletmeler CRM'in analitik özellikleri sayesinde müşteri hakkında anahtar soruları tahmin edip cevaplar bulabilmekte ve bunu tüm kanallar arasında paylaşabilmektedir. Müşterilere, tedarikçilere ve çalışanlara CRM aracılığıyla İnternet üzerinden sistemlere erişim sağlamak veri ambarı ve/veya ERP gibi bir altyapı olduğunda yararlı olmaktadır. Ancak ERP sistemi olan firmalar, CRM uygulamalarına teşebbüs etmeden önce uygulama sürecinde nerede olduklarını anlamalı, aynı zamanda da veri ambarı gibi diğer teknolojilerin bu uygulamada nerelerde, nasıl kullanılabileceğini belirlemelidir (Chen ve Popovich, 2003).
- ERP sistemleri, hiçbir alanda kullanıcıya strateji sunmamaktadır. Sunulan, dünya üzerinde kabul görmüş kurumsal entegrasyonu önde tutan iş yapış biçimleri ve yöntemleridir. Hiçbir ERP sistemi, üretim şefine daha verimli çalışmak için üretim hattına yeni makine alınmalı, bir malzeme birinci değil son aşamada monte edilmeli gibi önerilerde ve uyarılarda bulunmamaktadır. CRM sistemleri ise, pazarlama yöneticisine a'dan z'ye iş yapış biçimi önermektedir.
- ERP uygulamalarında, kurumun yeniliklere açık olması çok önemlidir. CRM uygulamaları ise, tüm iş yapış biçimini değiştirmektedir. Dolayısıyla, değişime karşı oluşacak firma içi direnç ERP uygulamalarına göre çok daha fazladır. ERP sistemlerinde işletmeler ilk adım olarak hedeflerini (uygun gördükleri iş yapış biçimini) belirlemekte, daha sonra bunu kurumsal entegrasyonu ön planda tutarak yazılım üzerinde uyarlamaktadır. CRM sistemleri ise stratejileri de içermektedir. Bu sebeple CRM sistemleri yazılımdan ibaret değildir. CRM uygulamasına başlayacak işletme önce uygun stratejiyi sağlamalıdır (Akça, 2004).

Günümüzde, ERP yazılımları bünyelerine, SCM modüllerinden sonra, CRM modüllerini de katarak müşterilerinin rekabet güçlerini arttıracak komple bir araç haline gelmiş ve ERP II adını almıştır. ERP II yazılımı kullanan işletmeler, artık dört duvarlarının içerisine sıkışmak yerine, müşterileri ile bütünleşmek, onların ihtiyaçlarını en iyi şekilde anlayıp, bunları en verimli biçimde karşılamak fırsatına sahiptir. Bunun yanında, ERP yazılımlarını hayata geçiren işletmelerin mevcut yazılımlarının dışında, bir CRM ürünü seçmeleri mümkün olmakla beraber, yeni yazılım ile mevcut ERP yazılımının entegrasyonu konusuna dikkat etmeleri gerekmektedir.

2.4.6 Genişletilmiş ERP ve ERP II Yazılımları

ERP uygulamaları, 1990'ların başından itibaren, firmaların maliyetlerini azaltmasına yardımcı olan ve daha etkin çalışmalarını sağlayan sistemler olarak iş dünyasında hızla yayılmıştır. ERP, departman yöneticilerine verilerini kolaylıkla gözden geçirme ve etkin bir şekilde yönetme imkanı sunmuştur. Bununla beraber, geleneksel ERP sistemleri günümüz iş dünyasının ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaya başlamıştır. İlk olarak, geleneksel ERP sistemlerinin kapsamı sınırlıdır. ERP işletme içerisindeki departmanlarda ayrı ayrı otomatikleşmeyi sağlamakta, fakat arka ofiste sağladığı faydaları, insanların, iş yüklemelerinin ve tedarik zinciri konularının yönetimine yardımcı olmak için n ofis uygulamalarına yansıtmakta yetersiz kalmaktadır. İkinci olarak, geleneksel ERP sistemleri, tüm süreçlerin tutarlı bir şekilde kontrol edilmesini sağlayamamaktadır. Rekabet baskıları ve küreselleşme nedeniyle, iş dünyası halen daha etkin, toptan kurumsal üzümlere ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada, ERP sistemleri iyi bir başlangıç olarak kalmakta, fakat mevcut pazar daha fazlasını talep etmektedir. Bu sebeplerle, ERP sistemleri zamanla büyüyerek tüm kurumun bir parçası haline gelmiştir. Başlangıçta malzeme yönetimi için bir araç iken, depolama, dağıtım ve sipariş yönetimi fonksiyonlarını da içine alarak genişlemiştir (Massey, 2006).

Kendi içerinde iş süreçlerini yavaş yavaş bilgi teknolojileri ile bütünleştiren firmalar ERP alt yapılarını artık tedarikçilere ve müşterilere doğru yöneltmektedir. Bu talepler karşısında yazılım firmaları da tedarikçi-organizasyon-müşteri arasındaki süreçte kalan gri alanları, ERP alt yapısına bütünleştirmeye çalışmaktadır. Bundan böyle artık ERP yazılımları müşterilerin i gereksinimlerinin yanı sıra, ilişkide oldukları iş ortakları ve müşteri yüzlerini de dikkate alarak gelişecektir. Bunun sonucu olarak müşteri tarafına hitap eden CRM projelerinin ERP ile bütünleşmesi, SCM'nin ise daha geniş bir süreç yapısında malzeme, nakit ve bilgi akışının gereklerini karşılayacak şekilde geliştirilmesi gerekli hale gelmiştir (Onur, 2005). Dolayısıyla, genişletilmiş ERP sistemlerinden sonra, bir sonraki gelişim adımımda, önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, ERP'den bağımsız olarak ortaya çıkan SCM ve CRM gibi sistemlerin de ERP'ye dahil edilmesiyle ERP II olarak adlandırılan yeni bir kavram gündeme yerleşmeye başlamış ve ERP sistemleri n ofis uygulamalarını da kapsar hale getirilmiştir. ERP sadece üretim, dağıtım ve muhasebeyle ilgili değildir. Projeler, iş akışları, satışlar ve çalışanlar da kurum içerisinde önemli bir role sahiptir. Günümüzde, ERP sistemleri artık satış, pazarlama ve insan kaynakları çalışanları tarafından da kullanılmakta ve gerçek anlamda kurum çapında bir araç olmaktadır (Massey, 2006). şekil 2.10, ERP'nin 1990'dan günümüze kadar gelişimini göstermektedir.

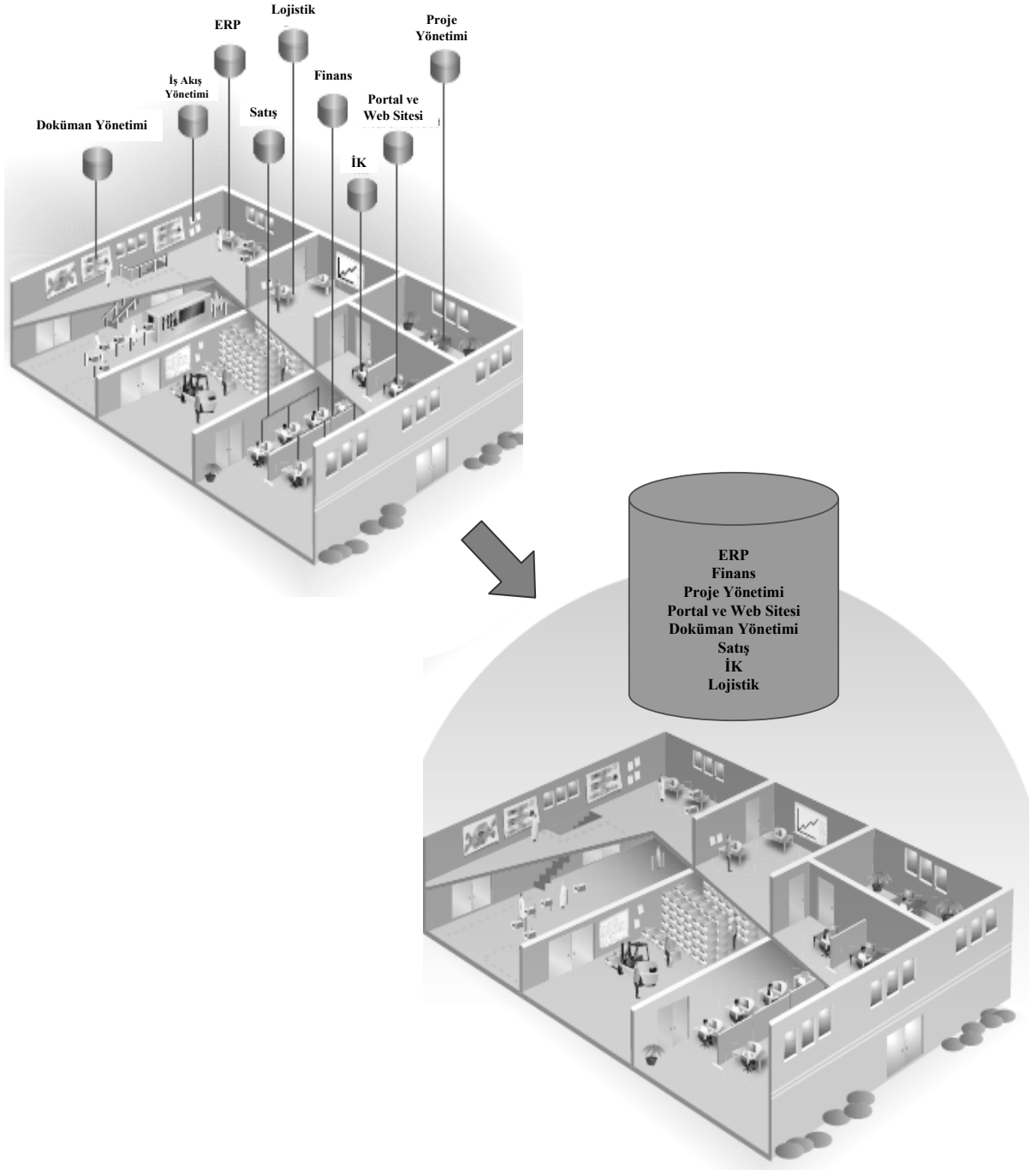


Şekil 2.10 ERP'nin gelişimi (Massey, 2006)

Birçok organizasyonda bilgi, spesifik departmanlar içerisinde, departmanlara ait veritabanları üzerinde veya bir çalışanın bilgisayarında izole edilmektedir. ERP II konseptinde ise, artık organizasyon içerisindeki çalışanlar bilgiyi, tek ve merkezi bir veritabanında paylaşmaktadır (Şekil 2.11). Ayrıca, geliştirilen portal yetenekleriyle, organizasyonlar tedarikçilerini ve müşterilerini de iş akış sürecinin içerisine dahil edebilmekte ve daha yüksek operasyonel etkinlik sağlayabilmektedir (Massey, 2006).

ERP sistemlerindeki bir sonraki gelişme adımı analiz edilirse, satış tarafında müşteriler, tedarik tarafında tedarikçiler ile en akıcı biçimde bütünleşme düşüncesi ortaya çıkmaktadır. Bu bütünleşmeyi sağlayacak en baskın ortam da kuşkusuz İnternet'tir (Akça, 2004). İş hayatında, İnternet'ten her geçen gün daha fazla faydalanılmaktadır. Bu durum, zamanla sadece e-posta, araştırma ve e-ticaret ile sınırlı kalmayacaktır. İnternet hızla iş dünyasında küreselleşme için bir araç haline gelmektedir (Massey, 2006). Dolayısıyla, ERP

sistemlerindeki bir sonraki adımın bu konu üzerinde şekilleneceği ve tüm bunların birer e-iş kültürü haline getirilerek sonuçta e-şirket oluşumunun sağlanacağı düşünülmektedir.



Şekil 2.11 ERP II sisteminde merkezi veritabanı yaklaşımı (Massey, 2006)

2.5 Kurumsal Uygulama Yazılımı Seçimi

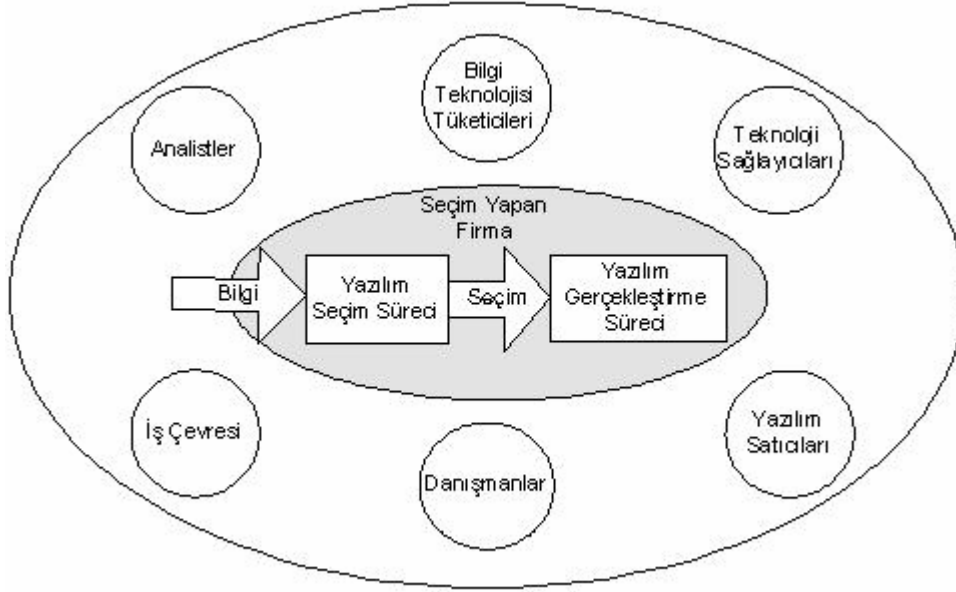
Kurumsal uygulama yazılımlarının günümüzde ulaştığı noktadan hareketle, firmaların yaptıkları işi güçlü ve esnek bir biçimde destekleyecek bu yazılımlara artan bir şekilde ihtiyaç duydukları söylenebilmektedir. Firmaların kurumsal uygulama yazılım paketi edinme için pek çok seçenekleri bulunmaktadır. Yazılım geliştirme yoluyla edinme, firma içi bilgi teknolojisi ekibi tarafından yapılan geliştirmeleri veya üçüncü parti firmalar tarafından yapılan özel geliştirmeleri kapsamaktadır. Alternatif olarak, yazılım satıcıları tarafından önceden geliştirilmiş sistemlerin satın alınması şeklinde, seçim yoluyla da kurumsal uygulama yazılım paketi edinilebilmektedir (Wybo vd., 2005). Özelleşmiş yazılım firmalarındaki artış, çok çeşitli yazılım ihtiyaçlarının varlığı ve hızla değişen teknoloji nedeniyle, işletmeler kendi yazılım uygulamalarını özel olarak geliştirmek yerine, artan bir şekilde kurumsal uygulama yazılım paketi satın almaya yönelmektedir (Sherer, 1993). Zamanla seçim yaklaşımı, yazılım ediniminin baskın anlamı haline gelmiştir ve yazılım harcamalarının ortalama %70'ini oluşturmaktadır (Holland ve Light, 1999). Bu eğilim devam ettikçe, kurumsal uygulama yazılımı satıcıları ve danışmanlarının marka ve pazarlama gücü önemli bir faktör haline gelmektedir. Çizelge 2.4, 1970'lerden 2000'li yıllara gelinceye kadar, kurumsal uygulama yazılım seçimi ortamında yaşanan değişimi özetlemektedir.

Çizelge 2.4 Kurumsal uygulama yazılım seçimi ortamındaki değişimler (Lievertz, 2001)

	1970	2000'li yıllar
Yazılım Satıcıları	Sınırlı sayıda	Çok sayıda
Temel ürün fonksiyonelliği	Sınırlı	Kapsamlı
Yeni fonksiyonellik/çözüm	Temele karşı modifikasyon	Kullanıcı tanımlı
Uygulama çevresi	Tek başına	Entegrasyon
Ürün geliştirme sıklığı	Yıllık	Üç aylık/Aylık
Seçim etkenleri	Satın al veya yap	Satınalma
Teknolojik çevre	Basit	Karmaşık
Satış teknikleri	Sınırlı	Kapsamlı

Genellikle, kurumsal uygulama yazılım seçimi projeleri satıcıların ve danışmanların ortak çabaları ile gerçekleştirilmekte ve birçok durumda danışmanların payı satıcılara nazaran daha fazla olmaktadır. Örneğin, ERP proje maliyetlerin büyük bir kısmı (%60'a yakını) hazırlık, kurma, özelleştirme gibi danışmanlar tarafından sağlanan hizmetlere ayrılmaktadır (Shin, 2006).

Dolayısıyla yazılım seçimi ve hatta seçim sonrası yazılımın gerçekleştirilmesi, her ne kadar seçim yapan firma içerisinde yapılırsa da, firma dışındaki aktörlerin faaliyetleri bu süreci etkilemekte ve bu sürecin çıktıları onların sağladığı bilgiler doğrultusunda oluşmaktadır. Bu aktörler; analistler, iş çevresi, danışmanlar, yazılım satıcıları, teknoloji sağlayıcıları, bilgi teknolojisi tüketicileri olarak sayılabilmektedir (Wybo vd., 2005). Şekil 2.12’de yazılım seçiminin gerçekleştirildiği çevre gösterilmektedir.



Şekil 2.12 Kurumsal uygulama yazılım seçiminin gerçekleştiği çevre (Wybo vd., 2005)

Birbirleriyle sürekli etkileşim halinde olan aktörlerden oluşan böyle bir ortamda, kurumsal uygulama yazılım seçiminin, yazılım geliştirmeden ve diğer endüstriyel alımlardan daha farklı ve önemli olduğunu söylemek yanlış olmamaktadır. Bu bağlamda, kurumsal uygulama yazılım seçiminin firmalar için önemi bir sonraki kısımda detaylandırılmaktadır.

2.5.1 Kurumsal Uygulama Yazılımı Seçiminin Önemi

Bir kurumsal uygulama yazılımının seçim yoluyla edinilmesi, geliştirme yoluyla edinilmesine göre farklılıklar göstermektedir. Yazılım geliştirme yaklaşımı, ihtiyaçların belirlenmesi, altyapı, tasarım ve gerçekleştirme faaliyetlerinin sıralı bir şekilde yapılmasını gerektirirken, yazılım seçiminde bu faaliyetler eşzamanlı olarak yerine getirilmektedir. Kurumsal uygulama yazılımı seçiminde, seçim yapan firma ürün performanslarını ve benzerliklerini dikkate almak durumundadır ki, bu yazılım geliştirme yaklaşımında söz konusu değildir. Yazılım seçiminin doğal yapısı, özel bilgi ve tecrübe gerektirmesi gibi özellikleri, genellikle dışarıdan teknik danışmanların, süreç ve proje yönetimi danışmanlarının, sektör analistlerinin kullanılmasını

gerektirmektedir. Bu durum da yazılım seçimini, yazılım geliştirmeden ayıran bir diğer faktördür (Wybo vd., 2005).

Kurumsal satınalma üzerinde yapılan araştırmalar satınalma problemlerini ve karar yaklaşımlarını tedarikçilerin seçimi ve ürünlerin seçimi şeklinde iki büyük sınıfa ayırmaktadır. Faris vd. (1967) tarafından yapılan sınıflandırmada, satınalma durumları yeni ürün/yeni tedarikçi durumu, modifiye edilmiş tekrarlı satın almalar ve periyodik alımlar şeklinde üç duruma ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmada yeni ürün/tedarikçi durumu, üzerinde tecrübeye sahip olunmayan, tamamen yeni bir ürün veya hizmet alımı olarak tanımlanmaktadır. Bu satınalma durumunda, diğer satınalma durumlarına oranla yüksek seviyede belirsizlik bulunmaktadır ve kapsamlı problem çözümü ve grup halinde karar verme gerekmektedir. Bu yapıda, kurumsal uygulama yazılımı seçimi en çok bu sınıfa benzemektedir.

Endüstriyel satın almalarla ilgili iki önemli risk faktörü tanımlanmaktadır: (1) Yanlış seçimin yapılması durumunda oluşacak negatif sonuçların büyüklüğü, (2) Seçim kararının belirsizlik altında verilmesi. Yanlış seçimin yapılması durumunda oluşacak negatif sonuçlar genellikle finansal terimlerle ifade edilmektedir. Teknik belirsizlik konusu ise, ürünün beklentilere göre performans göstermeme ihtimali olarak tanımlanmaktadır. Ürün performansı, ürünün firmanın belirli uygulamalarına uygunluğu ile test edilmekte ve sonuçta ürünün tam anlamıyla kullanılması sırasında oluşacak durumlar tahmin edilememektedir (Wybo vd., 2005).

Literatürde birçok çalışma, yazılım satınalma ve diğer endüstriyel alımlar arasındaki farklılıklar üzerinde durmaktadır. Yüksek teknoloji pazarı, tipik olarak baskın bir teknolojik tasarımdan söz edilemeyen birçok alternatif içermektedir. Fonksiyonellik, veri tanımları ve yapıları, kullanıcı arayüzü gibi konularda az miktarda standart bulunması, bu durumu kurumsal uygulama yazılımı için de geçerli kılmaktadır. Örneğin, ürün ağaçlarının oluşturulması gibi genel bir konuda bile, farklı uygulamalarda farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır.

Kurumsal uygulama yazılımlarının bir firmada gerçekleştirilmesi, operasyonel değişimleri kapsamakta ve genellikle satın alıcı firma için stratejik sonuçlar içermektedir. Diğer endüstriyel ürünlerin alımından farklı olarak, yazılım diğer organizasyonel karakteristikler ve süreçler ile beklenmedik etkileşimler yaratma potansiyeline sahiptir.

Tüm bu faktörler bir araya geldiğinde, kurumsal yazılımların seçiminin zor, zaman alıcı ve pahalı bir süreç olduğu ve satın alıcı firma için birçok önemli sonuçlar doğurduğu

görülmektedir. Bu yüzden yazılım seçimini, yazılım geliştirmeden ve diğer endüstriyel alımlardan ayrı tutmak gerekmektedir (Wybo vd., 2005).

Kurumsal uygulama yazılımı seçiminin bu stratejik öneminden olsa gerek, literatürde de çok sayıda yazılım seçimi yaklaşımı bulunmaktadır. Yazılım seçimi için geliştirilmiş tekniklerin çoğu, çok sayıdaki uygulamayı çok sayıda ihtiyaca karşılık olarak değerlendirmek için gereken karşılaştırmaların sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Bu amaç, ya potansiyel yazılım alternatiflerinin elenmesi için birtakım süreçler önererek (Kontio vd., 1995; Tran ve Lui, 1997; Lawlis vd., 2001; Ochs vd., 2000) ya da uygun fonksiyonel ihtiyaçların belirlenmesine yardımcı olarak (Maiden ve Ncube, 1998) gerçekleştirilmektedir. Yazılım seçimi üzerine diğer çalışmalar, uygulama yazılımı seçiminde kullanılacak farklı karar verme teknikleri (Lai vd., 1999; Lai vd., 2002; Wei vd., 2005; Ayağ ve Özdemir, 2006) ve seçim sürecindeki risklerin yönetilmesi (Sherer, 1993) üzerine odaklanmaktadır. Bu farklı bakış açılarından oluşturulabilecek genel kanılar, (1) yazılım seçiminin firmalar açısından zor ve pahalı bir süreç olduğu, (2) yanlış seçim yapmanın negatif sonuçlarının kayda değer ölçüde olabileceği ve (3) seçim yapan organizasyon dışında bu sürecin gerçekleştirilmesini ve nihai sonuçlarını etkileyen birçok aktörün bulunduğu (Wybo vd., 2005).

Özet olarak, literatür yazılım seçiminin yazılım geliştirme yaklaşımından ve diğer endüstriyel alımlardan farklı olduğunu, seçim sürecinin yüksek maliyetler içerdiğini ve bu maliyetlerin yönetiminde alternatifler üzerinde toplanan başlangıç verileri ile kısa bir alternatif listesinin oluşturulması gerektiğini onaylamaktadır. Yanlış seçimin yapılmasının potansiyel negatif etkileri, yazılım seçiminde önemli bir faktör olarak tanımlanmaktadır ve bu tip ileri teknoloji alımları, seçilen ürünün nihai performansı ile ilgili yüksek seviyeli belirsizliklere göre karakterize edilmektedir.

Kurumsal uygulama yazılım paketi seçimi, çok kriterli bir ortamda alınan bir grup kararı problemidir. Fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterler olmak üzere çok sayıda kriterin ve çok sayıda karar vericinin katılımı sebebiyle alınacak karar çok boyutlu olmakta ve çözüm sürecinin karmaşıklığı artmaktadır. Çeşitli uygulamalar için mevcut olan yazılım paketi alternatiflerinin çokluğu, yazılım paketlerinin değerlendirilmesi için endüstriyel standartların bulunmaması, yazılım paketlerinin performanslarındaki farklılıklar, doğru seçimi yapmak için gerekli olan bilgi birikimi ve tecrübenin eksikliği, müşteri ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayacak yazılım paketinin değerlendirilmesi ve seçimini önemli kılmakta ve bu probleme sistematik bir yaklaşım ihtiyacını doğurmaktadır. Bir sonraki bölümde kurumsal uygulama yazılım paketi seçim projelerinin temel adımları detaylandırılmaktadır.

2.5.2 Kurumsal Uygulama Yazılım Paketi Seçim Süreci

Literatürde yazılım seçim metodolojileri tanımlayan akademik çalışmalar bulunmaktadır, fakat bu metodolojiler genellikle, spesifik bir kurumsal uygulama yazılımına özel olmaktadır. Bu yaklaşımlar 3. bölümdeki literatür araştırması kapsamında özetlenmektedir. Varolan genel metodolojiler ise genellikle, firmalara yazılım seçimi danışmanlık hizmeti sunan danışmanlık firmaları tarafından tanımlanan metodolojilerdir. Bu metodolojiler, geniş kabul görmüş yazılım seçimi stratejilerine ve danışmanlık firmalarının birçok firmadaki uygulamaları neticesinde oluşan tecrübe ve bilgi birikimlerine dayanmaktadır. Bu metodolojilerin genel olarak birçok adımı ortak olmakta, sadece kullanılan karar metotlarında farklılıklar göstermektedir. Bu bölümde, kurumsal uygulama yazılım seçimi sürecinin temel safhalarını ve bu safhalarda gerçekleştirilecek adımları tanıtmak amacıyla, birkaç danışmanlık firmasının geliştirdiği metodolojiler doğrultusunda genel bir bakış açısı sunulmaktadır.

Organizasyonlardaki yazılım paketi seçim projeleri birbirinden farklı ve her projenin kendine özgü olmasına rağmen, tüm yazılım paketi seçim projelerinde genel adımlar bulunmaktadır. Kontio vd. (1995) bu adımları,

- Seçim sürecinde oluşturulan proje takımının görevlerinin açık bir şekilde tanımlanması,
- Değerlendirme kriterlerinin hiyerarşik ve detaylı tanımının yapılması,
- Yazılım alternatiflerin değerlendirme kriterleri baz alınarak birbiriyle karşılaştırılması,
- Değerlendirme sonuçlarının analizi ve özetinde uygun karar verme metotlarının kullanılarak son seçim kararının verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır.

Amerika’da faaliyet gösteren ve “Fortune 500” firmalarına, orta düzey pazarda yer alan firmalara ve büyümekte olan firmalara bilgi sistemleri danışmanlık ve eğitim hizmetleri sunan bir danışmanlık firması tarafından sunulan iş odaklı yazılım seçim metodolojisinin aşamaları aşağıda özetlenmektedir (Mason, 2000):

- **Aşama 1 - Projenin başlatılması:** Projenin başlatılması safhası aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:
 - *Proje hedef ve amaçlarının belirlenmesi:* Bu adımda firma, içeriğinde aşağıdakilerin bulunduğu bir rapor hazırlamaktadır:
 - Problemin tanımı,
 - Proje sponsorunun ve yönetim kurulunun tanımı ve hedefleri,
 - Proje amaçları,
 - Proje takım üyeleri ve rolleri,
 - Proje dışında tutulanlar,

- Önemli olasılıklar ve proje kısıtları.
- *Proje takımının oluşturulması:* Kurumun en iyi başarı şansına sahip olması için, projeye her seviyeden katılımın sağlanması gerekmektedir. İdeal olarak bir proje aşağıdaki yapıya sahip olmalıdır:
 - Proje sponsoru: Yönetim kurulundan bir veya iki personelin projeyi başlatması ve projenin amaçlarını başlangıçtan itibaren ortaya koyması gerekmektedir.
 - Destekleyici yönetim kurulu: Projeden kazanç sağlayabilecek iki veya daha fazla üst düzey yöneticinin başlangıçtan itibaren projenin içinde olmaları gerekmektedir.
 - Proje yöneticisi: Projeden sorumlu olan ve yönetim kuruluna proje gelişmelerini rapor eden bir proje yöneticisi gerekmektedir.
 - Proje takımı: Proje amaçlarından etkilenen farklı departmanlardan çalışanların proje takımı içinde bulunmaları gerekmektedir.
- *Başlangıç toplantısının yapılması:* Proje amaç ve hedefleri belirlendikten ve proje takımı oluşturulduktan sonraki adım, projenin başlatılması için başlangıç toplantısının yapılmasıdır. Bu toplantının amacı, takım üyelerini proje hakkında eğitmektir.
- **Aşama 2 - İş süreçlerinin analizi:** İş süreçlerinin analizi aşaması aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:
 - *Mevcut süreçlerin anlaşılması:* Bir organizasyonun işlerini nasıl yapması gerektiğini anlaması için, öncelikle mevcut süreçlerini anlaması çok önemlidir. İş süreçleri haritası boyunca takım; insanlar, teknoloji ve süreçler arasındaki etkileşimi tanımlayabilmektedir. İş süreçleri analizi, mevcut iş süreçlerinin anlaşılmasını içermektedir. Bunun için proje takımı yönetim kurulu ile başlayarak, tüm ilgili kişilerle görüşmeler yapmalıdır. Görüşmenin şekli, görüşülecek kişilere göre aşağıdakiler dikkate alınarak düzenlenmelidir:
 - Üst yönetim: Görüşmeler, stratejiler ve hedefler konusunda gerçekleştirilmelidir.
 - Yönetim: Görüşmeler, projeye ilgili konuların ve problemlerin ne olduğunu saptamak, süreç akışları ve bu akıştaki kişilerin rollerini özetlemek yönünde düzenlenmelidir.
 - Çalışanlar: Bir iş sürecinin haritasını çizerken en çok detayı sağladıkları için çalışanlarla yapılan görüşmeler çok önemlidir. Proje takımı, çalışanların kendi görevlerini tamamlamak için hangi sistemleri kullandığını ve manuel olarak gerçekleştirilen işleri saptamak zorundadır. Görüşme zamanlarının büyük bir yüzdesi çalışanlara ayrılmalıdır. Genellikle, operasyonel süreçler boyunca kontroller ve raporlar dağınık durumda olduğundan, bu süreçlerin anlaşılması güçtür. Bununla

birlikte, süreçler objektif olarak analiz edilmeli ve gelişme için fırsatlar hızlı bir şekilde tanımlanmalıdır.

- *İş amaçlarını destekleyecek en iyi uygulamaların belirlenmesi:* Proje takımının en iyi uygulamaları belirlemesi, organizasyona süreçlerinin nasıl çalışmasını istediğini saptamasına izin vermektedir. En iyi uygulamalar, sektördeki lider firmaların süreçleri, araştırma raporları veya diğer sektörlerdeki başarılı firmaların uygulamaları baz alınarak belirlenebilmektedir. Eğer organizasyonun kaynak kısıtı yoksa, organizasyonun nasıl davranması gerektiğini göstermektedir (Mason, 2000).
- *İş süreçleri üzerinde boşluk analizinin yapılması:* En iyi uygulamalar belirlendikten sonra proje takımı, görüşmelere geri dönerek, firma için olması gereken iş süreçlerini geliştirmektedir. Her firmanın birtakım kısıtları olduğu için, en iyi uygulamaları gerçekleştiremeyebilmektedir. Bundan dolayı, en iyi uygulamaları belirledikten sonra proje takımı, organizasyon için en iyiyi tanımlayabilmek amaçlı bir boşluk analizi çalışması yapmalıdır. Boşluk analizi, organizasyonun mevcut iş süreçlerindeki zayıf alanları tanımlayabilmektedir.

Bu zayıflıklar aşağıdaki faktörlerden kaynaklanabilmektedir:

- Süreçleri destekleyen teknolojinin yetersiz olması,
- Manuel süreçleri destekleyen kaynakların yetersiz olması,
- Mevcut sistemlerden kaynaklanan etkin olmayan süreçlerin varolması.

Boşluk analizinin çıktısı, gerekli süreç iyileştirmelerini özetleyen bir öneri raporu şeklinde olmaktadır.

- *İş süreçlerinin iyileştirilmesi:* Proje takımı, boşluk analizi çıktılarına ve öneri raporunda yer alan kararlara dayanarak, olması gereken iş süreçlerinin haritasını geliştirmektedir.
- **Aşama 3 - İhtiyaçların tanımlanması:** Bu aşama, en uygun çözümün değerlendirilmesi projesinde bir dönüm noktasıdır. Birçok firma detaylı ihtiyaç analizi yapmadığı için tatmin etmeyen sonuçlar elde edebilmektedir. Bu aşamada aşağıdaki ihtiyaç tipleriyle ilgili konular tanımlanmaktadır:
 - *Yönetim ihtiyaçları*
 - Bütçe/zamanlama
 - Yönetim tarafından rapor edilen ihtiyaçlar
 - *Fonksiyonel ihtiyaçlar*
 - Fonksiyonel birimlerin işle ilgili gereksinimleri

- *Teknik ihtiyaçlar*
 - Bilgi sistemi standartları
 - Veri akış diyagramları
 - Sistem arayüzleri
- **Aşama 4 - Satınalma seçeneğine karşılık yazılım geliştirmenin analiz edilmesi:** Proje takımı firmanın fonksiyonel, teknik ve yönetsel ihtiyaçlarını belirledikten sonra, mevcut paket yazılımlardan birini satınalma veya ihtiyaçlarına uygun yazılımı geliştirme kararını verebilmektedir. Eğer mevcut pazarda spesifik iş alanlarına yönelik çok sayıda çözüm alternatifi bulunuyorsa ve satıcıların sundukları ürün ve hizmetler proje bütçesini aşmıyorsa, genellikle kurumsal uygulama yazılımı satın almak önerilen bir yaklaşımdır. Bununla beraber, mevcut yazılımlar firmanın belirlediği ihtiyaçları karşılayabilecek nitelikte değilse, bu durumda firma içerisinde yazılım geliştirmek daha az riskli bir çözüm olmaktadır.
- **Aşama 5 - Yazılım seçimi:** Proje takımı bir önceki aşamada bir yazılım satınalma kararı vermiş ise, bu durumda yeni hedef doğru çözümün seçilmesi olmaktadır. Doğru çözüm iş ihtiyaçlarını, teknik ihtiyaçları ve yönetim ihtiyaçlarını karşılayan çözümdür. Bu aşama aşağıdaki adımları kapsamaktadır:
 - *Potansiyel satıcı alternatiflerinin araştırılması*
 - *Bilgi istek formunun (Request for Information-RFI) geliştirilmesi:* Bilgi istek formu çalışılabileceği düşünülen satıcılara gönderilen bir formdur. Bilgi istek formunda aşağıdaki konular yer alabilmektedir:
 - Projenin kapsamı (bütçe ve zaman kısıtı),
 - Yüksek öncelikli fonksiyonel ihtiyaçlar,
 - Teknik ihtiyaçlar
 - *Kısa satıcı listesinin oluşturulması:* Satıcı firmaların RFI cevapları dikkate alınarak kısa bir liste oluşturulabilmektedir. Bu liste 4-7 satıcı içermelidir. Çok fazla satıcı ile görüşme yapmak, projenin maliyetini yükseltebilmekte ve proje zamanını uzatmaktadır. Aynı zamanda takım elemanları çok fazla ürün çeşidi karşısında odak noktalarından uzaklaşabilmektedir.
 - *Puanlama kartı:* Bu adımda proje takımı, satıcıların değerlendirilmesinde kullanılmak üzere bir puanlama tablosu hazırlamaktadır. Bu değerlendirmeler satıcı sunumları sırasında gerçekleştirilmektedir. Puanlama kartı, detaylı fonksiyonel ve teknik ihtiyaçları içermelidir. Seçilen maddeler spesifik ve ölçülebilir olmalıdır.

- *Öneri istek formunun (Request for Proposal-RFP) geliştirilmesi:* RFP, puanlama kartındaki maddeleri, detaylı finansal bilgileri, teknik bilgileri, satıcı destek ve bakım vaatlerini ve yazılımın gerçekleştirme maliyetlerini içeren bir formdur.
- *Satıcı sunumlarının planlanması:* Proje takımının satıcı sunumlarını kontrol edebilmesi çok önemlidir. Tüm satıcılara sunum için eşit süre ayrılmalı ve bu süreyi aşmalarına izin verilmemelidir. Her sunum sonunda takım, tüm maddelerin sunum içinde gösterildiğinden emin olmalıdır. Tüm takım üyeleri, her sunumun sonunda puanlama kartını doldurmuş olmalıdır. Böylelikle diğer sunumlardan etkilenecek ya da kıyaslama yaparak puanlama yapılmasının önüne geçilmiş olmaktadır. Firma için uygun yazılımın seçiminde puanlama kartlarının ve RFP'lerin cevapları esas alınmalıdır. Tüm sunumlar tamamlandıktan sonra, elde edilen veriler satıcıların sıralanması için kullanılmaktadır. Bir sonraki adım, takımın görüşmelere iki ana konu üzerinde yoğunlaşarak başlamasıdır. Bunlar; yazılımın lisans maliyeti ve gerçekleştirme maliyetidir. Lisans maliyeti başlangıç maliyetidir, yani bir nevi telif hakkıdır. Gerçekleştirme maliyetleri ise genellikle projenin bütçeyi aşmasına sebep olan maliyetlerdir. Bu nedenle uygulama aşamasına geçmeden önce tüm maliyet kalemleri detayları ile gözden geçirilmeli ve seçim toplam maliyete göre yapılmalıdır (Mason, 2000).

Bir başka danışmanlık firması Capterra kurumsal yazılım merkezi, yazılım satınalma sürecinde firmalara destek olmak amacıyla on-line danışmanlık hizmeti vermekte ve konuyla ilgili birçok araç ve kaynağı bünyesinde barındırmaktadır. Kullandığı genel yazılım seçimi metodolojisini, temel olarak dört safhada tanımlamaktadır. Bu safhalar aşağıda özetlenmektedir (Capterra, 2001):

- **Planlama safhası:** Bu safha, firmanın mevcut durumunun değerlendirilmesini ve firmanın yeni bir yazılım çözümüne ihtiyaç duyma sebeplerinin tanımlanmasını gerektirmektedir. Amaçların tanımlanması ve iş süreçlerinin gözden geçirilmesi ile yazılım seçimi sürecinin temellerinin oluşturulduğu safhadır. Bu safhada yazılım seçim projesi için proje planı geliştirilmekte ve onaylanmaktadır. Bu safhanın temel aşama ve adımları şunlardır:
 - *Aşama 1: Amaçların tanımlanması*
 - Adım 1: Üst ve orta yöneticilerle görüşmeler yapılması
 - Adım 2: Bilgi teknolojileri ve operasyon yöneticileriyle görüşmeler yapılması
 - Adım 3: Fonksiyonel departmanlardaki yönetici ve kullanıcılarla görüşmeler yapılması
 - Adım 4: Amaçların tanımlanması

- *Aşama 2: İhtiyaçların belirlenmesi*
 - Adım 1: Mevcut sistemin değerlendirilmesi
 - Adım 2: Alternatiflerin belirlenmesi
 - Adım 3: Fayda maliyet analizlerinin yapılması
- *Aşama 3: Proje planının ve takımın oluşturulması*
 - Adım 1: Proje yapısının tanımlanması
 - Adım 2: Proje amacının tanımlanması
 - Adım 3: Proje takımının oluşturulması
 - Adım 4: Proje aşamalarının ve görevlerin tanımlanması
- **Tanımlama safhası:** Bu safha, seçilecek çözüm için fonksiyonel, teknik ve operasyonel ihtiyaçların belirlenmesine odaklanmaktadır. Bu ihtiyaçlar, planlama safhasında tanımlanan amaçlar üzerine oluşturulmaktadır. Planlama safhası kısa satıcı listesinin, bir sonraki safhada kullanılacak öneri istek formunun oluşturulması ile tamamlanmaktadır. Bu safhanın temel aşama ve adımları şunlardır:
 - *Aşama 1: İhtiyaçların tanımlanması*
 - Adım 1: Proje planının ve amaçların gözden geçirilmesi
 - Adım 2: İhtiyaçların oluşturulması için hazırlık yapılması
 - Adım 3: İhtiyaçların oluşturulması
 - Adım 4: İhtiyaçların önceliklendirilmesi
 - Adım 5: İhtiyaçların tüm proje amaçlarını kapsadığının doğrulanması
 - *Aşama 2: Potansiyel satıcıların tanımlanması*
 - Adım 1: Bilgi kaynaklarının tanımlanması ve satıcı listesinin oluşturulması
 - Adım 2: Ön değerlendirmenin yapılması
 - *Aşama 3: Öneri istek formunun (Request for Proposal-RFP) oluşturulması*
- **Değerlendirme safhası:** Bu safha, ürünlerin fonksiyonel ve teknik özelliklerinin ve satıcıların detaylı bir şekilde değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu safhada, bir önceki safhada belirlenen ihtiyaçların, ürün özellikleri ile karşılaştırılması ve ürünlerin puanlandırılması gerçekleştirilmektedir. Değerlendirme safhasının amacı, her bir potansiyel ürün alternatifinin firmanın ihtiyaçlarını hangi derecede karşıladığının belirlenmesidir. Bu safhanın temel aşama ve adımları şunlardır:
 - *Aşama 1: Değerlendirmeye hazırlık*
 - Adım 1: Değerlendirme yaklaşımının belirlenmesi
 - Adım 2: Kaynakların bulunması ve düzenlenmesi

- *Aşama 2: Ürün değerlendirme*
 - Adım 1: Fonksiyonel değerlendirmenin tamamlanması
 - Adım 2: Teknik değerlendirmenin tamamlanması
 - Adım 3: Fiyat ve bakım seviyelerinin değerlendirilmesi
- *Aşama 3: Satıcı değerlendirme*
 - Adım 1: Firmanın değerlendirilmesi
 - Adım 2: Teknik destek ve bakım çalışanlarının değerlendirilmesi
 - Adım 3: Firmanın mevcut müşterileriyle görüşülmesi
- **Seçim safhası:** Bu safha, yazılım seçim sürecinin tamamlandığı aşamaları kapsamaktadır. İlk aşama yapılan değerlendirme skorlarının hesaplanması, gözden geçirilmesi ve son seçim adımlarını kapsamaktadır. İkinci aşama ise kontrat anlaşmaları aşamasıdır. Bu iki aşama da tamamlandıktan sonra seçim yapan firma seçtiği yazılım çözümünü gerçekleştirme projesine başlamaktadır (Capterra, 2001).

Başka bir danışmanlık firmasının tanımladığı yazılım seçimi metodolojisi de aşağıdaki aşamaları ve adımları içermektedir (Fewell ve Wald, 2001):

- Projenin başlatılması,
- Sektörün ve sektördeki en iyi uygulamaların kontrol edilmesi,
- İhtiyaçların belgelenmesi,
 - Stratejik ihtiyaçlar
 - Fonksiyonel ihtiyaçlar
 - Satıcı ihtiyaçları
 - Teknik/operasyonel ihtiyaçlar
 - Arayüz/değiştirme ihtiyaçları
- Paketlerin analiz edilmesi ve finalistlerin seçilmesi,
- Satılma seçeneğine karşılık yazılım geliştirme seçeneğinin analiz edilmesi,
- Seçilen finalistlerin gözden geçirilmesi,
 - RFP
 - Satıcı Sunumları
- Önerinin belgelenmesi/Yönetimin onayının alınması,
- Seçilen yazılımın gerçekleştirme maliyetlerinin ve personel planının geliştirilmesi,
 - Altyapıyı iyileştirme
 - Yükleme
 - Özelleştirme

- Mevcut sistemlere arayüz oluşturma
- Dosya değişikliği/transferi
- Eğitim/değişim yönetimi
- Dokümantasyon ve destek

Yukarıda sunulan metodolojiler, kurumsal uygulama yazılım paketi seçiminde uygulanabilecek temel adımları içermektedir. Bu adımlar içerisinde şüphesiz en önemli nokta her aşamada kullanılacak karar destek metodunun etkinliğidir. Uygulamada bu ve benzeri noktalarda pek çok güçlükle karşılaşmakta ve büyük hatalar yapılmaktadır.

2.5.3 Seçim Sürecinde Yapılabilecek Hatalar ve Kritik Başarı Faktörleri

Bir insanın mesleki kariyerinde, katılma olasılığı en düşük projelerden biri, yeni bir sistem seçimi projesidir. Birçok organizasyonda, büyük azim ve gayret isteyen bu projeler, 7 veya 10 yılda bir ortaya çıkmaktadır. Bu projelerin nadir olarak gerçekleşmesi de, bu projeler üzerinde tecrübe kazanmış uzman sayısının az olması sonucunu doğurmaktadır. Dolayısıyla bu tip projelerde birçok hatalar yapılmakta ve başarısız uygulamalarla karşılaşmaktadır.

Kontio vd. (1995) kurumsal uygulama yazılım paketi seçimindeki ana problemleri aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

- İyi tanımlanmış, sistematik ve tekrarlanabilir bir sürecin eksikliği,
- Uygulama ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulmaması,
- Karar verme aşamasında yanlış karar metotlarının kullanılması.

Fewell ve Wald (2001) ise, gerçekleştirdikleri yazılım seçimi projelerinden edindikleri tecrübelerin sonucunda, hemen hemen tüm yazılım seçimi projelerinde ortak olarak yapılan hataları aşağıdaki gibi özetlemektedir:

- Satın alınan paketten etkilenen tüm organizasyonel alanların desteğinin alınmaması,
- Mevcut durumu iyileştirmeden, etkin olmayan süreçlerin otomatikleştirilmesi,
- Seçim kriterlerinin kurumsal uygulama yazılımının değerlendirilmesi aşamasında geliştirilmesi,
- Satıcı sunumlarına fazlasıyla güvenilmesi,
- Seçim projesine yeterli kaynağın atanmaması,
- İş süreçleri üzerindeki değişimlerin olası etkilerinin dikkate alınmaması,
- Olması istenen özelliklerle, olması gereken özelliklerin birbirine karıştırılması,
- Amaçların net bir şekilde belirlenmemesi,
- Satıcının finansal gücünün dikkate alınmaması,

- Gerçekçi olmayan maliyet tahminlerinin yapılması.

Capterra (2001) de yazılım seçim sürecinde oluşan maliyetli hataları aşağıdaki şekilde tanımlamakta ve bu hataların önlenmesine yönelik önerilerde bulunmaktadır:

- *Gereğinden büyük bir paket satın almak:* Firmalar genellikle ihtiyaç duyduklarının çok üzerinde fonksiyonelliğe sahip olan yazılım paketlerini satın almaktadır. Bu sebeple de hem para hem de zaman kaybına uğramaktadırlar. Bazen de, fonksiyonelliği yüksek yazılımı satın alarak, yazılımla birlikte gelişmeyi ve büyümeyi düşünmektedirler. Bazı durumlarda da seçim yapan firmalar küçük ve daha uygun sistemlerden haberdar olmamaktadır. Yazılım seçimi sürecinin amacı, firmaya en uygun paketi satın almaktır.
- *Proje takımını doğru belirleyememek:* Bilgi sistemleri departmanları genellikle, yazılım paketinin teknik konuları üzerine çok fazla odaklanarak, son kullanıcıların ihtiyaçlarını göz ardı edebilmektedir. Dolayısıyla hem fonksiyonel hem de teknik kişiler, proje takımına dahil edilmelidir.
- *Proje takımının problemleri yönetememesi:* Firmalar bazen paket seçimi ve yürütülmesi ile ilgili gerçekçi olmayan beklentiler içine girebilmektedir. Bu durumlarda, proje takımı, yazılımın gerçekleştirilmesi sırasında oluşacak kaçınılmaz problemlere karşı yöneticileri ve son kullanıcıları hazırlamakta başarısız olmaktadır. Proje takımının bu konuları yönetim şekli ve tepkileri çok kritiktir.
- *Proje takımının kaynakları yönetememesi:* Proje takımı üzerindeki projeyi çabuk ve bütçe kısıtı altında tamamlama baskısı, proje yöneticilerinin ihtiyaç duyulan zaman ve kaynakları doğru tahmin edememelerine sebep olmaktadır. Donanım, danışman desteği, bakım, eğitim veya ek geliştirmeler için yapılan tahminlerin sapması sık görülen bir durumdur.
- *Sadece en önemli görünen ihtiyaçlara odaklanılması:* En yüksek derecede önemli olan ihtiyaçlara odaklanan firmalar, daha az önem taşıyan ihtiyaçları ihmal edebilmektedir. Böylece gözden kaçırılmış, fakat gerekli olan daha az önemli ihtiyaçları sisteme sonradan eklemek için daha fazla maliyete katlanmak durumunda kalabilmektedirler.
- *Doğru bir proje liderine sahip olunmaması:* Zamanının çoğunu, projenin yürütülmesi yerine organizasyonel politikalarla uğraşarak geçiren bir proje lideri doğru bir lider olmamaktadır. Bu tip yöneticiler, yazılım seçimi projelerinin yönetiminde yetki ve sorumluluk verilecek kişiler değildir. Firma yöneticileri proje liderini desteklemeli ve müdahale etmeden projeyi yürütmesine izin vermelidir.
- *Esnek olunmaması:* Birçok firma, mevcut iş süreçlerine yeni teknolojiyi ve yeni paketleri adapte etmeye çalışmaktadır. Mevcut süreçlerin analiz edilmeden ve iyileştirilmeden, yeni teknolojinin çarpıcı değişiklikler yaratmasını beklemek büyük bir hatadır. Firmaların eğer

gerekiyorsa mevcut politikalarını ve prosedürlerini gönüllü olarak değiştirmeleri gerekmektedir.

- *Veri yapılarının dikkate alınmaması:* Yazılım seçimi aşamasında, veri yapısı, veri dönüştürme, veri entegrasyonu detaylarının ihmal edilmesi, yazılımın gerçekleştirilmesi sırasında büyük maliyetlere sebep olmaktadır. Bu maliyetler, çok sayıda özelleştirme ve ek geliştirme sebebiyle oluşmaktadır.
- *Satıcının değerlendirilmemesi:* Yazılım seçimi, sadece bir yazılım paketi seçmek demek değildir. Bir kurumsal uygulama yazılımı satın alınması, yazılımın uygulanması ve yazılımın satıcısı ile sürekli ilişkilerin kurulması anlamına da gelmektedir. Dolayısıyla, uygun satıcının değerlendirilip seçilmesi, neredeyse ürünün kendisi kadar önemlidir. Satıcı firmanın finansal yapısının sağlam olduğundan ve seçim yapan firmanın sistemini destekleyebileceğinden emin olunmalıdır.
- *Kısa bir satıcı listesi ile başlanması:* Yazılım seçim sürecine kısa bir satıcı listesi ile ve değerlendirme sürecine de önyargılı bir şekilde başlayan firmaların seçeceği paketler genellikle yapılarına uygun olmamaktadır. Firmalar, yeni-eski, büyük-küçük tüm satıcıları dikkate almaya çalışmalı ve bunlar arasından ihtiyaçlarına en uygun olanları ile kısa bir liste oluşturmalıdır.
- *Diğer departmanların göz önünde bulundurulmaması:* Yazılım seçimi projeleri, bir firmada neredeyse bütün departmanları ilgilendirmektedir. Proje planı ve gidişatı ile ilgili olarak diğer departmanları bilgilendirmemek ve bu departmanlarla iletişim kurmamak onları büyük ölçüde olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Capterra (2001), yazılım seçimi ve gerçekleştirme projelerinde başarılı olmak için dikkate alınması gereken konuları aşağıdaki gibi listelemekte ve bu konuların sürecin başlangıcından sonuna kadar göz önünde bulundurulmasını önermektedir:

- Seçim yapan firmanın *bir kurumsal yazılıma neden ihtiyaç duyduğunu belirlemesi* önemli bir konudur. Bu bağlamda “Firmayı yeni yazılıma yatırım yapmaya götüren sebepler nelerdir?”, “Operasyonel maliyetler düşürülmeye ve etkinlikler arttırılmaya mı, yoksa rekabet avantajı elde edilmeye mi çalışılmaktadır?” gibi soruların cevaplanması gerekmektedir. Bu noktada, üst yönetimin amaçları açık bir şekilde anladığından ve karşılanması beklenen ihtiyaçları doğru bir şekilde tanımladığından emin olunmalıdır. Bu amaçlar daha sonra seçim kriterlerine dönüştürülmektedir.
- Yazılım seçim sürecinin, *bütünün içerisinde sadece bir adım olarak görülmesi* gerekmektedir. Seçilen yazılım, firmanın amaçlarının karşılanmasında tek başına yeterli olmayacaktır. İnsanlar, politikalar ve prosedürler, seçilen yazılımın başarısı üzerinde etkili

olmaktadır. Seçilen bir yazılımın gerçekleştirilmesi projesinde, mevcut iş süreçlerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve gereken noktaların iyileştirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda amaçların yeterli derecede iletilmesi ve kullanıcıların bu amaçlar doğrultusunda eğitilmesi önemlidir. Seçilen yazılım, sadece tüm bunların yapılmasında kullanılacak bir araçtır.

- İyi bir yazılımın aynı zamanda, bütçe ve zaman gibi *proje ihtiyaçlarını da karşılaması* gerekmektedir. Seçilen çözüm iyi dokümante edilmiş, güvenilir, esnek ve kullanıcı dostu bir sistem üretecektir. Seçilen yazılımla firmaya değer katılması ve problemlerin çözülmesi amaçlandığı unutulmamalıdır.
- Seçilen yazılımın gerçekleştirilmesi, zaman alıcı ve maliyetli bir süreç olsa da, başarısızlıkların çoğunluğu, *etkin olmayan seçimlerden* kaynaklanmaktadır. Bu durumda, seçim yapan firmanın amaç ve ihtiyaçlarını analiz etmeye yeterli zamanı ayırması gerekmektedir. Bu süreç doğru, fakat hızlı bir biçimde uygulanmalıdır.
- Yazılım seçiminin doğru bir şekilde yapılması için, *bir proje planının olması* gerekmektedir. İyi düşünülmüş ve organize edilmiş bir plan başarılı seçim için anahtar rol oynamaktadır. Bir proje planı, tüm görevleri, tüm takım elemanlarını kapsamalı ve riskleri ve beklentileri yönetebilmelidir. Proje planının, tüm proje boyunca gerekecek kaynakları planladığından ve amaçların gerçekçi bir şekilde belirlendiğinden emin olunmalıdır.
- Proje planı tüm takım elemanları ile *paylaşılmalı* ve hepsi tarafından *anlaşılmalıdır*. Büyük firmalardaki bu tip projeler, tüm firmayı ilgilendirmektedir. Bu sebeple, üst yönetimin planı desteklediğinden, tüm firma çalışanlarına ilettiğinden ve diğer departmanların da proje planından haberdar olduğundan emin olunmalıdır.
- Proje takımı; proje yöneticisi, kullanıcılar, fonksiyonel uzmanlar ve finans temsilcilerinden oluşmalıdır. Burada *kullanıcıların göz ardı edilmemesi* çok önemlidir. Kullanıcılar başından sonuna kadar projeye dahil edilmelidir.
- Projenin yetki ve sorumluluğunun verildiği kişinin, projenin başından sonuna kadar *üst yönetim tarafından desteklenmesi* çok önemlidir.
- Seçim yapan firmalar, *dışarıdan destek alabileceklerinin* farkında olmalıdır. Yazılım seçimi ve gerçekleştirilmesi projelerinde, firmalara destek olabilecek birçok danışmanlık firması bulunmaktadır. Çoğu zaman, uzun dönemli danışman desteği almak, firmanın projeyi tek başına götürmeye çalışmasından daha az maliyetli olmaktadır.

Lievertz (2001) ise, bugün içinde bulunulan karmaşık çevre ile geçmişi kıyaslayarak, yazılım seçiminde karşılaşılan güçlükleri aşağıdaki şekilde tanımlamaktadır:

- *Sektörel eğitim yetersizliği:* Yazılım seçimi takımlarının çoğu, firma içi ihtiyaçları tanımlamakla işe başlamaktadır. Bu aşama, iş süreçlerini destekleyen yeni teknolojiler hakkında çok az bilgi sahibi olarak gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Genellikle, kullanıcı seçim takımları mevcut sistem üzerinde uzun yıllar boyunca tecrübe edinmiş kişilerden oluşmaktadır. Bu takımlar, mevcut sistemin yeterliliklerini göz önünde bulundurarak ihtiyaçlarını belirleyebilmekte, mevcut iş süreçlerini yeniden yapılandırarak elde edebilecekleri fonksiyonelliği gözden kaçırabilmektedir.
- *Firma içinde geliştirilen ve ağırlıklandırılan ihtiyaçlar:* İhtiyaç listelerinin, standart sistemlerin özellikleri ve kapasiteleri hakkındaki sektörel bilgiden yoksun olarak hazırlanması, büyük bir zaman ve çaba gerektirmektedir. Elde edilen sonuç ise, gerçekte uygulama sistemleri arasında yaygın olan özelliklerin tümünü kapsamayan uzun ihtiyaç listeleridir.
- *Karar faktörlerinin tanımlanması eksikliği:* Mevcut sistemler genellikle proje takımına ve üst yönetime kritik karar verme faktörleri hakkında yeterli bilgi sunmamaktadır. Bu durum, seçim takımının kullanıcılar, teknik ve fonksiyonel personel arasında kötü pozisyonlara düşmeleri, fonksiyonellik veya seçim kararını çok az etkileyen diğer faktörler üzerinde çok fazla zaman harcanması, özelliklerin önem derecelerinin satıcıların anlattıkları doğrultusunda sürekli değişmesi gibi problemlere sebep olmaktadır.
- *Satıcı ve yazılım karşılaştırmalarında karar destek araçlarının kullanılmaması:* Az sayıda seçim sürecinde, ölçülebilir satıcı değerlendirmelerinin karşılaştırılması ve ağırlıklandırılmasında karar verme araçları kullanılmaktadır. Bu durum, genellikle toplanan çok büyük miktarda veri karşısında zorluklar yaratmaktadır.
- *Satıcı görüşmelerine ve yazılım ile direk temasa minimum zaman ayrılması:* RFP oluşturulması, kısa listenin hazırlanması ve ihtiyaçların analizi aşamasına çok fazla zaman harcanması, karar verilmeden önce satıcılarla birebir çalışmaya az zaman kalmasına sebep olmaktadır. Oysa, bu, satın alıcı firma için değerlendirme sürecindeki en önemli konudur. Satıcılar için ise, sistemlerinin gerçek yeteneklerini sergileyemedikleri sınırlı sistem sunumları ile sonuçlanmaktadır.
- *Bakım ve geliştirme maliyetlerinin göz ardı edilmesi:* Günümüzde uygulama yazılımlarının ömrü 10 ile 15 yıl arasında değişmektedir. Bu yüzden bu sistemlerin en büyük maliyeti, lisans maliyetinden ziyade bakım ve geliştirme maliyetleri olmaktadır. Seçim sürecinde, kullanıcılar üzerinde operasyonel etkisi olan ve yüksek maliyetler içeren, sistemin uzun dönemli bakım ve geliştirme imkanına yeterli önem verilmeyebilmektedir.

Lievertz (2001), yüksek kaliteli ve hızlı seçim kararlarında kritik olan dört ana başlık tanımlamaktadır. Bunlar; süreç yönetimi, fonksiyonel bilgi, sektör verileri ve karar destek sistemleridir. Süreç yönetiminde, mevcut sistem tümüyle gözden geçirilmeli ve firma içerisindeki tüm çalışanlarla konsensüs sağlanarak iyileştirme kararları verilmelidir. Fonksiyonel bilgi, satıcının ürünlerinin nasıl çalıştığına dair detaylı sektör bilgisini, ihtiyaçları listeleleyen firma içi uzmanların bilgisini ve çapraz sektör bilgisini kapsamalıdır. Sektör verileri ile uygulamaların ve sistem özelliklerinin karşılaştırılabilmesi için standart bilgi sağlanmalıdır. Bu veriler, satıcının büyüme ve ürününü geliştirme kapasitesi, ürünün kullanım kolaylığı gibi konuları kapsamalıdır. Son olarak, seçim sürecinde, mümkün olan çözümlerin açık ve görsel olarak temsil edilmesini sağlayan ve dinamik bir şekilde değişen kritik bilgilerin kolaylıkla ölçülmesine izin veren karar destek araçları kullanılmalıdır. Lievertz'e (2001) göre, bu kritik başarı faktörlerinden hareketle seçim sürecindeki kritik adımlar, seçim projesi takımının eğitimi, karar faktörlerinin tanımlanması, araştırma, karşılaştırma, değerlendirme ve seçim adımlarıdır. Çizelge 2.5'teki matris, kritik başarı faktörleri ve yazılım seçiminin kritik adımları arasındaki ilişkiyi özetlemektedir.

Çizelge 2.5 Kritik başarı faktörleri ve kritik adımlar arasındaki ilişki matrisi (Lievertz, 2001)

	Süreç yönetimi	Fonksiyonel bilgi	Sektör verileri	Karar destek araçları
Seçim takımının eğitimi		X		
Karar faktörlerinin tanımlanması	X			X
Araştırma		X	X	
Karşılaştırma	X			X
Değerlendirme	X	X		X
Seçim	X	X	X	X

Birçok kriterin varlığı ve çok sayıda karar vericinin katılımı, yazılım seçimi probleminin çözüm sürecini karmaşıklştırmaktadır. Bu nedenle bu tarz karmaşık seçim problemlerinde her aşamada karar verme metotlarının kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde bu ihtiyaçtan hareketle geliştirilmiş birçok sistematik yaklaşım bulunmaktadır. Bir sonraki bölümde, literatürde en çok rastlanan kurumsal uygulama yazılım paketi değerlendirme ve seçim yaklaşımları ayrıntılarıyla incelenmektedir. Ayrıca tez çalışmasında kurumsal uygulama yazılım paketlerinin seçimine yönelik olarak geliştirilecek modele temel oluşturması düşüncesiyle, bu sistematik yaklaşımların sağladığı fonksiyonlar ve kullandıkları karar verme metotları açısından karşılaştırmalı analizi sunulmaktadır.

3. KURUMSAL UYGULAMA YAZILIM PAKETLERİNİN SEÇİMİNDE KULLANILAN YAKLAŞIMLARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Bu bölümde kapsamlı literatür araştırmaları sonucunda belirlenen kurumsal uygulama yazılım paketi seçimi yaklaşımlarının tanımlanması, özetlenmesi ve belli fonksiyonlara göre sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Bu yolla literatür taraması ile toplanan kaynakların incelenmesi, gerekli bilgi ve verilerin açığa çıkarılması, süzülmesi ve analiz edilmesi sağlanabilecektir.

3.1 Araştırma Metodolojisi

Bu bölümde sunulan karşılaştırmalı analiz çalışması makaleler, konferans bildirileri ve teknik raporlar üzerinde detaylı bir literatür araştırmasına dayanmaktadır. Bu kaynaklar hem akademisyenler hem de uygulayıcıların bilgi toplamak için en çok başvurdukları kaynaklar olarak belirlenmiş ve tez çalışmaları, yayınlanmamış çalışmalar araştırma kapsamının dışında tutulmuştur. Literatür taraması sırasında, “yazılım seçimi”, “yazılım değerlendirme”, “kurumsal uygulama seçimi”, “yazılım paketi seçimi”, “COTS seçimi”, “ERP seçimi”, “CRM seçimi”, “SCM seçimi” gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Yayınlanma tarihi kısıtı konulmadan yapılan taramalarda, gerçek anlamda bir kurumsal uygulama yazılım seçimi yaklaşımına ilk olarak 1982 yılında rastlanmıştır. Bundan sonra, her bir makalenin tam metni detaylı bir şekilde incelenmiş ve makalede sunulan yaklaşımın bütünüyle bir kurumsal uygulama yazılım seçimi yaklaşımı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğine karar verilmiştir. Bu detaylı araştırma, 1982-2007 yılları arasında yayınlanmış 40 adet yaklaşımın seçimiyle sonuçlanmıştır. Bu yaklaşımlar; yazarları, yayınlanma yılları ve odaklandıkları yazılım tipi ile birlikte Çizelge 3.1’de gösterilmektedir.

3.2 Yaklaşımların Karşılaştırmalı Analizi

Detaylı literatür araştırması sonucunda ulaşılan 40 adet yaklaşım, iki çeşit sınıflandırmaya tabi tutularak karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Yayınlanma yıllarına göre gruplanan yaklaşımlar, öncelikle yazılım seçiminin temel fonksiyonlarına göre sınıflandırılmaktadır. Bu ilk inceleme sonucunda, yaklaşımların genellikle birbirinden farklılık gösterdiği noktanın, çeşitli aşamalarda kullandıkları karar verme metotları olduğu tespit edilmiş ve bu doğrultuda ikinci bir sınıflandırmaya gidilmiştir. Bu da yaklaşımların yazılım seçim sürecinin ana adımlarında kullandığı karar verme metotlarına göre yapılan genel sınıflandırmadır. Bu iki sınıflandırmanın detayları aşağıda açıklanmaktadır.

Çizelge 3.1 Belirlenen kurumsal uygulama yazılım seçimi yaklaşımları

Yazarlar	Yayınlanma Yılı	Yazılım Tipi
Brownstein ve Lerner	1982	Genel
Talley	1983	Okul yönetim yazılımı
Edmons ve Urban	1984	Yazılım araçları
Kuan	1986	NASA yazılımları
Frankel	1986	Genel
Anderson	1989	Genel
Eskenasi	1989	Genel
Meier ve Williamson	1989	İnşaat sektörüne yönelik yazılımlar
Subramanian ve Gershon	1991	CASE araçları
Williams	1992	Genel
Adeli ve Wilcoski	1993	DOS tabanlı yazılımlar
Jeanrenaud ve Romanazzi	1994	COTS yazılımları
Kontio vd.	1995	COTS yazılımları
Morisio ve Tsoukias	1997	COTS yazılımları
Tran ve Liu	1997	COTS yazılımları
Febowitz ve Greenspan	1998	COTS yazılımları
Maiden ve Ncube	1999	COTS yazılımları
Lai, Trueblood ve Wong	1999	Multimedya yazılımları
Jung ve Choi	1999	COTS yazılımları
Kunda ve Brooks	1999	COTS yazılımları
Ochs vd.	2000	COTS yazılımları
Teltumbde	2000	ERP yazılımları
Lawlis vd.	2001	COTS yazılımları
Alves ve Castro	2001	COTS yazılımları
Sedigh-Ali, Ghafoor ve Paul	2001	COTS yazılımları
Morera	2002	COTS yazılımları
Lai, Wong ve Cheung	2002	Multimedya yazılımları
Sahay ve Gupta	2003	SCM yazılımları
Erol ve Ferrell	2003	ERP yazılımları
Wei ve Wang	2004	ERP yazılımları
Colombo ve Francalanci	2004	CRM yazılımları
Sarkis ve Talluri	2004	E-ticaret yazılımları
Yeoh ve Miller	2004	COTS yazılımları
Çil, Alptürk ve Yazgan	2005	ERP yazılımları
Wei, Chien ve Wang	2005	ERP yazılımları
Wybo, Robert ve Leger	2005	Kurumsal uygulama yazılımları
Sarkis ve Sundarraj	2006	ERP yazılımları
Shyur	2006	COTS yazılımları
Ayağ ve Özdemir	2006	ERP yazılımları
Lin, Hsu ve Sheen	2007	Veri depolama sistemleri

3.2.1 Yaklaşımların Fonksiyonel Sınıflandırması

Bu ilk sınıflandırmada, belirlenen yaklaşımlar, kurumsal uygulama yazılım seçim sürecinin temel bir takım fonksiyonları baz alınarak sınıflandırılmaktadır. Bu temel fonksiyonlar, 2. bölümde ayrıntılarıyla açıklanan seçim süreci, bu süreçte yapılabilecek hatalar ve kritik başarı faktörleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Her bir yaklaşım, seçim süreci için önemli olduğu düşünülen ve aşağıda açıklanan altı fonksiyona göre değerlendirilmiştir:

- *İhtiyaç analizi:* Satın alınacak yazılımın fonksiyonlarının ve karakteristiklerinin tanımlandığı ve karara bağlandığı ihtiyaç analizi aşaması, yazılım seçim sürecinin en önemli faaliyetlerinden biridir. Nitekim 2. bölümde sunulan örnek seçim süreci uygulamalarının hepsinde, bu adım dönüm noktası olarak tanımlanmaktadır. Yazılım ihtiyaçlarının analizi aşamasında, tüm karar vericiler yazılım sistemini tanımlayan ihtiyaçlar için genel bir kanı oluşturmaktadır. Bu bağlamda seçilen yaklaşımlar, önerdikleri metodolojide yazılım seçimi ile ilgili ihtiyaçların analizine ve belgelenmesine ilişkin açıklama içerip içermediklerine göre değerlendirilmiştir.
- *Kriter listesi önerisi:* Fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar belirlendikten, dokümanite edildikten ve doğrulandıktan sonra, ihtiyaç analizinden gelen ihtiyaçlar hiyerarşik kriter setine dönüştürülmektedir. Dolayısıyla seçim sürecindeki bir sonraki faaliyet, kriter seçimi ve kriter listesinin oluşturulması olmaktadır. Bu noktada, seçilen yaklaşımlar, örnek seçim kriterleri veya kriter listesi sunup sunmadıklarına göre değerlendirilmiştir.
- *Kriter tipi:* Genel olarak seçim sürecinde kullanılan kriterler fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterler olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. *Fonksiyonel kriterler*, yazılım alternatifinin hangi fonksiyonları yerine getirdiği ile ilgilenmektedir. Kısaca “Sistem neyi yapmalıdır?” sorusunun cevabıdır. Fonksiyonel ihtiyaçların değerlendirici tarafından tam ve tutarlı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Yani sistem kullanıcılarının ihtiyacı olan tüm hizmetler tam olarak tanımlanmalı ve tanımlanan ihtiyaçlar kendi içerisinde tutarlı olmalıdır. Literatürde fonksiyonel kriterler yerine sistem fonksiyonları, sistem gereksinimleri gibi ifadeler de kullanılmaktadır. Bu kriter tipi, uygulamadan uygulamaya değişmektedir. *Fonksiyonel olmayan kriterler* ise, yazılım alternatifinin fonksiyonları hangi kısıtlarla, nasıl yerine getirdiği ile ilgilenmektedir. Ürünün genel kalitesi olarak da tanımlanmaktadır. Fonksiyonel olmayan kriterler; belirlenmesi, ölçülmesi ve test edilmesi güç olan kriterlerdir. Bu seçim kriterleri uygulamadan uygulamaya değişmemektedir. Bu tez çalışmasında fonksiyonel olmayan kriterler; kalite kriterleri, teknik kriterler ve sosyo-ekonomik kriterler olmak üzere üç kısımda incelenmektedir. Fonksiyonel ve

fonksiyonel olmayan kriter tipleri, 4. bölümde detaylandırılmaktadır. Sınıflandırma çalışmasının kriter tipi fonksiyonu için, seçilen tüm yaklaşımlar, fonksiyonel ve/veya fonksiyonel olmayan kriterleri tanımlaması ve örneklendirmesi açısından değerlendirilmiştir. Sınıflandırma sırasında, incelenen bazı yaklaşımlarda, kalite kriterleri içerisinde yer alan “fonksiyonellik” kriterinin, fonksiyonel bir kriter olarak tanımlandığı görülmüştür. Bu tez çalışmasında, kalite kriterleri için, ISO/IEC 9126 (the International Organization for Standardization/the International Electro-technical Commission) yazılım ürünleri değerlendirme standardında tanımlanan kriterler kullanılmaktadır. Dolayısıyla “fonksiyonellik”, fonksiyonel olmayan kriter tipi olarak tanımlanan “kalite kriterleri”nin bir alt kriteridir. Bu sebeple, sadece sistem gereksinimlerini, yani “Sistem neyi yapar?” sorusunun cevabını kriter olarak tanımlayan çalışmalar “fonksiyonel kriter” özelliğini tam olarak kullanmıştır şeklinde sınıflandırılmıştır.

- *Alternatif ürünlerin belirlenmesi:* Yazılım seçim sürecinde, seçim yapan firma yeni-eski, büyük-küçük tüm satıcıları dikkate almaya çalışmalı ve bunlar arasından ihtiyaçlarına en uygun olanlar ile kısa bir liste oluşturmalıdır. Seçim sürecinin bu adımı, 2. bölümde de bir kritik başarı faktörü olarak vurgulanmaktadır. Kısa bir satıcı listesi ile ve değerlendirme sürecine de önyargılı bir şekilde başlayan firmaların seçeceği paketler genellikle yapılarına uygun olmamaktadır. Dolayısıyla seçilen yaklaşımlar, yazılım alternatiflerinin belirlenmesine yönelik bir açıklama, kaynak ya da yöntem sunma durumuna göre değerlendirilmiştir.
- *Kriter ölçümleri:* Yazılım seçim sürecindeki bir sonraki önemli adım, yazılım alternatiflerinin fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan seçim kriterlerini karşılama derecesinin ölçülmesidir. Bu ölçümler, *kantitatif* veya *kalitatif değerlendirmeler* şeklinde olabilmektedir. *Kantitatif ölçümler*, bir objenin uzunluk ölçüsü gibi sayılar veya sembollerle, objektif olarak atanabilen ölçümlerdir. *Kalitatif ölçümler* ise, uygulamanın amacına ve kapsamına göre, kısa bir obje ile uzun bir obje arasındaki tercih gibi sübjektif olarak atanabilen ikili ilişkiler, karşılaştırmalar veya tercihlerdir. Seçim kriterlerinin alternatifler üzerinde ölçülmesinde kullanılacak yöntem, doğru ve etkin ölçümler yapılabilmesi için çok önemlidir. Bu sebeple, seçilen yaklaşımlar, kriter ölçümlerinde kullandıkları kantitatif veya kalitatif ölçümler açısından da değerlendirilmiştir.
- *Kullanılan değerlendirme skalası:* İkili karşılaştırmalar ve kalitatif ölçümler bir değerlendirme skalası kullanılarak sayısallaştırılabilmektedir. Böyle bir ölçek, karar verici için mümkün olan dilsel seçeneklerin kümesi ve bu seçeneklerin ağırlıkları arasında birebir eşleşme ile oluşturulmaktadır. Bu ölçeklerden en çok kullanılan iki tanesi, Saaty tarafından

geliştirilen lineer skala ve Lootsma tarafından geliştirilen üssel skaladır. Bulanık karar vermede ise, atanan ağırlıklar bulanık sayılarla ifade edilmektedir. Bu doğrultuda, seçilen yaklaşımlar, alternatiflerin değerlendirilmesinde kalitatif ölçümler yaparken hangi değerlendirme skalasını kullandığı yönünden de incelenmiştir.

Yaklaşımların yukarıda açıklanan sınıflara göre incelenerek yapılan fonksiyonel sınıflandırması Çizelge 3.2’de gösterilmektedir. Bu çizelge, seçilen yaklaşımların fonksiyonel açıdan karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Çizelgede görülen “√” sembolü, ihtiyaç analizi, kriter listesi önerisi, kriter tipi, alternatif ürünlerin belirlenmesi, kriter ölçümleri sınıfları için “fonksiyon yaklaşımda tam anlamıyla dikkate alınmış” anlamına gelmektedir. “*” sembolü, aynı sınıflar için “fonksiyon yaklaşımda kısmen dikkate alınmış”, “-” sembolü ise, “fonksiyon yaklaşımda dikkate alınmamış” anlamına gelmektedir. Değerlendirme skalası fonksiyonu için de, “-” sembolü, yaklaşım içerisinde herhangi bir skala kullanılmadığını göstermektedir. Aksi durumda, kullanılan ve önerilen değerlendirme sklasının adı belirtilmektedir.

3.2.2 Yaklaşımların Karar Modellerine Göre Sınıflandırması

Seçilen yaklaşımların yazılım seçiminin temel fonksiyonlarına göre incelenmesi sonucunda, yaklaşımların birbirinden ayrıldığı noktanın her adımda kullanılan karar metotları olduğu görülmüştür. Bu sebeple, fonksiyonel sınıflandırmaya ek olarak, yaklaşımlar belirlenen ana yazılım seçimi adımlarında kullandıkları karar verme metotlarına göre de bir sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. 2. bölümdeki seçim süreci örneklerinden ve incelenen yaklaşımların sundukları metodolojilerden hareketle, yazılım seçimi sürecinin karar metotlarının kullanımı açısından üç ana aşamada incelenebileceği sonucuna varılmıştır. Bu aşamalar; yazılım seçim kriterlerinin belirlenmesi, seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi olarak belirlenmiştir.

Seçilen yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırılması çalışması, aşağıda açıklanan iki kısımdan oluşmaktadır:

- Birinci kısımda, yaklaşımlar öncelikle bu adımlarda bir karar verme tekniği kullanıp kullanmamasına göre değerlendirilmektedir. Bir teknik kullanmama durumu “-” sembolü ile gösterilmektedir. Buna karşılık, bir teknik kullanılması önerilmiş ve/veya örneklendirilmişse kullanılan tekniğin ismi belirtilmektedir.
- İkinci kısımda ise, yaklaşımın karar modellerine göre genel bir tanımının yapılması amaçlanmaktadır. İncelenen yaklaşım sezgisel yöntemler kullanıyorsa “*sezgisel bir yaklaşım*”, çok kriterli karar verme metotlarından birini kullanıyorsa “*çok kriterli karar*”

verme yaklaşımı”, seçim kararında matematiksel programlama modellerini kullanıyorsa “*optimizasyon yaklaşımı*”, yazılım seçiminin ana adımlarında birbirinden farklı birkaç yöntemi bir arada kullanıyorsa “*hibrit yaklaşım*” olarak tanımlanmaktadır.

Yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırması Çizelge 3.3’te gösterilmektedir.

3.3 Yaklaşımların Özet Bilgileri

Bu bölümde sınıflandırmaya tabi tutulan yazılım seçimi yaklaşımlarının sistematik bir özeti sunulmaktadır. Çizelge 3.1’de listelenen her bir yaklaşım; adı, açıklandığı referanslar, odaklandığı yazılım tipi, fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri ve karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri bilgileri doğrultusunda özetlenmektedir. Bu bilgiler aşağıda açıklanmaktadır:

- *Yaklaşımın adı*: Sınıflandırma çalışmasında seçilen her bir yaklaşım, yaklaşımı geliştiren yazar veya yazarların adıyla anılmaktadır. Sunulan yaklaşımların yazarları tarafından konulmuş ayrıca özel bir adı bulunuyorsa belirtilmektedir.
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar*: Bu kısımda yaklaşımın orijinal referansı ve varsa özetlendiği referans belirtilmektedir. Yaklaşımlar için kaynak belirtilirken genellikle, yazarların yaklaşımı geliştirdiği yayınlara ulaşılmaya çalışılmıştır. 1982-1993 yılları arasındaki ilk 11 yaklaşım, Fritz ve Carter (1994) tarafından yapılan sınıflandırmada özetlenmektedir. Bu yaklaşımların tarihleri sebebiyle, orijinal tam makale metinlerine ulaşılammış, sadece özetlerine ulaşılmıştır. Dolayısıyla ilk 11 yaklaşımın sınıflandırması makale özetleri ve Fritz ve Carter (1994) tarafından yapılan sınıflandırma bilgileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi*: Yaklaşımlar özel bir yazılım için geliştirilebildiği gibi, genel yazılım seçimine yönelik yaklaşımlar da bulunmaktadır. Bu kısımda her bir yaklaşım için odaklandığı yazılım tipi belirtilmektedir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri*: Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmada nasıl konumlandırıldığı açıklanmaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri*: Yaklaşımın karar modellerine göre sınıflandırmada nasıl konumlandırıldığı açıklanmaktadır.

Bu noktadan sonra, 40 adet yaklaşımın bu bilgiler doğrultusundaki özetleri sunulmaktadır.

Çizelge 3.2 Seçilen yaklaşımların fonksiyonel sınıflandırması

	İhtiyaç analizi	Kriter listesi önerisi	Kriter Tipi		Kriter Ölçümleri			Kullanılan değerlendirme skalası	
			Fonksiyonel	Fonksiyonel olmayan	Kantitatif Ölçümler	Kalitatif Ölçümler			
1980 – 1989	<i>Brownstein ve Lerner, 1982</i>	√	√	–	√	√	√	1-10 skalası	
	<i>Talley, 1983</i>	*	√	√	*	–	–	–	
	<i>Edmonds ve Urban, 1984</i>	√	√	*	*	–	*	0,0, 0,5 veya 1,0	
	<i>Kuan, 1986</i>	–	√	√	√	–	–	–	
	<i>Frankel, 1986</i>	√	–	–	–	*	√	*	
	<i>Anderson, 1989</i>	–	–	–	–	–	–	–	
	<i>Eskanasi, 1989</i>	*	–	–	–	–	–	*	0, 1 ve x
	<i>Meier ve Williamson, 1989</i>	√	√	√	√	*	√	√	1-3 skalası
1990 – 1999	<i>Subramanian ve Gershon, 1991</i>	*	√	–	√	*	*	*	0-4 skalası 0-1 skalası
	<i>Williams, 1992</i>	–	–	–	–	*	–	–	0-10 skalası
	<i>Adeli ve Wilcoski, 1993</i>	–	√	√	*	–	*	*	1-10 skalası
	<i>Jeanrenaud ve Romanazzi, 1994 (CDSEM)</i>	–	√	–	√	–	√	√	Her kriter için ayrı skala
	<i>Kontio vd., 1995 (OTSO)</i>	√	*	√	√	√	√	√	Saaty skalası
	<i>Morisio ve Tsoukias, 1997 (IUSWARE)</i>	–	*	–	√	*	√	√	Her kriter için ayrı skala
	<i>Tran ve Liu, 1997 (CISD)</i>	√	–	–	–	√	–	–	–
	<i>Febowitz ve Greenspan, 1998</i>	√	–	–	–	–	–	–	–
	<i>Maiden ve Ncube, 1999 (PORE)</i>	√	–	–	–	√	*	*	Seçilen tekniğe göre
	<i>Lai, Trueblood ve Wong, 1999</i>	–	√	–	√	*	–	√	Saaty skalası
	<i>Jung ve Choi, 1999</i>	–	–	–	*	–	*	*	Saaty skalası
	<i>Kunda ve Brooks, 1999 (STACE)</i>	√	√	–	√	√	–	√	Saaty skalası
2000 – 2007	<i>Ochs vd., 2000 (CAP)</i>	√	√	–	√	*	√	–	Her kriter için ayrı skala ve Saaty skalası
	<i>Teltumbde, 2000</i>	*	√	–	√	√	–	√	Saaty skalası
	<i>Lawlis vd., 2001 (RCPEP)</i>	√	–	–	–	√	–	√	1-10 skalası 0-1/2-1 skalası
	<i>Alves ve Castro, 2001 (CRE)</i>	√	√	√	√	√	*	√	0-3 skalası 1-4 skalası
	<i>Sedigh-Ali, Ghafoor ve Paul, 2001</i>	*	√	–	√	–	√	–	–
	<i>Morera, 2002</i>	√	√	–	√	√	–	√	Saaty skalası
	<i>Lai, Wong ve Cheung, 2002</i>	–	√	–	√	*	–	√	Saaty skalası

Çizelge 3.2 Seçilen yaklaşımların fonksiyonel sınıflandırması (Devamı)

	İhtiyaç analizi	Kriter listesi önerisi	Kriter Tipi		Kriter Ölçümleri			Kullanılan değerlendirme skalası
			Fonksiyonel	Fonksiyonel olmayan	Kantitatif Ölçümler	Kalitatif Ölçümler		
<i>Sahay ve Gupta, 2003 (SMI)</i>	-	√	*	√	√	√	√	Her kriter için ayrı skala
<i>Erol ve Ferrell, 2003</i>	-	√	-	√	-	√	√	Bulanık kümeler
<i>Wei ve Wang, 2004</i>	√	√	-	√	√	√	√	Bulanık kümeler
<i>Colombo ve Francalanci, 2004</i>	√	√	-	√	√	√	√	Saaty skalası
<i>Sarkis ve Talluri, 2004</i>	*	√	-	√	-	-	√	Saaty skalası
<i>Yeoh ve Miller, 2004 (VERPRO)</i>	*	√	-	√	√	√	√	Her kriter için ayrı skala ve Saaty skalası
2000 - 2007 <i>Çil, Alptürk ve Yazgan, 2005 (InteliTeam)</i>	√	√	√	√	*	-	√	Seçilen tekniğe göre
<i>Wei, Chien ve Wang, 2005</i>	-	√	-	√	√	*	√	Saaty skalası
<i>Wybo, Robert ve Leger, 2006</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sarkis ve Sundarraj, 2006</i>	*	√	√	√	-	*	√	Saaty skalası
<i>Shyur, 2006</i>	*	√	-	√	-	-	√	Saaty skalası 1-10 skalası
<i>Ayağ ve Özdemir, 2006</i>	√	√	-	√	√	-	√	Bulanık Saaty skalası
<i>Lin, Hsu ve Sheen, 2007</i>	-	√	-	√	√	-	*	Bulanık kümeler

(√) Fonksiyon tam anlamıyla dikkate alınmış, (*) Fonksiyon kısmen dikkate alınmış
(-) Fonksiyon dikkate alınmamış.

Çizelge 3.3 Seçilen yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırması

	Yaklaşımın Genel Tanımı		Yazılım Seçimi Ana Adımlarında Kullanılan Teknikler			
	Sezgisel	Çok kriterli karar verme Optimizasyon	Hibrit	Seçim kriterlerinin belirlenmesi	Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması	Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi
1980 - 1989	<i>Brownstein ve Lerner, 1982</i>	√		Kullanıcı görüşmeleri	Karar verici tanımlı	WSM
	<i>Talley, 1983</i>	√		–	–	Sezgisel yöntem
	<i>Edmonds ve Urban, 1984</i>	√		–	Çoklu eleman karşılaştırma ve analiz metodu	WSM
	<i>Kuan, 1986</i>	√		–	Karar verici tanımlı	WSM
	<i>Frankel, 1986</i>	√		–	–	Sezgisel yöntem
	<i>Anderson, 1989</i>	√		–	Karar verici tanımlı	Sezgisel yöntem
	<i>Eskanasi, 1989</i>	√		–	–	Sezgisel yöntem
	<i>Meier ve Williamson, 1989</i>	√		Anketler	–	Sezgisel yöntem
1990 - 1999	<i>Subramanian ve Gershon, 1991</i>	√		Spesifikasyona göre	Karar verici tanımlı	ELECTRE
	<i>Williams, 1992</i>	√		–	Karar verici tanımlı	Sezgisel yöntem
	<i>Adeli ve Wilcoski, 1993</i>	√		–	Karar verici tanımlı	WSM
	<i>Jeanrenaud ve Romanazzi, 1994 (CDSEM)</i>	√		–	–	Sezgisel yöntem
	<i>Kontio vd., 1995 (OTSO)</i>	√		Kriter tanımlama şablonu	AHP	AHP
	<i>Morisio ve Tsoukias, 1997 (IUSWARE)</i>	√		Kalite modelleri ve kullanıcı görüşmeleri	Çok kriterli karar verme tekniklerinden biri	Çok kriterli karar verme tekniklerinden biri
	<i>Tran ve Liu, 1997 (CISD)</i>	√		–	–	Prototipleme yöntemi (ilk uyan yaklaşımı)
	<i>Febowitz ve Greenspan, 1998</i>	√		–	–	Senaryo tabanlı sezgisel yöntem
	<i>Maiden ve Ncube, 1999 (PORE)</i>	√		Detaylı ihtiyaç analizi	Çok kriterli Karar verme tekniklerinden biri	Çok kriterli karar verme tekniklerinden biri
	<i>Lai, Trueblood ve Wong, 1999</i>	√		Beyin fırtınası	AHP	AHP
<i>Jung ve Choi, 1999</i>			√	–	–	AHP ve 0/1 Tamsayılı programlama
<i>Kunda ve Brooks, 1999 (STACE)</i>	√		Detaylı ihtiyaç analizi	AHP	AHP	

Çizelge 3.3 Seçilen yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırması (Devamı)

	Yaklaşımın Genel Tanımı				Yazılım Seçimi Ana Adımlarında Kullanılan Teknikler		
	Sezgisel	Çok kriterli karar verme	Optimizasyon	Hibrit	Seçim kriterlerinin belirlenmesi	Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması	Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi
2000 - 2005	<i>Ochs vd., 2000 (CAP)</i>	√			Uzman görüşmeleri	AHP	AHP
	<i>Teltumbde, 2000</i>	√			Nominal grup tekniği	AHP	AHP
	<i>Lawlis vd., 2001 (RCPEP)</i>	√			Detaylı ihtiyaç analizi	Karar verici tanımlı	Sezgisel yöntem
	<i>Alves ve Castro, 2001 (CRE)</i>	√			Görüşmeler ve anketler	Karar verici tanımlı	WSM
	<i>Sedigh-Ali, Ghafoor ve Paul, 2001</i>	√			–	–	Sezgisel yöntem
	<i>Morera, 2002</i>	√			–	AHP	AHP
	<i>Lai, Wong ve Cheung, 2002</i>	√			Beyin fırtınası	Grup AHP	Grup AHP
	<i>Sahay ve Gupta, 2003 (SMI)</i>	√			Beyin fırtınası	Karar verici tanımlı	Sezgisel yöntem (Çözüm ölçüm indeksi)
	<i>Erol ve Ferrell, 2003</i>			√	Beyin fırtınası	Bulanık kalite fonksiyonu açılımı (KFA)	Bulanık KFA, 0/1 Önceliklendirilmiş hedef programlama
	<i>Wei ve Wang, 2004</i>			√	Detaylı ihtiyaç analizi	Bulanık karar verme prosedürü	Bulanık çok kriterli karar verme prosedürü
	<i>Colombo ve Francalanci, 2004</i>	√			Detaylı ihtiyaç analizi	AHP	AHP
	<i>Sarkis ve Talluri, 2004</i>			√	–	AHP	AHP ve 0/1 Önceliklendirilmiş hedef programlama
	<i>Yeoh ve Miller, 2004 (VERPRO)</i>	√			Literatür araştırması	AHP	AHP
	<i>Çil, Alptürk ve Yazgan, 2005 (InteliTeam)</i>	√			Anketler	Çok kriterli karar verme tekniklerinden biri	Çok kriterli karar verme tekniklerinden biri
	<i>Wei, Chien ve Wang, 2005</i>	√			Kullanıcı görüşmeleri	AHP	AHP

Çizelge 3.3 Seçilen yaklaşımların karar modellerine göre sınıflandırması (Devamı)

	Yaklaşımın Genel Tanımı		Yazılım Seçimi Ana Adımlarında Kullanılan Teknikler				
	Sezgisel	Çok kriterli karar verme	Optimizasyon	Hibrit	Seçim kriterlerinin belirlenmesi	Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması	Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi
			√	–	–	Sıralı arama algoritması	
				√	Literatür araştırması	ANP	Tamsayı Programlama
2006 - 2007				√	Nominal grup tekniği	ANP	TOPSIS
				√	Literatür araştırması ve firma analizleri	Bulanık ANP	Bulanık ANP
				√	Detaylı ihtiyaç analizi	Bulanık karar verme prosedürü	Bulanık çok kriterli karar verme prosedürü

3.3.1 Brownstein ve Lerner Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Brownstein ve Lerner Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Brownstein, I. ve Lerner, N.B., (1982), “Guidelines for Evaluating and Selecting Software Packages”, Elsevier Science Publishing Co., Inc.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım farklı boyutlardaki ve tiplerdeki yazılımlara adapte edilebilmektedir. Yazarlar, küçük çaplı uygulamalar için, ön eleme değerlendirme ve detaylı fonksiyonel değerlendirme aşamalarını birleştirmeyi önermektedir. Eğer değerlendirilecek ürünler pahalı değilse, sunulan yaklaşım bir kontrol listesi şeklinde kullanılabilir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, beş aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, ihtiyaçların analizi, planlama, ön eleme değerlendirme, detaylı fonksiyonel değerlendirme, operasyonel performans değerlendirmesidir. Yaklaşımında seçim kriterleri için bir kontrol listesi önerilmektedir. Bu kontrol listesinin ana kategorileri, fonksiyonel ihtiyaçları değerlendirme karakteristikleri, tasarım kavramları değerlendirme karakteristikleri, maliyet değerlendirme karakteristikleri, satıcı değerlendirme karakteristikleri ve destek değerlendirme karakteristikleridir. Yaklaşımın tanımladığı

fonksiyonel ihtiyaçları değerlendirme karakteristikleri, aslında uygunluk, güvenlik gibi ürün fonksiyonelliği ile ilgili kalite karakteristikleridir. Dolayısıyla sistem gereksinimleri Şeklinde fonksiyonel ihtiyaçlar detaylı bir Şekilde incelenmesine rağmen, bu ihtiyaçlar fonksiyonel kriterler olarak kullanılmamaktadır. Alternatifler fonksiyonel olmayan kriterler üzerinden değerlendirilmektedir. Kriterlerin belirlenmesi için anahtar kullanıcılarla yapılan görüşmeler önerilmektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında kullanıcı tanımlı yüzde ağırlıkları kullanılmaktadır. Alternatif rnlerin belirlenmesi için kullanılabilir kaynaklar tanımlanmaktadır. rnlerin kriterleri karŐılaama derecesi ölçümlenirken hem kantitatif, hem de kalitatif ölçümler kullanılmakta ve bu ölçümler 1-10 skalasına dönüştürülmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde kullanıcılarla yapılan görüşmeleri, kriterlerin ağırlıklandırılmasında karar verici tanımlı yüzde ağırlıklandırma yöntemini ve alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımıında da Ağırlıklı Toplam Metodunu (Weighted Sum Method-WSM) nermekte ve örneklendirmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir ‘‘ok kriterli karar verme’’ yaklaşımıdır.

3.3.2 Talley Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Talley Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Talley, S., (1983), ‘‘Selection and Acquisition of Administrative Microcomputer Software’’, AEDS Journal, 17: 69-82.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), ‘‘A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies’’, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım bir okul için idari bir yazılım tipine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, idari bir yazılımın seçimi için kısa ama sistematik bir yapı sunmaktadır. İhtiyaçların analizi ile başlamakta, uygulama ve eğitim ile sona ermektedir. Fakat yazılım ihtiyaçlarının analizi detaylandırılmamaktadır. Yaklaşımda seçim kriterleri için bir liste sunulmaktadır. Bu listesinin ana kategorileri, genel karakteristikler, kelime iŐlemcisi karakteristikleri, grafik arayüzü karakteristikleridir. Ayrıca yaklaşım kısmen seçimin kalite, maliyet ve uygunluk tabanlı olması gerekliliğinden bahsetmektedir. Dolayısıyla, fonksiyonel kriter tipini tam anlamıyla, fonksiyonel olmayan kriterleri ise kısmen ele almaktadır. Kriterlerin belirlenmesi ve seçim kriterlerinin

ağırlıklandırılması için herhangi bir yöntem önerilmemektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için izlenecek yol tanımlanmamaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesini belirlemek için ölçümlerin nasıl yapılacağı ve kullanılan skala hakkında bir açıklama bulunmamaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde ve kriterlerin ağırlıklandırılmasında herhangi bir teknik kullanmamaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi için satıcı sunumlarının izlenmesi, daha önceki kullanıcıların ziyaret edilmesi, ürünün denenmesi adımlarından oluşan tamamen sezgisel bir yaklaşım önermektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” olarak sınıflandırılmıştır.

3.3.3 Edmons ve Urban Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Edmons ve Urban Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Edmons, L.S. ve Urban, J.E., (1984), “A Method for Evaluating Front-End Life Cycle Tools”, Proceedings of the IEEE International Conference on Computers and Applications, Los Alamitos, 324-331,
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, ihtiyaç ve spesifikasyonların belirlenmesi aşamasında kullanılan yazılım araçlarının değerlendirilmesine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, kriterlerin belirlenmesi ve sınıflandırılması, değerlendirme için sayısal değerlerin türetilmesi ve örnek uygulamadan oluşmaktadır. Seçilecek yazılım aracından beklentilerin belirlenmesi ve ihtiyaçların analizi konularına yer vermektedir. Yaklaşımında bir seçim kriter seti önerilmektedir. Fakat bu kriterler sadece ihtiyaçların belirlenmesi amacıyla oluşturulmaktadır. Bu sebeple, yaklaşım, hem fonksiyonel hem de fonksiyonel olmayan kriter tiplerinden kısmen bahsetmektedir. Kriterlerin belirlenmesi için herhangi bir yöntem önerilmemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında kullanıcı tanımlı yüzde ağırlıkları kullanılmıştır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için de herhangi bir yol gösterilmemektedir. Kriterlerin kalitatif ve kantitatif olarak sınıflandırılabilenliğinden ve ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken hem kantitatif, hem de kalitatif ölçümler yapılabileceğinden bahsedilmiş, fakat bu ölçümlerin nasıl yapılacağı detaylandırılmamıştır. Kalitatif ve kantitatif tüm ölçümler, 0 (kriter tatmin edilmedi), 1.0 (kriter tam anlamıyla tatmin edildi),

0.5 (kriter kısmen tatmin edildi) skalasına dönüştürülmüştür.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde herhangi bir teknik önermezken, kriterlerin ağırlıklandırılmasında çoklu eleman karşılaştırma ve analiz metodunu kullanmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı da WSM metodunu önermekte ve örneklendirmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.4 Kuan Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Kuan Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Kuan, J.C., (1986), “NASA PC Software Evaluation Project”, USL/DBMS NASA/PC, R&D-18, Working Paper Series.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım NASA tarafından kullanılan veritabanı yönetimi, işletim sistemleri, programlama dilleri, grafik destek yazılımları, proje yönetimi yazılımları gibi yazılımlara yönelik olarak sunulmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım ihtiyaçların analizi fonksiyonundan bahsetmemektedir. Yaklaşımında bir seçim kriteri seti önerilmektedir. Bu kriter setinde, tüm yazılım tipleri için ortak olan kriterler (kullanım kolaylığı, kullanıcı dostu, satıcı desteği ve geliştirmeleri) ve alt kriterler (genel alt kriterler, dokümantasyon alt kriterleri, satıcı destek alt kriterleri) önerilmektedir. Dolayısıyla yaklaşım, yardım menülerinin, hata mesajlarının, diyalog kutularının bulunması, yapılabilecek hatalara izin vermemesi gibi fonksiyonel; kullanım kolaylığı, satıcı desteği gibi fonksiyonel olmayan kriter tiplerinden bahsetmemektedir. Kriterlerin belirlenmesi için bir yöntem önerilmemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında kullanıcı tanımlı yüzde ağırlıkları kullanılmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak kaynaklar tanımlanmamaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesinin nasıl ölçüleceğinden bahsedilmediği gibi, herhangi bir skala da önerilmemektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi için bir teknik sunmamakla beraber, kriterlerin ağırlıklandırılmasında karar verici tanımlı yüzde ağırlıklandırma yöntemini ve alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı da WSM metodunu önermektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir.

3.3.5 Frankel Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Frankel Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
 Frankel, S., (1986), “Guidance on Software Package Selection”, NBS Special Publication, US Department of Commerce, National Bureau of Standard, Washington.
 Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Sunulan yaklaşım herhangi bir yazılım tipine özel değildir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, ihtiyaçların analizi ile başlamakta ve ihtiyaç dokümantasyonunun hazırlanması, alternatif ürünlerin belirlenmesi, destek ihtiyaçlarının değerlendirilmesi, son seçim şeklinde devam etmektedir. Yaklaşım birçok örnekle birlikte detaylı bir yazılım seçim süreci sunmaktadır. Seçim kriterleri için herhangi bir öneri bulunmamaktadır. Alternatifler yapılan detaylı ihtiyaç analizine dayalı olarak değerlendirilmektedir. Organizasyonun fonksiyonel ihtiyaçlarının belirlenmesinde veri akış ve iş akış diyagramlarından faydalanılması önerilmektedir. Kalite, maliyet, satıcı ve destek gibi fonksiyonel olmayan ihtiyaçlardan da bahsedilmektedir. Fakat bu ihtiyaçlar kriter listesine dönüştürülmemiştir; dolayısıyla yaklaşım, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterlerden, kriter belirleme sürecinden ve kriterlerin ağırlıklandırılmasından bahsetmemektedir. Alternatif ürünlerin oluşturulan takım tarafından belirleneceği belirtilmekte ve kullanılabilir kaynaklar kısmen tanımlanmaktadır. Ürünlerin ihtiyaçları karşılama derecesi ölçümlenirken hatalar arasındaki ortalama süre, bakımlar arasındaki ortalama süre, cevap verme süresi gibi kantitatif ölçümlerden bahsedilmekte ve örneklendirilmektedir. Nümerik bir değerlendirme yapılamaması durumunda önceliklendirme gibi kalitatif ölçümlerin yapılabilirliğinden kısmen bahsedilmekte, fakat bir değerlendirme skalası önerilmemektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde herhangi bir teknik kullanımından bahsetmemektedir. Kriter ağırlıklandırılmasında ve alternatiflerin değerlendirilmesinde bir yol göstermemekle beraber, son seçimin tüm değerlendirmeler dikkate alınarak yapılan puanlamayla en yüksek puanı alan ürün yönünde yapılması önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” bir yaklaşımdır.

3.3.6 Anderson Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Anderson Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Anderson, E.E., (1989), “A Heuristic for Software Evaluation and Selection”, Software-Practice and Experience, 19 (8): 707-717.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım herhangi bir yazılım tipi ile sınırlandırılmamaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, alternatif ürünler için uzman değerlendirmelerini girdi olarak kullanmaktadır. Sunulan metodolojide, ihtiyaçların analizi, seçim kriterlerinin belirlenme yöntemi, alternatif ürünlerin belirlenmesi gibi konulardan bahsedilmemekte, tüm bunlar girdi olarak kabul edilmektedir. Bir kriter listesi de önerilmemekte, dolayısıyla yaklaşım, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriter tiplerinden bahsetmemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklarının kullanıcı tarafından atanacağı belirtilerek geçilmektedir. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken kantitatif ve kalitatif ölçümlerden bahsedilmemekte ve herhangi bir skala tanımlanmamaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi konusundan hiç bahsetmemekte ve dolayısıyla bir metot önermemektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılması karar verici tanımlıdır. Yazılım alternatiflerinin değerlendirilmesi, yayınlanmış uzman görüşlerine dayandırılmakta ve son seçim de sunulan bir sezgisel algoritmayla en yüksek puanı alan ürünün seçimi şeklinde yapılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” bir yaklaşımdır.

3.3.7 Eskenasi Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Eskenasi Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Eskenasi, A., (1989), “Evaluation of Software Product Quality by Means of Classification Methods”, Journal of Systems and Software, 10 (3): 213-216.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım herhangi bir yazılım tipine özel olmamakla

beraber, karşılaştırılan alternatiflerin aynı tip ürünler olmasını gerektirmektedir.

- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, ihtiyaçların analizi konusunda kısmen bilgi vermektedir. İhtiyaçların dokümantasyonu, kriter listesi önerisi, alternatif ürünlerin belirlenmesi konularından bahsetmemektedir. Dolayısıyla yaklaşım, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriter tiplerini de tanımlamamaktadır. Kriterlerin belirlenmesi için bir yöntemden bahsetmemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması konusundan da bahsedilmemektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için bir yol önerilmemiştir. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken kantitatif ölçümler tanımlanmamakla beraber, kalitatif olarak kriterin tatmin derecesinin 0 (kriter tatmin edilmedi), 1 (kriter tatmin edildi), x (bilinmiyor) skalası kullanılarak belirlenmesi önerilmektedir, fakat detaylı bilgi bulunmamaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılmasında bir teknik kullanmamaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı belirlenen standart ürünlerle yeni ürünlerin, A_1 ve A_2 olarak tanımlanan sezgisel algoritmalar kullanılarak ve kullanıcı, değerlendirici ve uzman fikirlerine dayandırılarak karşılaştırılması önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım da “sezgisel” bir yaklaşım olarak tanımlanabilmektedir.

3.3.8 Meier ve Williamson Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Meier ve Williamson Yaklaşımı (USACERL Yaklaşımı)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Meier, B. ve Williamson, J., (1989), “Automation of Military Civil Engineering and Site Design Functions: Software Evaluation”, USACERL Technical Report P-89/22.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım inşaat mühendislerinin kullandığı kişisel bilgisayar yazılım tiplerine odaklanmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, ihtiyaçların analizi ile başlamaktadır. İhtiyaçların analiz edilmesi ve sınıflandırılması kriter belirleme aşamasına girdi sağlamaktadır. Donanım ihtiyaçları, mühendislik fonksiyonları, sistem ihtiyaçları, satıcı desteği ve maliyet başlıkları altında bir kriter listesi önerilmektedir. Dolayısıyla yaklaşım, hem fonksiyonel hem de fonksiyonel olmayan kriter tiplerinden bahsetmektedir. Kriterlerin ve ihtiyaçların belirlenmesi için anketlerden yararlanılmaktadır. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması konusuna değinilmemektedir. Alternatif ürünlerin

belirlenmesi için kullanılabilir kaynaklar kısmen tanımlanmaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken kullanılacak, fiyat dolar cinsinden, eğitim ve destek gün bazında, satıcı desteği satıcının geliş sıklığı gibi kantitatif ölçümler detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Nümerik olarak ölçülemeyen kriterler için de kalitatif ölçümler kullanılmakta ve bu ölçümler 1 (karşılanamıyor), 2 (karşılanabiliyor, fakat modifikasyon gerekli), 3 (karşılanabiliyor) skalasına dönüştürülmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde anketleri kullanırken, kriterlerin ağırlıklandırılması konusunda bir teknik önermemektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımında da genel ve seçilen performanslar üzerinde karşılaştırmaların yapıldığı bir sezgisel yöntem kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” bir yaklaşımdır.

3.3.9 Subramanian ve Gershon Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Subramanian ve Gershon Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Subramanian, G.H. ve Gershon, M., (1991), “The Selection of Computer-Aided Software Engineering Tools: A Multi-Criteria Decision Making Approach”, Decision Sciences, 22(5): 1109-1123.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım CASE (Computer Aided Software Engineering) araçlarının seçimine yönelik olarak geliştirilmiştir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, ihtiyaç analizinden kısmen bahsetmekle beraber, alternatif ürünlerin değerlendirilmesi ve seçimi konularına değinmektedir. Yaklaşımında bir seçim kriteri seti önerilmektedir. Yazılımla ilgili fonksiyonel kriterler tanımlanmamakta; buna karşılık yazılımın firmaya uygunluğu, kullanıcı dostu olması, arayüz desteği, sistemlerin kalitesini artırma yeteneği gibi fonksiyonel olmayan kriterler dikkate alınmaktadır. Bu fonksiyonel olmayan kriterler de kalitatif ve kantitatif kriterler olarak değerlendirilmektedir. Kriterlerin belirlenmesi konusu spesifikasyonlara dayandırılmaktadır. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında kullanıcı tanımlı yüzde ağırlıkları kullanılmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi konusuna kısmen değinilmektedir. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken desteklediği programlama dili sayısı ve maliyet gibi az sayıda kantitatif ölçüm tanımlanmaktadır. Yine az sayıda kalitatif ölçüm kullanılmakta ve 5’li bir skalaya (0,1,2,3,4, en kötünden en iyiye)

ya da ikili bir skalaya (1- karşılıyor, 0- karşılamıyor) dönüştürülmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin spesifikasyonlara göre belirlenmesini önerirken, kriterlerin ağırlıklandırılmasında karar verici tanımlı yüzde ağırlıklandırma yöntemi kullanılmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı da bir çok kriterli karar verme metodu olan ELECTRE önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir.

3.3.10 Williams Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Williams Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Williams, F., (1992), “Appraisal and Evaluation of Software Products”, Journal of Information Science, 18(2): 121-125.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım farklı boyutlardaki ve tiplerdeki yazılımlara adapte edilebilmektedir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım ihtiyaç analizinin daha önceden gerçekleştirildiği varsayımıyla, kriterlerin ağırlıklandırılması, alternatiflerin belirlenmesi, puanlanması ve sıralanması konularına değinmektedir. Makale içerisinde bir değerlendirme kütüphanesine sürekli atıfta bulunmaktadır, fakat mevcut bilgilere dayanarak makale, seçim kriterleri önermemektedir. Dolayısıyla yaklaşım, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriter tiplerinden de bahsetmemektedir. Kriter belirleme yöntemi belirtilmemekte, kriter ağırlıklandırması karar verici tarafından gerçekleştirilmektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi konusuna kısaca değinilmektedir. Yaklaşım, kantitatif veya kalitatif ölçümler hakkında yol göstermemektedir. Ürünlerin kriterleri karşılama derecelerinin 0-10 skalasına göre belirlendiğinden bahsedilmekte, fakat açıklama yapılmamaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde bir teknik kullanmamaktadır. Kriterlerin ağırlıklandırılması karar verici tarafından gerçekleştirilmekte, alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı da sezgisel bir karşılaştırma ve sıralama yöntemi kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “sezgisel” yaklaşım olarak tanımlanabilmektedir.

3.3.11 Adeli ve Wilcoski Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Adeli ve Wilcoski Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Adeli, H. ve Wilcoski, J., (1993), “A Methodology for the Evaluation of Structural Design Software”, Computer and Structures, 49 (5): 877- 883.
Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), “A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies”, Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* DOS tabanlı yazılım ürünlerinin performansının değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşımdır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, ihtiyaçların analizi konusundan bahsetmemektedir. Yaklaşımında seçim kriterleri için bir liste önerilmektedir. Bu liste çoğunlukla fonksiyonel kriterleri barındırmakta ve fonksiyonel olmayan az sayıda kriter tanımlamaktadır. Herhangi bir kriter belirleme yöntemi önerilmemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında bir skala ve yöntem önerilmemekle beraber, kullanıcı tarafından atandığı belirtilmektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi konusu dikkate alınmamakta, ön eleme belirlenen kriterlere ve alternatiflerin maliyetlerine göre “kabul edilebilir”, “kabul edilemez” ayırımı ile gerçekleştirildiği ifade edilmektedir. Ön elemeyi geçen ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken, verimlilik ölçümü için hesaplama süresi gibi az miktarda kantitatif ve kabul edilebilir, kabul edilemez gibi kalitatif ölçümler kullanılmaktadır. Daha sonra bu ölçümler 1-10 skalasına dönüştürülmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde bir teknik tanımlamamaktadır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasının karar verici tarafından belirlendiğini varsaymaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi için WSM metodu önerilmekte ve son seçim kararının verilmesi adımı da WSM metodu ile elde edilen skorlar, maliyet ve verimlilik sıralamaları dikkate alınmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.12 Jeanrenaud ve Romanazzi Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Jeanrenaud ve Romanazzi Yaklaşımı (Kontrol Listesi Tabanlı Yazılım Değerlendirme Metodolojisi-Checklist Driven Software Evaluation Methodology-CDSEM)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Jeanrenaud, J. ve Romanazzi, P., (1994) “Software Product Evaluation: A Methodological

Approach”, Proceedings of the 2nd International Conference on Software Quality Management, July 1994, Edinburg, Scotland, 59-69.

Dean, J. ve Vidger, M., (2000), “COTS Software Evaluation Techniques”, Proceedings of the NATO Information Systems Technology, Symposium on Commercial Off-The Shelf Products in Defence Applications, 3-5 April 2000, Brussels, Belgium.

- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, her bir maddesi için kalite ölçümlerinin tanımlandığı kontrol listelerini kullanmaktadır. Sunulan süreç ölçüm tabanlı olup, alternatiflerin uygunluğunu nümerik sonuçlarla tanımlamaya imkan vermektedir. Büyük ölçüde satıcı sunumlarına ve dokümantasyonuna bağlı kalması, bazen uygun olmayan alternatiflerin seçimine neden olmaktadır. Yaklaşım ihtiyaçların analizi konusuna değinmemekte, ISO/IEC 9126 standardında yer alan ürün karakteristiklerini değerlendirmeye yönelik bir yapı sunmaktadır. Dolayısıyla, yaklaşımda sadece fonksiyonel olmayan seçim kriterleri ele alınmaktadır. Kriterlerin belirlenmesi, seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması ve alternatif ürünlerin belirlenmesi için bir yöntem önerilmemektedir. Yaklaşımın odak noktası ölçülmesi güç olan her bir fonksiyonel olmayan kriter için bir ölçüm, araç ve prosedür seti tanımlamaktır. Dolayısıyla ölçüm tabanlı bu yaklaşımda, kontrol listesindeki her bir kriter için hem kalitatif hem de kantitatif ölçümler önerilmekte ve yine her bir kriter için ayrı skala kullanılmaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi ve kriterlerin ağırlıklandırılmasında herhangi bir yöntem kullanmamaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı da satıcı sunumları ve dokümantasyonuna fazlasıyla dayalı sezgisel bir yöntem önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” bir yaklaşımdır.

3.3.13 Kontio vd. Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Kontio vd. Yaklaşımı (Off-the Shelf Option-OTSO)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Kontio, J., Chen, S., Limperos, K., Tesoriero, R., Caldiera, G. ve Deutsch, M., (1995), “A COTS Selection Method and Experiences of Its Use”, Twentieth Annual Software Engineering Workshop, 29-30 November 1995, Greenbelt, Maryland, USA, 189-215.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, dört aşamadan oluşmaktadır. Bu

aşamalar; araştırma, inceleme, değerlendirme ve analizdir. Bu metodun ana teması seçim kriterlerinin ve hiyerarşisinin belirlenmesidir. Detaylı bir kriter tanımlama süreci ve şablonu tanımlanmaktadır. Her uygulamaya uygun olabilecek bir kriter listesi tanımlamamakla beraber, ilgili sistem ihtiyaçlarının detaylı bir tanımıyla başlayarak bazı temel kriterler önermektedir. Bunlar; fonksiyonel kriterler, kalite kriterleri, altyapı ile ilgili kriterler ve stratejik kriterler olarak sıralanabilmektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında analitik hiyerarşi prosesi (AHP) metodu önerilmektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılabilir kaynaklar tanımlanmaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken hem kantitatif hem de kalitatif ölçümlerden bahsedilmekte ve örneklendirilmektedir. Kalitatif değerlendirmeler için Saaty tarafından geliştirilen 1-9 skalası kullanılmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde detaylı ihtiyaç analizine dayalı bir kriter belirleme şablonu sunmaktadır. Kriterlerin ağırlıklandırılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımlarında AHP metodu önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir.

3.3.14 Morisio ve Tsoukias Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Morisio ve Tsoukias Yaklaşımı (Iustitia Software-IUSWARE)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Morisio, M. ve Tsoukias, A., (1997), “Iusware: A Methodology for the Evaluation and Selection of Software Products”, IEE Proceedings-Software Engineering, 144 (3): 162-174.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, iki ana aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, yazılım seçimi için bir model geliştirilmesi ve geliştirilen modelin uygulanmasıdır. İhtiyaçların analizi fonksiyonundan bahsedilmemektedir. Örnek bir seçim kriterleri listesi sunulmaktadır, fakat yaklaşım içerisinde önerilen modele göre, her durum için farklı bir kriter listesi geliştirilebilmektedir. Kriterler belirlenirken kalite modelleri ve kullanıcı görüşmelerinden faydalanılmaktadır. Hem önerilen model, hem de sunulan örnek fonksiyonel olmayan kriter tiplerini tam anlamıyla ele alırken, fonksiyonel kriterlerden bahsetmemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında da içinde bulunan durum göz önüne alınarak belirlenen tekniğin kullanımı önerilmektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi konusu model içerisinde kısmen ele alınmaktadır. Geliştirilen modelde seçilen

kriterlere bağılı olarak kalitatif ve kantitatif ölçümlerin tanımlanması ve her seçim kriteri için ayrı bir skalanın belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde kullanıcılarla yapılan görüşmeleri ve kalite modellerini kullanırken; kriterlerin ağırlıklandırılmasında, alternatiflerin değerlendirilmesinde ve son seçim kararının verilmesinde duruma en uygun çok kriterli karar verme metodunun seçilmesini önermektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.15 Tran ve Liu Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Tran ve Liu Yaklaşımı (COTS Tabanlı Entegre Sistem Geliştirme Metodu - COTS Based Integrated System Development Method- CISD)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Tran, V. ve Liu, D.B., (1997), “A Risk-Mitigating Model for the Development of Reliable and Maintainable Large-Scale COTS Integrated Software Systems”, Proceedings of the Annual Reliability and Maintainability Symp., 13-16 January 1997, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 361-367.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, iki ana aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, alternatif ürünlerin belirlenmesi ve COTS ürünlerinin değerlendirilmesidir. Yaklaşımın birinci aşamasında ihtiyaçların analizi konusuna değinilmekte ve alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılabilir kaynaklar tanımlanmaktadır. İkinci kısım olan, değerlendirme aşamasında dört temel alandan bahsedilmektedir. Bunlar, fonksiyonel değerlendirme, uyumluluk, performans ve yönetim değerlendirmesidir. Yaklaşımında ihtiyaçların seçim kriterlerine dönüştürülmesinden bahsedilmemektedir. Dolayısıyla yaklaşım, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriter tiplerini, kriterler belirleme ve ağırlıklandırma aşamalarını dikkate almamaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması adımları için bir teknik önermemektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesi için ise prototipleme yöntemiyle, önceden sıralanan ürünlerden tüm ihtiyaçları karşılayan ilkinin seçilmesi şeklinde sezgisel bir yöntem (ilk uyan yaklaşımı) sunmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” bir yaklaşım olarak sınıflandırılabilir.

3.3.16 Feblowitz ve Greenspan Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Feblowitz ve Greenspan Yaklaşımı (Senaryo Tabanlı COTS Seçimi)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Feblowitz, M.D. ve Greenspan, S.J., (1998), “Scenario-Based Analysis of COTS Acquisition Impacts”, Requirements Engineering, 3 (3/4): 182-201.
Torchiano, M., (2001), “Selected Literature on COTS Products”, INCO Project-Internal report, URL: <http://softeng.polito.it/torchiano/COTSLiterature.pdf>
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Makale, COTS sistemlerinin değerlendirilmesi sırasında genellikle teknik kriterlerin ele alındığını, buna karşılık, seçilen bir sistemin aynı zamanda organizasyonun süreçlerini de etkilediğini savunmaktadır. Dolayısıyla yazılımın kuruma etkilerini belirlemeye yönelik bir yaklaşım sunulmaktadır. Bahsedilen etkilerin belirlenmesi için de senaryo tabanlı bir teknik önerilmektedir. Metot, informal ve basit (kapsamlı modelleme gerektirmeyen) olarak tanımlanmaktadır. Yazılımın kuruma etkilerinin belirlenmesi için detaylı bir ihtiyaç analizi yapılmakta ve alternatifler, geliştirilen senaryolar üzerinden fonksiyonel ihtiyaçlar doğrultusunda değerlendirilmektedir. Fonksiyonel veya fonksiyonel olmayan seçim kriterlerinden, kriter ağırlıklandırma, kriter ölçümleri gibi konulardan bahsedilmemektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, COTS alternatiflerini belirlenen fonksiyonel ihtiyaçlara göre geliştirilen sistem senaryolarına bağlı olarak analiz etmekte, bu senaryoları farklı alternatiflerin kullanımı ile adım adım modifiye ederek son seçim kararını vermektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” bir yaklaşım olarak sınıflandırılmıştır.

3.3.17 Maiden ve Ncube Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Maiden ve Ncube Yaklaşımı (PORE- Procurement Oriented Requirements Engineering)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Maiden, C.N. ve Ncube, A.M., (1999), “PORE: Procurement-Oriented Requirements Engineering Method for the Component-Based Systems Engineering Development Paradigm”, 2nd International Workshop on Component-Based Software Engineering, 17-19 May 1999, Los Angeles, USA, 1-12.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.

- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu yaklaşımın amacı, ihtiyaçlara en uygun, ihtiyaçları en iyi karşılayan COTS yazılımının seçimidir. Dolayısıyla, yazarlar ihtiyaç belirleme, tanımlama ve onaylama faaliyetleri için detaylı bir analiz sunmaktadır. Yazılım seçimi tamamıyla müşteri ihtiyaçlarına dayandırılmakla beraber, bu ihtiyaçların seçim kriterlerine dönüştürülmesi konusunda kısmen bahsedilmekte ve herhangi bir kriter listesi sunulmamaktadır. Dolayısıyla yaklaşımın fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterleri ele aldığı söylenememektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması, sunulan alternatif karar verme metodlarından hangisinin seçildiğine bağlı olarak değişmektedir. Pazardaki mevcut alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak araçlar tanımlanmaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken hem kantitatif, hem de kalitatif ölçümlerin yapılması gerekliliğine değinilmekte, fakat örneklendirilmemektedir. Kullanılan değerlendirme skalası ise seçilen tekniğe göre değişmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde detaylı ihtiyaç analizi ve şablonlar kullanmaktadır. Kriterlerin ağırlıklandırılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımlarında da karar verici tarafından belirlenecek bir çok kriterli karar verme metodunun kullanılması önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.18 Lai, Trueblood ve Wong Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Lai, Trueblood ve Wong Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Lai, V.S., Trueblood, R.P. ve Wong, B.K., (1999), “Software Selection: A Case Study of The Application of the Analytical Hierarchical Process to the Selection of a Multimedia Authoring System”, Information and Management, 36: 221-232.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, bir multimedya yazılımı seçimi için örnek uygulama sunmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, ihtiyaçların analizi konusuna değinmemektedir. Seçim kriterleri için dört seviyeli hiyerarşik bir yapı önerilmektedir. Bu hiyerarşinin birinci seviyesinde, teknik kriterler ve yönetsel kriterler yer almaktadır. Dolayısıyla yaklaşımın, sadece fonksiyonel olmayan kriter tipinden bahsettiği söylenebilmektedir. Seçim kriterleri proje için oluşturulmuş bir takımın beyin fırtınası çalışmalarıyla belirlenmekte ve hiyerarşik yapıya dönüştürülmektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında AHP kullanımı önerilmektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak kaynaklar ve araçlar kısmen tanımlanmaktadır. Ürünlerin kriterleri

karşılama derecesi ölçümlenirken kantitatif ölçümlerden bahsedilmemekle beraber, Saaty skalası kullanımıyla kalitatif ölçümler dikkate alınmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde ve hiyerarşik yapıya dönüştürülmesinde beyin fırtınası çalışmalarını önermektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında ve son seçim kararında çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan AHP kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.19 Jung ve Choi Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Jung ve Choi Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Jung, H.W. ve Choi, B., (1999), “Optimization Models for Quality and Cost of Modular Software Systems”, European Journal of Operational Research, 112: 613-619.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşımında ihtiyaçların analizi, kriterlerin belirlenmesi konularından bahsedilmemektedir. Seçim kriterleri için bir liste de önerilmemektedir. Yaklaşım, yazılım alternatiflerinin kalitesini maliyet kısıtları altında maksimize etmeye çalışmaktadır. Dolayısıyla fonksiyonel kriterlerden ziyade, fonksiyonel olmayan kriterlere göre seçim yapılmaktadır. Sadece kalite kriteri ele alındığı için fonksiyonel olmayan kriterlerden de kısmen bahsedildiği söylenebilmektedir. Yaklaşımında ihtiyaç duyulan program ve modüllerin ağırlıklandırılmasında AHP kullanılmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak kaynaklar tanımlanmamaktadır. Ürünlerin kalite ve maliyet kriterlerini karşılama dereceleri belirtilmekte, fakat nasıl ölçüldüğüne dair bilgi verilmemektedir. Dolayısıyla kantitatif ve kalitatif ölçümler hakkında kısmi bilgi bulunmaktadır. Bu değerler geliştirilen matematiksel modelin girdisi olarak kullanılmaktadır. Seçilecek modüllerin ağırlıklandırılmasında ise Saaty skalası kullanılmaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde ve ağırlıklandırılmasında bir yöntem önermemektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim aşamasında ise, AHP metoduyla elde edilen modüllere ait önem derecelerini parametre olarak kullanan ve alternatiflerin kalite düzeyini maliyet kısıtları altında maksimize eden 0/1 tamsayılı programlama modelleri geliştirilmiştir. Dolayısıyla bu yaklaşım, optimizasyon modelini ve AHP metodunu birlikte kullanan “hibrit” bir yaklaşımdır.

3.3.20 Kunda ve Brooks Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Kunda ve Brooks Yaklaşımı (COTS Değerlendirmesine Sosyoteknik Yaklaşım – Social Technical Approach to COTS Evaluation - STACE)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Kunda, L. ve Brooks, D., (1999), “Applying Social-Technical Approach for Cots Selection”, 4th UKAIS Conference Proceedings: Information Systems - The Next Generation, 7-9 April 1999, University of New York, 552-565.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, ihtiyaçların analizi, sosyoteknik seçim kriterlerinin belirlenmesi, uygun COTS alternatiflerinin araştırılması, alternatiflerin kriterler bazında gözden geçirilmesi ve en uygun COTS ürünün seçilmesi şeklinde beş adımdan oluşmaktadır. Yaklaşımında farklı seçim kriter setleri önerilmektedir. Kriterlerin ana kategorileri, fonksiyonellik karakteristikleri, kalite karakteristikleri, teknoloji karakteristikleri ve sosyo-ekonomik karakteristiklerdir. Dolayısıyla yaklaşım, fonksiyonel olmayan kriter tipini detaylarıyla ele almakta, fakat sistem gereksinimleri şeklinde fonksiyonel kriterlerden bahsetmemektedir. Kriterlerin belirlenmesi detaylı ihtiyaç analizine dayandırılmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için çeşitli veri toplama teknikleri önerilmektedir. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken kantitatif ölçümler tanımlanmamakta, kalitatif ölçümler kullanılmaktadır. Bu ölçümler, daha sonra Saaty skalasına dönüştürülmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasını detaylı ihtiyaç analizine dayandırmakta, kriterlerin ağırlıklandırılmasında ve son seçim aşamalarında ise AHP kullanımını önermektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.21 Ochs vd. Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Ochs vd. Yaklaşımı (COTS Edinim Prosesi–COTS Acquisition Process-CAP)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Ochs, M.A., Pfahl, D., Chrobok, G. ve Nothhelfer-Kolb, B., (2000), “A COTS Acquisition Process: Definition and Application Experience”, Proceedings of the 11th ESCOM Conference, April 2000, Shaker, Maastricht, 335-343.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.

- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, üç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, başlangıç, uygulama ve yeniden kullanımdır. Başlangıç aşaması seçim sürecinin planlanması ve maliyet tahmini; uygulama aşaması, AHP kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi ve son aşama ise gelecekteki yazılım seçim süreçlerinin maliyetlerini azaltmak amacıyla tüm aşamalarda toplanan bilgilerin dokümantasyonu adımlarını içermektedir. Yaklaşımında çeşitli seçim kriterleri önerilmektedir. Bu kriterlerin ana kategorileri, fonksiyonel kriterler, fonksiyonel olmayan kriterler, altyapı kriterleri, stratejik kriterler olarak tanımlanmaktadır. Fakat tanımlanan fonksiyonel kriterler, ISO/IEC 9126 kalite karakteristiklerinin fonksiyonellikle ilgili alt kriterlerini kapsamaktadır. Dolayısıyla yaklaşım, fonksiyonel kriterlerden, bu tez çalışmasında tanımlandığı gibi sistem gereksinimleri şeklinde bahsetmemektedir. Kullanılan kriterler tamamıyla fonksiyonel olmayan kriterlerdir. Kriterlerin belirlenmesi için uzmanlarla yapılan görüşmeler ve literatür araştırması önerilmektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi konusu kısmen ele alınmaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken, yapılan ölçüm planı doğrultusunda her bir kriter için kantitatif ölçümler tanımlanmaktadır. Bu ölçümler daha sonra seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında ve son seçim aşamasında AHP kullanımıyla Saaty skalasına dönüştürülmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesini uzmanlarla yapılan görüşmelere dayandırmaktadır. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımlarında da AHP metodu kullanılmaktadır. Ayrıca yazarlar tarafından, dikkate alınacak ölçüm sayısının azaltılmasına yönelik sezgisel bir algoritma da önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir.

3.3.22 Teltumbde Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Teltumbde Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Teltumbde, A., (2000), “A Framework for Evaluating ERP Projects”, International Journal of Production Research, 38(17): 4507-4520.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, ERP yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşımın temel amacı, ERP projelerinin değerlendirilmesi problemiyle başa çıkmak için metodolojik bir yapı sunmaktır. Metodoloji öncelikle bir değerlendirme takımı oluşturmakla başlamaktadır. Alternatif ERP ürünlerinin belirlenmesi, temel süreçlerin kapsamlı bir listesinin oluşturulması, bilgi

toplama, analiz etme, değerlendirme, seçim ve seçimin onaylanması şeklindeki aşamalarla devam etmektedir. İhtiyaçların analizi fonksiyonundan hazırlık aşamasında kısmen bahsedilmektedir. Makale içerisinde stratejik uyum, teknoloji, değişim yönetimi, risk, uygulanabilirlik, fonksiyonellik, esneklik, fayda şeklinde fonksiyonel olmayan on kriterden oluşan bir kriter listesi önerilmektedir. Yazılım alternatiflerinin önceden belirlendiği belirtilmektedir. Metodolojinin kullanımını detaylandırmak üzere bir uygulama sunulmakta ve burada kriterler üzerinde sadece kalitatif ölçümler örneklendirilmektedir. Bu ölçümlerin gerçekleştirilmesinde ise Saaty skalası kullanılmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerini nominal grup tekniğini kullanarak belirlemektedir. Nominal grup tekniği, fikirlerin ve kararların değerlendirilerek istenilen çıktı üzerinde grup kararı oluşturmayı sağlayan yapılandırılmış bir metodoloji olarak tanımlanmakta ve örneklendirilmektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında ve alternatiflerin değerlendirme puanlarının oluşturulmasında AHP metodu önerilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.23 Lawlis vd. Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Lawlis vd. Yaklaşımı (İhtiyaçların Yönlendirdiği COTS Değerlendirme Süreci-Requirements-driven COTS Product Evaluation Process-RCPEP)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Lawlis, P., Mark, K., Thomas, G. ve Courtheyn, T., (2001), “A Formal Process for Evaluating COTS Software Products”, IEEE Computer, 34 (5): 58-63.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, temelde iki aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, mevcut tüm alternatiflerin incelenmesi ve alternatiflerin bir veya daha fazla öneri içerecek şekilde azaltılması için detaylı değerlendirme yapılmasıdır. Kullanıcı ihtiyaçları analizi gerçekleştirildikten ve satıcı bilgileri edinildikten sonra oluşan kriterler karar verici tarafından 1 ile 10 skalasında önceliklendirilmektedir. Yaklaşımında seçim kriterleri için bir liste önerilmemektedir. Fakat, değerlendiricinin belirlediği kısa bir kriter listesi yerine, kullanıcı tanımlı kriterlerle ürünlerin değerlendirilmesini önermektedir. Yaklaşımında ihtiyaç tanımları örneklendirilmemekte ve hem fonksiyonel hem de fonksiyonel olmayan kriter tiplerinden bahsedilmemektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılabilir kaynaklar tanımlanmaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken sadece kalitatif ölçümler kullanılmakta ve bu ölçümler

(0-karşılamıyor, 1/2-kısmen karşılıyor, 1-tamamen karşılıyor) skalasına dönüştürülmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerini detaylı ihtiyaç analizi ile belirlemektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında karar verici tarafından atanan ağırlıklardan söz edilmektedir (1-10 skalası). Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı da yazarlar tarafından sezgisel bir yöntem tanımlanmakta ve örneklendirilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım “sezgisel” bir yaklaşımdır.

3.3.24 Alves ve Castro Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Alves ve Castro Yaklaşımı (COTS Tabanlı İhtiyaç Mühendisliği-COTS based Requirements Engineering-CRE)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Alves, C. ve Castro, J., (2001), “CRE: A Systematic Method for COTS Components Selection”, XV. Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES), 3-5 October 2001, Rio de Janeiro, Brazil.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, tanımlama (kullanıcı ihtiyaçları, uygulama altyapısı, proje amaç ve hedefleri, alternatif ürünler, organizasyon yapısı), açıklama, değerlendirme ve kabul olarak sıralanmaktadır. Yaklaşımında hem fonksiyonel hem de fonksiyonel olmayan seçim kriterlerine değinilmekte ve örneklendirilmektedir. Kriterlerin belirlenmesi için kullanıcılarla yapılan yüz yüze görüşmeler veya anketler önerilmektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında 1-4 (1-düşük, 2-orta, 3-yüksek, 4-çok yüksek) skalası ile önceliklendirme kullanılmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak kaynaklar tanımlanmaktadır ve alternatiflerin tanımlanabilmesi için ürün ve satıcı odaklı bir kontrol listesi sunulmaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken kantitatif ölçümlerden (maliyet tahmini) kısmen bahsedilmektedir. Ağırlıklı olarak kalitatif ölçümler kullanılmakta ve bu ölçümler 0-3 skalasına (0-ihtiyacı karşılamıyor, 1-kısıtlarla karşılıyor, 2-kısmen karşılıyor, 3-karşılıyor) dönüştürülmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde kullanıcılarla yapılan görüşmeleri ve anketlerin kullanılmasını önermektedir. Kriterlerin öncelikleri, tanımlanmış skala üzerinden karar verici tarafından belirlenmektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi

adımında da WSM metodu önerilmekte ve örneklendirilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımıdır.

3.3.25 Sedigh-Ali, Ghafoor ve Paul Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Sedigh-Ali, Ghafoor ve Paul Yaklaşımı (Risk Yönetim Ölçümleri-Risk Management Metrics)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Sedigh-Ali, S., Ghafoor, A. ve Paul, R., (2001), “Software Engineering Metrics for COTS-Based Systems”, IEEE Computer, 34(5): 44-50.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, yazılım ihtiyaçlarının belirlenmesinden kısmen bahsetmektedir. Yaklaşımında bir seçim kriter listesi önerilmektedir. Bu liste maliyet, kalite, müşteri tatmini, güvenilirlik şeklinde fonksiyonel olmayan kriterlerden oluşmaktadır. Fakat kriterlerin nasıl belirleneceğine dair yol gösterilmemektedir. Sunulan metodolojide seçim kriterleri ağırlıklandırılmamaktadır. Ayrıca alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak kaynaklar da tanımlanmamaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken, belirtilen kriterlerin her biri için farklı kantitatif ölçümler tanımlanmaktadır. Bu ölçümler kullanılarak son seçim kararının verilmesi önerilmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması konularına değinmemektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımında tanımlanan ölçümlerin, kalite, maliyet ve risk modellerinin kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşım çok kriterli karar verme, optimizasyon veya hibrit yaklaşım olarak sınıflandırılmamaktadır. Dolayısıyla yazarlar tarafından geliştirilen bir yapıyı kullanan “sezgisel” bir yaklaşımdır.

3.3.26 Morera Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Morera Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Morera, D., (2002), “COTS Evaluation Using Desmet Methodology and Analytic Hierarchy Process”, 4th International Conference on Product Focused Software Process Improvement PROFES 2002, 9-11 December 2002, Rovaniemi, Finland, 485-493.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, COTS yazılım paketlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.

- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşımın amacı DESMET metodolojisi ile AHP metodunun birleştirilmesiyle daha önce sunulan yaklaşımlardan daha kolay ve anlamlı bir yol sunmaktır. Yaklaşım ihtiyaç analizi fonksiyonunu, değerlendirme takımı ve kullanıcıların sorumlulukları dahilinde açıklamaktadır. Seçim kriterleri için ana başlıklar; finansal kriterler, teknik kriterler, kurumsal kriterler ve yasal konular olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla yaklaşım, sadece fonksiyonel olmayan kriter tipinden bahsetmektedir. Seçim kriterlerinin nasıl belirleneceğine dair yol gösterilmemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında AHP metodu kullanılmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi fonksiyonu, ön eleme faaliyeti ile beraber teknik ve kurumsal grup olarak tanımlanan iki takım tarafından gerçekleştirilmektedir. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken kalitatif, kantitatif veya ikisinin birleşimi ile oluşan ölçümlerin kullanılabileninden bahsedilmektedir. Bununla beraber, yaklaşımın tümünde AHP uygulaması kapsamında kalitatif değerlendirmeler kullanılmakta ve bu ölçümler Saaty skalasına dönüştürülmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi konusunda yol göstermemektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi adımı AHP kullanımını önermektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir.

3.3.27 Lai, Wong ve Cheung Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Lai, Wong ve Cheung Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Lai, V.S., Wong, B.K. ve Cheung, W., (2002), “Group Decision Making in Multiple Criteria Environment: A Case Using the AHP in Software Selection”, European Journal of Operational Research, 137: 134-144.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, bir multimedya yazılımı seçimi için örnek uygulama sunmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu yaklaşım, 3.3.18’de özetlenen Lai, Trueblood ve Wong yaklaşımı ile tek bir konuda farklılık göstermektedir. Bu çalışmada seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında ve son seçim kararında grup AHP uygulanmaktadır. Değerlendirme takımı elemanları ikili karşılaştırma matrislerini ayrı ayrı doldurduktan sonra, veriler geometrik ortalama kullanılarak birleştirilmektedir. Çalışmada ayrıca AHP’nin diğer metotlara göre üstünlük ve zayıflıkları da irdelenmektedir. Bu değerlendirme AHP’nin Delphi metoduyla belirli kriterler doğrultusunda

karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır. Metot kullanıcılarına bir anket uygulanmakta ve t testi ile anket sonuçları değerlendirilmektedir. Bu karşılaştırma ile AHP'nin Delphi metoduna göre daha iyi olduğu sonucuna varılmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde ve hiyerarşik yapıya dönüştürülmesinde beyin fırtınası çalışmalarını önermektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında ve son seçim kararında grup AHP kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir.

3.3.28 Sahay ve Gupta Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Sahay ve Gupta Yaklaşımı (Yazılım Çözümü Ölçüm İndeksi-Software Solution Merit Index-SMI)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Sahay, B.S. ve Gupta, A.K., (2003), “Development of Software Selection Criteria for Supply Chain Solutions”, *Industrial Management and Data Systems*, 103(2): 97-110.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım tedarik zinciri çözümlerinin değerlendirilmesi ve seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar; seçim kriterlerinin ve ağacının tanımlanması, performans puanlama sisteminin oluşturulması, alternatiflerin belirlenmesi, yazılım çözüm indeksinin hesabı ve son seçimidir. Yaklaşımında ihtiyaçların analizi konusundan bahsedilmemektedir. Seçim kriterleri için bir liste ve hiyerarşi önerilmektedir. Kriterler öncelikle teknoloji, maliyet, özellikler, özelleştirme, destek/hizmetler şeklinde birincil (önemli) ve satıcı ile ilgili karakteristikler olarak ikincil (daha az önemli) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Daha sonra bu ana kriterlerin alt kriterleri de tanımlanmaktadır. Yaklaşım özellikler ana kriteri altında modüller, entegre edilecek uygulamalar, üretim gibi az sayıda fonksiyonel kriter tanımlanmaktadır. Geri kalan tüm kriterler ise fonksiyonel olmayan kriter tipine girmektedir. Kriterlerin belirlenmesi için değerlendirme takımının gerçekleştirdiği beyin fırtınası çalışmalarından bahsedilmektedir. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak kaynaklar ve kriterler tanımlanmaktadır. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesinin ölçülmesi için bir performans puanlama sistemi sunulmaktadır. Bu sistemde her bir alt kriter için kantitatif (örneğin modül alt kriteri için mevcut modül sayısı, işletim sistemi alt kriteri için desteklediği işletim sistemi sayısı gibi) veya kalitatif (taşınabilirlik için 1-5 skalası, finansal güç için 1-5 skalası gibi) ölçümler tanımlanmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerini beyin fırtınası çalışmaları ile belirlemektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında her bir kriter düzeyinde toplamı 1 olacak şekilde, karar verici tanımlı yüzde ağırlıklandırma yöntemini önermektedir. Belirlenen performans puanlama sistemine göre alternatifler kriterler üzerinde değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme sırasında her bir kriter için mutlak ve maksimum puanlar kullanılmakta ve tanımlanan formülasyonlar ile her bir alternatif için yazılım çözümü ölçüm indeksi (Software Solution Merit Index– SMI) hesaplanmaktadır. En yüksek SMI değerine sahip olan alternatif ile son seçim kararı verilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım yazarlar tarafından geliştirilen “sezgisel” bir yöntemi kullanmaktadır.

3.3.29 Erol ve Ferrell Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Erol ve Ferrell Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Erol, İ. ve Ferrell, W.G., (2003), “A Methodology for Selection Problems with Multiple, Conflicting Objectives and Both Qualitative and Quantitative Criteria”, International Journal of Production Economics, 86: 187-199.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım genel seçim problemlerine yönelik olarak sunulmaktadır. Yazarlar sundukları metodolojinin çok sayıda alternatifin ve hem kantitatif, hem de kalitatif kriterlerin değerlendirilmesi gereken seçim problemlerine uygulanabileceğini vurgulamaktadır. Örnek olarak tedarikçi seçimi ve yazılım seçimi problemleri gösterilmekte ve metodoloji ERP yazılımı seçimine uygulanmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşımında ihtiyaç analizi konusundan bahsedilmemektedir. Seçim kriterleri için örnekler yer almaktadır. Bu kriterler kalitatif veya kantitatif olarak değerlendirilen fonksiyonel olmayan kriterlerdir. Kriterlerin belirlenmesi, aynı zamanda Kalite Fonksiyonu Açılımı (KFA) matrisinin “Ne’ler”inin belirlenmesi için beyin fırtınası çalışmaları yapılmaktadır. Çalışmada güvenilirlik, yetenek, hizmet gibi kalitatif seçim kriterleri; veritabanı tasarımı, çoklu dil desteği, artan şeffaflık, daha iyi bilgi akışı gibi kantitatif yani ölçülebilen kriterlere dönüştürülmeye çalışılmaktadır. Bunun için de bulanık KFA tekniği önerilmektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında, Ne’lerin önem derecelerinin ağırlıklandırılması şeklinde bulanık KFA tekniği kullanılmaktadır. Bu aşamada bulanık küme teorisiyle oluşturulan, üçgensel sayıları kullanan bir skala (çok güçlü, güçlü, orta, zayıf, yok) tanımlanmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için kullanılacak kaynaklara değinilmemektedir. Alternatiflerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken hem kantitatif, hem de kalitatif ölçümler

kullanılmakta ve kalitatif ölçümler yukarıda bahsedilen bulanık skalaya dönüştürülmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde beyin fırtınası çalışmalarını önermektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında bulanık KFA kullanılmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde de yine bulanık KFA tekniğiyle, sütun mutlak ve bağıl skorları hesaplanmakta ve her bir alternatifin normalize edilmiş skorlarına ulaşılmaktadır. Bu skorlar her bir alternatifin kullanıcıyı tatmin etme derecesi olarak tanımlanmaktadır. Maliyet minimizasyonu ve kullanıcı tatmininin maksimizasyonu hedefleri, önceliklendirilmiş 0/1 hedef programlama modeli ile çözülerek son seçim kararı verilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bulanık KFA tekniği ile hedef programlamayı birleştiren “hibrit” bir yaklaşım olarak sınıflandırılabilir.

3.3.30 Wei ve Wang Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Wei ve Wang Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Wei, C. ve Wang, M., (2004), “A Comprehensive Framework for Selecting an ERP System”, International Journal of Project Management, 22: 161-169.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım, ERP sistemlerinin seçimine yöneliktir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, kurumsal kaynak planlaması yazılımlarının seçimine dair on bir adımlık bir algoritma sunmaktadır. Bu adımlar bir takım kurulmasıyla başlayıp, seçilen yazılımın uygulanmasıyla sona ermektedir. Bu algorithmada ihtiyaçların analizinden, kurumun süreçlerinin incelenmesi ve gerekirse yeniden yapılandırılması şeklinde bahsedilmektedir. Yaklaşımında üç seviyeli örnek bir kriter hiyerarşisi sunulmaktadır. Bu hiyerarşinin birinci seviyesini; proje faktörleri, yazılım sistem faktörleri ve satıcı faktörleri oluşturmaktadır. Bu kriterler alt kriterlere ayrılmaktadır. Dolayısıyla yaklaşım, sadece fonksiyonel olmayan kriter tiplerinden bahsetmekte, sistem gereksinimleri şeklindeki fonksiyonel kriterleri dikkate almamaktadır. Kriterlerin belirlenmesi, yapılan ihtiyaç analizine dayandırılmaktadır. Seçim kriterlerinin önceliklendirilmesinde bulanık küme teorisi ile oluşturulan skala (çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek) kullanılmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için İnternet, magazinler, fuarlar gibi kaynakların kullanılabilmesi belirtilmektedir. Ürünlerin kriterleri karşılama derecesi ölçümlenirken kantitatif yolla ölçülebilecek kriterler maliyet, gerçekleştirme süresi ve fayda şeklinde tanımlanmaktadır. Risk, stratejik uygunluk, teknoloji, satıcı özellikleri gibi kalitatif yolla ölçülebilecek kriterler için de yine bulanık

küme teorisi ile ayrı bir değerlendirme skalası (çok zayıf, zayıf, fena değil, iyi, çok iyi) tanımlanmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasını detaylı ihtiyaç analizine dayandırmaktadır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında bulanık küme teorisi ile oluşturulan skalanın kullanımı detaylandırılmakta ve örneklendirilmektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesi aşaması için, dış kaynaklardan elde edilen objektif uyumluluk bilgileri ile iç kaynaklardan (kullanıcı görüşmeleri) elde edilen sübjektif uyumluluk bilgilerini ayrı ayrı değerlendirip daha sonra birleştiren bir “bulanık ERP uyumluluk indeksi” tanımlanmaktadır. Son seçim kararının verilmesinde de bu puanı maksimum olan alternatif seçilmektedir. Bu arada yaklaşım kantitatif olarak ölçülebilen kriterlerin optimizasyonuna yönelik işlemler de tanımlanmaktadır. Dolayısıyla çok kriterli karar verme ve bulanık küme teorisini birleştirilen bu yaklaşım, “hibrit” bir yaklaşım olarak sınıflandırılmaktadır.

3.3.31 Colombo ve Francalanci Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Colombo ve Francalanci Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Colombo, E. ve Francalanci, C., (2004), “Selecting CRM Packages Based on Architectural, Functional, and Cost Requirements: Empirical Validation of a Hierarchical Ranking Model”, Requirements Engineering, 9(3): 186-203.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım CRM yazılım paketlerinin seçimine yönelik olarak geliştirilmiştir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu çalışmanın amacı fizibilite analizi ile CRM paketlerinin seçimini destekleyen bir model sunulması ve deneysel olarak modelin doğrulanmasıdır. Geleneksel COTS seçim metodolojilerinde, yazılım ve organizasyonel ihtiyaçlar arasındaki ilişkiyi garanti eden başlıca karar noktasının maliyetler ve fonksiyonel kalite olduğu belirtilmekte, hem teknik hem de fonksiyonel kalitenin farklı CRM paketleri üzerinde kantitatif olarak ölçülmesi gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Sunulan metodoloji seçim öncesi, analiz ve görüşmeler aşamalarından oluşmaktadır. Yaklaşımında ihtiyaçların analizi fonksiyonu detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Ayrıca, kalitatif veya kantitatif yollarla ölçülebilen ve sadece fonksiyonel olmayan kriterlerden oluşan hazır bir kriter listesi sunulmaktadır. Bu kriterler fonksiyonel kalite ve mimari kalite olarak hiyerarşik bir yapıda incelenmektedir. Çalışmada, her bir kriter için varsa kantitatif ölçüm yolları tanımlanmaktadır. Kalitatif veya kantitatif olarak gerçekleştirilen ölçümler, AHP kullanımı sebebiyle Saaty skalasına dönüştürülmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde detaylı ihtiyaç analizini önermektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında çok kriterli karar verme metotlarından biri olan AHP kullanılmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde de yine AHP tekniğiyle alternatif ürünlerin skorları hesaplanmakta ve son seçim kararı verilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir.

3.3.32 Sarkis ve Talluri Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Sarkis ve Talluri Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Sarkis, J. ve Talluri, S., (2004), “Evaluating and Selecting E-Commerce Software and Communication Systems for a Supply Chain”, European Journal of Operational Research, 159: 318-329.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım elektronik ticaret yazılım paketlerinin ve iletişim sistemlerinin seçimine yönelik olarak geliştirilmiştir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu çalışmada elektronik ticaret yazılımı ve iletişim sistemleri için yapılan değerlendirilmelerin birleştirilmesi amacıyla bir çok kriterli karar metodolojisi sunulmaktadır. Metodolojinin ilk adımı belirlenen faktörlerin önceliklerinin oluşturulması için AHP uygulanmasıdır. İkinci adımı ise, bir matematiksel hedef programlama modeli üzerinde bu faktör önceliklerinin ve bazı yönetsel kısıtların değerlendirilmesidir. Bu yaklaşım içerisinde bazı ihtiyaçlardan bahsedilmekte, fakat bunların nasıl belirleneceğine değinilmemektedir. Hem yazılım sistemi için, hem de iletişim sistemi için ayrı ayrı kriter listesi ve hiyerarşisi sunulmaktadır. Yazılım sistemi için; güvenlik, güvenilirlik, kullanım kolaylığı, destek, maliyet gibi fonksiyonel olmayan kriterler tanımlanmaktadır. Benzer şekilde iletişim sistemleri için de hız, güvenlik, güvenilirlik gibi yine fonksiyonel olmayan kriterlerden bahsedilmektedir. Sunulan metodolojide, alternatif yazılım ürünlerinin belirlenmesi konusunda herhangi bir yönlendirme bulunmamaktadır. Belirlenen tüm kriterler Saaty skalası kullanılarak kalitatif olarak ölçümlenmektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde herhangi bir metot önermemektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında ve alternatiflerin değerlendirilmesinde AHP metodu önerilmekte ve örneklendirilmektedir. Son seçim kararı ise, her bir alternatifin AHP skorunun hesaplanmasıyla verilmemektedir. AHP ile elde edilen alternatiflerin kriterleri karşılama skorları, belirlenen hedeflerden sapmaları minimize eden ağırlıklandırılmış hedef

programlama modelinin kısıtlarını oluşturmaktadır. Modelin çözümü ile bir yazılım alternatifi ve bir iletişim sistemi alternatifi seçilmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım çok kriterli karar verme metodunu ve optimizasyon modelini birlikte kullanarak bir “hibrit yaklaşım” şeklinde sınıflandırılabilir.

3.3.33 Yeoh ve Miller Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Yeoh ve Miller Yaklaşımı (Vendor Economics and Risk Profiler-VERPRO)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Yeoh, H.C. ve Miller, J., (2004), “COTS Acquisition Process: Incorporating Business Factors into COTS Vendor Evaluation Taxonomies Research Section”, IEEE Metrics: 84-95.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım COTS yazılımlarının değerlendirilmesine yönelik olarak geliştirilmiştir. Yazarlar, COTS teriminin, donanım, yazılım veya her ikisinin birleşimi olarak kullanılabildiğini, fakat makalede sadece COTS yazılımlarına odaklanıldığını belirtmektedir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yazarlar, mevcut COTS seçim metodlarını özetleyerek bu metotlardaki en büyük eksikliğin COTS satıcılarının değerlendirilmesi aşamasında olduğunu belirtmektedir. Bu doğrultuda, satıcı ile ilgili faktörlerin COTS seçim sürecine dahil edilmesiyle, VERPRO olarak adlandırılan bir model sunmaktadırlar. Bu model, yazılım seçim kriterlerini; ürün, maliyet, hizmet ve kurumsal olmak üzere dört ana kategoride belirleyen, ölçüm tabanlı bir satıcı değerlendirme modeli olarak tanımlanmaktadır. Yaklaşımında ihtiyaçların analizi konusunun önemi belirtilerek, kısmen ele alınmaktadır. Modelin diğer girdisi olan seçim kriterleri için literatürde varolan ve ürün faktörleri, maliyet faktörleri ve hizmet faktörleri şeklinde sınıflandırılan kriterler kullanılmaktadır. Bu kriterlere satıcı değerlendirmeye yönelik kurumsal faktörler eklenmekte ve detaylı bir kriter listesi sunulmaktadır. Kriter listesinde, ürün bazında fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterler tanımlanmakta ve ayrıca satıcı ile ilgili de ürün hakkındaki geçmişi, finansal güçlüğü, riskler şeklindeki kriterler bulunmaktadır. Modelin tanımladığı fonksiyonel ürün kriterleri, ISO/IEC 9126 tarafından tanımlanan kalite karakteristiklerinin “fonksiyonellik” sınıfına giren kriterlerdir. Sunulan model daha çok satıcı odaklı olup, sistem gereksinimleri modelin girdisi olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla model sadece fonksiyonel olmayan kriterleri göz önüne almaktadır. Satıcıya odaklanıldığı için, satıcı alternatiflerinin belirlenmesi konusunun öneminden bahsedilmekte ve yazılım sektör bilgilerinin Gartner firmasının araştırma raporlarından

edinilmesi önerilmektedir. Yaklaşımında her kriter ayrı ayrı ele alınmakta ve her biri için ölçüm tipleri, ölçüm yapılırken kullanılacak kaynaklar tanımlanmaktadır. Dolayısıyla model, hem kantitatif hem de kalitatif ölçümlerden detaylı olarak bahsetmektedir. Kalitatif ölçümler sırasında her bir kriter için farklı dilsel kümeler ve skalalar kullanılmaktadır. Tüm kalitatif ve kantitatif ölçümler tamamlandıktan sonra, bu ölçümler karar verme metodu olarak kullanılan AHP kapsamında Saaty skalasına dönüştürülmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşımında, seçim kriterleri kapsamlı literatür taraması ile belirlenen hiyerarşinin geliştirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Sabit bir kriter ağacı verilmekte ve tüm uygulamalarda kullanması önerilmektedir. Dolayısıyla seçim yapan firmaya seçim kriterlerini belirleme imkanı sunmamaktadır. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında, alternatiflerin bu kriterler üzerinde değerlendirilmesinde ve son seçim kararında da AHP metodu kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılmaktadır.

3.3.34 Çil, Alptürk ve Yazgan Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Çil, Alptürk ve Yazgan Yaklaşımı (InteliTeam)
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Çil, İ., Alptürk, O. ve Yazgan, H.R., (2005), “A New Collaborative System Framework Based on a Multiple Perspective Approach: InteliTeam”, Decision Support Systems, 39: 619-641.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Çalışmada web tabanlı bir karar destek sistemi sunulmaktadır. Bu sistem dört komponent içermektedir. Bu komponentlerden birincisi spesifik bir problemin modellenmesinde birçok katılımcının bakış açısını dikkate alan bir grup kararı verme yaklaşımı, ikincisi çok sayıda çok kriterli karar verme metodunu kullanan bir komponent, üçüncüsü bir akıllı sistem, dördüncüsü ise yeni teknolojilerle desteklenen ileri iletişim sistemleridir. Bu yazılım sistemi InteliTeam olarak adlandırılmakta ve ERP yazılım seçimi problemi üzerinde örneklendirilmektedir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu çalışmada sunulan karar destek sistemi ERP yazılım seçimi üzerinde kullanılmaktadır. Karar vericiler, ihtiyaçların analizi fonksiyonu için sistem içinde geliştirilen anketlerden faydalanmaktadır. Akademik literatür, İnternet kaynakları ve ilgili dergilerden faydalanılarak ERP seçimi için stratejik, organizasyonel, teknik, satıcı, proje ve kullanıcı bakış açılarına yönelik anketler sunulmaktadır. Organizasyonel bakış açısını oluşturan anket, firmanın yazılımla ilgili sistem gereksinimlerini belirlemeye yönelik soruları kapsamaktadır. Seçim kriterleri,

katılımcıların bu anketlere verdikleri cevaplara göre oluşturulmaktadır. Dolayısıyla hem fonksiyonel hem de fonksiyonel olmayan kriterler dikkate alınmaktadır. Alternatif yazılım ürünlerinin belirlenmesi fonksiyonu kısmen ele alınmakta ve yazılım alternatifleri üzerinde kriter ölçümleri gerçekleştirilirken kalitatif ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümler seçilen karar verme metoduna bağlı olarak belirlenen skalalar kullanılarak yapılmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesinde yukarıda bahsedilen anketleri kullanmaktadır. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında TOPSIS, AHP, ELECTRE gibi çok kriterli karar verme metodlarından biri katılımcı tarafından seçilmektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesinde ve son seçim kararında da yine bir önceki adımda seçilen metotla alternatif ürünler sıralanmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılmıştır.

3.3.35 Wei, Chien ve Wang Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Wei, Chien ve Wang Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Wei, C.C., Chien, C. ve Wang, M.J., (2005), “An AHP-Based Approach to ERP System Selection”, International Journal of Production Economics, 96: 47-62.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Çalışmada ERP sistem seçimi için AHP tabanlı bir yaklaşım sunulmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu çalışmada sunulan metodolojinin adımları şu şekildedir: Bir proje takımı oluşturulması ve mümkün olan tüm ERP satıcı bilgilerinin toplanması, ERP sistem karakteristiklerinin tanımlanması, bu karakteristiklerle temel amaçlar hiyerarşisi ve amaçların anlamı hiyerarşisinin oluşturulması, spesifik soruların sorulmasıyla ön elemanın gerçekleştirilmesi, AHP metodu kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi, sonuçların tartışılması ve son seçim kararının verilmesi. Yaklaşımında oluşturulan takım, öncelikle ERP seçimi ile ilgili temel amaçlarını tanımlamaktadır. Çalışmada, bu amaçlar, en uygun ERP sistemini seçmek ve en uygun ERP satıcısını seçmek şeklinde örneklendirilmektedir. Ardından amaçlar, her birinin ne anlama geldiği sorularak bir alt kademeye doğru detaylandırılmakta ve böylelikle temel amaçlar hiyerarşisi oluşturulmaktadır. Daha sonra bu amaçlar, her bir amaca nasıl ulaşılacağı sorularına verilen cevaplarla, anlaşılması ve ölçülmesi kolay kriterlere doğru detaylandırılmaktadır. Oluşturulan bu hiyerarşiler seçim takımına, kriterleri belirlemede yol göstermektedir. Buna karşılık önerilen metodoloji ihtiyaçların analizi fonksiyonundan bahsetmemektedir. Ayrıca sistem gereksinimleri şeklindeki fonksiyonel kriterler dikkate

alınmamakta, sadece fonksiyonel olmayan kriterlerden oluşan bir kriter ağacı sunulmaktadır. Alternatif ürünlerin belirlenmesi için; İnternet, profesyonel magazinler, fuarlar gibi kaynaklar tanımlanmaktadır. Her bir kriter için kantitatif ölçümlerden kısmen bahsedilmekte, AHP kullanımından dolayı tüm ölçümler Saaty skalasına dönüştürülerek kalitatif yolla gerçekleştirilmektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerini kullanıcı görüşmeleri ve tartışmalar yoluyla belirlemeyi önermektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında, alternatiflerin değerlendirilmesinde ve son seçim kararında AHP metodu kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşım bir “çok kriterli karar verme” yaklaşımı olarak sınıflandırılmaktadır.

3.3.36 Wybo, Robert ve Leger Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Wybo, Robert ve Leger Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Wybo, M., Robert, J. ve Leger, P.M., (2005), “An Optimization Model of the Business Applications Selection Process”, 05-08 December 2005, Cahier du GReSI no 05-08.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Çalışmada genel kurumsal uygulama yazılımlarının seçimine odaklanılmaktadır. Literatürde, COTS yazılımlarının seçimine yönelik çok sayıda model olduğu, fakat kurumsal uygulama yazılımlarına yönelik, tüm faktörleri göz önünde bulunduran modeller bulunmadığı vurgulanmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yazarlar, yazılım seçimi problemini, her çözümün bir uygulama yazılımına ya da bir kombinasyonuna tekabül ettiği bir çözüm kümesi içerisinde, firmanın en iyiyi araması problemi olarak tanımlamaktadır. Firmanın bu seçimi gerçekleştirirken, bir yandan sonuçta elde edeceği faydaları maksimize etmek, diğer yandan da edinim maliyetlerini minimize etmek istediği varsayılmaktadır. Dolayısıyla yazarlar, yazılım seçimini, bir ekonomik maksimizasyon problemi olarak modellemektedir. Modelin temel parametrelerinden birincisi, bir uygulama yazılımı hakkında firmanın sahip olduğu başlangıç bilgisi olarak tanımlanmaktadır. Bu bilgi, satın alan firmanın yazılım hakkındaki geçmiş tecrübeleri, diğer firmalardan elde edilen bilgiler, genel pazar bilgisi şeklinde oluşabilmektedir. İkinci parametre, yazılım alternatiflerinin detaylı değerlendirmesi sonucunda elde edilen puan olarak tanımlanmaktadır. Fakat alternatiflerin değerlendirilmesine yönelik bir teknik önerisi sunulmamaktadır. Ayrıca alternatiflerin hangi kriterler üzerinden değerlendirileceği ve bu kriterlerin nasıl ölçüleceği konusunda da bilgi bulunmamaktadır. Bir diğer parametre de, firmanın bu puanı elde etmek için katlanacağı maliyet şeklinde belirlenmektedir. Yazarlar, bir yazılım

alternatifinin başlangıç bilgileriyle yapılan değerlendirmenin hatalı olabilmesi durumunu ise, rassal bir değişken olarak modele dahil etmektedir. Önerilen model, ihtiyaçların analizi, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterler, alternatiflerin belirlenmesi gibi yazılım seçiminin temel fonksiyonlarından bahsetmemekte ve belirtilen parametreler dikkate alınarak bir sıralı arama algoritması sunulmaktadır. Bu algoritmaya göre, firma öncelikle mümkün olan tüm alternatifleri, başlangıç bilgileri ve tahmini değerlendirme maliyetlerine göre sıralamaktadır. Ardından, bu sıralamada ilk sırayı alan alternatifi, belirlenen parametreler doğrultusunda değerlendirmekte ve seçim kararını vermektedir. Eğer alternatifin değerlendirme puanı, bir sonraki alternatifin ilk sıralama puanından yüksekse algoritma durmakta ve bu alternatif seçilmektedir. Eğer bu alternatif seçilmezse, firma bir sonraki alternatifi aynı şekilde değerlendirerek, bu sefer iki alternatifi birbiriyle karşılaştırmaktadır. Yine seçim kararını vererek devam etmekte veya durmaktadır. Bu şekilde, firma seçmeyeceği alternatiflerin değerlendirme maliyetine katlanmamış olmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşım, seçim kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılmasında bir teknik önermemektedir. Alternatiflerin değerlendirilmesinde de bir teknik sunulmamakta, sadece son seçim aşamasına odaklanılmaktadır. Son seçim kararını vermeye yönelik bir sıralı arama algoritması sunulmaktadır. Dolayısıyla bu haliyle yaklaşım bir “optimizasyon” yaklaşımı olarak sınıflandırılmaktadır.

3.3.37 Sarkis ve Sundarraaj Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Sarkis ve Sundarraaj Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Sarkis, J. ve Sundarraaj, R.P., (2006), “Evaluation of Enterprise Information Technologies: A Decision Model for High-Level Consideration of Strategic and Operational Issues”, Transactions on Systems Man. And Cybernetics, 36(2): 260-273.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım kurumsal bilgi teknolojilerinden biri olarak tanımlanan ERP yazılımlarına yönelik olarak geliştirilmiştir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu çalışmada, yazılım seçiminde dikkate alınması gereken somut, soyut, stratejik ve operasyonel faktörlerin değerlendirilmesine yönelik iki aşamalı bir yaklaşım sunulmaktadır. Yaklaşımın birinci aşaması, yazılım alternatifleri için ağırlıklar üreten Analitik Ağ Süreci (Analytical Network Process-ANP) metodunun uygulanmasıdır. İkinci aşamada ise, ANP’den elde edilen verileri parametre olarak kullanan, yönetim ve bütçe kısıtları altında bir veya daha fazla yazılım alternatifini

seçtiren bir tamsayı programlama modeli uygulanmaktadır. Önerilen yaklaşımda sistem ihtiyaçları, bilgi teknolojisi ihtiyaçları gibi ihtiyaçlardan bahsedilmekte, fakat ihtiyaç analizi aşaması detaylandırılmamaktadır. Kalite, esneklik gibi stratejik performans ölçümleri; kısa ve uzun dönem şeklinde ayrılan planlama ufku; satış-pazarlama, üretim, finans, insan kaynakları gibi iş fonksiyonları; güvenlik, güvenilirlik gibi bilgi teknolojisi ihtiyaçları ve maliyet ana kriterlerinden oluşan detaylı bir kriter listesi sunulmaktadır. Bu kriterler detaylı literatür araştırmaları sonucunda oluşturulmaktadır. Dolayısıyla yaklaşımda hem fonksiyonel, hem de fonksiyonel olmayan kriterlerden bahsedilmektedir. Alternatiflerin belirlenmesi konusunda yararlanılabilecek kaynaklar belirtilmemektedir. Yazarlar, kantitatif ölçümler konusunda literatürde çok sayıda yaklaşım bulunduğunu, fakat yazılım seçiminde kalitatif faktörlerin değerlendirilmesinin daha kritik bir konu olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla ANP yaklaşımı ile kalitatif ölçümlerden detaylı bir şekilde bahsedilmektedir. Tamsayı programlama modeli için, yazılım alternatiflerinin bakım ve gerçekleştirme maliyeti şeklindeki kantitatif ölçümleri yapılmakta, fakat bu ölçümlerin nasıl yapılacağı konusu detaylı bir şekilde ele alınmamaktadır. Kalitatif ölçümler için ise, ANP metodundan dolayı Saaty skalası kullanılmaktadır.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşımda kullanılan seçim kriterleri ve kriterler arasındaki ilişkiler literatür araştırmalarına dayandırılmaktadır. Kriterlerin ağırlıklandırılması ve alternatiflerin değerlendirilmesinde ANP yaklaşımı kullanılmaktadır. Son seçim aşamasında ise, seçilen alternatiflerin toplam ağırlığını, maliyet ve bütçe kısıtları altında maksimize eden bir tamsayı programlama modeli uygulanmaktadır. Dolayısıyla, yaklaşım çok kriterli karar verme metodu ile optimizasyon modelini birleştiren “hibrit” bir yaklaşımdır.

3.3.38 Shyur Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Shyur Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Shyur, H.J., (2006), “COTS Evaluation Using Modified TOPSIS and ANP”, Applied Mathematics and Computation, 177: 251-259.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım COTS yazılımlarına yönelik olarak geliştirilmiştir.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Çalışmada beş aşamadan oluşan bir COTS yazılım seçimi yaklaşımı sunulmaktadır. Bu aşamalar, COTS seçimi için kriterlerin belirlenmesi, kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, kriterlerin ağırlıklandırılması, karar matrisinin oluşturulması ve alternatiflerin sıralanmasıdır. Önerilen metodolojide

ihtiyaçların analizi adımı yer almasa da, yazarlar Kontio vd. (1995) tarafından tanımlanan ihtiyaç analizi sürecine atıfta bulunmaktadır. Seçim kriterlerinin ve kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde nominal grup tekniğinin kullanımı önerilmektedir. Yazarlar; maliyet, satıcı desteği, teknolojik risk, firmanın iş ihtiyaçlarına uygunluk, yazılımın gerçekleştirilmesinin kolaylığı, değişimlere karşı esneklik, sistem entegrasyonu şeklinde yedi ana kriterden ve bunların alt niteliklerinden oluşan bir kriter listesi sunmaktadır. Bu kriterler, sadece fonksiyonel olmayan kriterleri kapsamaktadır. Yazılım alternatiflerinin nasıl belirleneceği konusu ele alınmamaktadır. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları ANP metodu kullanılarak oluşturulmaktadır. Bu aşamada, öncelikle karar vericiler ana kriterler arasındaki bağımlılığı göz ardı ederek ve Saaty skalasını kullanarak ikili karşılaştırma matrisini doldurmaktadır. Ardından kriterler arasındaki ilişkileri dikkate alarak, yeni karar matrisleri oluşturmakta ve ANP adımlarını uygulamaktadır. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, alternatiflerin bu kriterlere göre değerlendirilmesi ve sıralanması için TOPSIS metodunun önerilen adımları kullanılmaktadır. Yazarlar, baştan sona kadar ANP metodunun kullanılmamasının sebebini, ikili karşılaştırma sayısı arttıkça bu metodun etkinliğinin azalması olarak göstermektedir. TOPSIS uygulamasında da karar vericiler, alternatiflerin kriterleri karşılama derecesini, 1-10 skalası kullanarak belirlemekte ve daha sonra bu değerlendirmeler normalize edilerek, alternatifler sıralanmaktadır. Dolayısıyla yaklaşım baştan sona, kalitatif ölçümleri içermekte, kantitatif ölçümlerden bahsetmemektedir.

- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Sunulan metodoloji, seçim kriterlerinin belirlenmesinde nominal grup tekniğinin kullanımını önermektedir. Bu teknik, değerlendirmeye tüm katılımcıların dahil olmasını zorlamakta ve hiçbir katılımcının baskın rol oynamasına izin vermemektedir. Üretilen tüm fikirler eşit derecede önemlidir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasında ANP metodu kullanılmakta ve alternatiflerin sıralanarak son seçim kararının verilmesi aşamasında ise TOPSIS metodu uygulanmaktadır. Dolayısıyla yaklaşım, bu özellikleriyle “hibrit” bir yaklaşım olarak sınıflandırılmaktadır.

3.3.39 Ayağ ve Özdemir Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Ayağ ve Özdemir Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Ayağ, Z. ve Özdemir, R.G., (2006), “An Intelligent Approach to ERP Software Selection through Fuzzy ANP”, International Journal of Production Research, preview article: 1-26.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım kurumsal uygulama yazılımlarından ERP

yazılımlarına yönelik olarak geliştirilmiştir.

- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Yazarlar, Saaty tarafından geliştirilen ANP metodunu ve Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantık yaklaşımını kullanarak, ERP yazılımlarının seçimine yönelik bir metodoloji sunmaktadır. Önerilen metodolojide klasik ANP yaklaşımı yerine, bulanık ANP yaklaşımının kullanılmasının sebebi, yazılım seçim sürecindeki kalitatif faktörlerin değerlendirilmesi sırasında oluşan sübjektiflik ve belirsizlik ile açıklanmaktadır. Karar vericilerin klasik ANP yaklaşımında kullanılan kesin değerlendirme skalaları ile doğru değerlendirmelere ulaşamayacağı savunulmaktadır. Sunulan metodolojinin adımları; bir çapraz fonksiyonel takımın oluşturulması, firmanın ihtiyaçlarının ve beklentilerinin tanımlanması, alternatif listesinin hazırlanması, alternatiflerin ön elemelerinin yapılması, ANP metodunda kullanılacak niteliklerin belirlenmesi, bulanık ANP bazlı hesaplamaların yapılması, onay ve ileriki faaliyetler şeklinde tanımlanmaktadır. Yaklaşım, çapraz fonksiyonel takımın iş süreçlerini detaylı bir şekilde analiz etmesi, gerekli noktalarda iyileştirmeleri gerçekleştirilmesi ve kritik iş süreçlerini ISO 9000 kalite güvence sistemlerini temel alarak belirlemesi önerileriyle ihtiyaçların analizi fonksiyonunu ele almaktadır. Alternatiflerin belirlenmesi konusu için de kapsamlı pazar araştırmaları; yazılım geliştiricileriyle, yazılım satıcılarıyla ve diğer firmalarla iletişime geçilmesi şeklinde yollar sunmaktadır. ERP yazılımı seçim kriterlerinin belirlenmesi aşaması için yazarlar, detaylı literatür taraması yapmayı veya uygulamaya geçiş aşamasında olan firmaların analizinden faydalanmayı önermektedir. Yaklaşım bu yolla belirlenen, kalitatif ve kantitatif, fonksiyonel olmayan kriterleri içeren bir kriter listesi sunmaktadır. Bu kriter listesinin birinci düzeyinde, rekabet avantajı, verimlilik ve karlılık kriterleri yer almaktadır. İkinci düzey kriterler, sistem maliyeti, satıcı desteği, esneklik, fonksiyonellik, güvenilirlik, kullanım kolaylığı, teknolojik özellikler olarak tanımlanmaktadır. Üçüncü düzey ise, lisans maliyeti, danışmanlık ücretleri, bakım maliyeti, altyapı maliyeti, tedarikçi ünü, eğitim, fonksiyonlara uygunluk, öğrenme kolaylığı, bakım kolaylığı gibi kriterlerden oluşmaktadır. Bu kriterler ağırlıklandırılırken ve alternatifler üzerinde ölçülürken, bulanık Saaty skalası ile kalitatif değerlendirmeler kullanılmaktadır. Dolayısıyla yaklaşım kantitatif ölçümlerden bahsetmemektedir.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Sunulan metodoloji, seçim kriterlerinin belirlenmesinde literatür araştırmalarının ve firma analizlerinin kullanımını önermektedir. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması, alternatiflerin sıralanarak son seçim kararının verilmesi aşamalarında ise bulanık ANP metodu kullanılmaktadır. Ayrıca bulanık ANP metodu; klasik ANP, klasik AHP ve bulanık AHP metotlarıyla etkinlik yönünden

karşılaştırılmaktadır. Bulanık ANP metodunun kullanımı ile, klasik ANP metodunda ortaya çıkan belirsizliklerle baş edememe ve bulanık AHP metodunda oluşan kriterler arasındaki bağımlılığın dikkate alınamaması problemlerinin ortadan kaldırıldığı savunulmaktadır. Önerilen metodolojinin etkinliği bir elektronik firmasında uygulanarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla yaklaşım, bulanık mantık ve ANP metodunu bir arada kullanan bir “hibrit” yaklaşım olarak sınıflandırılmıştır.

3.3.40 Lin, Hsu ve Sheen Yaklaşımı

- *Yaklaşımın adı:* Lin, Hsu ve Sheen Yaklaşımı
- *Yaklaşımın açıklandığı referans veya referanslar:*
Lin, H.-Y., Hsu, P.-Y. ve Sheen, G.-J., (2007), “A Fuzzy-Based Decision-Making Procedure for Data Warehouse System Selection”, *Expert Systems with Applications*, 32(3), 939-953.
- *Yaklaşımın odaklandığı yazılım tipi:* Yaklaşım veri depolama yazılımlarına yönelik olarak sunulmaktadır.
- *Yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırmadaki yeri:* Bu çalışmada, Wei ve Wang (2004) tarafından ERP yazılımlarının seçimine yönelik olarak geliştirilen bulanık karar verme prosedürü ile Wei, Chien ve Wang (2005) tarafından yine ERP yazılımlarının seçimi için önerilen metodoloji birleştirilmekte ve sunulan yapı veri depolama sistemlerine uygulanmaktadır. Dolayısıyla yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırması Wei, Chien ve Wang (2005) yaklaşımıyla aynı özelliklere sahip olmaktadır.
- *Yaklaşımın karar modeline göre sınıflandırmadaki yeri:* Yaklaşımın kullandığı bulanık karar verme prosedürü, Wei ve Wang (2004) tarafından geliştirilen prosedür ile aynıdır. Dolayısıyla, yaklaşım bulanık küme teorisi ile çok kriterli karar vermeyi birleştiren “hibrit” bir yaklaşım olarak sınıflandırılmaktadır.

3.4 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde, yapılan literatür araştırmaları çerçevesinde, seçilen 40 adet yaklaşım iki çeşit sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Bunlardan birincisi, tüm yaklaşımların yazılım seçiminin önemli fonksiyonlarına göre sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırma sonucunda, incelenen yaklaşımların birbirinden farklılık gösterdiği noktanın genellikle, çeşitli aşamalarda kullandıkları karar verme metotları olduğu tespit edildikten sonra, ikinci bir sınıflandırmaya gidilmiştir. Bu da yaklaşımların yazılım seçim sürecinin ana adımlarında kullandığı karar verme metotlarına göre yapılan bir sınıflandırmadır. Bu kısımda, bu iki sınıflandırma çalışmasından elde edilen sonuçlar, ayrı ayrı özetlenmekte ve değerlendirilmektedir.

3.4.1 Fonksiyonel Sınıflandırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Aşağıda incelenen 40 adet yaklaşımın fonksiyonel sınıflandırma sonuçları özetlenmekte ve değerlendirilmektedir:

- *İhtiyaç analizi:* İhtiyaçların analizi fonksiyonu incelenen 40 yaklaşımdan sadece 17 (%42.5) tanesinde detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Fonksiyona, 9 (%22.5) yaklaşımda da kısaca değinilmektedir. İhtiyaçların analizi fonksiyonu kurumsal uygulama yazılım seçiminde en kritik aşamalardan biridir. Öyle ki literatürde, uygulama ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulmaması, yazılım seçiminin ana problemi olarak tanımlanmaktadır. İhtiyaç analizi, seçim kriterlerinin belirlenmesine yön vermesi açısından da önemli adımlardan biridir. Dolayısıyla seçilen literatürdeki bu eksiklik dikkat çekicidir. İncelenen yaklaşımlarda yönetim ihtiyaçları, teknik ihtiyaçlar, satıcı ihtiyaçları gibi çok sayıda tanımlama bulunmaktadır. Bununla beraber, bu farklı tanımlamaları fonksiyonel ihtiyaçlar ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar şeklindeki iki sınıfta birleştirmenin, literatürde genel kabul gören bir durum olduğu söylenebilmektedir.
- *Kriter listesi önerisi:* Yazılım ihtiyaçlarının analizi sürecinde, tüm karar vericiler yazılım sistemini tanımlayan ihtiyaçlar için genel bir kanı oluşturmaktadır. İhtiyaçlar belirlendikten ve dokümanite edildikten sonra, ihtiyaç analizinden gelen ihtiyaçlar hiyerarşik kriter setine dönüştürülmektedir. Dolayısıyla yazılım seçimi sürecindeki bir diğer önemli faaliyet seçim kriterlerinin belirlenmesidir. İncelenen yaklaşımların 28 (%70) tanesi, yazılım seçim kriterlerini listelemekte ya da hiyerarşik yapıda sunmaktadır. 2 yaklaşım ise (IUSWARE ve OTSO) seçim kriterlerinin uygulamadan uygulamaya geçeceği düşüncesiyle, sadece birkaç tane kriter örneği vermekte ve bu kriterleri belirlemeye yönelik önerilerde bulunmaktadır. Yazarlar, kriter listesi veya hiyerarşisi hazırlarken, genellikle detaylı ihtiyaç analizlerinden, literatür araştırmalarından veya kullanıcılarla yapılan görüşmelerden faydalanmaktadır. Yaklaşımların 11 (%27.5) tanesi, bir kriter listesi önermeden önce, ihtiyaç analizi fonksiyonunu da ele almaktadır. Bunun yanı sıra, yazılım ihtiyaçlarının analizi aşamasını atlayarak, seçim sürecine kriter belirleme ile başlayan yaklaşımlar da bulunmaktadır (%22.5).
- *Kriter tipi:* Önerilen kriter listeleri kriter tipi açısından incelendiğinde, fonksiyonel olmayan kriterler yaklaşımların büyük bir çoğunluğunda (%67.5) ele alınırken, fonksiyonel kriterler sadece 8 (%20) tanesinde yazılım seçim sürecine dahil edilmektedir. Bu durumun sebepleri incelendiğinde, literatürde fonksiyonel kriterlerin halledildiği düşüncesinin hakim olduğu, fakat fonksiyonel olmayan kriterler için aynı şeyin söylenemediği görülmektedir. Fonksiyonel kriterler, tipik olarak bir yazılım sisteminin girdileri ile çıktıları arasındaki

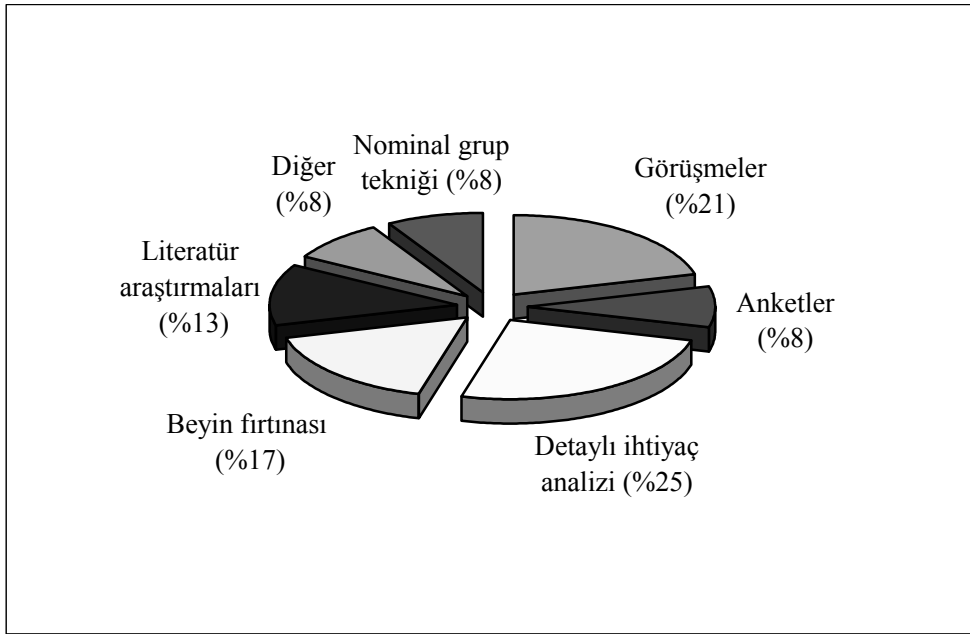
ilişkileri tanımlamaktadır. Fonksiyonları girdi, süreç ve çıktı şeklinde göstermek nispeten daha kolaydır. Buna karşılık, kullanılabilirlik veya güvenilirlik gibi fonksiyonel olmayan kriterleri tanımlamak ve modellemek daha zor olmakta ve bu kriterler genellikle problem yaratmaktadır. Nitekim, fonksiyonel olmayan kriterleri ele alan yaklaşımların hepsinde, yazarlar bu kriter tipinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi konusundaki güçlükleri dile getirmektedir. Seçim sürecinde her iki kriter tipini de göz ardı etmeyen yaklaşım sayısı ise 6 (%15) olarak belirlenmiştir. Bu yaklaşımlarda, fonksiyonel kriterler üretim, satış, pazarlama, lojistik, insan kaynakları gibi firma içerisindeki çeşitli birimlerin yazılımla ilgili temel gereksinimlerinin bir listesi olarak yazılım sürecine dahil edilmektedir. Burada amaç, yazılım seçimi sırasında sistem gereksinimlerinin dikkate alınmaması ve alternatiflerin fonksiyonlarının iş ihtiyaçlarına göre değerlendirilmemesi sebebiyle artan özelleştirme ve ek geliştirme maliyetlerini elemine etmektir. Yazılım seçimini sadece fonksiyonel olmayan kriterlere göre gerçekleştiren yaklaşımların çoğu da, bu durumu fonksiyonlara uygunluk şeklinde bir kalite kriteri olarak değerlendirmeye katmaktadır. Ayrıca, seçim kriterlerini dikkate almadan, yazılım alternatiflerini sadece ihtiyaç analizine dayanarak değerlendiren yaklaşımlar da bulunmaktadır (%22.5).

- *Alternatif ürünlerin belirlenmesi:* Yaklaşımlar üzerinde yapılan değerlendirmeler, literatürde alternatif ürünlerin belirlenmesi konusunun, yazılım seçimi süreci için kritik bir konu olarak görülmediğini göstermektedir. Yazarlar, yazılım pazarı içerisindeki ürün alternatiflerinin belirlenmesi için firma içinde ve dışında çok sayıda kaynak bulunduğunu belirtmektedir. Firmaların yeni-eski, büyük-küçük tüm satıcıları dikkate almaya çalışması ve bunlar arasından ihtiyaçlarına en uygun olanlar ile kısa bir liste oluşturması gerektiği savunulmaktadır. Dolayısıyla, bu fonksiyon için kritik olan nokta alternatif sayısının azaltılması konusudur ki, incelenen yaklaşımlarda bu konuda önerilere rastlanmaktadır.
- *Kriter ölçümleri:* İncelenen yaklaşımların %82.5'inde, alternatiflerin kriterleri karşılama derecelerinin ölçümü konusuna değinildiği söylenebilmektedir. Ayrıca sadece 10 (%25) yaklaşımda hem kalitatif hem de kantitatif ölçümler tam anlamıyla ele alınmaktadır. Bununla beraber, bu konuyu ele alan yaklaşımlar yazılım seçim sürecinde kantitatif olarak ölçülebilecek kriter sayısının azlığı nedeniyle, kalitatif ölçümleri daha fazla detaylandırmaktadır. Bu durum, yazarların literatürdeki ve pratikteki bu güçlüğü gidermeye yönelik çalışmalar yaptığını göstermektedir. Bu ölçüm tipinin kantitatif ölçümlere nazaran daha önemli olduğu ve seçim sürecine daha fazla etkilerinin bulunduğu savunulmaktadır. Nitekim yaklaşımların %25'inde sadece kalitatif ölçümler kullanılarak son seçim kararı verilmektedir.

3.4.2 Karar Modellerine Göre Sınıflandırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Aşağıda incelenen 40 adet yaklaşımın karar modellerine göre sınıflandırma sonuçları özetlenmekte ve değerlendirilmektedir:

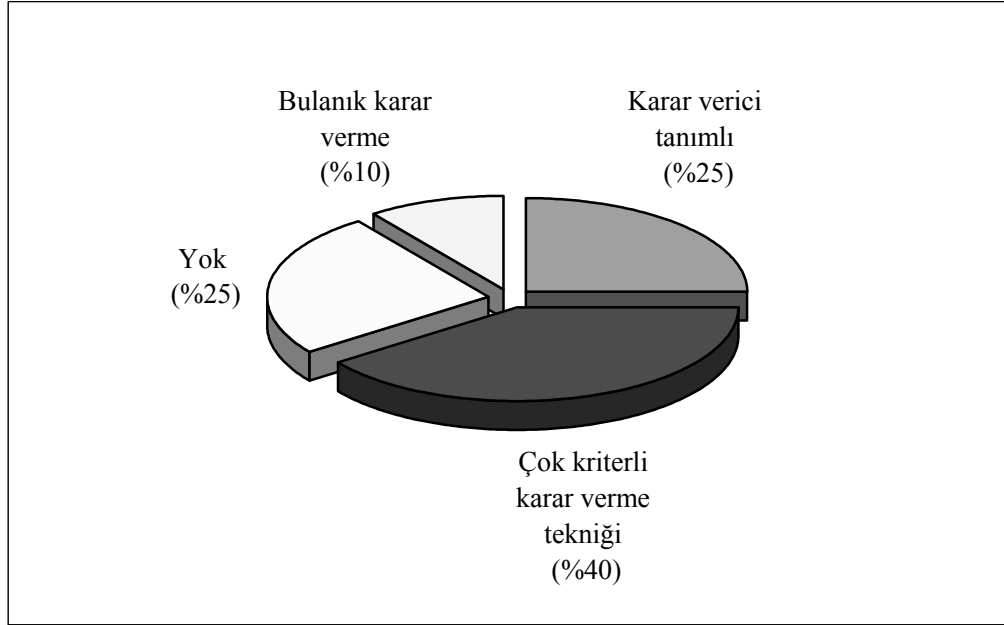
- *Seçim kriterlerinin belirlenmesi:* Bu adımda, yöneticilere hangi yazılım paketinin firmanın ihtiyaçlarını en iyi karşılayacağını belirlemekte yardımcı olacak, uygun seçim kriterlerinin tanımlanması gerekmektedir. Yanlış kriterlerin belirlenmesi ve değerlendirmeye alınması son seçim kararını olarak direk etkileyen, sürecin belki de en önemli konusudur. İncelenen yaklaşımların 24 tanesinde (%60) yazılım seçim kriterlerinin belirlenmesine yönelik bir yöntem önerilmekte ve bu yöntemler genellikle ihtiyaç analizi, görüşmeler, literatür araştırması, beyin fırtınası, anketler, nominal grup tekniği şeklinde olmaktadır (Şekil 3.1). Dolayısıyla bu çalışmalarda, yazılım seçim kriterlerinin fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar baz alınarak tanımlanmasına dair bir metodoloji veya teknik önerilmemektedir. Literatürde, bu konuda sistematik bir yaklaşım eksikliği bulunmaktadır ve bu noktayı objektifleştirme yollarının aranması gerekmektedir.



Şekil 3.1 Yazılım seçim kriterlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler

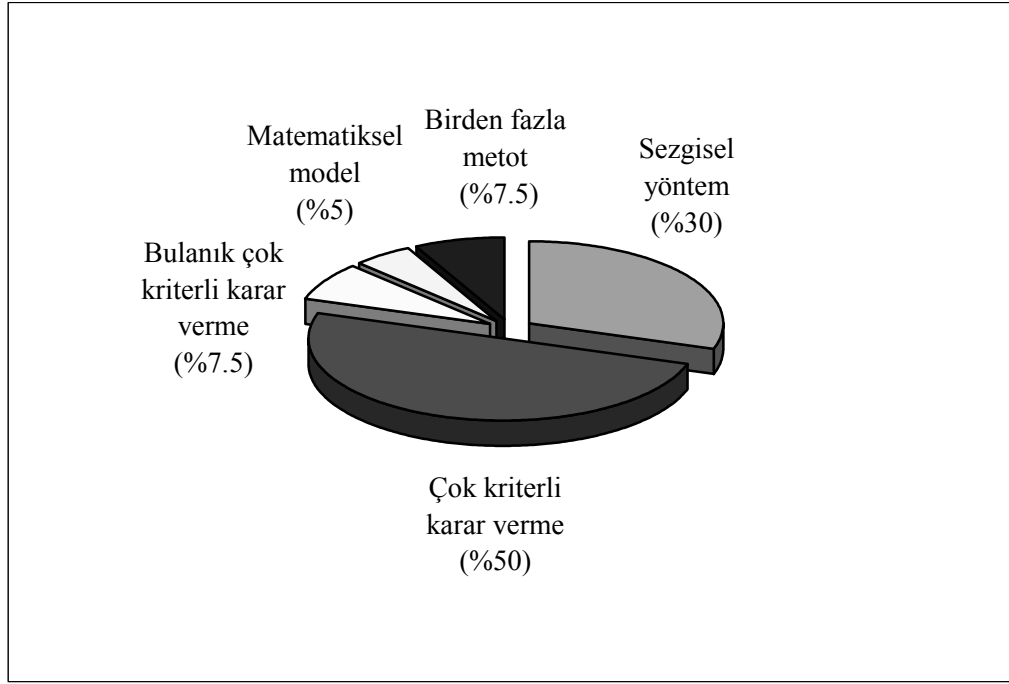
- *Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması:* İncelenen yaklaşımların 10 (%25) tanesinde seçim kriterleri ağırlıklandırılmadan, alternatiflerin bu kriterlere göre değerlendirilmesiyle son seçim kararı verilmektedir. Yaklaşımların yine 10 (%25) tanesinde kriter ağırlıkları karar verici tarafından atanmakta veya kriterler belirlenmiş skalalara göre önceliklendirilmektedir. Yaklaşımların 16 (%40) tanesi ise, kriterleri bir çok kriterli karar

verme tekniğine (genellikle AHP veya WSM) göre ağırlıklandırmaktadır. 2000’li yıllara gelindiğinde, yazılım seçim sürecindeki belirsizliği ve karar verici ifadelerinin sübjektifliğinin doğurabileceği hataları önlenmeye yönelik olarak, çok kriterli karar verme tekniklerinin bulanıklaştırılması veya bulanık karar prosedürlerinin uygulanması dikkat çekmektedir (%10) (Şekil 3.2).

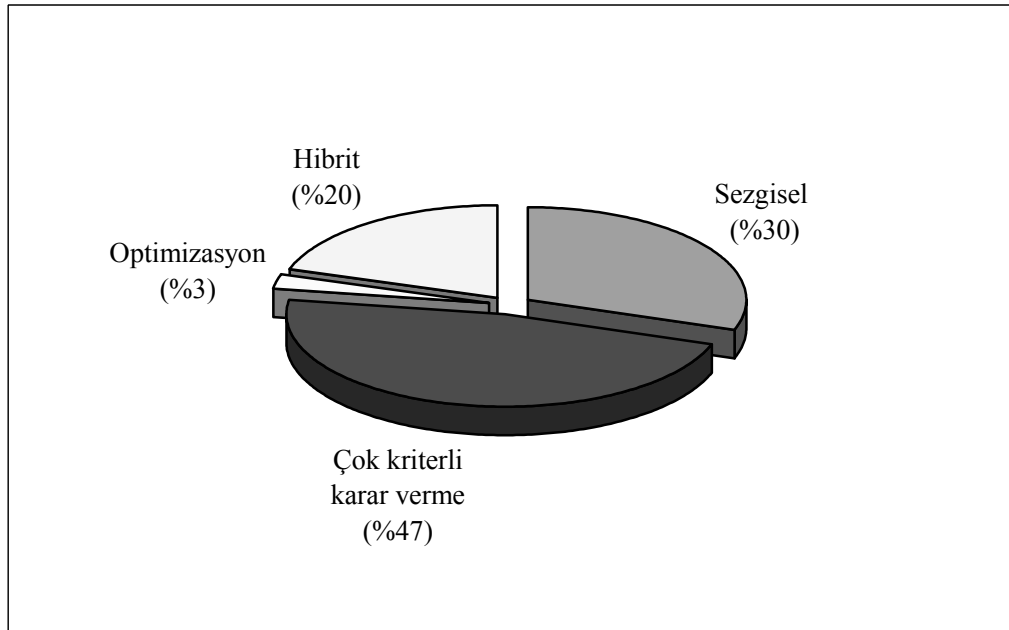


Şekil 3.2 Yazılım seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında kullanılan karar verme metotları

- *Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi:* Bu adımda, tüm yaklaşımlarda bir karar verme metodu kullanılmaktadır. Bunların 12 (%30) tanesi yazarlar tarafından geliştirilen sezgisel yöntemlerdir. 20 (%50) tanesi AHP ve WSM metotları ağırlıklı olmak üzere, çok kriterli karar verme metotlarını kullanmaktadır. Kalan sekiz yaklaşımdan 2 tanesi (%5) bu aşama için bir matematiksel model geliştirirken, son yıllara denk gelen 3 (%7.5) tanesinde bulanık çok kriterli karar metotları kullanılmaktadır. Bu aşama için, birden fazla tekniğin önerilmesi yine 2000’li yıllara özgü bir eğilim olarak, 3 (%7.5) yaklaşımda görülmektedir (Şekil 3.3).
- *Yaklaşımın genel tanımı:* Yaklaşımların karar modellerine göre genel tanımlaması yapıldığında, çoğunluğunun çok kriterli karar verme yaklaşımı olduğu görülmektedir. Son yıllara ait modellerde hibrit yaklaşımların kullanılması, literatürdeki eğilimin “yazılım seçim sürecinin her adımında bir veya birkaç karar verme tekniği kullanılması” şeklinde olduğu görülmektedir. “Bulanık karar verme metotlarının kullanılması”nın da yazılım seçimi literatürü için yine son yıllara ait bir eğilim olduğu söylenebilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 Alternatiflerin değerlendirilmesi ve son seçim kararının verilmesi aşamasındaki karar verme metotları



Şekil 3.4 Yazılım seçiminde kullanılan karar modellerinin dağılımı

Seçilen yaklaşımların karşılaştırmalı analizi çalışması ile özetle aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- İncelenen yaklaşımların çoğunda, yazılım seçimi için çok önemli olan sistem gereksinimlerinin yani fonksiyonel kriterlerin, birebir olarak değerlendirmeye alınmadığı belirlenmiş ve literatürdeki bu eksikliğe dikkat çekilmiştir.
- Yaklaşımların çoğunda, bir kriter listesi önerilmekle beraber, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçları baz alan sistematik bir kriter belirleme metodolojisi veya tekniği sunulmamaktadır.
- Yazılım alternatiflerinin sayısının azaltılması konusunda, bir yöntemden ziyade önerilere rastlanmaktadır.
- Son yıllarda literatürde, yazılım seçim sürecinin her adımında bir veya birkaç karar verme metodunun ve bulanık karar prosedürlerinin kullanılması eğilimi bulunmaktadır.
- 1980'li yıllardan günümüze kadar geliştirilen yazılım seçim sürecine yönelik metodoloji sayısının hızla artan bir eğilim gösterdiği görülebilmektedir. Bu da kurumsal uygulama yazılım seçimi ortamında; sınırlı sayıda satıcıdan çok sayıda satıcıya, sınırlı ürün fonksiyonelliğinden kapsamlı ürün fonksiyonelliğine, yıllık ürün geliştirmeden aylık ürün geliştirmeye doğru yaşanan değişimden kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, böyle bir ortamda halen, sınıflandırılan yaklaşımların eksik taraflarını tamamlarken, güçlü yanlarını kullanan yeni modellerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla, bu tez çalışmasında yazılım seçimi yaklaşımlarının karşılaştırmalı analizi sonucunda belirlenen eksiklikler ve literatürdeki eğilimler dikkate alınmak suretiyle, yazılım seçim sürecine yönelik olarak ve bu sürecin adımlarını tümüyle ele alan bir model önerilmektedir. Bir sonraki bölümde bu modelin amacı, önemi, adımları ve geliştirme süreci detaylandırılmaktadır.

4. BÜTÜNLEŞİK BİR KURUMSAL UYGULAMA YAZILIM PAKETİ SEÇİM MODELİ VE GELİŞTİRME ADIMLARI

Bu bölümde kurumsal uygulama yazılım paketi seçimine yönelik olarak geliştirilen, iki boyutlu bütünleşik bir model sunulmaktadır. Yazılım seçimi problemini, seçim kriterlerinin belirlenmesinden başlayarak, son seçim kararının verilmesine kadar tüm aşamaları ile ele alan modelin geliştirme adımları, kavramsal tasarım ve kavramsal tasarımın formülasyonu olarak iki büyük kısım halinde açıklanmaktadır. Son olarak, modelin geçerlilik testleri için yapılan analizler sunulmakta ve test sonuçları değerlendirilmektedir.

4.1 Modelin Amacı ve Önemi

Yazılım seçimi kararı, çok sayıda alternatif, birbiriyle çelişen birçok amaç, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan birçok kriter altında verilen bir grup karardır. Bu tez çalışmasında sunulan modelde, kantitatif veya kalitatif yollarla yapılan ölçümler ve bu ölçümlerin yansıtıldığı çok amaçlı matematiksel programlama modeli ile, yazılım seçimi kararı vermeye çalışan karar vericilere destek olmak amaçlanmaktadır. Geliştirilen yazılım seçimi modeli, problemi baştan sona ele almakta; yazılım ihtiyaçlarının ve seçim kriterlerinin belirlenmesinden başlayarak, alternatiflerin azaltılması, son seçim kararının verilmesine kadar her aşama için çözümler önermektedir. Sunulan model, kalitatif ve kantitatif değerlendirmeleri kapsayan iki boyutlu bir modeldir. Modelin ilk boyutunda yazılım alternatiflerinin fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluğu kalitatif ölçümlerle belirlenmeye çalışılmaktadır. İkinci boyutu olan kantitatif değerlendirme boyutunda ise, yazılım alternatiflerinin toplam sahip olma maliyeti ve gerçekleştirme süresi gibi proje faktörleri belirlenmektedir.

Satın alınacak yazılımın fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçlarının tanımlandığı ihtiyaç analizi aşaması ve bu ihtiyaçlardan hareketle kriterlerin oluşturulduğu seçim kriterlerinin belirlenmesi aşaması, yazılım seçim sürecinin ilk ve temel faaliyetleri olarak kabul edilmektedir. Bu aşamalar seçim kararını direk olarak etkileyen önemli aşamalardır. 3. bölümde açıklandığı üzere, literatürde bu aşamalar için beyin fırtınası, anketler gibi yöntemlerin kullanımı önerilmektedir. Geliştirilen modelin yazılım seçimi literatürüne en önemli katkısı, seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecine sistematik bir metodoloji sunmasıdır. Bu metodolojide, fonksiyonel kriterler seçim yapacak firmanın sistemden beklentileri şeklinde firma tarafından belirlenmektedir. Fonksiyonel olmayan kriterler ise, sistem gereksinimleriyle ilişkilendirilerek yine firma tarafından seçilmektedir. Bu aşamada bulanık

kalite fonksiyonu açılımı (KFA) tekniği kullanılmaktadır. Uygulanan algoritma sonucunda, firma fonksiyonel kriterlerinden hareketle seçim sürecinde dikkate alması gereken fonksiyonel olmayan kriterleri seçmektedir. Seçim, literatürde var olan fonksiyonel olmayan kriterler arasından yapılmaktadır. Bu aşamanın en önemli noktası, sunulan kriter belirleme matrisinin sadece sistem gereksinimleri kısmının değiştirilmesi suretiyle, her türlü firmaya uygulanabilecek olmasıdır.

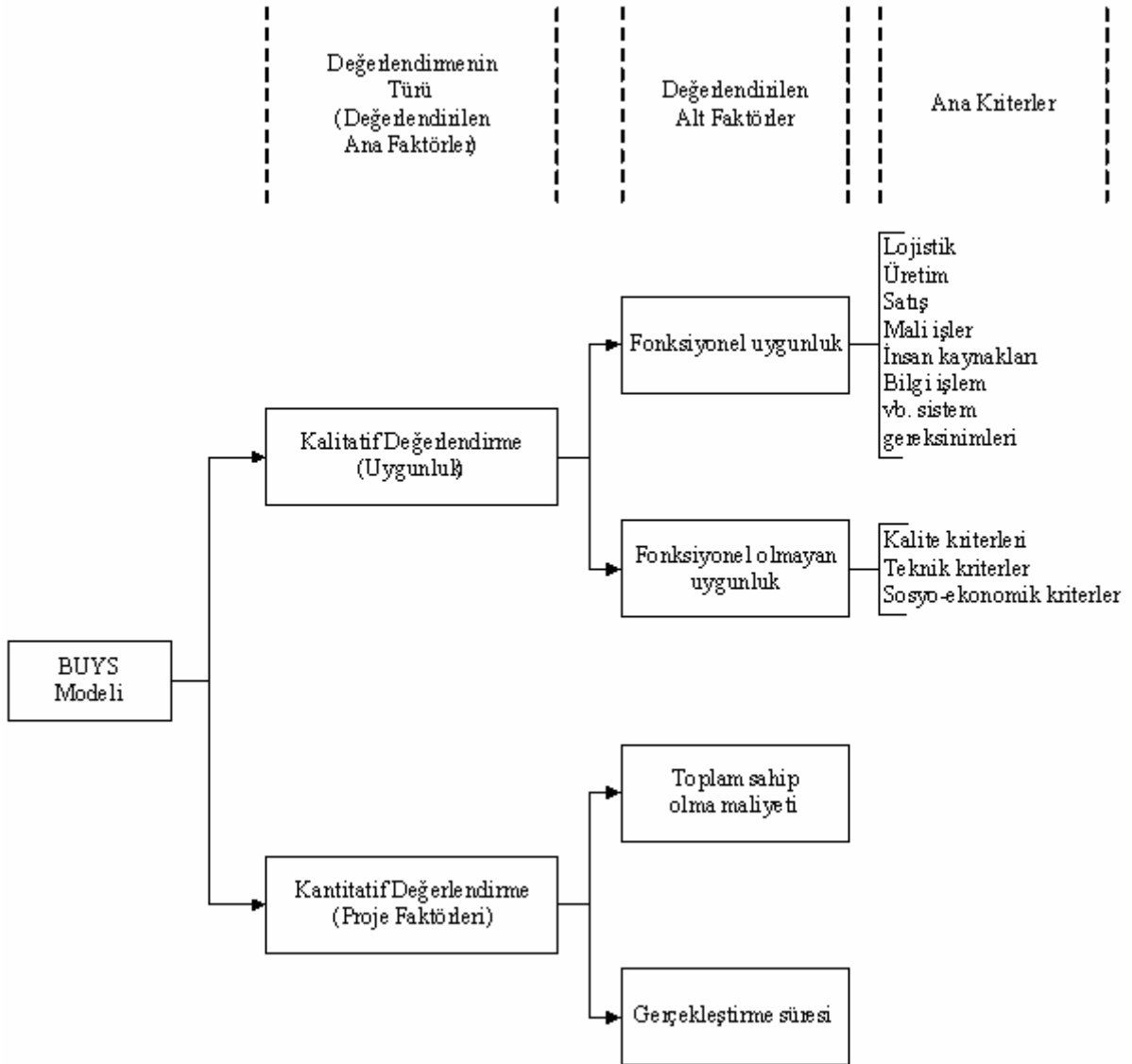
Fonksiyonel uygunluk, yazılım alternatifinin firmanın süreçlerine, uygulamalarına ve sistem gereksinimlerine uygunluğunun bir ölçüsüdür. Fonksiyonel uygunluk belirlenirken, firmanın her bir fonksiyonel kriter için hedef puan belirlemesi ve yazılım satıcılarını değerlendirmesi söz konusudur. Değerlendirmeler grubun kolaylıkla fikir birliğine varabileceği şekildedir. Dolayısıyla burada sözel ifadelerin dönüştürülmesinde bir skala tanımlanmakta ve uygulanmaktadır. Fonksiyonel olmayan uygunluğun belirlenmesinde ise, yazılım alternatifleri; bu kez teknik açıdan, sosyo-ekonomik açıdan ve kalite açısından incelenmektedir. Bu değerlendirmeler karar vericiden karar vericiye değişmektedir. Dolayısıyla bu aşamada kalitatif veriler, sözel ifade formundan önerilen bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı bir çözüm yaklaşımı kullanılarak sayısal değerlere dönüştürülmektedir. Modelin kalitatif değerlendirme boyutu için, karar vericiye veri girişlerinde ve hesaplamalarda kolaylık sağlayan, MS Excel ve Visual Basic makrolarını kullanan bir uygulama arabirimi geliştirilmiştir.

Sunulan modelin başka açılardan da avantajları söz konusudur. Model, finalist alternatiflerin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen ön eleme aşamasına bir çözüm getirmektedir. Bu çözüm fonksiyonel uygunluğu kabul edilebilir bir düzeyin altında kalan alternatiflerin elenmesidir. Algoritmanın uygulanmasıyla, tüm alternatiflerin uygunluk puanları, firma tarafından belirlenen kabul edilebilir düzeyin altındaysa, yazılım satın almak yerine özel yazılımlara yönelmek kararı verilebilmektedir. Bu da firmanın satın al veya yap kararını desteklemektedir.

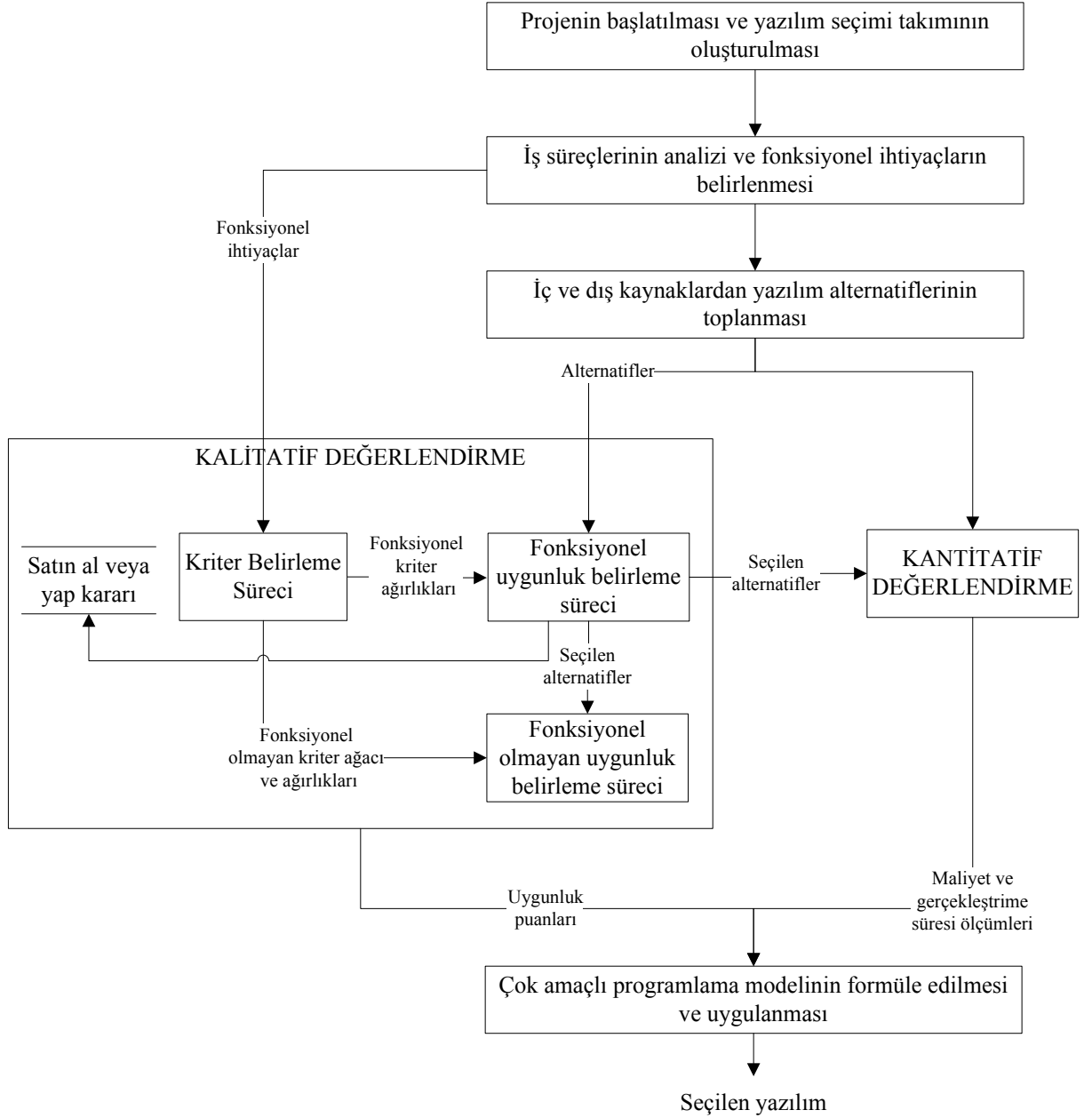
Son seçim aşaması için geliştirilen çok amaçlı matematiksel programlama modeli, bir 0/1 hedef programlama modeli şeklinde formüle edilmekte ve çözümlenmektedir. Böylelikle karar vericilerin tüm kararları, matematiksel modele dahil edilebilmekte ve iki boyutta yapılan incelemeler birleştirilebilmektedir. Ayrıca karar vericilere model içerisinde farklı öncelikler ve ağırlıklar tanımlama, farklı senaryoları değerlendirme imkanı da sunulmaktadır. Geliştirilen modelin geçerliliği senaryo analizleri ile test edilmiş ve modelin beklenen sonuçları ürettiği gözlemlenmiştir.

4.2 Modelin Kavramsal Tasarımı

Bu çalışmada geliştirilen bütünleşik uygulama yazılım seçimi (BUYS) modeli iki boyutlu bir modeldir. Modelin birinci boyutu kalitatif değerlendirmeleri (uygunluğun değerlendirilmesi), ikinci boyutu ise kantitatif değerlendirmeleri (proje faktörlerinin değerlendirilmesi) içermektedir. Modelin bu boyutları Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi uygunluk faktörü, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk alt düzeylerinde, bazı kriterler doğrultusunda kalitatif olarak değerlendirilmektedir. Benzer şekilde proje faktörleri; toplam sahip olma maliyeti ve gerçekleştirme süresi alt düzeylerinde kantitatif olarak değerlendirilmektedir. Modelin adımları aşağıda sıralanmakta ve Şekil 4.2’de özetlenmektedir:



Şekil 4.1 BUYS modelinin boyutları



Şekil 4.2 BUYS modelinin adımları

- *Adım 1: Projenin başlatılması ve yazılım seçimi takımının oluşturulması:*

Yazılım seçimi işletme içerisindeki birçok fonksiyonu etkilemektedir. Bu sebeple böyle bir karar, farklı bakış açılarına sahip ve organizasyonun farklı departmanlarını temsil eden karar vericilerden oluşan bir çapraz fonksiyonel takım tarafından verilmelidir. Dolayısıyla, yazılım seçimi kararında üst yönetimin desteği alındıktan sonra gerçekleştirilecek ilk faaliyet ilgili fonksiyonel uzmanlardan, yöneticilerden ve kullanıcılardan meydana gelen bir proje takımının oluşturulmasıdır. İkinci faaliyet ise, proje yapısının, amaç ve hedeflerinin, proje aşamalarının ve kaynaklarının belirlenmesidir. Proje takımı

oluşturulduktan ve proje amaç ve hedefleri belirlendikten sonra, firma içerisinde yapılan proje başlangıç toplantısıyla proje başlatılmaktadır. Bu toplantının amacı, tüm personele projenin belirlenen amaç ve hedeflerini, başarılı olunması durumunda elde edilebilecek faydaları açıklamak ve desteklerini almaktır.

- *Adım 2: İş süreçlerinin analiz edilmesi ve yazılımın karşılaması beklenen sistem gereksinimlerinin belirlenmesi:*

Bir yazılım seçimi projesi, sadece yeni bir bilgi teknolojisi sisteminin yüklenmesi değildir, aynı zamanda iş süreçlerinin yeniden yapılandırılmasını da gerektirmektedir (Wei ve Wang, 2004). Süregelen klasik bir ikilem, “firma iş süreçlerini mi yazılıma adapte etmelidir yoksa yazılımı mı iş süreçlerine adapte etmelidir?” sorusudur. İş süreçlerinin yazılıma adapte edilmesi, genellikle çok büyük organizasyonel değişime ve aynı zamanda uygulama güçlüklerine neden olmaktadır. Diğer yolu izlemek ise, yazılım satın alınmış olduğu için çok maliyetli bir süreç olmaktadır (Keil ve Tiwana, 2006). Sonuç olarak, paket hem mevcut süreçlerin entegrasyonunu, hem de bazı iş süreçlerinin özelleştirilmesini gerektirmektedir. Dolayısıyla iş süreçlerinin analiz edilmesi ve yeniden yapılandırılması kaçınılmazdır. Tüm iş süreçlerinin, iş akışlarının standardize edildiği bu adımda seçilecek yazılımdan beklenen fonksiyonel ihtiyaçlar belirlenmektedir. BUYS modelinin uygulanması sırasında yedi adet birinci düzey, 49 adet ikinci düzey ve 509 adet üçüncü düzey sistem gereksinimini barındıran bir “sistem gereksinimleri listesi” hazırlanmıştır (Ek 1). Dolayısıyla modelin bundan sonraki uygulamalarında bu liste bir kontrol listesi olarak kullanılabilir. Böylelikle takım üyelerine, bu listeden kendi iş süreçlerine uygun olanlarını seçme veya eksik olan ihtiyaçları ilave etme esnekliği sağlanacaktır.

- *Adım 3: İç ve dış kaynaklardan mümkün olan tüm yazılım alternatiflerinin toplanması:*

Bu adımda, literatürde birçok yaklaşım tarafından tanımlanan iç ve dış kaynaklar kullanılarak seçilecek yazılım çözüm tipine göre alternatif listesi oluşturulmaktadır. Bu kaynaklar; fuarlar, İnternet, profesyonel dergiler, firma çalışanlarının tecrübeleri, sektördeki diğer firmaların uygulamaları olarak sıralanabilmektedir. Seçim takımı elemanları, bu kaynaklardan geniş bilgi toplayarak yeterli uzunlukta bir alternatif listesi oluşturmalıdır. Firmaya daha uygun bir alternatifin gözden kaçırılmasını engellemek için, bu listenin az bilinen satıcıları dahi içermesi gerekmektedir. Listedeki tüm satıcılara ürünlerini genel olarak tanıtmaları için bir bilgi istek (Request For Information-RFI) formu gönderilmektedir. Yazılım seçimi yapacak firma tarafından hazırlanan bu form, yazılım paketlerinin genel bilgiler üzerinden ön değerlendirmelerinin yapılmasını sağlamaktadır. Böyle bir form hazırlanması sayesinde satıcılardan gelecek cevaplar standardize

edilmektedir. Çizelge 4.1’de bir bilgi istek formunda yer alabilecek konular görülmektedir. Bazı durumlarda RFI değerlendirmeleriyle yapılan ön eleme ardından, kalan firmalara, bir önceki adımda belirlenen sistem gereksinimlerini içeren öneri istek (Request For Proposal-RFP) formları da gönderilebilmektedir. Bu ön değerlendirmeler doğrultusunda, bazı alternatifler satıcı sunumlarının izlenmesine değer bulunmayarak elenebilmektedir.

Çizelge 4.1 Bilgi istek formunda yer alabilecek konular

Yazılımın Adı
Teknik Karakteristikler
Yazılımın dili
Yazılımın desteklediği veritabanları
Yazılımın desteklediği terminal işletim sistemleri
Java desteği
Yazılım içerisindeki modüller
Destek ve Hizmetler
Danışmanlık hizmeti
Bakım ve güncelleme desteği
Teknik destek servisi çalışma saatleri
Teknik destek garanti süresi
Projenin Toplam Maliyeti
Lisans maliyeti
Eğitim ve danışmanlık maliyeti
Bakım maliyeti
Projenin Gerçekleştirme Süresi
Referanslar

• *Adım 4: Kalitatif değerlendirmelerin gerçekleştirilmesi:*

Bu adım aşağıda detaylandırılan üç adımdan oluşmaktadır:

- *Adım 4.1:* Seçim kriterlerinin belirlenmesi süreci adımlarının uygulanması (Kalite Fonksiyonu Açılımı-KFA):
 - *Adım 4.1.1:* KFA matrisinin oluşturulması,
 - *Adım 4.1.2:* KFA matrisinin karar vericiler tarafından doldurulması,
 - *Adım 4.1.3:* C_1 algoritmasının uygulanması,
 - *Adım 4.1.4:* Fonksiyonel olmayan kriter ağacının ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi.
- *Adım 4.2:* Fonksiyonel uygunluk puanı belirleme süreci adımlarının uygulanması:
 - *Adım 4.2.1:* Her bir sistem gereksiniminin hedef puanlarının belirlenmesi,

- *Adım 4.2.2:* Tüm alternatiflerin satıcılarıyla görüşmelerin ve satıcı değerlendirmelerinin yapılması,
- *Adım 4.2.3:* C_2 algoritmasının uygulanması,
- *Adım 4.2.4:* Satın al veya yap kararının verilmesi,
- *Adım 4.2.5:* Bir sonraki adıma geçecek olan finalist alternatiflerin fonksiyonel uygunluk puanları ile birlikte listelenmesi.
- *Adım 4.3:* Fonksiyonel olmayan uygunluk puanı belirleme süreci adımlarının uygulanması:
 - *Adım 4.3.1:* Her bir takım elemanının fonksiyonel olmayan kriterlerin birinci düzeyi için önem derecelerini belirlemesi,
 - *Adım 4.3.2:* Her bir takım elemanının fonksiyonel olmayan kriterlerin ikinci düzeyi için önem derecelerini belirlemesi,
 - *Adım 4.3.3:* Her bir takım elemanının, tüm alternatiflerin fonksiyonel olmayan kriterleri karşılama derecelerini belirlemesi,
 - *Adım 4.3.4:* C_3 algoritmasının uygulanması,
 - *Adım 4.3.5:* Alternatiflerin fonksiyonel olmayan uygunluk puanlarının listelenmesi.
- *Adım 5: Kantitatif değerlendirmelerin gerçekleştirilmesi:*
 - *Adım 5.1:* Alternatiflerin toplam sahip olma maliyetlerinin ölçülmesi,
 - *Adım 5.2:* Alternatiflerin gerçekleştirme sürelerinin ölçülmesi.
- *Adım 6: Çok amaçlı matematiksel programlama modelinin formüle edilmesi ve uygulanması.*

Bu noktadan sonra, Şekil 4.1’de ana hatlarıyla gösterilen kalitatif ve kantitatif değerlendirme boyutları detaylandırılmakta, bu değerlendirmelerin birleştirilmesi aşaması açıklanmakta ve kavramsal tasarımın formülasyonu sunulmaktadır.

4.3 Kalitatif Değerlendirme Boyutu

Yazılım paketi seçim süreci; maliyet, yazılımın firma ihtiyaçlarını karşılama derecesi gibi birçok farklı nitelik arasında uzlaşmayı gerektirmektedir. Uygun fonksiyonelliğe sahip olmayan bir yazılım, kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayamama riskini beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan fonksiyonel olmayan nitelikler dikkate alınmadığında ve yöneticiler sadece yazılım satıcılarının sağladığı pazarlama materyallerine güvenerek karar verdiğinde bu risk daha da artmaktadır (Sherer, 1993). Dolayısıyla, BUYS modelinin kalitatif değerlendirme boyutunda, hem fonksiyonel hem de fonksiyonel olmayan nitelikler göz önüne alınmaktadır.

Şekil 4.1’den de görüldüğü gibi, modelin bu boyutu yazılım alternatiflerinin fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk alt faktörleri ile değerlendirilmesini içermektedir. Bu amaçla öncelikle yazılım seçim kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında yazılım seçim sürecinde kullanılacak fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterlerin belirmesine yönelik sistematik bir metot önerilmektedir. Belirlenen fonksiyonel kriterler doğrultusunda yazılım alternatiflerinin fonksiyonel uygunluğu, fonksiyonel olmayan kriterler doğrultusunda da fonksiyonel olmayan uygunluğu ölçülmektedir.

BUYS modelinin bu boyutu seçim kriterlerinin belirlenmesi, fonksiyonel uygunluk belirleme ve fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme süreçlerinden oluşmaktadır. Kalitatif değerlendirme boyutunun çıktısı her yazılım alternatifine ait uygunluk puanları olmaktadır.

4.3.1 Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Süreci

Satın alınacak yazılımın fonksiyonlarının ve karakteristiklerinin tanımlandığı ve karara bağlandığı ihtiyaç analizi aşaması, yazılım seçim sürecinin en önemli faaliyetlerinden biridir. Yazılım ihtiyaçları iki kategoriye ayrılmaktadır: *fonksiyonel* ve *fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar*. *Fonksiyonel ihtiyaçlar*, yazılımın kullanıcılar tarafından beklenen fonksiyonlarını tanımlamaktadır ve yazılım alternatifinin hangi fonksiyonları yerine getirdiği ile ilgilenmektedir (Karlsson, 1997). Kısaca “Sistem neyi yapar?” sorusunun cevabını vermektedirler. Bu ihtiyaçlar uygulamadan uygulamaya değişmektedir (Franch, 1998). Dolayısıyla sistem gereksinimleri BUYS modelinin girdisi olarak değerlendirilmektedir. Buna karşılık *fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar*, yazılım alternatifinin fonksiyonları hangi kısıtlarla, nasıl yerine getirdiği ile ilgilenmektedir. Bu ihtiyaçlar uygulamadan uygulamaya değişmemektedir (Franch, 1998). Beus-Dukic (2000)’e göre fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar yazılım ürününün genel kalite karakteristikleridir. Genellikle bakımı yapılabirlik, kullanılabilirlik, taşınabilirlik gibi “-ebilirlik” ekiyle adlandırılmaktadırlar.

Yazılım ihtiyaçlarının analizi sürecinde, tüm karar vericiler yazılım sistemini tanımlayan ihtiyaçlar için genel bir kanı oluşturmaktadır. Fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar belirlendikten, dokümanite edildikten ve doğrulandıktan sonra, ihtiyaç analizinden gelen ihtiyaçlar hiyerarşik kriter setine dönüştürülmektedir. Bir sonraki faaliyet ise kriter seçimi olmaktadır. Bu noktada hangi kriterlerin uygulamaya geçirileceğine karar verilmektedir. Seçilen kriterler tüm seçim sürecinde kullanılacağı için, yöneticilere hangi yazılım paketinin firma ihtiyaçlarını en iyi karşılayacağını belirlemekte yardımcı olacak uygun seçim kriterlerinin tanımlanması gerekmektedir (Keil ve Tiwana, 2006).

Bu aşamada kullanılabilen metotlara gelince, literatürde yazılım seçim kriterlerinin belirlenmesi konusunda eksiklik bulunmaktadır. 3. bölümde sunulan literatür araştırmasına göre bu aşamada detaylı ihtiyaç analizi, kullanıcı görüşmeleri, beyin fırtınası, anketler gibi yöntemler önerilmektedir. Keil ve Tiwana (2006) tarafından yapılan literatür araştırmasına göre de, akademik dergilerde yazılım paketlerinin seçim kriterleri hakkında çok az yayın bulunmaktadır. Yazarlar, araştırmalarında kurumsal yazılım paketlerinin değerlendirilmesinde kullanılacak kriterleri ve bu kriterlere yöneticiler tarafından atanacak ağırlıkları belirlemeyi amaçlamaktadır. Daha önceki çalışmalara gelince, Chau (1995) küçük firmaların girişimcileri ile yöneticilerinin aynı seçim kriterlerini kullanıp kullanmadığını araştırmakta ve bu iki grubun yazılım seçimi kararlarında farklı bakış açılarına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Montezami vd. (1996), otuz adet yazılım paketinin kullanılabilirliğini ve kullanım kolaylığını belirlemede, bilgi teknolojisi uzmanları ile son kullanıcıların algılamaları arasındaki farklılıkları değerlendiren deneysel bir çalışma gerçekleştirmektedir. Bernroider ve Koch (2001) ise, ERP seçim sürecinin karakteristikleri açısından küçük veya orta büyüklükteki firmalarla, büyük firmalar arasındaki farklılıkları değerlendirmektedir. Çalışmada 29 farklı ERP seçim kriteri kullanılmakta ve 12 kriterin firma büyüklüğüyle güçlü bir ilişkisinin olduğu ortaya konulmaktadır. Baki ve Çakar (2005), çalışmalarında ERP seçim sürecinde hangi kriterlerin kullanıldığını ve firmalar için hangi kriterlerin önemli olduğunu belirlemeyi amaçlamaktadır. İlgili literatürü ve firma yöneticileri ile yapılan görüşmeleri baz alarak on yedi adet temel seçim kriteri tanımlamaktadırlar.

Yukarıda bahsedilen çalışmaların hepsi deneysel çalışmalardır. Bu çalışmalarda yazılım seçim kriterlerinin fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar baz alınarak tanımlanmasına dair bir metodoloji veya teknik önerilmemektedir. Karlsson'a göre (1997), birçok yazılım edinim yaklaşımında fonksiyonel ihtiyaçlar halledilmiştir, fakat fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar için aynı şey söylenemez. Fonksiyonel ihtiyaçlar, tipik olarak bir yazılım sisteminin girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkileri tanımlamaktadır. Fonksiyonları girdi, süreç ve çıktı şeklinde göstermek nispeten daha kolaydır. Buna karşılık, kullanılabilirlik veya güvenilirlik gibi fonksiyonel olmayan ihtiyaçları tanımlamak ve modellemek daha zor olmakta ve genellikle problem yaratmaktadır. Bu ihtiyaçlar belirlenmesi, değerlendirilmesi, ölçülmesi ve test edilmesi güç olan ihtiyaçlardır. Kunda ve Brooks'a göre (1999) literatürde çok sayıda fonksiyonel olmayan kriter listesi tanımlanmaktadır ve farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Önemli olan nokta, firmaların bu kriterler arasından uygulamalarında dikkate alınacak olanları seçmesidir. BUYS modelinde, fonksiyonel olmayan ihtiyaçları yönetebilmek için sistematik bir yöntem olarak bulanık Kalite Fonksiyonu Açılımı (KFA) yaklaşımı önerilmektedir.

Sunulan metodoloji, dilsel ifadeler şeklindeki fonksiyonel ihtiyaçları, fonksiyonel olmayan ihtiyaçlara dönüştürmeye odaklanmaktadır. Metodoloji karar vericileri sadece, fonksiyonel olmayan kriterleri firmanın durumsallığına göre belirlemede desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmasında da yardımcı olmaktadır. Bu bölümde ilk olarak fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriterler detaylandırılmakta, daha sonra KFA tekniği, bu tekniğin yazılım ihtiyaç analizinde kullanımı ve sunulan metodolojinin detayları açıklanmaktadır.

4.3.1.1 Fonksiyonel ve Fonksiyonel Olmayan Yazılım Seçim Kriterleri

Fonksiyonel kriterler, tüm kullanıcıların yazılımdan beklediği fonksiyonları belirtmektedir. Firmadan firmaya değişen bu kriterler, yazılım seçimi takımı tarafından iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması sırasında tespit edilen fonksiyonel ihtiyaçlar doğrultusunda belirlenmektedir. Bu ihtiyaçlar, süreçlerin ve işle ilgili fonksiyonların bir listesi, senaryolar veya vaka analizleri şeklinde ifade edilebilmektedir. Bazı işletmelerde bu süreç, kapsamlı pazar analizleri yürüterek, detaylı kullanıcı görüşmeleri yapılarak ve yazılımların mevcut versiyonları analiz edilerek gerçekleştirilmektedir (Kunda ve Brooks, 1999). Detaylı iş süreçleri analizinden sonra, bir fonksiyonun yazılım tarafından karşılanması gerekip gerekmediğine kolaylıkla karar verilebilmektedir. Dolayısıyla, yazılım seçim takımı fonksiyonel kriterleri kolaylıkla belirleyebilmektedir. Temel kriterler belirlendikten sonra, genellikle iki veya daha çok seviyeye detaylandırılarak kriter hiyerarşisi oluşturulabilmektedir (Karlsson, 1997). Fonksiyonel olmayan kriterler ise, geniş bir karakteristikler setini kapsamakta ve uygulamadan uygulamaya değişmesi gerekmemektedir. Literatürde çok geniş bir yelpazede birçok farklı fonksiyonel olmayan kriter seti tanımlanmaktadır. Örneğin kullanılabilirlik ve güvenilirlik yazılım sisteminin kullanımına yönelik olan karakteristiklerdir (Karlsson, 1997). Bu çalışmada, gerçekleştirilen detaylı bir literatür araştırması doğrultusunda yazılım seçim süreci için önemli olduğu düşünülen 56 adet fonksiyonel olmayan kriter belirlenmiştir. Çizelge 4.2’de bu kriterler referanslarıyla beraber listelenmektedir.

Daha sonra, önceki çalışmalarda tanımlanan fonksiyonel olmayan kriterler sınıflandırılarak kriter hiyerarşisine dönüştürülmektedir. Sınıflandırma gerçekleştirilirken Kunda ve Brooks (1999) tarafından yapılan sınıflandırmadan yararlanılmaktadır. Bu yazarlar tarafından yapılan sınıflandırmada yazılım seçim kriterleri sosyo-teknik kriterler olarak adlandırılmakta ve teknik faktörler, fonksiyonellik faktörleri, kalite karakteristikleri ve sosyo-ekonomik faktörler şeklinde dört grupta incelenmektedir.

Çizelge 4.2 Literatürdeki fonksiyonel olmayan kriterler listesi

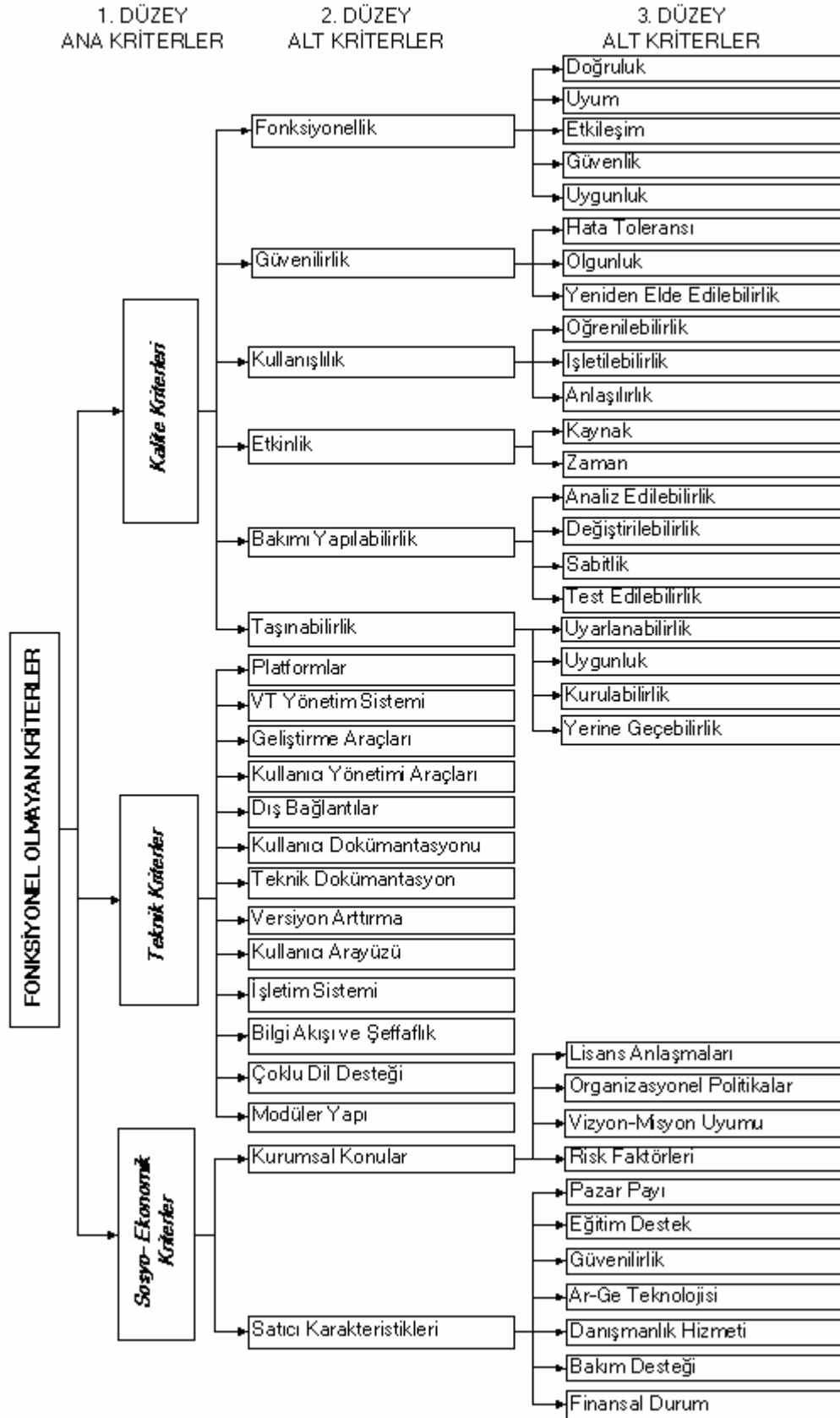
Fonksiyonel olmayan kriterler	Referans
Fonksiyonellik	
Doğruluk	
Uyum	
Etkileşim	
Güvenlik	
Uygunluk	
Güvenilirlik	
Hata toleransı	
Olgunluk	
Yeniden elde edilebilirlik	
Kullanışlılık	
Öğrenilebilirlik	
İşletilebilirlik	
Anlaşılabilirlik	ISO/IEC 9126 (1991)
Etkinlik	Botella vd. (2002)
Kaynak	
Zaman	
Bakımı yapılabilirlik	
Analiz edilebilirlik	
Değiştirilebilirlik	
Sabitlik	
Test edilebilirlik	
Taşınabilirlik	
Uyarlanabilirlik	
Uygunluk	
Kurulabilirlik	
Yerine geçebilirlik	
Teknik faktörler	
Kalite karakteristikleri	
Sosyo-ekonomik faktörler	
Kurumsal konular	
Versiyon arttırma	
Kullanıcı arayüzü	
İşletim sistemi	Kunda ve Brooks (1999)
Lisans anlaşmaları	
Organizasyonel politikalar	
Pazar payı	
Eğitim destek	
Satıcı güvenilirliği	
Satıcı karakteristikleri	

Çizelge 4.2 Literatürdeki fonksiyonel olmayan kriterler listesi (Devamı)

Fonksiyonel olmayan kriterler	Referans
Platformlar	
Veritabanı yönetim sistemi	
Geliştirme araçları	
Kullanıcı yönetim araçları	Illa vd. (2000)
Dış bağlantılar	
Kullanıcı dokümantasyonu	
Teknik dokümantasyon	
Risk faktörleri	Ochs vd. (2000)
Artan şeffaflık ve daha iyi bilgi akışı	
Çoklu dil desteği	Erol ve Ferrell (2003)
Ar-Ge teknolojisi	
Danışmanlık hizmeti	
Bakım desteği	Wei ve Wang (2004)
Finansal durum	
Satıcı vizyon misyonunun kuruma uyumu	
Yazılımın modüler yapısı	Wei vd. (2005)

ISO/IEC 9126 yazılım ürünleri değerlendirme standardında ise, “fonksiyonellik” kriterleri bir kalite karakteristiği olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla BUYS modelinde de, bahsedilen kriterler kalite karakteristikleri altında ele alınmaktadır. Kunda ve Brooks’un (1999) sınıflandırmasındaki kalan sınıflar, fonksiyonel olmayan kriterler listesinin birinci düzeyini oluşturmaktadır. Hiyerarşinin birinci düzeyi kalite kriterleri, teknik kriterler ve sosyo-ekonomik kriterler olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Daha sonra bu kriterler ikinci ve üçüncü düzey alt kriterlere detaylandırılmaktadır. Şekil 4.3’te kriter hiyerarşisi gösterilmekte ve aşağıda bu kriterler açıklanmaktadır:

- *Kalite kriterleri*: Bu kriterler ISO/IEC 9126 standartlarında yazılım ürünlerinin nitelik seti şeklinde tanımlanmaktadır. Bu standartların geliştirilmesinin amacı, bir kalite modelinin tanımlanması ve yazılım değerlendirme sürecinde kullanılmasıdır. ISO/IEC 9126 standartları, hiyerarşinin en üst düzeyindeki nitelikleri fonksiyonellik, güvenilirlik, kullanılabilirlik, etkinlik, bakımı yapılabilirlik ve taşınabilirlik şeklinde belirlemektedir. *Fonksiyonellik*, yazılımın planlanan ve gelecekte oluşabilecek fonksiyonları yerine getirme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. *Güvenilirlik*, yazılımın performans düzeyini farklı koşullar altında ve farklı zaman periyotlarında koruyabilme kabiliyetidir. *Kullanılabilirlik*, yazılımın kullanılabilmesi için gereken niteliklerle ilgilidir. *Etkinlik*, farklı koşullar altında yazılımın performans düzeyi ile kullandığı kaynak miktarı arasındaki ilişki ile ilgili nitelikleri kapsamaktadır.



Şekil 4.3 BUYS modelinin fonksiyonel olmayan kriter hiyerarşisi

Bakımı yapılabilirlik, belirli modifikasyonları yapmak için gereken çaba ile ilgili nitelikler olarak tanımlanmaktadır. *Taşınabilirlik*, yazılımın bir ortamdan transfer edilebilme kabiliyeti ile ilgili nitelikler setidir (ISO/IEC 9126, 1991).

Uluslararası standartlar organizasyonu tarafından önerilen bu niteliklerin, alt kriterleri ve ölçümleri tanımlanmamaktadır. Fakat Botella vd. (2002) bu standartları revize ederek özet bir tablo sunmaktadır. Standartlarda tanımlanan kriterler ve yapılan ilaveler kısa açıklamaları ile birlikte Çizelge 4.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.3 ISO/IEC 9126 kalite kriterlerinin revize edilmiş listesi (Botella vd., 2002)

Kriter	Alt Kriter	Kısa Tanım
Fonksiyonellik	Doğruluk	Doğru kararlaştırılmış sonuç ve etkileri sağlama
	Uyum	Anlaşma ve standartların uygulamalarına bağlılık
	Etkileşim	Belirli özel sistemleri destekleme kabiliyeti
	Güvenlik	Verilere izin verilmeyenlerin ulaşmasını engelleme
	Uygunluk	Fonksiyonlara uygunluk
Güvenilirlik	Hata toleransı	Hata seviyesini belirli bir performans seviyesinde tutma
	Olgunluk	Yazılım eksikliklerinin, hataların sıklığı
	Yeniden elde edilebilirlik	Hatadan sonra performans seviyesini tekrar kurabilme kapasitesi
Kullanışlılık	Öğrenilebilirlik	Yazılım uygulamalarını öğrenmek için kullanıcıların çabası
	İşletilebilirlik	Çalıştırmak ve çalışmasını kontrol etmek için kullanıcıların çabası
	Anlaşılabilirlik	Yapı ve uygulamaları algılamak için kullanıcıların çabası
Etkinlik	Kaynak	Kullanım için kaynak miktarı
	Zaman	Cevap verme, işleme süresi
Bakımı Yapılabilirlik	Analiz edilebilirlik	Hata kaynaklarının ve eksikliklerin tanımlanması
	Değiştirilebilirlik	Hataları ortadan kaldırmak için harcanan çaba
	Sabitlik	Değişimlerin beklenmeyen etkilerinin riski
	Test edilebilirlik	Modifiye edilen yazılımın doğrulanması için sarf edilen çaba
Taşınabilirlik	Uyarlanabilirlik	Değişik çevrelere uyum imkanı
	Uygunluk	Taşınabilirlik ile ilgili anlaşma ve standartlara uygunluk
	Kurulabilirlik	Belirlenmiş çevrede yazılımın kurulması için harcanan çaba
	Yerine geçebilirlik	Diğer yazılımlarla yer değiştirebilme imkanı ve yeteneği

- *Teknik Kriterler:* Bu kriter sınıfı yazılımların platformlar, veri tabanı yönetim sistemi, kullanıcı arayüzü gibi teknik niteliklerini kapsamaktadır. *Platformlar*, yazılımın desteklediği bilgi teknolojisi platformları, *veritabanı yönetim sistemi* yazılım tarafından temel olarak kullanılan veritabanı sistemleri, *geliştirme araçları*, yazılımın

özelleştirilmesinde kullanılan geliştirme araçları, *kullanıcı yönetim araçları*, kullanıcıların veya kullanıcı gruplarının giriş düzeyleri, yetkilendirmeler gibi konuları içeren yönetim kabiliyetleri, *dış bağlantılar*, yazılımın diğer sistemlerle bağlantı kurabilme kabiliyeti, *kullanıcı dokümantasyonu*, kullanıcının eğitimi ve yazılımı kullanırken faydalanacağı yardım menüleri gibi dokümanlar, *teknik dokümantasyon*, yazılımın ana programları ve veritabanlarının sağladığı kaynak kodu, tasarım gibi dokümantasyonlar şeklinde tanımlanmaktadır (Illa vd., 2000). *Versiyon arttırma*, yazılımın yeni versiyonlarında oluşabilecek problemlerle başa çıkabilmek için kullanılan teknoloji, *kullanıcı arayüzü*, sistemin kullanıcıya kolaylık sağlayan, yazılımın taşınabilirliğini ve farklı ortamlarda çalışabilirliğini arttıran komponentleri içermesi, *işletim sistemi*, sistemin üzerinde çalıştığı altyapının çeşidi olarak değerlendirilmektedir (Kunda ve Brooks, 1999). *Artan şeffaflık ve daha iyi bilgi akışı*, yazılımın bilgi akışını sağlama kabiliyeti, *çoklu dil desteği*, yazılımın birden fazla dili desteklemesi şeklinde tanımlanabilmektedir (Erol ve Ferrell, 2003). *Yazılımın modüler yapısı* ise fonksiyonelliği tam olarak karşılayabilmek için yazılımın sahip olduğu modüllerin yeterli olması anlamında değerlendirilmektedir (Wei vd., 2005).

- *Sosyo-Ekonomik Kriterler:* Bu kriterler iki sınıfta incelenmektedir. Bunlar yazılımın kullanılmasına geçmeden önce çözülmesi gereken organizasyonel problemleri kapsayan *kurumsal konular* ve satıcının güvenilirliği, pazar payı gibi konularla ilgilenen *satıcı karakteristikleridir*. Kurumsal konular *lisans anlaşmaları*, *organizasyonel politikalar* (Kunda ve Brooks, 1999), *satıcı vizyon misyonunun kuruma uyumu* (Wei ve Wang, 2004), *risk faktörleri* (Ochs vd., 2000) alt kriterlerinden oluşmaktadır. Satıcı karakteristikleri ise satıcının sağlamlığını gösteren *pazar payı*, satıcı tarafından verilecek *eğitim desteği*, satıcı firmanın *güvenilirliği* (Kunda ve Brooks, 1999), satıcının *araştırma geliştirme* faaliyetlerinde kullandığı teknoloji, satıcının sunduğu *danışmanlık hizmeti*, uygulama, yerleştirme ve *bakım desteği* ve satıcının gücünün bir göstergesi olan *finansal durumu* (Wei ve Wang, 2004) şeklinde dallanmaktadır.

4.3.1.2 Kalite Fonksiyonu Açılımı ve Yazılım İhtiyaçları Analizi

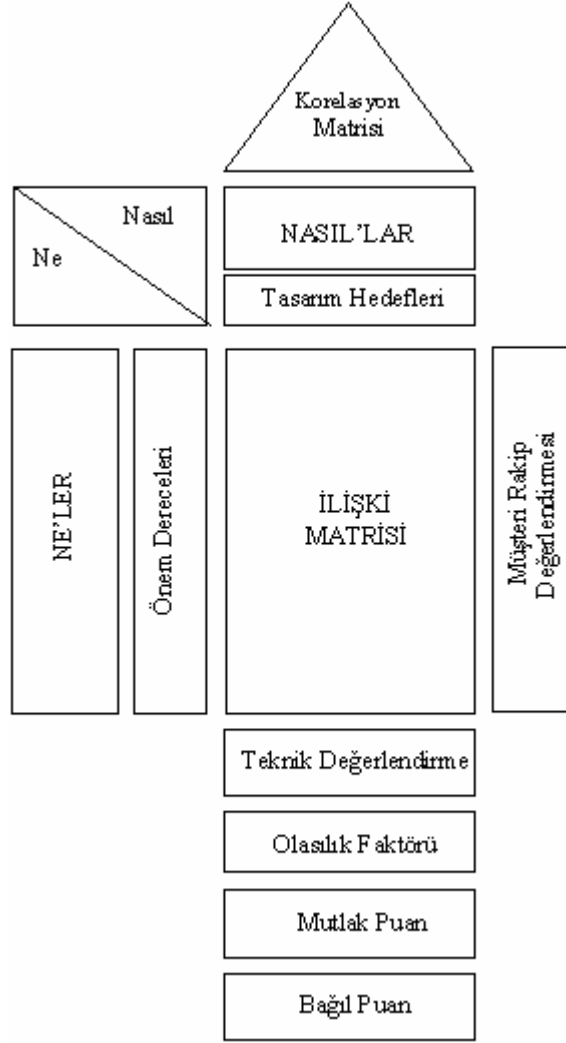
Kalite Fonksiyonu Açılımı (KFA), spesifik olarak müşteri ihtiyaçlarını tatmin etmeyi amaçlayan kapsamlı bir kalite aracıdır. 1960'ların sonunda Japonya'da Prof. Yoji Akao tarafından geliştirilmiştir. KFA müşteri ihtiyaçlarını tatmin eden bir tasarım kalitesini sağlamak ve müşteri ihtiyaçlarını tasarım ihtiyaçlarına dönüştürmek için kullanılan bir teknik ve metottur (Akao, 1990). KFA süreci temel olarak aşağıdaki dört ana aşamadan oluşmaktadır:

- Ürün planlama (kalite evi)
- Ürün tasarımı
- Süreç planlama
- Süreç kontrol

KFA sürecinin her bir aşaması bir matrisle gösterilmektedir. Her bir matrisin ürettiği veriler bir sonraki matrisin girdisi olarak kullanılmaktadır. Ürün planlama matrisinde; ürün planlama, mühendislik ve üretimin farklı bölümlerindeki müşterinin sesi (Ne'ler) belirlenmekte ve mühendislik karakteristikleri, süreç planları ve süreç parametreleri gibi ürün spesifikasyonlarına (Nasıl'lar) dönüştürülmektedir (Vanegas ve Labib, 2001). Şekil 4.4'te KFA matrisinin temel bileşenleri gösterilmektedir. KFA uygulamalarının çoğu, kalite evi olarak da bilinen bu ilk matrisin tamamlanmasıyla bitirilmektedir. Birçok firmadaki KFA uygulamaları, sadece ilk matrisin tamamlanmasıyla çok büyük faydaların elde edilebileceğini göstermektedir (Han vd., 2001). Benzer şekilde Cox (1992) firmaların %5'inden fazlasının ilk matrisin ilerisine gitmediğini belirtmektedir. Bu nedenle sunulan metodolojide de KFA yapısında sadece ilk matrise odaklanılmaktadır. Bununla beraber, önerilen yaklaşım kolaylıkla KFA'nın kalan aşamalarına doğru genişletilebilmektedir.

KFA tekniğini uygulayan firmalar, metotla ilgili pek çok faydanın yanı sıra problemlerden de bahsetmektedir. Klasik KFA yaklaşımı çok sayıda dilsel ifade şeklinde girdiler içermektedir. Şu bir gerçektir ki, insanların Ne'lerin önem derecelerini algılamaları ve değerlendirmeleri genellikle subjektif ve belirsizdir. Benzer şekilde, Ne'ler ve Nasıl'lar arasındaki ilişkilerin tanımlanması da kalitatif bir değerlendirmedir. KFA sürecindeki bu güçlüklerle başa çıkmak için, literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu trendlerden biri, Ne'ler ve Nasıl'ların önceliklerinin belirlenmesinde bulanık küme teorisinin uygulanmasıdır (Masud ve Dean, 1993; Bahrami, 1994; Kho ve Ho, 1996; Vanegas ve Labib, 2001; Sohn ve Choi, 2001). Bulanık küme teorisinin KFA tekniğine uygulanmasının amacı, kesin olmayan ve belirsiz müşteri girdilerinin kesin verilere dönüştürülmesidir. KFA tekniğine bulanık mantık uygulamaları üzerine bir literatür araştırması Chan ve Wu (2002) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Grup kararı KFA tekniği ile ilgili bir diğer araştırma konusudur. Karar sürecinde önyargılardan kaçınmak ve taraf tutmayı minimize etmek için, genellikle tek bir karar verici yerine çok sayıda karar verici kullanmak tercih edilmektedir (Lee ve Kim, 2000). KFA'nın takım bazlı karakteristikleri ile başa çıkabilmek için etkin grup kararı tekniklerine ihtiyaç duyulduğu Lai vd. (2002) ve Ho vd. (1999) tarafından da belirtilmektedir.



Şekil 4.4 Kalite fonksiyonu açılımı matrisinin bileşenleri (Guinta ve Praizler, 1993)

KFA tekniğinin temeli, müşteri ihtiyaçlarının elde edilmesi ve üretim sürecinin her aşamasında kullanılmak üzere detaylı tasarım spesifikasyonlarına dönüştürülmesidir. Aynı amaç yazılım edinim sürecinin de temelini oluşturmaktadır (Barnett ve Raja, 1995). Yazılım kalitesi geleneksel olarak kullanıma uygunluk kelimeleriyle tanımlanmaktadır (Dunn, 1988). Bir yazılım ürünü, eğer kullanıcı tatminini belli düzeyde karşılırsa kullanıma uygun sayılabilmektedir (O'Brien, 1991). Yüksek müşteri tatminini ve yüksek fizibiliteyi elde edebilmek için, yazılım ihtiyaçlarının dikkatlice belirlenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. KFA, müşteri sesine odaklanarak, yazılım ihtiyaçlarının analizi sürecinde oluşan problemlerle başa çıkabilecek tekniklerden biridir.

Yazılım edinim süreci açısından bakıldığında, yazılım geliştirmede müşteri ihtiyaçlarının geliştirme öncesinde belirlenmesine izin verilmekte ve daha sonra bu ihtiyaçları karşılayan yazılım geliştirilebilmektedir. Literatürde, yazılım geliştirme problemi için KFA tekniğinin

kullanışlılığı kanıtlanmıştır (Barnett ve Raja, 1995; Haag vd., 1996; Karlsson, 1997; Liu, 2001; Herzwurm ve Schockert, 2003; Ramires vd., 2005). Büyüközkan ve Feyzioğlu (2005) ise, yazılım geliştirmeye yönelik KFA metodolojisini, karar vericilerin farklı değerlendirme tercihlerini tek bir üniform karara dönüştüren, yeni bir grup kararı yaklaşımı tanıtmak suretiyle genişletmektedir.

Yazılım paketi seçim sürecine gelince, yazılım edinimi daha farklı olmaktadır. Bu süreçte müşteriler daha önceden geliştirilmiş yazılım alternatifleri arasından, ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayanı seçmek zorunda kalmaktadır. Yazılım geliştirme sürecinde KFA tekniğinin çok sayıda başarılı uygulamaları bulunmasına rağmen, yazılım seçim sürecinde kullanılabilirliğine dair çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlardan biri, Erol ve Ferrell (2003) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, bulanık KFA tekniğini kalitatif bilgilerin kantitatif parametrelere dönüştürülmesi amacıyla kullanmakta ve daha sonra bu verileri çok amaçlı matematiksel programlama modelinde birleştirmektedir. Önerdikleri bu metodolojiyi ERP satın alma probleminde uygulamaktadırlar. Erol ve Ferrell'in (2003) çalışmasında kalitatif kriterler, kantitatif kriterlere dönüştürülürken, bu kriterlerin takım tarafından beyin fırtınası çalışmalarıyla belirlendiği kabul edilmektedir. Fakat asıl önemli olan nokta, bu seçim kriterlerinin hangilerinin kullanılacağına belirlenmesine yönelik sistematik bir yöntem bulunmamasıdır.

BUYS modelinin yazılım seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinde bulanık KFA tekniği kullanılmaktadır. Önerilen metodoloji içerisinde, yukarıda bahsedilen KFA uygulamasına yönelik trendler (bulanık mantık ve grup kararı) dikkate alınmaktadır. Hesaplama karmaşıklığını azaltmak amacıyla karar vericiler tarafından atanan ağırlıklar ortalama yoluyla birleştirilmektedir. Böylece KFA tekniğinin yazılım geliştirme projelerinin yanı sıra, büyük ölçekli yazılımların seçiminde de uygulanabilir bir teknik olduğu gösterilmektedir. Tekniğin kullanımı müşteri ihtiyaçlarına odaklanılmasını ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçların yönetilmesini mümkün kılmaktadır. Önerilen metodolojinin temel amacı, yukarıda belirlenen fonksiyonel olmayan kriterler arasından hangilerinin firmanın yazılım seçim kararı için önemli olduğunu, iş süreçlerini baz almak suretiyle belirleyen sistematik bir prosedür sunmaktır. Bir sonraki kısımda seçim kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak önerilen bu metodoloji detaylarıyla açıklanmaktadır.

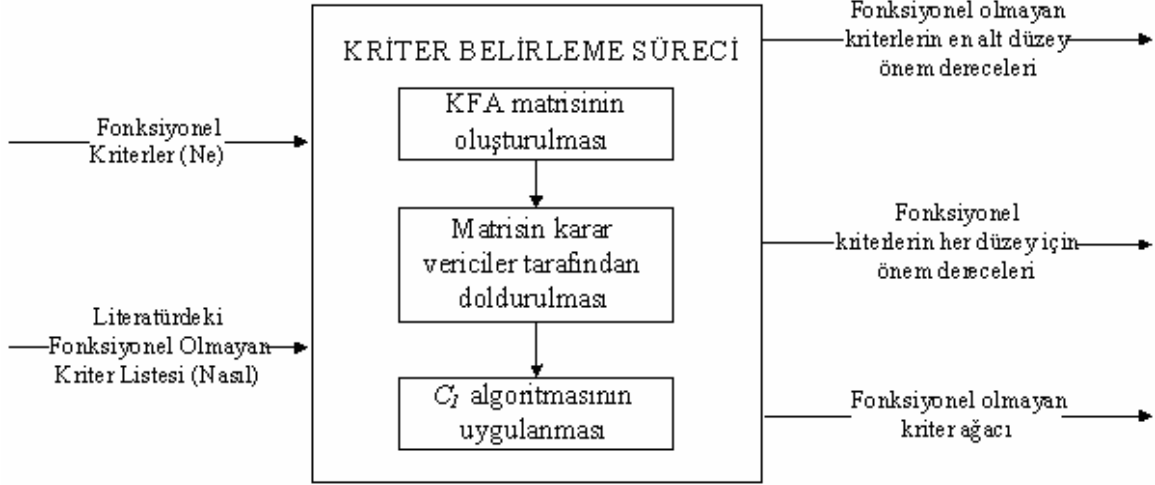
4.3.1.3 Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi İçin Önerilen Metodoloji

BUYS modeli, Çizelge 4.2'deki fonksiyonel olmayan kriterlerden hangilerinin değerlendirmeye alınacağına seçilmesi için sistematik bir yöntem olarak bulanık KFA

teknikinin kullanımını önermektedir. Seçim kriterlerinin belirlenmesi için önerilen metodoloji, yukarıda anlatılan fonksiyonel olmayan kriter hiyerarşisini ve yazılım seçimi takımı tarafından belirlenen fonksiyonel kriterleri (sistem gereksinimleri) girdi olarak kullanmaktadır. Bu sürecin girdileri, adımları ve çıktıları Şekil 4.5'te özetlenmektedir. Bu tekniğin kullanımı ile fonksiyonel olmayan kriterlerin seçimi; belirlenmesi nispeten kolay olan fonksiyonel kriterlere dayandırılarak gerçekleştirilebilmekte ve aynı zamanda sistem gereksinimlerinin her düzeyi için önem dereceleri belirlenebilmektedir. Metodolojinin adımları aşağıda açıklanmaktadır:

Adım 1: KFA matrisinin oluşturulması: Önerilen KFA modelinde, yazılım seçimi takımı tarafından iş süreçlerinin detaylı analizi sonucunda, işle ilgili fonksiyonların bir listesi şeklinde belirlenen sistem gereksinimleri (fonksiyonel kriterler), KFA matrisinin satırlarını yani Ne'lerini oluşturmaktadır. Matrisin sütunları (Nasıl'lar) ise Şekil 4.3'te gösterilen fonksiyonel olmayan kriter hiyerarşisindeki kriterlerden oluşmaktadır. Matris boyutunun küçültülebilmesi ve hesaplamaların kolaylaştırılması açısından, Ne'lerin en fazla iki düzeyden oluşması gerekmektedir.

Adım 2: KFA matrisinin karar vericiler tarafından doldurulması: Bu adımda, karar vericiler ayrı ayrı kendi KFA matrislerini doldurmaktadır. Öncelikle tüm karar vericilerden firmanın temel faaliyetleriyle ilişki derecesine göre, sistem gereksinimlerinin her düzeyinin önem derecesini belirlemesi istenmektedir. Bu adımdaki bir diğer konu, Ne'ler ve Nasıl'lar arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Bu ilişkiler, KFA matrisinde genellikle özel birtakım semboller kullanılarak ifade edilmektedir. Klasik KFA uygulamasında, kullanıcılar kararlarını 1 ile 5 arasında nümerik bir skala kullanarak vermektedir. Burada 1 en düşük önceliği ve 5 en yüksek önceliği göstermektedir. Önem derecelerini ve ilişki ağırlıklarını kesin sayılarla belirlemek çoğu zaman problem yaratmaktadır, çünkü skala içerisindeki sayılar arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır. Örneğin öncelik 4 ile öncelik 5 arasındaki fark, çoğu durumda ayırt edilememektedir. Bununla beraber, önem dereceleri ve ilişki ağırlıkları tekniğin sonucunu direk olarak etkilemektedir. Önerilen metodolojinin klasik KFA metodolojisi ile farkı bu noktada oluşmaktadır. Önerilen metodolojide bu değerlendirmeler bulanık küme teorisi ile bulanıklaştırılan sözel ifadeler kullanılarak yapılmakta ve sonuçların güvenilirliği arttırılmaya çalışılmaktadır. Takım üyelerinin hem önem dereceleri, hem de ilişki ağırlıkları üzerindeki atamaları, “çok güçlü”, “güçlü”, “orta”, “zayıf”, “yok” sözel ifadeleri kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 4.5 Seçim kriterlerinin belirlenmesi süreci

Adım 3: C₁ algoritmasının uygulanması: Bu adımda kullanılacak C₁ algoritması bulanık KFA hesaplamalarını göstermektedir. Ayrıca algoritma, belirlenen bağlı puanlara bağlı olarak kriter seçim prosedürünü de bünyesinde barındırmaktadır. Bu algoritmanın detayları kavramsal tasarımın formülasyonu bölümünde verilmektedir.

Fonksiyonel olmayan kriterlerin belirlenmesi süreci, belirtilen adımlar kullanılarak sonuçlandırılmaktadır. Sürecin çıktıları, seçilen fonksiyonel olmayan kriterlerin en alt düzey ağırlıkları ve kriter ağacı, fonksiyonel kriterlerin ise her düzeyi için önem dereceleri.

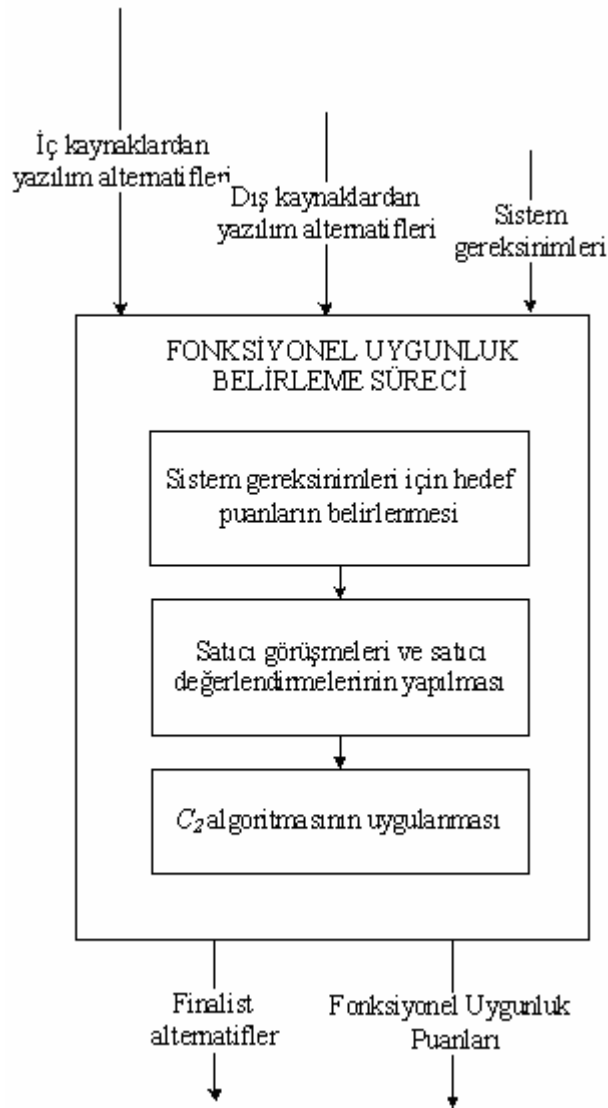
4.3.2 Fonksiyonel Uygunluk Belirleme Süreci

Fonksiyonel uygunluk puanının belirlenmesi sürecinde, alternatiflerin fonksiyonel kriterleri karşılama dereceleri belirlenerek, her bir alternatif için fonksiyonel uygunluk puanı elde edilmektedir. Bu sürecin temel girdisi, iç ve dış kaynaklardan toplanan yazılım alternatifi listesidir. Ayrıca, seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinin çıktıları kullanılmaktadır. Bunlar, karar verici takım tarafından listelenen fonksiyonel kriterler ve bu kriterlerin bulanık KFA uygulaması sonucunda elde edilen önem dereceleri. Modelin bu aşamasının uygulama adımları Şekil 4.6'da gösterilmekte ve aşağıda özetlenmektedir:

Adım 1: Sistem gereksinimlerinin hedef puanlarının belirlenmesi: Bu adımda seçim takımı, daha önce belirlenen tüm sistem gereksinimlerinin karşılama derecelerine ait hedef puanları belirlemektedir. Bu noktada “tamamen karşılanmalı”, “kısmen karşılanmalı”, “karşılanırsa iyi olur” ve “karşılanmasa da olur” şeklinde oluşturulan dördü bir skala kullanımı önerilmektedir. Seçim takımı sistem gereksinimlerini detaylı süreç analizleri sonucunda belirlediğinden, bu

hedefleri kolaylıkla oluşturabilmektedir.

Adım 2: Tüm alternatiflerin satıcılarıyla görüşmelerin ve satıcı değerlendirmelerinin yapılması: Bu adımın gerçekleştirilmesi için her bir yazılım alternatifi, seçim takımının daha önce hazırladığı fonksiyonel kriter listesi üzerinden, satıcı görüşmeleri sırasında değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme her bir yazılım alternatifinin her bir sistem gereksinimini karşılama derecelerinin belirlenmesi ve kaydedilmesi şeklinde yapılmaktadır. Satıcılar ve karar vericiler tarafından daha kolay anlaşılması açısından üç veya daha fazla düzeyden oluşan fonksiyonel kriter listesi kullanılmalıdır.



Şekil 4.6 Fonksiyonel uygunluk belirleme süreci

Adım 3: C₂ algoritmasının uygulanması: Bu algoritma yazılım alternatiflerinin fonksiyonel uygunluk puanlarının hesaplanmasını sağlamaktadır. Her bir fonksiyonel kriter için önceden

belirlenen hedef puanlarla, yazılım alternatiflerinin satıcı görüşmeleri sonucunda belirlenen performanslarını karşılaştırmaya yönelik olan bu algoritma sonucunda, alternatifler için fonksiyonel uygunluk puanları elde edilmektedir. Ayrıca, seçim takımına bir sonraki aşamaya geçecek olan finalist alternatifleri belirleme imkanı da sunulmaktadır. Bu eleme için, firma kabul edilebilir bir fonksiyonel uygunluk düzeyi belirlemekte ve daha detaylı değerlendirmeye değmeyecek alternatifler elenmektedir. Böylelikle bu alternatiflerin değerlendirilmesi sırasında harcanacak maliyet ve zaman elemine edilmektedir. Bu aşamada firma satın alma veya özel bir uygulama paketi yazdırma seçeneklerini de değerlendirebilmektedir. Eğer tüm alternatifler kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk düzeyinin altında ise, firma bir yazılım paketi satın almak yerine, kendi sistem gereksinimlerine özel bir çözüm geliştirme yolunu seçebilmektedir. Bu algoritmanın detayları kavramsal tasarımın formülasyonu bölümünde verilmektedir.

Fonksiyonel uygunluk belirleme sürecinin çıktıları, her bir alternatif için fonksiyonel uygunluk puanları ve bir sonraki aşamaya geçecek olan finalist alternatiflerin listesi olmaktadır.

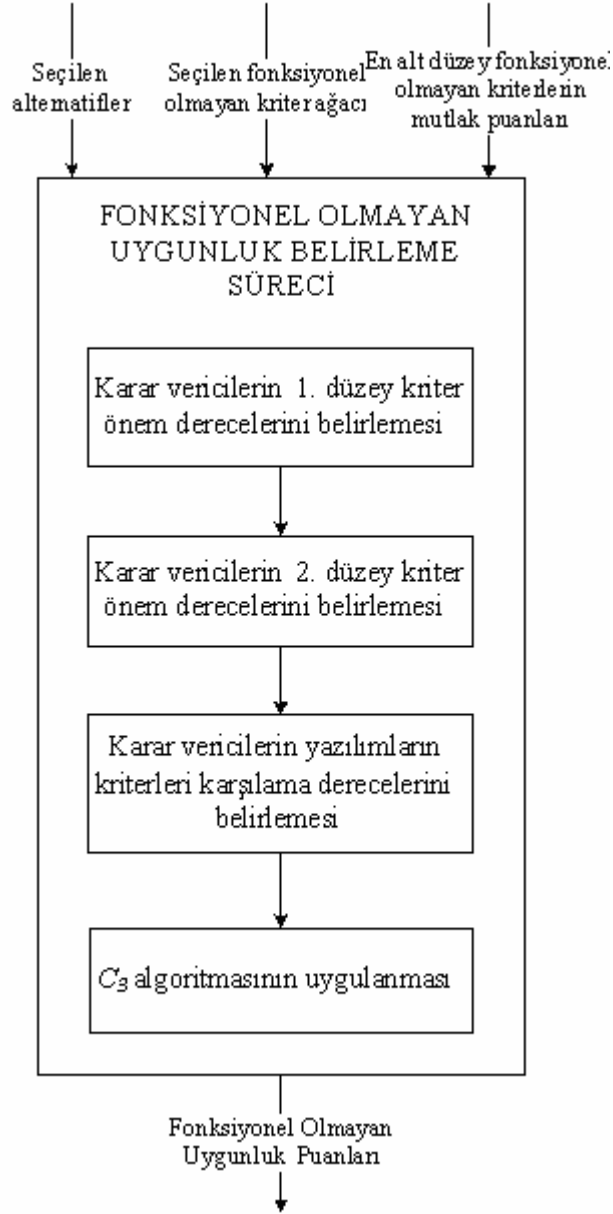
4.3.3 Fonksiyonel Olmayan Uygunluk Belirleme Süreci

Bu aşamada seçilen yazılım alternatifleri için fonksiyonel olmayan uygunluk puanları hesaplanmaktadır. Bulanık KFA uygulaması ile seçilen fonksiyonel olmayan kriter ağacı ve bu kriterlerin en alt düzeylerinin mutlak puanları kullanılmaktadır. Uygulama adımları aşağıda açıklanmakta ve Şekil 4.7'de gösterilmektedir.

Adım 1: Karar vericilerin 1. düzey kriter önem derecelerini belirlemesi: Bu adımda her bir karar vericinin 1. düzey kriterlere atadığı önem dereceleri kaydedilmektedir.

Adım 2: Karar vericilerin 2. düzey kriter önem derecelerini belirlemesi: Her bir karar vericinin 2. düzey kriterlere atadığı önem dereceleri kaydedilmektedir. Bulanık KFA matrisinde en alt düzey fonksiyonel olmayan kriterler için mutlak puanlar hesaplanabilmektedir. Dolayısıyla bu tip kriterler için yeni önem derecelerinin atanmasına gerek yoktur. Bu değerler KFA matrisinden alınarak direk kaydedilmektedir.

Adım 3: Karar vericilerin yazılımların kriterleri karşılama derecelerini belirlemesi: Yazılım alternatiflerinin en alt düzey kriterleri karşılama dereceleri, yine her bir karar verici tarafından belirlenerek kaydedilmektedir.



Şekil 4.7 Fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme süreci

Adım 4: C₃ algoritmasının uygulanması: Son olarak C₃ algoritması uygulanmakta ve alternatiflerin fonksiyonel olmayan uygunluk puanları elde edilmektedir. Bu algoritmanın detayları kavramsal tasarımın formülasyonu bölümünde verilmektedir.

4.4 Kantitatif Değerlendirme Boyutu

Modelin bu boyutu, proje faktörleri olarak tanımlanan toplam sahip olma maliyeti ve gerçekleştirme süresi faktörlerinin kantitatif ölçümlerinin gerçekleştirildiği boyuttur. *Kantitatif ölçümler*, bir objenin uzunluk ölçüsü gibi, sayılar veya sembollerle objektif olarak atanabilen ölçümlerdir.

Yapılan literatür araştırmalarında bu faktörlerin bir çok yazar tarafından temel proje faktörleri olarak tanımlandığı görülmektedir. Teltumbde (2000), kurumsal kaynak planlaması yazılımlarının seçimine yönelik olarak sunduğu yaklaşımda maliyetin toplam maliyet olarak değerlendirilmesi gerektiğini ve lisans, eğitim, gerçekleştirme, bakım, özelleştirme ve donanım maliyetleri gibi kalemlerden oluştuğunu vurgulamaktadır. Wei ve Wang (2004) yine kurumsal kaynak planlaması yazılımlarının seçimine yönelik kapsamlı bir metodoloji sunmakta ve toplam maliyet, gerçekleştirme süresi kriterlerini proje faktörleri adı altında sınıflandırmaktadır. Ayrıca bu faktörlerin kantitatif veriler olduğunu ve farklı karar vericiler tarafından aynı değerleri alacağını belirtmektedir. Dolayısıyla bu faktörlerin değerlendirmesini de kantitatif olarak gerçekleştirmeyi önermektedir. Benzer şekilde Chen ve Gorla (1998) toplam maliyet faktörünü kantitatif faktörler içerisinde değerlendirmektedir. Kontio vd. de (1995) maliyet tahminin seçim projeleri için önemine değinmekte ve iki çeşit maliyet tahmin yaklaşımından bahsetmektedir. Bunlardan birincisi maliyet modelleridir ki, bu modeller teoride önyargısız tahminde bulunmak için faydalı olsa da yazılım maliyeti tahmini için çok kullanışlı bulunmamaktadır. İkinci yol, bir yazılım için tüm seçim, geliştirme, yerleştirme faaliyetlerinin listelenmesi, tüm kalemler için harcanacak çabanın tahmin edilmesi ve toplam çabanın hesaplanmasıdır. Yazarlar, yazılım seçimi projesinin maliyet kalemlerini sahip olma maliyeti, gelecek geliştirmelerin maliyeti ve yerleştirme maliyeti şeklinde sınıflandırmaktadır. Sahip olma maliyetleri; lisans maliyeti, bakım maliyeti, geliştirmiş versiyonları edinme maliyeti, eğitim maliyetleri, altyapı geliştirme maliyetleri alt başlıklarında değerlendirilmektedir. Yerleştirme maliyetleri ise; modifikasyon maliyetleri, ek arayüz modüllerinin ilave edilmesinin maliyeti, test maliyetleri, gereksiz özelliklerin test edilmesinin maliyeti gibi kalemlerden oluşmaktadır.

Modelin bu boyutunda her bir yazılım alternatifi üzerinde; yukarıda bahsedilen kalemlerden oluşan toplam sahip olma maliyetinin ve seçilen yazılımın canlı kullanıma geçmesi için geçen süre anlamında gerçekleştirme süresinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçümler, kalitatif değerlendirmeler sonucunda finale kalan alternatiflerin, Çizelge 4.1'te bir örneği gösterilen bilgi istek formlarının toplam maliyet kısmı detaylandırılarak gerçekleştirilebilmektedir.

4.5 Kalitatif ve Kantitatif Değerlendirmelerin Birleştirilmesi

Bu aşamada, her bir yazılım alternatifi üzerinde gerçekleştirilen kalitatif ve kantitatif boyutlardaki değerlendirmelerin birleştirilmesi için bir çok amaçlı matematiksel programlama modeli kullanılmaktadır. Problemin birden fazla hedefe sahip olması göz önünde bulundurularak, her hedefin önceliğini ve önem derecesini temel alan uzlaşık çözümler

üretmek amacıyla bir 0/1 hedef programlama modeli formüle edilmekte ve çözümlenmektedir. Son seçim kararını vermek üzere geliştirilen bu model, uygunluk ve proje faktörlerinin en iyi değerlerinden sapmaları minimize etmeyi amaçlamaktadır. Model önceliği koruma ve ağırlıklandırma algoritmalarını kullanarak çözümlenmektedir. Geliştirilen modelin değişkenleri, amaç fonksiyonu, parametreleri ve kısıtları matematiksel model formülasyonu kısmında verilmektedir.

4.6 Kavramsal Tasarımın Formülasyonu

Bu bölümde, bölüm 4.2’de kavramsal tasarımı açıklanan BUYS modelinin kullandığı formülasyonlar sunulmaktadır. Öncelikle seçim kriterlerinin ve fonksiyonel olmayan uygunluğun belirlenmesi aşamalarındaki değerlendirmelerde kullanılan bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı açıklanmaktadır. Daha sonra, C_1 , C_2 ve C_3 olarak tanımlanan algoritmaların gösterimleri ve adımları verilmektedir. Ayrıca geliştirilen matematiksel modelin formülasyonu sunulmaktadır. Bu bölümün sonunda ise, BUYS modelini uygulamaya geçirmeden önce, önerilen çözüm yaklaşımı ve matematiksel model üzerinde çeşitli senaryo analizleri ile gerçekleştirilen geçerlilik testleri açıklanmaktadır.

4.6.1 Bulanık Küme Teorisi ve Simülasyon Tabanlı Çözüm Yaklaşımı

Bulanık küme kavramı, 1960’ların ortasında, L.A. Zadeh’in gerçek dünyadaki, özellikle insanları içeren kısmen karmaşık sistemlerle uğraşırken klasik sistem kuramının matematiksel yöntemlerini yetersiz bulmasından doğmuştur. Zadeh (1965), yaptığı çalışmada bir sistemdeki karmaşıklığın yarattığı belirsizliğin farklı görünüşlerini ve kişilerin algılama farklılıklarını değerlendirmektedir. Ona göre, bir sistemdeki karmaşıklık arttıkça, sistemi betimleyen ifadelerin anlamı azalmakta ve anlamlı ifadeler de belirsizliğe doğru gitmektedir. Bir kavramı, bir amacı ve bir sistemi tanımlayan ifadelerdeki belirsizlik veya kesin olmama hali bulanıklık olarak tanımlanmaktadır. İnsanların düşünce biçimindeki algılama farklılıkları, subjektif davranışları ve hedeflerindeki belirsizlikler bulanıklık olgusu ile açıklanabilmektedir. Dolayısıyla, Zadeh (1965) niteliklerin, ikili üyelik fonksiyonuyla ifade edildiği klasik kümeler yerine, dereceli üyelik fonksiyonlarıyla ifade edildiği bulanık kümeler tanımlanmasını önermektedir.

Bulanık küme, değişik üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluktur. Klasik küme teorisindeki siyah-beyaz ikili üyelik kavramını kısmi üyelik kavramına genelleştirmektedir. Burada “0” değeri üye olmamayı, “1” değeri tam üye olmayı belirtirken (0,1) arası değerler de kısmi üyelik kavramına karşılık gelmektedir. Bir bulanık küme öğesi, aynı değişken özelliğine

sahip başka bir kümenin de ögesi olabilmektedir. Sonuç olarak bulanık küme için klasik kümelere göre belirsiz, bulanık sınırı olan kümedir denilebilmektedir. Bulanık küme kuramı, belirsizliğin bir çeşit formüleştirelmesidir. Fakat işlemleri, diğere küme kuramlarından farklılıklar göstermektedir. Geleneksel küme teorisinde kesin sınırlı küme kavramı kullanılmaktadır. Bu kavram bir nesnenin, bir kümenin elemanı olması veya olmaması gibi iki seçenekli bir mantığa dayanmaktadır. Geleneksel kümeler ile bulanık kümeler arasındaki en temel fark üyelik fonksiyonlarıdır. Kümedeki her bir birey, klasik çift küme kuramlarında olduğu gibi üye ya da üye değıl olarak değıl, bir dereceye kadar üye olarak görölmektedir (Baykal ve Beyan, 2004). Geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonuyla nitelenebilirken, bulanık bir küme teorik olarak sonsuz sayıda üyelik fonksiyonu ile nitelenebilmektedir. Küme üyeliğinin belirlendiğı sınır koşulu, bulanık kümelerde esnek bir yapıda ifade edilmektedir. Diğere bir deyişle, bulanık kümelerde, küme üyeliğinin kısmi üyeliğe geçişi sağlanarak, geleneksel küme teorisi geliştirilmektedir. Böylece, bulanık küme teorisinde kümeye tam olarak üye olan nesnelere, kümeye tamamen üye olmayan nesnelere doğru esnek ve dereceli bir geçişe izin verilmektedir (Özkan, 2003).

Üyelik fonksiyonlarının uygulama ile örtüşen ve doğru bir şekilde belirlenmesi, bulanık küme teorisinin esasını oluşturmaktadır. Bu nedenle, üyelik fonksiyonları bir kez belirlendikten sonra, bulanık küme teorisinde bulanık olan herhangi bir şey kalmadığı söylenmektedir (Özkan, 2003). Bulanık üyelik kavramı ile sözel terimler tanımlanabilmektedir. Göz önünde tutulan bir bulanık kelime veya ifadenin temsil ettiğı sayısal aralık, o ifade hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından belirlenebilmektedir (Baykal ve Beyan, 2004). Ayrıca, bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunu belirleme süreci, kavramların uygulamadaki anlamına dayanarak sezgisel olarak da yapılabilmektedir (Özkan, 2003).

Hala, çok sayıda araştırmacı, verilerin ya da eski bilgilerin bulanık olduğu problemlerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu belirsiz kavramlar, karar destek sistemleri ve uzman sistemler geliştiren insanlar için de kritik bir konu olmaktadır. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarındaki çeşitlilik, yöneticilerin karar almadaki belirsizliklerini azaltmaktadır. Bu sebeple, yöneylem araştırmalarının karar almada sıkça kullanılan doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama, tamsayılı programlama, hedef programlama, çok amaçlı karar verme, dinamik programlama, bekleme hattı modelleri, ulaştırma modelleri, oyun teorisi ve şebeke analizi gibi bir çok alanına, bulanık küme teorisi uygulanabilmektedir (Özkan, 2003).

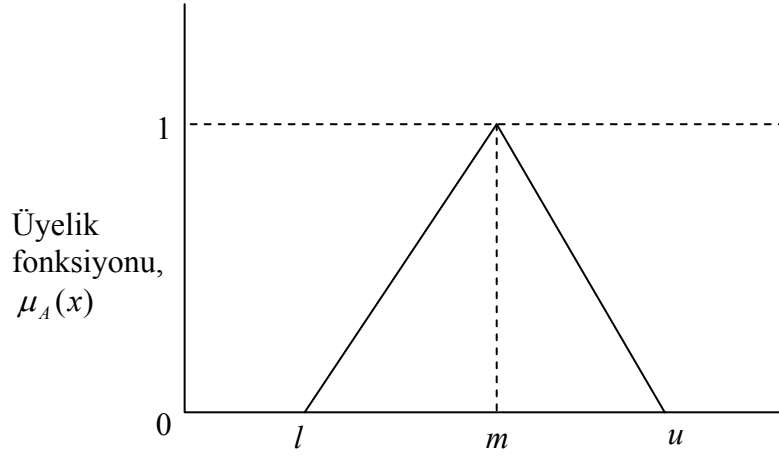
Çok sayıda birbiriyle çelişen amaçlara ve hem kantitatif hem de kalitatif kriterlere sahip olan seçim problemlerinde de yukarıda sözü edilen belirsizliklere sıkça rastlanmaktadır. Bu bağlamda Erol ve Ferrell (2003), kantitatif ve kalitatif kriterleri birlikte değerlendirerek sonlu sayıda alternatif arasından seçim yapmak durumunda olan karar vericilerin kararlarını destekleyen bir metodoloji sunmaktadır. Bu metodoloji kalitatif bilgiyi kantitatif forma dönüştürmek amacıyla bulanık kalite fonksiyonu açılımı (KFA) tekniğini kullanmaktadır. Bu tekniğin uygulaması, sonlu sayıda dilsel ifadenin ve bu ifadelerle ait bulanık kümelerin tanımlanmasıyla başlamaktadır. Yazarlar, diğer yazarların da tavsiyelerine uyararak, dilsel ifadelerin bulanık sayılara dönüştürülmesinde üçgensel dağılım kullanmaktadır. Bulanık gösterimlerin kullanılmasının bir durulaştırma süreci gerektirdiği vurgulanmakta ve çok sayıdaki durulaştırma yöntemi arasından üyelik fonksiyonunu bir olasılık dağılımı gibi değerlendirerek, Monte Carlo simülasyonunun kullanılması önerilmektedir. Sunulan metodolojinin uygulaması bir kurumsal kaynak planlaması yazılımı satın alma problemi üzerinde gösterilmektedir.

BUYS modelinde, Erol ve Ferrell (2003) tarafından sunulan bulanık prosedürün revize edilmiş formu (aynı üyelik fonksiyonları, küme aralıkları ve üçgensel sayılar ile) seçim kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması probleminde kullanılmak üzere önerilmektedir. Ayrıca, fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme sürecinde de karar vericilerin dilsel ifadelerinin dönüştürülmesinde aynı yaklaşımdan faydalanılmaktadır. Bu bölümde bulanık küme teorisi hakkında genel bilgi verilmekte ve geliştirilen çözüm yaklaşımında kullanılan kümeler, üyelik fonksiyonları ve durulaştırma süreci açıklanmaktadır.

Dilsel ifadeleri sayısallaştırma yöntemine geçmeden önce, bulanık küme teorisinin temelini oluşturan üyelik fonksiyonu ile ilgili genel bilgi verilecektir. Bir A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu, ilgili dilsel ifadenin alabileceği olası kantitatif değerleri ve seçilen her bir değer olasılığını göstermektedir. Şekil 4.8'de tek bir dilsel ifadenin üçgensel üyelik fonksiyonu görülmektedir. Üyelik fonksiyonu grafiğinde, x eksen üyeleri, y eksen de üyelik derecelerini ifade etmektedir.

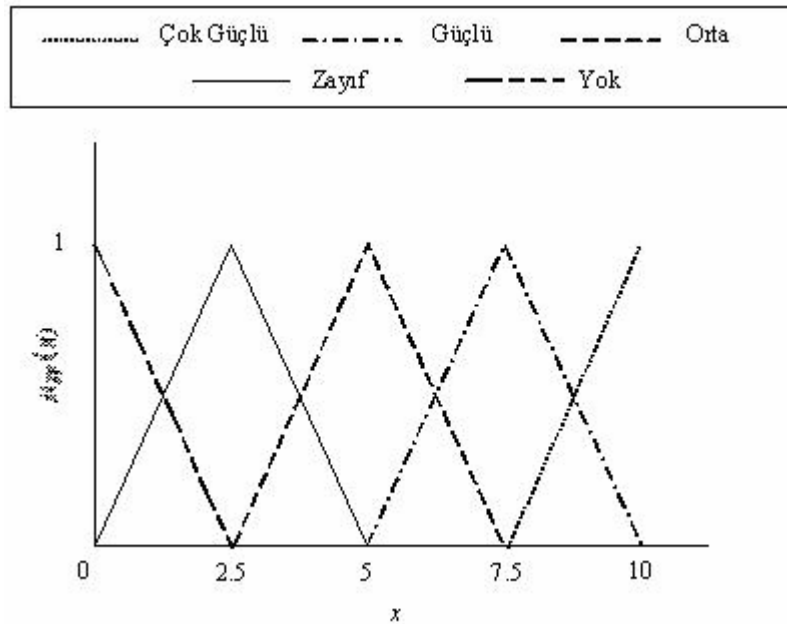
$x, l, m, u \in R$, $l < m < u$ ve $R = (-\infty, \infty)$ olmak üzere, A kümesinin üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$ eşitlik (4.1)'deki gibi tanımlanmaktadır (Erol ve Ferrell, 2003):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases} \quad (4.1)$$



Şekil 4.8 Üçgenel üyelik fonksiyonu (Erol ve Ferrell, 2003)

Bulanık KFA tekniği her bir karar vericinin sınırlı sayıda belirlenmiş sözel ifadeleri, LV_a , kullanarak, önem derecelerini ve ilişki ağırlıklarını değerlendirmesiyle başlamaktadır. BUYS modelinde, $LV_1 = \text{çok güçlü}$, $LV_2 = \text{güçlü}$, $LV_3 = \text{orta}$, $LV_4 = \text{zayıf}$, $LV_5 = \text{yok}$ şeklinde belirlenmiştir. Modelin tüm aşamalarında aynı sözel ifadeler kullanılmaktadır. Her bir dilsel ifade bir bulanık küme olarak değerlendirilmekte ve belirlenen aralıklarda bir olasılık dağılımı ile karakterize edilmektedir. Bu aralık $[0,10]$ aralığı olarak belirlenmiştir. Şekil 4.9'da yapılabilecek atamaların bir seti gösterilmektedir. Bulanık kümeler için üyelik fonksiyonları ise eşitlik (4.2)-(4.6)'da tanımlanmakta ve Çizelge 4.4'te özetlenmektedir.



Şekil 4.9 Sözel değişkenler için üyelik fonksiyonları (Erol ve Ferrell, 2003)

Çok Güçlü

$$\mu_{LV}(x) = \begin{cases} x - 7.5 / 10 - 7.5 & 7.5 \leq x \leq 10 \\ 0 & \text{Aksi takdirde} \end{cases} \quad (4.2)$$

Güçlü

$$\mu_{LV}(x) = \begin{cases} x - 5 / 7.5 - 5 & 5 \leq x \leq 7.5 \\ 10 - x / 10 - 7.5 & 7.5 \leq x \leq 10 \\ 0 & \text{Aksi takdirde} \end{cases} \quad (4.3)$$

Orta

$$\mu_{LV}(x) = \begin{cases} x - 2.5 / 5 - 2.5 & 2.5 \leq x \leq 5 \\ 7.5 - x / 7.5 - 5 & 5 \leq x \leq 7.5 \\ 0 & \text{Aksi takdirde} \end{cases} \quad (4.4)$$

Zayıf

$$\mu_{LV}(x) = \begin{cases} x - 0 / 2.5 - 0 & 0 \leq x \leq 2.5 \\ 5 - x / 5 - 2.5 & 2.5 \leq x \leq 5 \\ 0 & \text{Aksi takdirde} \end{cases} \quad (4.5)$$

Yok

$$\mu_{LV}(x) = \begin{cases} 2.5 - x / 2.5 - 0 & 0 \leq x \leq 2.5 \\ 0 & \text{Aksi takdirde} \end{cases} \quad (4.6)$$

Çizelge 4.4 Kullanılan bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonları

Bulanık Küme	Üyelik fonksiyonu	Aralık	Üçgensel (l, m, u)
Çok güçlü	$\mu_{LV}(x) = (x - 7.5)/(10.0 - 7.5)$	$7.5 \leq x \leq 10.0$	7.5, 10.0, 10.0
Güçlü	$\mu_{LV}(x) = (x - 5)/(7.5 - 5.0)$	$5.0 \leq x \leq 7.5$	5.0, 7.5, 10.0
	$\mu_{LV}(x) = (10.0 - x)/(10.0 - 7.5)$	$7.5 \leq x \leq 10.0$	
Orta	$\mu_{LV}(x) = (x - 2.5)/(5.0 - 2.5)$	$2.5 \leq x \leq 5.0$	2.5, 5.0, 7.5
	$\mu_{LV}(x) = (7.5 - x)/(7.5 - 5.0)$	$5.0 \leq x \leq 7.5$	
Zayıf	$\mu_{LV}(x) = (x - 0)/(2.5 - 0)$	$0 \leq x \leq 2.5$	0.0, 2.5, 5.0
	$\mu_{LV}(x) = (5.0 - x)/(5.0 - 2.5)$	$2.5 \leq x \leq 5.0$	
Yok	$\mu_{LV}(x) = (2.5 - x)/(2.5 - 0)$	$0 \leq x \leq 2.5$	0.0, 0.0, 2.5

Sözel ifadelerin üyelik fonksiyonları kullanılarak bulanıklaştırılması, ardından bir durulaştırma (defuzzification) süreci gerektirmektedir. Bu süreç için çok sayıda teknik bulunmaktadır (Grzegorzewski, 2001; Roychowdhury ve Pedrycz, 2001). Bunlardan biri de Yager tarafından geliştirilen RAGE (RANdom GENeration) metodudur. Bu metoda göre üyelik fonksiyonu olasılık fonksiyonuna dönüştürülmekte ve bir rassal operasyonla bulanık küme içerisinde durulaştırılmış eleman seçilmektedir. RAGE durulaştırma prosedürü aşağıdaki adımları kapsamaktadır (Yager ve Filev, 1994):

- *Adım 1:* Öncelikle F bulanık kümesi P olasılık dağılımına dönüştürülmektedir.
- *Adım 2:* Bu adımda, belirlenen birim aralık, bulanık kümenin her bir elemanı için bir tane olacak şekilde n aralığa bölünmektedir. Bu aralıklar aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$R_i = [a_i, b_i] \quad i = 1, \dots, n$$

R_i ise aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

$$\begin{aligned} a_1 &= 0 & b_1 &= P_1 \\ a_i &= b_{i-1} & b_i &= a_i + P_i \end{aligned}$$

- *Adım 3:* Bu adımda, $r \in [0,1]$ olmak üzere bir rassal sayı üretilerek rassal bir deney gerçekleştirilmektedir.
- *Adım 4:* Son olarak, bir önceki adımda üretilen rassal sayı $r \in R_i$ ise, R_i aralığına denk gelen i . küme elemanı kesin değer olarak seçilmektedir.

Bu noktadan itibaren, BUYS modelinde sözel ifadelerin sayısallaştırılması için önerilen bulanık küme ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı açıklanmaktadır. Bu yaklaşım yukarıda adımları verilen RAGE durulaştırma prosedürünün temellerine dayanmaktadır. Yaklaşımın adımları aşağıda özetlenmektedir:

- *Adım 1:* Bir karar verici tarafından verilen bulanık karar LV_a ve üyelik fonksiyonu $\mu_{LV}(x)$ olsun. Öncelikle eşitlik (4.7)'de verilen dönüşüm formülleri kullanılarak $[\text{triang}(LV_a)]$ dönüşümü gerçekleştirilmektedir.

$$x_k = l + \sqrt{r(m-l)(u-l)} \quad 0 \leq r \leq \frac{m-l}{u-l} \quad (4.7)$$

$$x_k = u - \sqrt{(1-r)(u-m)(u-l)} \quad \frac{m-l}{u-l} < r \leq 1$$

Burada $r \in [0,1]$ olmak üzere üniform dağılmış bir rassal sayıyı göstermektedir ve rassal sayı üretimi için MS Excel kullanılmaktadır. 1000 adımdan oluşan ve tek tekrarlı simülasyon süreci gerçekleştirilerek, LV_a bulanık kümesi için 1000 adet simüle edilmiş x_k ($k=1,2,\dots,K$) değeri elde edilmektedir. Böylelikle bulanık karar LV_a , $\{x_1,\dots,x_K\}$ bulanık kümesine ve $\mu_{LV} : \{x_1,\dots,x_K\} \rightarrow [0,1]$ üyelik fonksiyonuna sahip olmaktadır.

- *Adım 2:* Bu adımda LV_a bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu eşitlik (4.8) yardımıyla normalize edilerek olasılık dağılımına dönüştürülmektedir.

$$P(x_k) = p_k = \frac{\mu_{LV}(x_k)}{\sum_{k=1}^K \mu_{LV}(x_k)}, \quad k = 1, \dots, j, \dots, K \quad (4.8)$$

Burada $\mu_{LV}(x_k)$ simüle edilmiş değerlerin ilgili sözel ifade kümesindeki üyelik derecesini, $P(x_k)$ veya p_k ise simüle edilmiş değerlerin olasılığını göstermektedir.

- *Adım 3:* Bu adımda eşitlik (4.9)'da $Defuzz^R$ olarak tanımlanan rassal durulaştırma operatörü kullanılarak, durulaştırılmış değere ulaşılmaktadır.

$$Defuzz^R(LV) = x_j \quad (4.9)$$

x_j , bulanık küme elemanlarının, üçgensel dönüşüm formülünün ve p_k olasılık değerlerinin kullanımıyla gerçekleştirilen bir rassal deney sonucunda elde edilmektedir.

r rassal sayıyı, p_k değerleri ise (4.8) eşitliğindeki değerleri ifade etmek üzere, (4.9) eşitliği aşağıdaki gibi yeniden yazılabilmektedir:

$$Defuzz^R(LV) = \begin{cases} x_1 & \text{Eğer } r \in [0, p_1] \\ \cdot \\ \cdot \\ x_j & \text{Eğer } r \in (p_{j-1}, p_j] \\ \cdot \\ \cdot \\ x_K & \text{Eğer } r \in (p_{K-1}, 1] \end{cases} \quad (4.10)$$

Özetle yukarıdaki adımların uygulanması sonucunda durulaştırılmış değerlere ulaşılmaktadır. Ek 2’de bu adımların gerçekleştirilmesi suretiyle elde edilen simülasyon tablolarının ilk sayfaları, her bir bulanık küme için ayrı ayrı gösterilmektedir. Her bir bulanık küme (çok güçlü, güçlü, orta, zayıf ve yok) 1000 adımdan oluşan ve tek tekrarlı simülasyon süreci ile oluşturulmaktadır. Tabloların ilk sütunu [0-1] aralığında üniform dağılmış rassal sayıları göstermektedir. İkinci sütunu, eşitlik (4.7)’deki formüllerin kullanılmasıyla elde edilen [triang(LV_a)] dönüşümlerini içermektedir. Üçüncü sütun eşitlik (4.2-4.6)’da verilen üyelik fonksiyonları kullanılarak hesaplanan üyelik derecelerini ifade etmektedir. Daha sonra (4.8)’deki formülasyon kullanılarak üyelik fonksiyonu bir olasılık fonksiyonuna dönüştürülmektedir. Bu değerler dördüncü sütunda görülmektedir. Eşitlik (4.10) kullanılarak da beşinci sütunda görülen rassal sayı aralıkları oluşturulmaktadır. Bir karar vericinin dilsel ifadesi dönüştürülürken bu tablolardan yararlanılmakta ve yine [0-1] aralığında üniform dağılmış bir rassal sayı üretilmektedir. Bu rassal sayının düştüğü aralığa karşılık gelen [triang(LV_a)] değeri durulaştırılmış eleman olarak seçilmektedir.

Yukarıda açıklanan çözüm yaklaşımı, bu noktadan sonra BUYS modelinin C₁ algoritması içerisindeki d_{ijz}, d_{iz}, r_{ijpz} değerlerinin ve C₃ algoritması içerisindeki d’_{lz}, d’_{lmz}, y_{slmz}, y_{slmz} değerlerinin hesabında kullanılmaktadır. Bu sebeple, önerilen bu yaklaşımın geçerliliği bölüm 4.7.1’de test edilmektedir.

4.6.2 C₁ Algoritması

C₁ algoritması, literatürde var olan fonksiyonel olmayan kriterler arasından sistem gereksinimlerine göre seçim yapılmasını sağlamaktadır. Algoritma iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısmı, bulanık KFA tekniğinin uygulama adımlarını (Şekil 4.10a), ikinci kısmı ise bunun sonucunda belirlenen bağlı puanlara bağlı olarak gerçekleştirilecek kriter seçim prosedürünü (Şekil 4.10b) göstermektedir.

Algoritmanın girdileri; sistem gereksinimleri, bunların her bir karar verici tarafından belirlenen önem dereceleri ve ilişki ağırlıklarıdır. Önem dereceleri ve ilişki ağırlıkları için karar vericilerin dilsel ifadeleri bir önceki bölümde anlatılan çözüm yaklaşımı kullanılmak suretiyle sayısallaştırılmakta ve bu algoritmaya girdi olarak hazırlanmaktadır. Algoritmanın çıktıları ise; hiyerarşik yapıda seçilen fonksiyonel olmayan kriterler, bunların en alt düzeyinin ağırlıkları ve fonksiyonel kriterlerin her düzeyi için önem dereceleridir.

Algoritma içerisinde kullanılan gösterimler aşağıda açıklanmaktadır:

DM_z = z . karar verici.

d_{ijz} = i . fonksiyonel ana kriterin j . alt kriterine z . karar vericinin atadığı önem derecesi.

w_{ij} = i . fonksiyonel ana kriterin j . alt kriterinin önem derecesi.

Nw_{ij} = i . fonksiyonel ana kriterin j . alt kriterinin normalize önem derecesi.

d_{iz} = i . fonksiyonel ana kritere z . karar vericinin atadığı önem derecesi.

w_i = i . fonksiyonel ana kriterin önem derecesi.

Nw_i = i . fonksiyonel ana kriterin normalize önem derecesi.

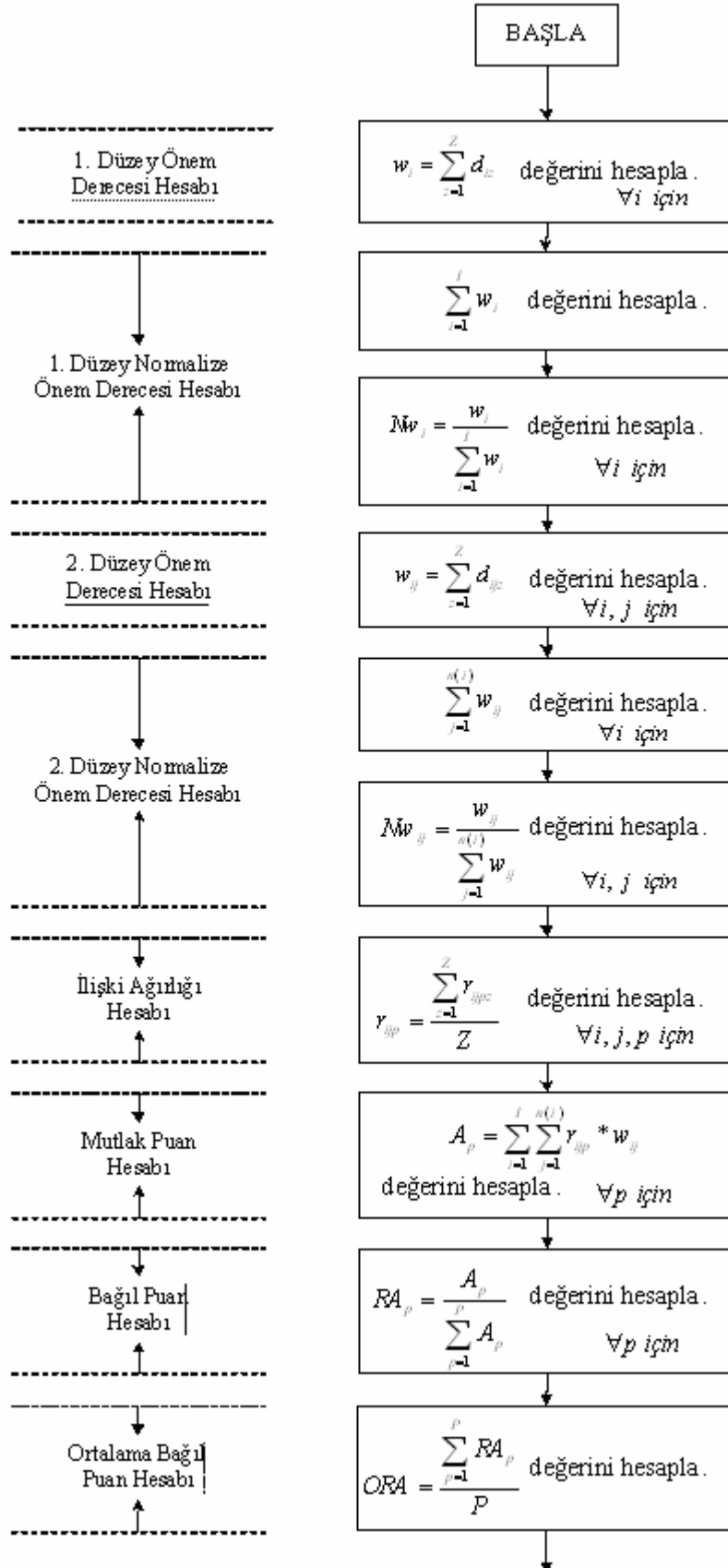
r_{ijpz} = i . fonksiyonel ana kriterin j . alt kriteri ile p . fonksiyonel olmayan en alt düzey kriter arasındaki ilişkinin z . karar verici tarafından atanan ağırlığı.

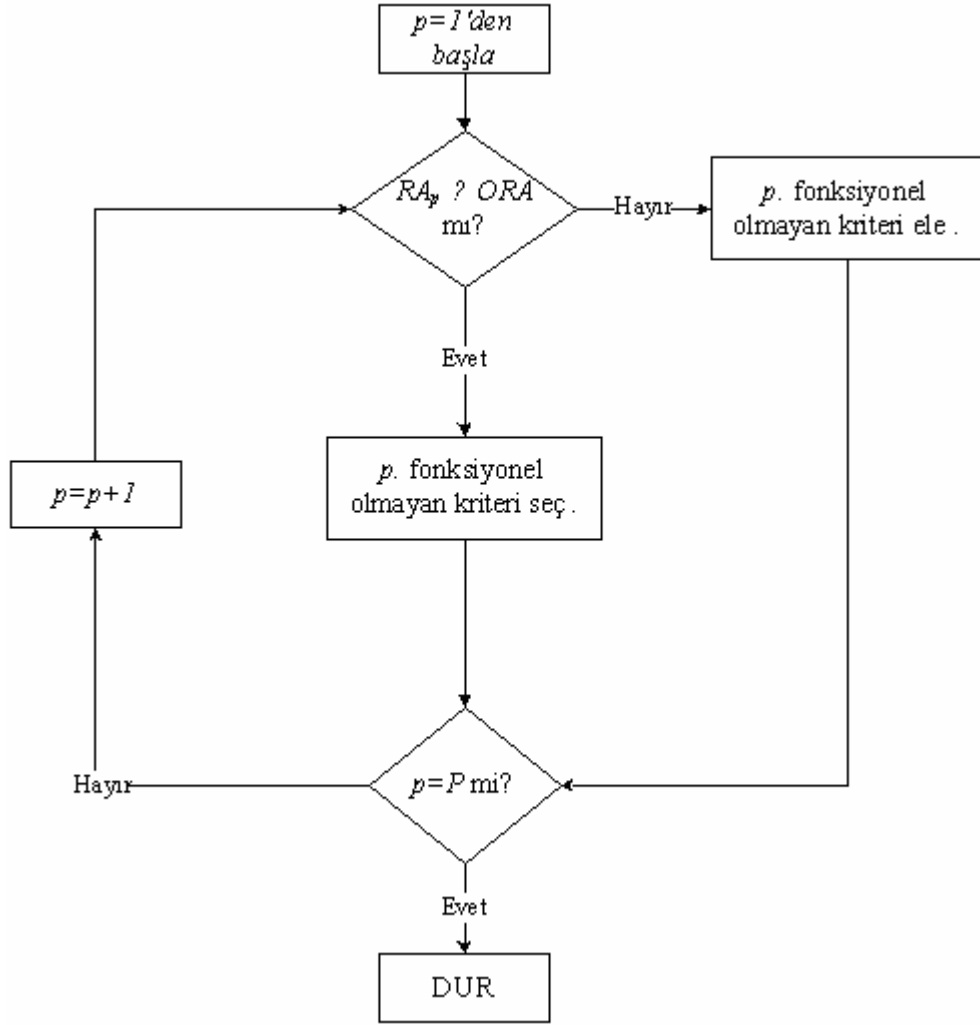
r_{ijp} = i . fonksiyonel ana kriterin j . alt kriteri ile p . fonksiyonel olmayan kriter arasındaki ilişki ağırlığı.

A_p = p . fonksiyonel olmayan en alt düzey kriterin mutlak puanı.

RA_p = p . fonksiyonel olmayan en alt düzey kriterin bağıl puanı.

ORA = Ortalama bağıl puan. ($z = 1, 2, \dots, Z$; $i = 1, 2, \dots, I$; $j = 1, 2, \dots, n(i)$; $p = 1, 2, \dots, P$)

Şekil 4.10a C₁ algoritması (1. kısım: KFA temelli hesaplamalar)



Şekil 4.10b C_1 algoritması (2. kısım: Kriter seçim prosedürü)

4.6.3 C_2 Algoritması

Bu algoritma yazılım alternatiflerinin fonksiyonel uygunluk puanlarının hesaplanmasını sağlamaktadır. Sunulan algoritma iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda sistem gereksinimlerinin hedef puanları ve alternatiflerin bu gereksinimleri karşılama dereceleri kullanılarak, her bir alternatif için fonksiyonel uygunluk puanları hesaplanmaktadır (Şekil 4.11a). Kullanılan hedef puanlar ve karşılama puanları yazılım seçim takımı tarafından belirlenmektedir. En az üç düzeye kadar detaylandırılan sistem gereksinimlerinin en alt düzeyi için hedef puanların (h_{ijk}) ve karşılama puanlarının (v_{sijk}) belirlenmesinde kullanılan skala Çizelge 4.5'te gösterilmektedir. Bu puanların atanmasında bir belirsizlik söz konusu olmadığından, verilerin bulanıklaştırılması yoluna gidilmemekte ve bölüm 4.6.1'de anlatılan çözüm yaklaşımı bu algoritma içerisinde kullanılmamaktadır.

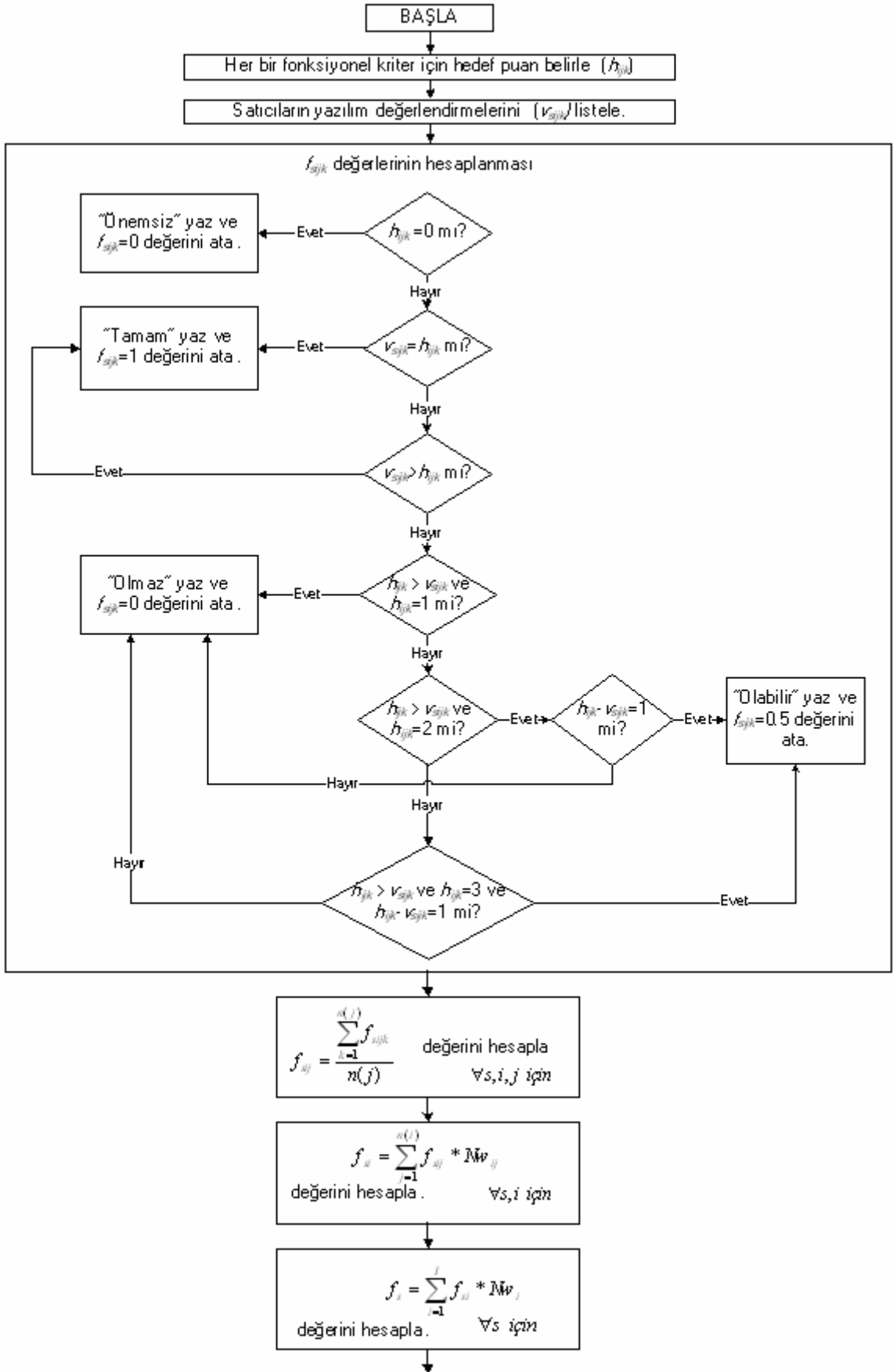
Algoritmanın ikinci kısmında, bir sonraki aşamaya geçecek olan alternatifleri belirlemeye yönelik bir eleme prosedürü bulunmaktadır (Şekil 4.11b). Bu prosedüre göre, eğer tüm alternatifler takım tarafından belirlenen kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk düzeyinin altında ise, firma bir yazılım paketi satın almak yerine, kendi sistem gereksinimlerine özel bir çözüm geliştirme yolunu seçmektedir.

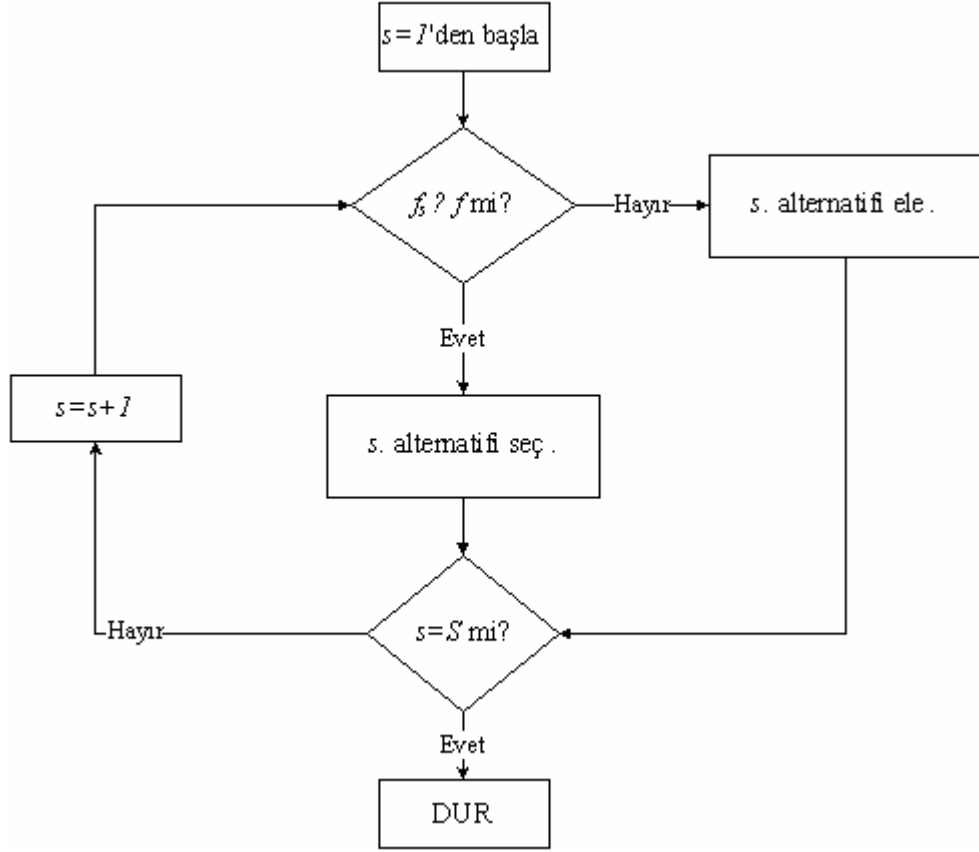
C_2 algoritmasının uygulanmasında kullanılan gösterimler, fonksiyonel kriterlerin üç düzey olduğu varsayılarak aşağıda sıralanmaktadır:

- h_{ijk} = i . fonksiyonel ana kriterin, j . alt kriterinin, k . alt kriterinin aldığı hedef puan.
- v_{sijk} = s . yazılımın, i . fonksiyonel ana kriterin, j . alt kriterinin k . alt kriterini karşılama puanı.
- f_{sijk} = s . yazılımın, i . fonksiyonel ana kriterin, j . alt kriterinin k . alt kritere göre fonksiyonel olmayan uygunluk puanı.
- f_{sij} = s . yazılımın, i . fonksiyonel ana kriterin, j . alt kriterine göre fonksiyonel uygunluk puanı.
- f_{si} = s . yazılımın, i . fonksiyonel ana kritere göre fonksiyonel uygunluk puanı.
- f_s = s . yazılımın fonksiyonel uygunluk puanı.
- f = Firma tarafından belirlenen kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk puanı.
($i=1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,n(i); k = 1,2,\dots,n(j); s = 1,2,\dots,S$)

Çizelge 4.5 Hedef puan ve karşılama puanı skalaları

Hedef Puan (h_{ijk})	Anlamı	Karşılama Puanı (v_{sijk})	Anlamı
0	Karşılanmasa da olur	0	Karşılmıyor
1	Karşılansa iyi olur	1	Yetersiz
2	Kısmen karşılmalı	2	Kısmen karşılıyor
3	Tamamen karşılmalı	3	Tamamen karşılıyor

Şekil 4.11a C_2 algoritması (1. kısım: Fonksiyonel uygunluk puanı hesabı)

Şekil 4.11b C_2 algoritması (2. kısım: Eleme prosedürü)

4.6.4 C_3 Algoritması

Bu algoritmada, yazılım alternatiflerinin C_1 algoritması sonucunda seçilen fonksiyonel olmayan kriterleri karşılama dereceleri takım üyeleri tarafından belirlenmekte ve alternatiflerin fonksiyonel olmayan uygunluk puanları elde edilmektedir. Bu aşamada bu kriterlerin önem dereceleri de kullanılmaktadır.

Seçilen kriterlerden en alt düzeydekilerin önem dereceleri C_1 algoritması sonucunda elde edilmektedir. Dolayısıyla, kalite ($l=1$) ve sosyo-ekonomik ($l=3$) kriterler için üçüncü düzey kriterlerin önem dereceleri (w'_{lm}) ve teknik kriterler ($l=2$) için ise ikinci düzey önem dereceleri (w'_{lm}) algoritma içerisine direk olarak dahil edilmektedir. Buna karşılık karar vericilerin tüm l değerleri için birinci düzey önem dereceleri (d'_{lz}) ve $l=1,3$ için ikinci düzey önem dereceleri (d'_{lmz}) belirlemesi gerekmektedir. Ayrıca yazılım alternatiflerinin her kriter grubu için en alt düzeydeki kriterleri karşılama dereceleri de (y_{slmz} , y_{slmz}) girdi olarak kullanılmaktadır. Bu iki ölçüm de karar vericiden karar vericiye değişen, subjektif ölçümlerdir. Bu sebeple, bu değerlendirmelerin yapılmasında bölüm 4.6.1'de açıklanan

bulanık kümeler ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı kullanılmaktadır. Algoritmanın adımları Şekil 4.12’de gösterilmekte ve algoritmada kullanılan gösterimler aşağıda açıklanmaktadır:

DM_z = z . karar verici.

d'_{lz} = l . fonksiyonel olmayan ana kritere z . karar vericinin atadığı önem derecesi.

w'_l = l . fonksiyonel olmayan ana kriterin önem derecesi.

Nw'_l = l . fonksiyonel olmayan ana kriterin normalize önem derecesi.

d'_{lmz} = l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterine z . karar vericinin atadığı önem derecesi.

w'_{lm} = l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterinin önem derecesi.

Nw'_{lm} = l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterinin normalize önem derecesi.

w'_{lmn} = l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterinin n . alt kriterinin önem derecesi.

Nw'_{lmn} = l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterinin n . alt kriterinin normalize önem derecesi.

y_{slmnz} = s . yazılımın, l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterinin n . alt kriterini z . karar vericiye göre karşılama puanı

k_{slmn} = s . yazılımın, l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterinin n . alt kriterini karşılama puanı.

y_{slmz} = s . yazılımın, l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterini z . karar vericiye göre karşılama puanı.

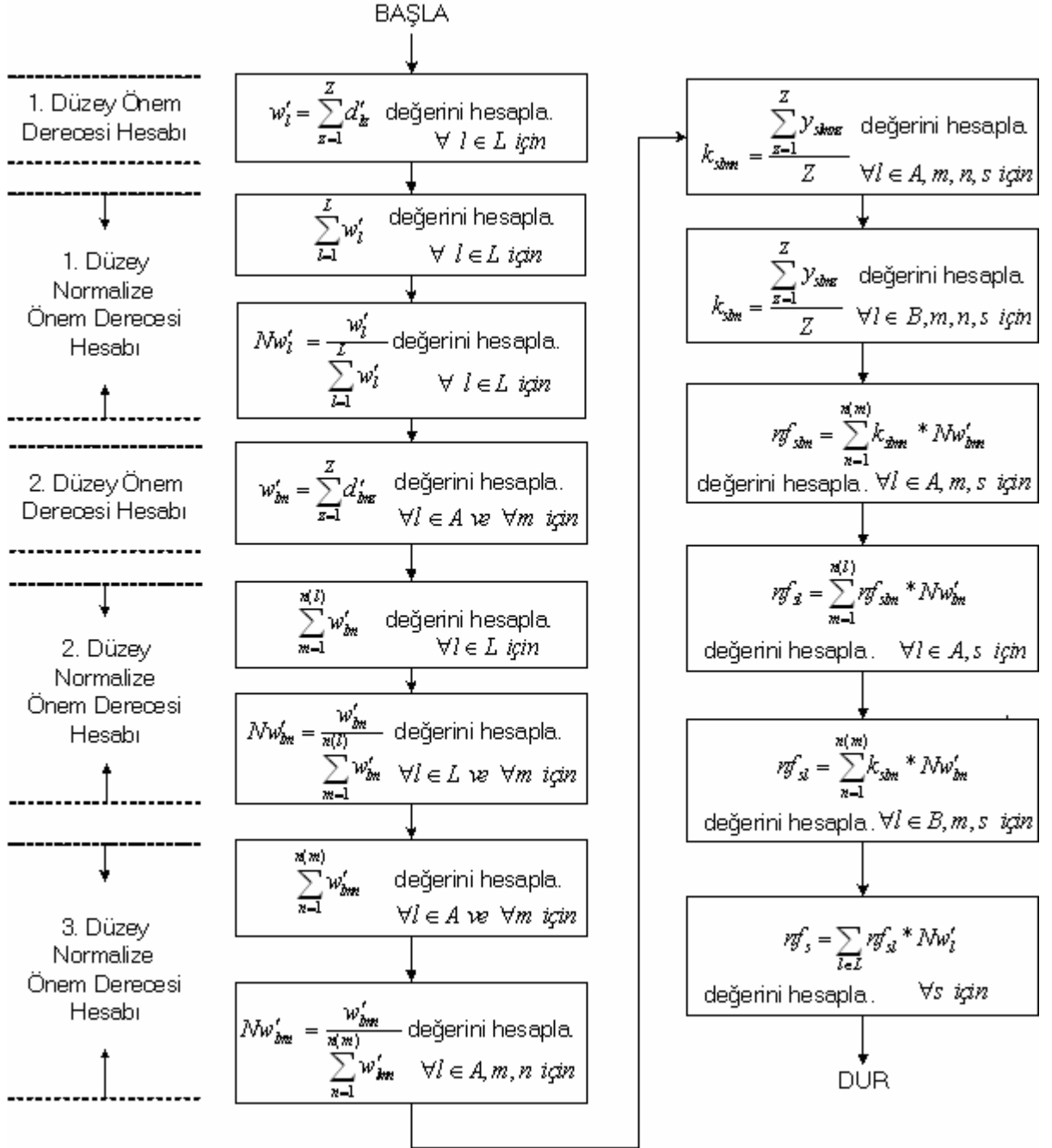
k_{slm} = s . yazılımın, l . fonksiyonel olmayan ana kriterin m . alt kriterini karşılama puanı.

nf_{slm} = s . yazılımın, l . fonksiyonel olmayan ana kriterin, m . alt kriterine göre fonksiyonel olmayan uygunluk puanı.

nf_{sl} = s . yazılımın, l . fonksiyonel olmayan ana kritere göre fonksiyonel olmayan uygunluk puanı.

nf_s = s . yazılımın fonksiyonel olmayan uygunluk puanı.

($l = 1,2,3$; $L = A \cup B$ ve $A = \{1,3\}, B = \{2\}$, $m = 1,2,\dots,n(l)$; $n = 1,2,\dots,n(m)$; $s = 1,2,\dots,S$)

Şekil 4.12 C₃ algoritması

4.6.5 Matematiksel Model Formülasyonu

BUYS modelinin son aşamasında, seçilen yazılım alternatifinin uygunluk hedeflerini (fonksiyonel uygunluk ve fonksiyonel olmayan uygunluk) ve proje faktörleri hedeflerini (toplam sahip olma maliyeti ve gerçekleştirme süresi) tatmin etmesini amaçlayan 0/1 hedef programlama modeli formüle edilmektedir. Aşağıda modelin karar değişkenleri, hedefleri, kısıtları ve amaç fonksiyonu açıklanmaktadır.

- *Modelin Karar Değişkenleri*

x_s değişkenleri ($s=1,2,\dots,S$), s yazılımının seçilip seçilmediğini gösteren ikili değişkenler olarak tanımlanmaktadır. Eğer s yazılımı seçildiyse $x_s=1$, aksi takdirde 0 değerini almaktadır:

$$x_s = \begin{cases} 1 & s \text{ yazılımı seçildiyse} \\ 0 & s \text{ yazılımı seçilmediyse} \end{cases}$$

- *Fonksiyonel Uygunluk İle İlgili Hedef*

Fonksiyonel uygunluk ile ilgili hedef, f_s , s . yazılımın fonksiyonel uygunluk puanı olmak üzere, yazılım alternatiflerinden elde edilen toplam fonksiyonel uygunluğu ifade etmektedir.

$$\sum_{s=1}^S f_s x_s + d_{u1}^- = 1 \quad (4.11)$$

Eşitliğin sağ tarafı seçilen yazılımdan beklenen maksimum fonksiyonel uygunluk puanıdır. Fonksiyonel uygunluk puanları 0 ile 1 arasında değerler aldığından hedef puan 1 olarak belirlenmiştir. Seçilecek alternatifin fonksiyonel uygunluk puanının 1'e en yakın olması istendiği için amaç fonksiyonunda d_{u1}^- sapma değişkeni minimize edilmektedir.

- *Fonksiyonel Olmayan Uygunluk İle İlgili Hedef*

Fonksiyonel olmayan uygunluk ile ilgili hedef, nf_s , s . yazılımın fonksiyonel olmayan uygunluk puanı olmak üzere yazılım alternatiflerinden elde edilen toplam fonksiyonel olmayan uygunluğu ifade etmektedir.

$$\sum_{s=1}^S nf_s x_s + d_{u2}^- = 1 \quad (4.12)$$

Eşitliğin sağ tarafı seçilen yazılımdan beklenen maksimum fonksiyonel olmayan uygunluk puanıdır. Fonksiyonel olmayan uygunluk puanları 0 ile 1 arasında değerler aldığından hedef puan 1 olarak belirlenmiştir. Seçilecek alternatifin fonksiyonel olmayan uygunluk puanının 1'e en yakın olması istendiği için amaç fonksiyonunda d_{u2}^- sapma değişkeni minimize edilmektedir.

- *Toplam Sahip Olma Maliyeti İle İlgili Hedef*

Toplam sahip olma maliyeti lisans maliyeti, bakım maliyeti, eğitim/danışmanlık maliyeti ve diğer maliyet kalemlerinden oluşmaktadır. tm_s , s . yazılımın toplam sahip olma maliyeti olmak üzere, toplam sahip olma maliyeti ile ilgili hedef aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$\sum_{s=1}^S tm_s x_s + d_{p1}^- - d_{p1}^+ = TM^* \quad (4.13)$$

Eşitliğin sağ tarafı yazılım alternatifleri içerisindeki en iyi (en düşük) toplam sahip olma maliyetini (TM^*) ifade etmektedir:

$$TM^* = \min(tm_1, tm_2, \dots, tm_S) \quad (4.14)$$

Seçilecek alternatifin toplam sahip olma maliyetinin TM^* değerine en yakın olması istendiği için amaç fonksiyonunda d_{p1}^+ sapma değişkeni minimize edilmektedir.

- *Gerçekleştirme Süresi İle İlgili Hedef*

Bu hedef seçilen yazılımın gerçekleştirilmesi için gereken zamanın, tüm alternatifler arasındaki en düşük gerçekleştirme süresine yaklaştırılması olup eşitlik (4.15)'te gösterilmektedir.

$$\sum_{s=1}^S is_s x_s + d_{p2}^- - d_{p2}^+ = IS^* \quad (4.15)$$

Eşitliğin sağ tarafı yazılım alternatifleri içerisindeki en iyi (en düşük) gerçekleştirme süresini (IS^*) ifade etmektedir ve eşitlik (4.16)'da gösterilmektedir.

$$IS^* = \min(is_1, is_2, \dots, is_S) \quad (4.16)$$

Seçilecek alternatifin gerçekleştirme süresinin IS^* değerine yaklaşması istendiği için, amaç fonksiyonunda d_{p2}^+ sapma değişkeni minimize edilmektedir.

- *Seçim Kısıtı*

Bu kısıt modelin tek bir yazılımın seçimi ile sonuçlanmasını sağlamaktadır. Modelde sadece tek bir yazılımın seçilmesine izin verilmekte ve (4.17) eşitliği ile x_s değişkenlerinin toplamı 1'e eşitlenmektedir.

$$\sum_{s=1}^S x_s = 1 \quad (4.17)$$

- *Amaç Fonksiyonu*

Modelin amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir:

$$Min. z = P_l \left[\left(\sum_i \lambda_i d_{ui}^- \right), \left(\sum_i k_i d_{pi}^+ \right) \right] \quad (4.18)$$

Geliştirilen modelin iki temel hedefi bulunmaktadır. Birincisi, tüm uygunluk hedeflerinin tatmin edilmesi, ikincisi ise tüm proje ile ilgili hedeflerin tatmin edilmesidir. Burada P_l

($l = 1, 2$) bu hedeflerin seçim takımı tarafından belirlenecek önceliklerini ($P_1 \succ P_2$ veya $P_2 \succ P_1$) ifade etmektedir. λ_i parametresi, her bir uygunluk hedefinin ($i=1$, fonksiyonel uygunluk; $i=2$, fonksiyonel olmayan uygunluk) göreceli önemiyle ilgili karar vericinin tercihlerini yansıtan pozitif ağırlıklardır. $\sum_{i=1}^2 \lambda_i = 1$ olarak belirlenmiştir. k_i parametresi ise, her bir proje hedefinin ($i=1$, toplam sahip olma maliyeti; $i=2$, gerçekleştirme süresi) göreceli önemiyle ilgili karar vericinin tercihlerini yansıtan pozitif ağırlıklardır. $\sum_{i=1}^2 k_i = 1$ olarak belirlenmiştir.

Model formülasyonu Çizelge 4.6'da toplu halde gösterilmektedir. Modelde kullanılan gösterimler ise aşağıda tanımlanmaktadır:

x_s	=	Yazılım seçimi ikili karar değişkeni
f_s	=	s . yazılımın fonksiyonel uygunluk puanı
nf_s	=	s . yazılımın fonksiyonel olmayan uygunluk puanı
tm_s	=	s . yazılımın toplam sahip olma maliyeti
is_s	=	s . yazılımın gerçekleştirme süresi
TM^*	=	Yazılım alternatiflerinin sahip olduğu en düşük toplam sahip olma maliyeti
IS^*	=	Yazılım alternatiflerinin sahip olduğu en düşük gerçekleştirme süresi
λ_i	=	i . uygunluk hedefinin göreceli önemiyle ilgili karar vericinin tercihlerini yansıtan ağırlık
k_i	=	i . proje hedefinin göreceli önemiyle ilgili karar vericinin tercihlerini yansıtan ağırlık
d_{u1}^-	=	Fonksiyonel uygunluğa ait sapma değişkeni
d_{u2}^-	=	Fonksiyonel olmayan uygunluğa ait sapma değişkeni
d_{p1}^+, d_{p1}^-	=	Toplam sahip olma maliyetine ait sapma değişkenleri
d_{p2}^+, d_{p2}^-	=	Gerçekleştirme süresine ait sapma değişkenleri

Çizelge 4.6 0/1 hedef programlama model formülasyonu

Model Formülasyonu	Açıklama
$Min. z =$	
$P_l \left(\sum_i \lambda_i d_{ui}^- \right) \quad l = 1 \text{ veya } 2$	Tüm uygunluk hedeflerinin tatmin edilmesi
$P_l \left(\sum_i k_i d_{pi}^+ \right) \quad l = 1 \text{ veya } 2$	Tüm proje ile ilgili hedeflerin tatmin edilmesi
ş.k.g.	
$\sum_{s=1}^S f_s x_s + d_{u1}^- = 1$	Fonksiyonel uygunluk ile ilgili hedef
$\sum_{s=1}^S n f_s x_s + d_{u2}^- = 1$	Fonksiyonel olmayan uygunluk ile ilgili hedef
$\sum_{s=1}^S t m_s x_s + d_{p1}^- - d_{p1}^+ = TM^*$	Toplam sahip olma maliyeti ile ilgili hedef
$\sum_{s=1}^S i s_s x_s + d_{p2}^- - d_{p2}^+ = IS^*$	Gerçekleştirme süresi ile ilgili hedef
$\sum_{s=1}^S x_s = 1$	Seçim kısıtı
$d_{ui}^-, d_{pi}^+, d_{pi}^- \geq 0 \quad i = 1,2$	Negatif olmama kısıtı
$x_s = 0 \text{ veya } 1 \quad s = 1,2,\dots,S$	İkili değişken
$x_s = \begin{cases} 1 & \text{seçme durumu} \\ 0 & \text{seçmeme durumu} \end{cases}$	İkili değişkenin tanımı

4.1 Modelin Geçerlilik Testleri

Bu bölümde, BUYS modelinde karar vericilerin dilsel ifadelerinin sayısallaştırılması amacıyla kullanılan bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının geçerliliği, model sonuçları üzerindeki büyük etkileri nedeniyle test edilmektedir. Daha sonra, bu çözüm yaklaşımı ile elde edilen sonuçları girdi olarak kullanan ve son seçim kararı için geliştirilen 0/1 hedef programlama modelinin geçerliliği, senaryo analizleri doğrultusunda incelenmektedir.

4.1.1 Bulanık Küme ve Simülasyon Tabanlı Çözüm Yaklaşımının Geçerlilik Testi

BUYS modelinin seçim kriterlerinin belirlenmesi, ağırlıklandırılması ve yazılım alternatiflerinin fonksiyonel olmayan uygunluğunun belirlenmesi aşamalarında, karar

vericilerin dilsel ifadelerinin dönüştürülmesinde bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı bir çözüm yaklaşımı kullanılmaktadır. Yaklaşımın geçerliliği test edilirken, bulanık aritmetik kullanmak yerine neden durulaştırma (defuzzification) yapıldığı ve simülasyon adım sayısının neden 1000 adım olarak belirlendiği gibi soruları cevaplamak amaçlanmaktadır.

Yapılan literatür araştırmalarında, yeni geliştirilen bir metodun, geniş kabul gören ve birçok uygulamada kullanılan başka bir metot ile kıyaslanarak değerlendirildiği çalışmalara rastlanmaktadır. Örneğin, Juang vd. (1991) bulanık bilgilerin işlenmesinde Monte Carlo simülasyon tekniğini kullanan yeni bir metot önermekte ve bu metodu bulanık ağırlıklı ortalama metodu (vertex metodu) ile karşılaştırarak test etmektedir. Bu test sırasında üç farklı problem grubu oluşturulmaktadır. Birinci ve ikinci tip problemler, her iki metottan elde edilen üyelik derecelerinin ve sonuçların birbirine yakınlığını test etmek için tasarlanmaktadır. Üçüncü tip problemler ise, yeni metodun hesaplama süresinde sağladığı büyük azalmayı göstermek için oluşturulmaktadır. Triantaphyllou (2000) de, AHP, düzeltilmiş AHP ve TOPSIS metodu gibi bazı bulanık çok kriterli karar verme metotlarının performansını değerlendirmek üzere, Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodunun (Fuzzy Weighted Sum Method - FWSM) sonuçlarını bir standart olarak kullanmaktadır. Bunun nedenini de, bulanık ağırlıklı toplam metodunun tek boyutlu problemler için en iyi kabul edilebilir sonuçları vermesi olarak göstermektedir.

Bu araştırmalar doğrultusunda, BUYS modelinde önerilen “Bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı”nın geçerliliğini test etmek için, yaklaşımın bulanık ağırlıklı toplam metodu ile karşılaştırılması yolu seçilmiştir. Bu karşılaştırma öncelikle iki metodun ürettiği sonuçlar arasında yapılmaktadır. Ardından kriter sayısının artmasının sonuçlar üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Aynı zamanda, önerilen metotta kullanılan simülasyon adım sayısının artması durumunda sonuçların birbirine daha çok yaklaşacağı beklentisi test edilmekte ve simülasyon adım sayısına karar verilmektedir. Bu sırada metotlar, söz konusu problem için hesaplama zamanı ve gücü açısından da karşılaştırılmaktadır. Bu bölümde, bulanık ağırlıklı toplam metodu hakkında genel bilgi verilmekte, ardından yapılan karşılaştırmalar ve elde edilen sonuçlar detaylandırılmaktadır.

4.1.1.1 Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu

Bulanık ağırlıklı toplam metodunda (FWSM), i . kritere göre j . alternatifin performans değerini gösteren bulanık üçgensel sayı $\hat{a}_{ij} = (a_{ijl}, a_{ijm}, a_{iju})$ olarak ifade edilmektedir. Karar vericiler, karar kriterlerinin önem ağırlıklarını $\hat{w}_i = (w_{il}, w_{im}, w_{iu})$ şeklinde bulanık üçgensel

sayı olarak belirlemektedir. Aynı zamanda, normal çok kriterli karar verme metotlarında olduğu gibi, ağırlıkların toplamının 1 olması gerekliliği bulanık üçgensel sayılar için de şarttır. Bu metotta en iyi alternatif aşağıdaki denklemi sağlamalıdır (Triantaphyllou, 2000):

$$\hat{P}_j^* = \max \sum_{i=1}^n \hat{w}_i \hat{a}_{ij} \quad j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (4.19)$$

Bu noktada bulanık sayılarla aritmetik işlemler yapılmaktadır. Eğer $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki pozitif üçgensel bulanık sayı ise, bu bulanık sayılarla yapılan işlemler aşağıdaki gibi olmaktadır (Triantaphyllou, 2000):

$$\begin{aligned} M_1 \oplus M_2 &= (M_{1l} + M_{2l}, M_{1m} + M_{2m}, M_{1u} + M_{2u}) && \text{Toplama} \\ M_1 \otimes M_2 &= (M_{1l} \times M_{2l}, M_{1m} \times M_{2m}, M_{1u} \times M_{2u}) && \text{Çarpma} \\ \ominus M_1 &= (-M_{1u}, -M_{1m}, -M_{1l}) && \text{Negatif} \\ 1/M_1 &\cong (1/M_{1u}, 1/M_{1m}, 1/M_{1l}) && \text{Bölme} \end{aligned} \quad (4.20)$$

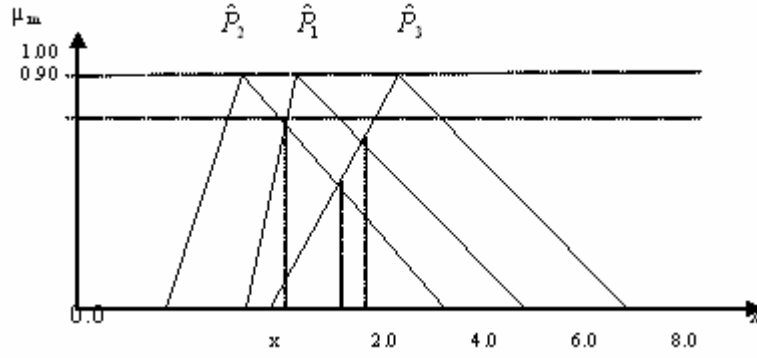
FWSM metodunu sayısal bir örnekle açıklamak gerekirse, aşağıda dört bulanık karar kriteri ve üç bulanık alternatiften oluşan bulanık bir karar matrisi verilmektedir.

Kriterler	Önem	Alternatifler		
		1	2	3
1	(0.13,0.20,0.31)	(3.00,4.00,5.00)	(6.00,7.00,8.00)	(4.00,5.00,6.00)
2	(0.08,0.15,0.25)	(5.00,6.00,7.00)	(5.00,6.00,7.00)	(3.00,4.00,5.00)
3	(0.29,0.40,0.56)	(5.00,6.00,7.00)	(0.50,1.00,2.00)	(7.00,8.00,9.00)
4	(0.17,0.25,0.38)	(2.00,3.00,4.00)	(4.00,5.00,6.00)	(6.00,7.00,8.00)

FWSM kullanıldığında, üç alternatifin son öncelik puanları \hat{P}_j , ($\hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_3$) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\begin{aligned} \hat{P}_1 &= (0.13,0.20,0.31) \times (3.00,4.00,5.00) + (0.08,0.15,0.25) \times (5.00,6.00,7.00) + \\ & (0.29,0.40,0.56) \times (5.00,6.00,7.00) + (0.17,0.25,0.38) \times (2.00,3.00,4.00) = (2.583,4.850,8.750) \end{aligned}$$

Benzer şekilde $\hat{P}_2 = (1.979,3.950,7.625)$ ve $\hat{P}_3 = (3.792,6.550,11.188)$ şeklinde hesaplanmaktadır. Şekil 4.13, sonuçların üyelik fonksiyonlarını göstermektedir. Bu sonuçlar, her alternatifin yeteneğinin karar kriteri ile buluşmasının ölçüsü olarak yorumlanabilmektedir (Triantaphyllou, 2000).



Şekil 4.13 FWSM'ye göre bulanık alternatiflerin üyelik öncelik fonksiyonları (Triantaphyllou, 2000).

Alternatiflerin öncelik puanları belirlendikten sonra, bu puanların sıralanması ve sıralama prensibine göre en çok tercih edilen alternatifin seçilmesi gerekmektedir. Literatürde üçgensel bulanık sayıların sıralanmasında kullanılabilecek pek çok metot bulunmaktadır. Bu çalışmada geçerlilik testi içerisinde kullanılan yöntem, Chang tarafından 1992 yılında geliştirilen ve son yıllarda birçok çalışmada uygulanan (Kwong ve Bai, 2003; Kahraman vd., 2003; Büyüközkan, 2004; Kahraman vd., 2004; Mohanty vd., 2005) boyut analizi metodunun sıralama prosedürüdür. Bu metoda göre bulanık üçgensel sayıların karşılaştırılması prensipleri aşağıdaki gibidir (Zhu vd., 1999):

Tanım 1: M_1 ve M_2 karşılaştırılacak iki bulanık üçgensel sayı iken, $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olma olasılığı $V(M_2 \geq M_1)$, aşağıdaki fonksiyon ile hesaplanmaktadır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{aksi takdirde} \end{cases} \quad (4.21)$$

Tanım 2: M_2 ve M_1 değerlerini karşılaştırabilmek için, hem $M_2 \geq M_1$, hem de $M_1 \geq M_2$ karşılaştırmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bir M bulanık sayısının diğer k tane M_i ($i=1,2,\dots,k$) bulanık sayısından büyük olma durumu aşağıdaki formülasyonla ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i) \end{aligned} \quad (4.22)$$

Yukarıdaki tanımlara göre, bir \hat{P}_j bulanık öncelik puanı için $d'(\hat{P}_j) = \min V(\hat{P}_j \geq \hat{P}_i)$ ($i=1,2,\dots,m; i \neq j$) olmak üzere ağırlık vektörü aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$W' = (d'(\hat{P}_1), d'(\hat{P}_2), \dots, d'(\hat{P}_m)) \quad (4.23)$$

Normalizasyon yapıldıktan sonra, normalize edilmiş ağırlık vektörü ise aşağıdaki gibidir ve bu algoritmanın sonunda bulanık olmayan ağırlık vektörüne ulaşılmaktadır.

$$W = (w(\hat{P}_1), w(\hat{P}_2), \dots, w(\hat{P}_n)) \quad (4.24)$$

Bu prosedür yukarıdaki örnekteki $\hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_3$ bulanık öncelik puanlarına uygulanırsa aşağıdaki karşılaştırma sonuçları elde edilmektedir:

$$V(\hat{P}_1 \geq \hat{P}_2) = 1,$$

$$V(\hat{P}_1 \geq \hat{P}_3) = \frac{(3.792 - 8.750)}{(4.850 - 8.750) - (6.550 - 3.792)} = 0.745,$$

$$V(\hat{P}_2 \geq \hat{P}_1) = \frac{(2.583 - 7.625)}{(3.950 - 7.625) - (4.850 - 2.583)} = 0.848,$$

$$V(\hat{P}_2 \geq \hat{P}_3) = \frac{(3.792 - 7.625)}{(3.950 - 7.625) - (6.550 - 3.792)} = 0.595,$$

$$V(\hat{P}_3 \geq \hat{P}_1) = 1,$$

$$V(\hat{P}_3 \geq \hat{P}_2) = 1.$$

Tanım 2'ye göre, ağırlık vektörü W' aşağıdaki formülasyonlarla hesaplanabilmektedir:

$$d'(\hat{P}_1) = \min V(\hat{P}_1 \geq \hat{P}_2, \hat{P}_3) = \min\{1, 0.745\} = 0.745$$

$$d'(\hat{P}_2) = \min V(\hat{P}_2 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_3) = \min\{0.848, 0.595\} = 0.595$$

$$d'(\hat{P}_3) = \min V(\hat{P}_3 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_2) = \min\{1, 1\} = 1.00$$

$$W' = (d'(\hat{P}_1), d'(\hat{P}_2), d'(\hat{P}_3)) = (0.745, 0.595, 1.00)$$

Normalizasyondan sonraki ağırlık vektörü ise $W = (0.320, 0.254, 0.426)$ olur ki bu durumda $\hat{P}_3 > \hat{P}_1 > \hat{P}_2$ 'dir. En yüksek ağırlığa (0.426) sahip olan alternatif 3 en çok tercih edilen alternatif olarak seçilmektedir.

4.1.1.2 Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu İle Önerilen Çözüm Yaklaşımının Sonuçlarının Karşılaştırılması

Daha önce de bahsedildiği gibi, önerilen “Bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı”nın geçerliliğini test etmek için, yaklaşım Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu (Fuzzy Weighted Sum Method - FWSM) ile karşılaştırılmaktadır. Bu amaçla, seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasına yönelik olarak 7x5 boyutunda örnek bir karar matrisi üzerinde her iki metodun ürettiği sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Bu kriterler lojistik fonksiyonel kriterinin ikinci düzey kriterleri ve fonksiyonel olmayan kriterlerden kalite kriterleri arasından seçilmiştir. Karar vericilerin $LV_1 = \text{çok güçlü (cg)}$, $LV_2 = \text{güçlü (g)}$, $LV_3 = \text{orta (o)}$, $LV_4 = \text{zayıf (z)}$, ve $LV_5 = \text{yok (y)}$ dilsel ifadelerini kullanarak, önem derecelerini (w_{ij}) ve ilişki ağırlıklarını (r_{ijp}) Çizelge 4.7’deki karar matrisinde görüldüğü gibi belirlediğini varsayalım. Bölüm 4.6.1’de, bu dilsel ifadeler [0,10] aralığında bulanık kümeler olarak tanımlanmıştı. Ayrıca bu kümeleri temsil eden üyelik fonksiyonları ve üçgensel sayılar belirlenmişti. Atanan önem derecelerine ve ilişki ağırlıklarına karşılık gelen üçgensel sayılar kullanılarak hazırlanmış bulanık karar matrisi Çizelge 4.8’de görülmektedir. FWSM kullanıldığında, beş kriterle ait öncelik puanları, ($p=1,2,3,4,5$) olmak üzere $\sum_{i=1}^7 \hat{w}_{ij} \hat{r}_{ijp}$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.7 Karar vericiler tarafından belirlenen önem dereceleri ve ilişki ağırlıkları (5 kriter)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})				
		Doğruluk	Uyum	Etkileşim	Güvenlik	Uygunluk
Organizasyonel Yapı	o	o	cg	o	cg	o
Lojistik Ana Verileri	cg	cg	g	cg	g	cg
Satınalma	cg	cg	o	cg	o	cg
Satıcı Değerlendirme	o	o	g	o	g	o
Stok Yönetimi	cg	cg	cg	cg	cg	cg
Depo Yönetimi	g	cg	cg	cg	cg	g
Raporlama	cg	cg	cg	cg	cg	cg

Çizelge 4.8 FWSM karar matrisi (5 kriter)

Önem Derecesi (\hat{w}_{ij})	(\hat{r}_{ijp})					
	Doğruluk	Uyum	Etkileşim	Güvenlik	Uygunluk	
Organizasyonel Yapı	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
Lojistik Ana Verileri	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)
Satınalma	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)
Satıcı Değerlendirme	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(5, 7.5,10)	(2.5,5,7.5)	(5, 7.5,10)	(2.5,5,7.5)
Stok Yönetimi	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)
Depo Yönetimi	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)
Raporlama	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)
$\sum_{i=1}^7 \hat{w}_{ij} \hat{r}_{ijp} \quad (p=1,2,\dots,5)$	(275,525,613)	(238,488,625)	(275,25,613)	(238,488,625)	(263,506,613)	
$W_p \quad (p=1,2,\dots,5)$	0.210	0.190	0.210	0.190	0.200	

Bundan sonra FWSM sonucunda elde edilen öncelik puanlarının sıralanması için, bölüm 4.7.1.1'de açıklanan sıralama prosedürü uygulanmaktadır. Buna göre ağırlık vektörü W'_p aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$d'(\hat{P}_1) = \min V(\hat{P}_1 \geq \hat{P}_2, \hat{P}_3, \hat{P}_4, \hat{P}_5) = \min\{1,1,1,1\} = 1.00,$$

$$d'(\hat{P}_2) = \min V(\hat{P}_2 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_3, \hat{P}_4, \hat{P}_5) = \min\{0.903,0.903,1,0.95,1\} = 0.903$$

$$d'(\hat{P}_3) = \min V(\hat{P}_3 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_4, \hat{P}_5) = \min\{1,1,1,1\} = 1.00$$

$$d'(\hat{P}_4) = \min V(\hat{P}_4 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_3, \hat{P}_5) = \min\{0.903,1,0.903,0.950\} = 0.903$$

$$d'(\hat{P}_5) = \min V(\hat{P}_5 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_3, \hat{P}_4) = \min\{0.947,1,0.947,1\} = 0.947$$

$$W'_p = (d'(\hat{P}_1), d'(\hat{P}_2), \dots, d'(\hat{P}_5)) = (1.00, 0.903, 1.00, 0.903, 0.947)$$

Normalizasyondan sonraki ağırlık vektörü ise $W_p = (0.210, 0.190, 0.210, 0.190, 0.200)$ olarak bulunmaktadır. Bu sonuçlar Çizelge 4.8'in en alt satırında gösterilmektedir.

Belirlenen örnek karar matrisine FWSM metodu uygulandıktan ve sonuçlar elde edildikten sonra, aynı karar matrisine bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı

uygulanmaktadır. Bölüm 4.6.1’de açıklandığı gibi, bu yaklaşımda karar matrisindeki dilsel ifadelerin bulanıklaştırılmasının ardından, bulanık aritmetik kullanılmadan bir durulaştırma (defuzzification) süreci gerçekleştirilmektedir. Bu süreçte, üyelik fonksiyonu bir olasılık fonksiyonuna dönüştürülmekte ve bir rassal operasyonla bulanık küme içerisinde durulaştırılmış eleman seçilmektedir. Her bir bulanık küme (çok güçlü, güçlü, orta, zayıf ve yok) 1000 adımdan oluşan ve tek tekrarlı simülasyon süreci ile oluşturulmaktadır. Ardından [0-1] aralığında üniform dağılmış bir rassal sayı üretilerek, bu rassal sayının düştüğü aralığa karşılık gelen $[\text{triang}(LV_a)]$ değeri durulaştırılmış eleman olarak seçilmektedir.

İki metodun sonuçları karşılaştırılırken, simülasyon adım sayısındaki değişikliklerin sonuçlar üzerindeki etkisinin belirlenmesi de amaçlanmaktadır. Dolayısıyla çözüm yaklaşımı 50, 100 ve 1000 simülasyon adımı kullanılarak üç farklı senaryo ile uygulanmaktadır. Uygulamalar sonucunda elde edilen ve durulaştırılmış elemanları içeren üç karar matrisi, Çizelge 4.9-4.11’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.9 Önerilen çözüm yaklaşımının 5 kriter için sonuçları (50 adımlık simülasyon)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})				
		Doğruluk	Uyum	Etkileşim	Güvenlik	Uygunluk
Organizasyonel Yapı	6.078	6.577	9.670	5.234	9.169	6.577
Lojistik Ana Verileri	9.454	9.360	7.925	7.810	7.565	9.485
Satınalma	7.810	9.150	5.664	9.112	6.577	9.454
Satıcı Değerlendirme	5.813	6.316	7.828	7.126	7.186	5.249
Stok Yönetimi	9.304	8.346	9.942	9.285	9.722	9.845
Depo Yönetimi	7.601	9.942	9.756	9.269	9.189	7.929
Raporlama	9.939	8.582	9.847	9.847	9.626	9.511
$\sum_{i=1}^7 w_{ij} r_{ijp} \quad (p=1,2,\dots,5)$		475.158	487.972	472.951	476.368	480.396
$Z_p \quad (p=1,2,\dots,5)$		0.199	0.204	0.198	0.199	0.200

Çizelge 4.10 Önerilen çözüm yaklaşımının 5 kriter için sonuçları (100 adımlık simülasyon)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})				
		Doğruluk	Uyum	Etkileşim	Güvenlik	Uygunluk
Organizasyonel Yapı	5.048	5.591	8.551	5.876	9.845	5.591
Lojistik Ana Verileri	9.112	9.870	8.691	8.058	7.157	9.761
Satınalma	8.103	9.500	6.618	8.778	5.754	9.709
Satıcı Değerlendirme	6.365	5.815	7.601	5.350	7.565	5.664
Stok Yönetimi	9.722	8.493	9.259	9.360	8.493	9.888
Depo Yönetimi	8.343	9.054	8.454	9.485	9.896	6.521
Raporlama	9.743	8.503	9.167	9.169	9.272	9.272
$\sum_{i=1}^7 w_{ij} r_{ijp} (p=1,2,\dots,5)$		473.097	474.230	467.722	465.146	472.756
$Z_p (p=1,2,\dots,5)$		0.201	0.201	0.199	0.198	0.201

Çizelge 4.11 Önerilen çözüm yaklaşımının 5 kriter için sonuçları (1000 adımlık simülasyon)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})				
		Doğruluk	Uyum	Etkileşim	Güvenlik	Uygunluk
Organizasyonel Yapı	5.234	5.105	8.365	5.367	9.069	6.695
Lojistik Ana Verileri	8.800	9.620	7.170	9.759	6.656	8.526
Satınalma	9.618	9.725	6.515	9.916	5.518	8.351
Satıcı Değerlendirme	5.892	5.845	7.985	5.020	6.499	7.325
Stok Yönetimi	9.556	9.673	9.891	9.699	9.977	8.126
Depo Yönetimi	8.744	9.199	9.998	9.981	9.848	8.157
Raporlama	8.765	9.733	9.767	8.859	9.150	9.474
$\sum_{i=1}^7 w_{ij} r_{ijp} (p=1,2,\dots,5)$		497.534	484.152	496.541	459.063	465.574
$Z_p (p=1,2,\dots,5)$		0.207	0.201	0.207	0.191	0.194

Bu noktaya kadar, aynı karar matrisine, FWSM ve üç farklı senaryo halinde (50, 100, 1000

adımlık simülasyon) önerilen çözüm yaklaşımı uygulanmıştır. Bundan sonra, her iki metottan elde edilen sonuçların birbirine yakınlığı test edilmektedir. Sonuçlar arasında gözlemlenen farklar ($d_p = Z_p - W_p$), istatistiksel olarak bağımsızdır ve bu nedenle rassal bir örnek oluşturmaktadır. Merkezi limit teoremine göre gözlemlenen farklar yaklaşık olarak ortalama μ_d ve standart sapma σ_d^2 ile normal dağılmaktadır (Banks ve Carson, 1984). Bu durumda uygun istatistiksel yöntem bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının sonuçları (Z_p) ile bulanık ağırlıklı toplam metodunun ürettiği sonuçlar (W_p) arasında anlamlı bir fark olmadığını varsayan

$$H_0 : \mu_d = 0$$

hipotezine karşı, anlamlı bir fark bulunduğunu varsayan

$$H_1 : \mu_d \neq 0$$

hipotezinin t testi ile test edilmesidir. Testin uygulama adımları aşağıda gösterilmektedir:

Adım 1: Bu adımda bir α anlamlılık düzeyi seçilmekte ve K gözlem sayısı belirlenmektedir.

Adım 2: Örnek farkları ortalaması \bar{d} ve örnek varyansı S_d aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$\bar{d} = \frac{1}{K} \sum_{p=1}^K d_p \quad (4.25)$$

$$S_d = \left[\frac{\sum_{i=1}^K (d_p - \bar{d})^2}{K - 1} \right]^{1/2} \quad (4.26)$$

Adım 3: Kritik değer $t_{\alpha/2, K-1}$ tablodan bakılmaktadır. α anlamlılık düzeyi ve $K-1$ serbestlik derecesidir.

Adım 4: t istatistiği aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır ($\mu_d = 0$ ile) :

$$t_0 = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d / \sqrt{K}} \quad (4.27)$$

Adım 5: Eğer $|t_0| > t_{\alpha/2, K-1}$ ise H_0 hipotezi reddedilmektedir. Aksi takdirde H_0 hipotezi kabul

edilmekte ve iki örnek ortalaması arasında anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmaktadır (Banks ve Carson, 1984).

Burada α anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmekte ve serbestlik derecesi ise, test beş kriter için yapıldığından 4 ($K = 5 - 1 = 4$) olmaktadır. $t_{0.05/2,4}$ değeri 2,78 olarak tablodan bakılmıştır. Buna göre, üç senaryoda da hipotez kabul edilmektedir ve geliştirilen yöntemin sonuçları ile bulanık ağırlıklı toplam metodunun sonuçları arasında beş kriter için bir tutarsızlık bulunmamaktadır. $\alpha=0.05$ ve $K=5$ için test sonuçları Çizelge 4.12’de görülmektedir.

Çizelge 4.12 t testi sonuçları ($\alpha=0.05, K=5$)

	Simülasyon Tabanlı Çözüm (Z_p)	Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu (W_p)	$d_p = Z_p - W_p$	$(d_p - \bar{d})^2$	$t_0 = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d / \sqrt{K}}$	$t_{0.05/2,4} = 2.78$ $ t_0 < t_{0.05/2,4}$
50 adım	0.199	0.210	-0.01178	0.00013	-0.05505	KABUL
	0.204	0.190	0.01393	0.00020		
	0.198	0.210	-0.01270	0.00015		
	0.199	0.190	0.00908	0.00009		
	0.200	0.200	0.00000	0.00000		
			$\bar{d} = -0.00030$	$S_d^2 = 0.00014$		
100 adım	0.201	0.210	-0.00929	0.00008	-0.05632	KABUL
	0.201	0.190	0.01100	0.00013		
	0.199	0.210	-0.01158	0.00013		
	0.198	0.190	0.00769	0.00006		
	0.201	0.200	0.00092	0.00000		
			$\bar{d} = -0.00025$	$S_d^2 = 0.00010$		
1000 adım	0.207	0.210	-0.00336	0.00001	-0.04756	KABUL
	0.201	0.190	0.01100	0.00012		
	0.207	0.210	-0.00336	0.00001		
	0.191	0.190	0.00100	0.00000		
	0.194	0.200	-0.00600	0.00003		
			$\bar{d} = -0.00014$	$S_d^2 = 0.00005$		

Daha sonra, kriter sayısının artmasının sonuçlar üzerindeki etkisinin incelenmesi için, 10 kriterden oluşan örnek bir problem oluşturularak her iki metodun ürettiği sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Bu kriterler platformlar, veri tabanı yönetim sistemleri, geliştirme araçları, kullanıcı yönetim araçları, dış bağlantılar, kullanıcı dokümantasyonu, teknik dokümantasyon, versiyon artırma, kullanıcı arayüzü ve işletim sistemi olarak teknik kriterlerden oluşmaktadır.

Karar vericilerin $LV_1 = \text{çok güçlü (cg)}$, $LV_2 = \text{güçlü (g)}$, $LV_3 = \text{orta (o)}$, $LV_4 = \text{zayıf (z)}$ ve $LV_5 = \text{yok (y)}$ dilsel ifadelerini kullanarak, önem derecelerini (w_{ij}) ve ilişki ağırlıklarını (r_{ijp}) Çizelge 4.13'teki 10x10 boyutundaki karar matrisinde görüldüğü gibi belirlediğini varsayalım. Atanan önem derecelerine ve ilişki ağırlıklarına karşılık gelen üçgensel sayılar kullanılarak hazırlanmış bulanık karar matrisi Çizelge 4.14'te görülmektedir. FWSM kullanıldığında, on kritere ait öncelik puanları $(\hat{P}_1, \hat{P}_2, \dots, \hat{P}_{10})$, $\sum_{i=1}^{10} \hat{w}_{ij} \hat{r}_{ijp}$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.13 Karar vericiler tarafından belirlenen önem dereceleri ve ilişki ağırlıkları (10 kriter)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})									
		Platformlar	Veritabanı Yönetim Sistemi	Geliştirme Araçları	Kullanıcı Yönetim Araçları	Dış Bağlantılar	Kullanıcı Dokümantasyonu	Teknik Dokümantasyon	Versiyon Arttırma	Kullanıcı Arayüzü	İşletim Sistemi
Organizasyonel Yapı	o	o	o	cg	o	o	z	o	cg	y	o
Lojistik Ana Verileri	cg	cg	cg	g	cg	cg	z	cg	y	y	o
Satınalma	cg	cg	cg	o	cg	cg	cg	cg	cg	cg	o
Satıcı Değerlendirme	o	o	cg	g	o	o	cg	cg	cg	cg	o
Stok Yönetimi	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	o
Depo Yönetimi	g	cg	cg	cg	g	cg	cg	cg	cg	cg	o
Raporlama	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	cg	o
Talep Yönetimi	cg	cg	cg	g	cg	cg	cg	cg	cg	cg	o
MRP/ Simülasyona Yönelik MRP	g	cg	cg	g	g	cg	o	cg	cg	cg	o
Kapasite Planlama	cg	cg	cg	g	cg	cg	cg	cg	cg	cg	o

Bundan sonra FWSM sonucunda elde edilen öncelik puanlarının sıralanması için, bölüm 4.7.1.1'de açıklanan sıralama prosedürü uygulanmaktadır. Buna göre ağırlık vektörü W'_p aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$d'(\hat{P}_1) = \min V(\hat{P}_1 \geq \hat{P}_2, \hat{P}_3, \dots, \hat{P}_{10}) = \min\{0.95, 1, 1, 1, 1, 0.95, 1, 1, 1\} = 0.95$$

$$d'(\hat{P}_2) = \min V(\hat{P}_2 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_3, \dots, \hat{P}_{10}) = \min\{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\} = 1.00$$

$$d'(\hat{P}_3) = \min V(\hat{P}_3 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_4, \dots, \hat{P}_{10}) = \min\{0.82, 0.79, 0.88, 0.82, 0.99, 0.79, 0.90, 0.99, 1\} = 0.79$$

$$d'(\hat{P}_4) = \min V(\hat{P}_4 \geq \hat{P}_1, \hat{P}_2, \hat{P}_3, \hat{P}_5, \dots, \hat{P}_{10}) = \min\{0.93, 0.88, 1, 0.93, 1, 0.88, 1, 1, 1\} = 0.88$$

$$d'(\hat{P}_5) = \min V(\hat{P}_5 \geq \hat{P}_1, \dots, \hat{P}_4, \hat{P}_6, \dots, \hat{P}_{10}) = \min\{1, 0.95, 1, 1, 1, 0.95, 1, 1, 1\} = 0.95$$

$$d'(\hat{P}_6) = \min V(\hat{P}_6 \geq \hat{P}_1, \dots, \hat{P}_5, \hat{P}_7, \dots, \hat{P}_{10}) = \min\{0.80, 0.76, 1, 0.88, 0.80, 0.76, 0.90, 1, 1\} = 0.76$$

$$d'(\hat{P}_7) = \min V(\hat{P}_7 \geq \hat{P}_1, \dots, \hat{P}_6, \hat{P}_8, \hat{P}_9, \hat{P}_{10}) = \min\{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\} = 1.00$$

$$d'(\hat{P}_8) = \min V(\hat{P}_8 \geq \hat{P}_1, \dots, \hat{P}_7, \hat{P}_9, \hat{P}_{10}) = \min\{0.90, 0.85, 1, 0.97, 0.90, 1, 0.85, 1, 1\} = 0.85$$

$$d'(\hat{P}_9) = \min V(\hat{P}_9 \geq \hat{P}_1, \dots, \hat{P}_8, \hat{P}_{10}) = \min\{0.80, 0.75, 1, 0.87, 0.80, 1, 0.75, 0.89, 1\} = 0.75$$

$$d'(\hat{P}_{10}) = \min V(\hat{P}_{10} \geq \hat{P}_1, \dots, \hat{P}_8, \hat{P}_9) = \min\{0.43, 0.41, 0.58, 0.48, 0.43, 0.57, 0.41, 0.50, 0.55\} = 0.41$$

$$W' = (d'(\hat{P}_1), d'(\hat{P}_2), \dots, d'(\hat{P}_{10})) = (0.95, 1.00, 0.79, 0.88, 0.95, 0.76, 1.00, 0.85, 0.75, 0.41)$$

Normalizasyondan sonraki ağırlık vektörü ise,

$$W_p = (0.114, 0.120, 0.094, 0.106, 0.114, 0.091, 0.120, 0.102, 0.090, 0.049)$$

olarak bulunmaktadır. Bu sonuçlar Çizelge 4.14'nin en alt satırında gösterilmektedir.

Belirlenen örnek karar matrisine FWSM metodu uygulandıktan ve sonuçlar elde edildikten sonra, aynı karar matrisine bulanık küme ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı uygulanmaktadır. Çözüm yaklaşımı beş kriter için yapıldığı gibi, on kriter için de 50, 100 ve 1000 simülasyon adımı kullanılarak üç farklı senaryo halinde ele alınmaktadır. Uygulamalar sonucunda elde edilen ve durulaştırılmış elemanları içeren üç karar matrisi, Çizelge 4.15-4.17'de gösterilmektedir.

Bundan sonra, her iki metottan elde edilen sonuçların birbirine yakınlığı, yukarıda anlatıldığı gibi t testi kullanılarak test edilmektedir. Yine bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının sonuçları (Z_p) ile bulanık ağırlıklı toplam metodunun ürettiği sonuçlar (W_p) arasında anlamlı bir fark olmadığı şeklinde bir H_0 hipotezi kurulmaktadır. $\alpha = 0.05$ olarak alınmakta ve serbestlik derecesi de 9 ($K=10-1=9$) olmaktadır. Tablo değeri $t_{0.05/2,9} = 2,26$ olarak belirlenmektedir. Sonuç olarak, yine üç senaryoda da hipotez kabul edilmekte ve kriter sayısı iki katına çıkmasına rağmen, geliştirilen yöntemin sonuçları ile bulanık ağırlıklı toplam metodunun sonuçları arasında bir tutarsızlık oluşmamaktadır. Test sonuçları Çizelge 4.18'de görülmektedir.

Çizelge 4.14 FWSM karar matrisi (10 kriter)

Önem Derecesi (\hat{w}_{ij})	(\hat{r}_{ijp})										
	Platformlar	Veritabanı Yönetim Sistemi	Geliştirme Araçları	Kullanıcı Yönetim Araçları	Dış Bağlantılar	Kullanıcı Dokümantasyonu	Teknik Dokümantasyon	Versiyon Arttırma	Kullanıcı Arayüzü	İşletim Sistemi	
Organizas. Yapı	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(0,2.5,5)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(0,0,2.5)	(2.5,5,7.5)
Lojistik Ana Verileri	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(0,2.5,5)	(7.5,10,10)	(0,0,2.5)	(0,0,2.5)	(2.5,5,7.5)
Satınalma	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
Satıcı Değerlen.	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
Stok Yönetimi	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
Depo Yönetimi	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
Raporlama	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
Talep Yönetimi	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
MRP/ Simülasyona Yönelik MRP	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	5, 7.5,10	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
Kapasite Planlama	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(5, 7.5,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)
$\sum_{i=1}^{10} \hat{w}_{ij} \hat{r}_{ijp} (p=1,2,\dots,10)$	(425,800,912.5)	(437.5,825,931.25)	(337.5,693.75,925)	(400,762.5,912.5)	(425,800,912.5)	(350,700,837.5)	(437.5,825,931.25)	(393.75,750,875)	(375,700,818.75)	(150,425,712.5)	
$W_p (p=1,2,\dots,10)$	0.114	0.120	0.094	0.106	0.114	0.091	0.120	0.102	0.090	0.049	

Çizelge 4.15 Önerilen çözüm yaklaşımının 10 kriter için sonuçları (50 adımlık simülasyon)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})									
		Platformlar	Veritabanı Yönetim Sistemi	Geliştirme Araçları	Kullanıcı Yönetim Araçları	Dış Bağlantılar	Kullanıcı Dokümantasyonu	Teknik Dokümantasyon	Versiyon Arttırma	Kullanıcı Arayüzü	İşletim Sistemi
Organizasyonel Yapı	5.048	5.006	6.103	9.845	5.813	5.970	3.699	5.244	8.173	0.488	5.552
Lojistik Ana Verileri	8.338	9.716	9.939	7.543	9.189	9.756	3.124	9.709	0.062	1.345	6.577
Satınalma	7.915	9.360	9.626	6.316	9.485	9.300	8.937	9.485	9.360	9.716	6.760
Satıcı Değerlendirme	5.664	5.347	8.493	6.896	5.050	6.251	9.949	9.360	9.511	9.486	5.091
Stok Yönetimi	9.845	9.293	9.285	7.827	9.623	9.845	8.860	9.300	9.169	7.996	5.848
Depo Yönetimi	8.962	8.153	9.722	9.722	7.491	9.624	9.847	9.709	9.269	9.870	5.795
Raporlama	9.500	9.942	8.653	8.653	9.269	9.623	8.346	8.937	9.112	9.304	5.445
Talep Yönetimi	9.685	9.454	9.293	7.595	9.112	7.778	7.996	9.949	8.369	9.626	6.078
MRP/ Simülasyona Yönelik MRP	6.698	8.582	8.153	8.557	6.477	8.620	6.958	8.860	9.500	9.360	6.262
Kapasite Planlama	9.624	9.454	9.942	6.661	7.715	9.150	9.870	9.847	9.685	9.511	6.347
$\sum_{i=1}^{10} w_{ij} r_{ijp} \quad (p=1,2,\dots,10)$		709.679	739.017	643.004	665.440	716.209	645.593	749.431	667.519	647.318	488.341
$Z_p \quad (p=1,2,\dots,10)$		0.106	0.111	0.096	0.100	0.108	0.097	0.112	0.100	0.097	0.073

Çizelge 4.16 Önerilen çözüm yaklaşımının 10 kriter için sonuçları (100 adımlık simülasyon)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})									
		Platformlar	Veritabanı Yönetim Sistemi	Geliştirme Araçları	Kullanıcı Yönetim Araçları	Dış Bağlantılar	Kullanıcı Dokümantasyonu	Teknik Dokümantasyon	Versiyon Arttırma	Kullanıcı Arayüzü	İşletim Sistemi
Organizasyonel Yapı	5.771	6.382	6.136	8.454	5.050	5.664	2.744	5.813	8.157	0.048	5.567
Lojistik Ana Verileri	9.104	9.459	9.766	6.477	8.731	9.536	3.678	9.304	0.126	0.225	6.346
Satınalma	9.227	9.010	9.580	5.138	8.503	8.713	9.942	9.626	9.939	9.845	5.062
Satıcı Değerlendirme	5.731	5.350	9.013	7.601	6.316	5.249	9.454	8.493	9.189	9.623	5.006
Stok Yönetimi	8.778	9.685	9.510	9.067	9.743	9.485	8.582	9.285	9.709	8.173	5.278
Depo Yönetimi	7.550	9.685	9.983	9.853	6.661	9.360	9.360	7.827	9.949	8.620	6.103
Raporlama	9.706	8.551	9.259	8.787	9.376	9.300	9.511	9.722	8.860	8.783	5.170
Talep Yönetimi	8.804	8.991	9.556	7.543	9.054	7.915	9.269	8.653	9.847	9.150	5.795
MRP/ Simülasyona Yönelik MRP	8.557	9.605	9.761	6.896	7.474	8.369	5.970	9.293	8.346	9.716	5.666
Kapasite Planlama	9.044	9.264	9.740	6.494	9.896	9.500	9.633	8.153	9.870	9.486	5.445
$\sum_{i=1}^{10} w_{ij} r_{ijp} \quad (p=1,2,\dots,10)$		723.006	768.853	622.140	683.276	701.394	653.371	720.152	686.313	619.875	456.642
$Z_p \quad (p=1,2,\dots,10)$		0.109	0.116	0.094	0.103	0.106	0.098	0.109	0.103	0.093	0.069

Çizelge 4.17 Önerilen çözüm yaklaşımının 10 kriter için sonuçları (1000 adımlık simülasyon)

	Önem Derecesi (w_{ij})	(r_{ijp})									
		Platformlar	Veritabanı Yönetim Sistemi	Geliştirme Araçları	Kullanıcı Yönetim Araçları	Dış Bağlantılar	Kullanıcı Dokümantasyonu	Teknik Dokümantasyon	Versiyon Arttırma	Kullanıcı Arayüzü	İşletim Sistemi
Organizasyonel Yapı	5.567	5.864	6.809	9.624	5.445	5.664	3.699	5.345	9.136	1.044	5.263
Lojistik Ana Verileri	9.826	9.978	9.820	7.543	9.932	9.259	2.195	9.227	0.324	0.886	5.218
Satınalma	9.885	9.596	9.692	5.061	9.072	8.898	8.900	9.010	7.996	8.783	5.490
Satıcı Değerlendirme	5.283	5.267	9.519	6.580	5.746	5.143	9.272	9.896	9.304	9.150	5.731
Stok Yönetimi	9.966	9.746	9.675	9.789	9.981	9.182	8.885	9.743	9.285	8.338	5.680
Depo Yönetimi	9.981	9.710	9.619	9.542	7.952	8.896	9.979	9.965	9.360	9.670	5.776
Raporlama	9.539	9.485	9.666	9.973	9.669	9.618	9.820	9.281	9.269	9.605	5.793
Talep Yönetimi	9.966	9.935	9.896	7.585	9.943	8.798	8.351	9.733	9.592	9.510	6.537
MRP/ Simülasyona Yönelik MRP	6.587	9.353	9.973	6.940	7.363	8.900	5.116	9.445	9.916	9.853	5.902
Kapasite Planlama	9.547	8.365	9.738	7.049	9.644	9.832	8.095	9.222	9.538	9.167	5.383
$\sum_{i=1}^{10} w_{ij} r_{ijp} \quad (p=1,2,\dots,10)$		778.362	822.414	688.998	758.663	749.845	655.149	794.110	708.589	668.116	490.062
$Z_p \quad (p=1,2,\dots,10)$		0.109	0.115	0.097	0.107	0.105	0.092	0.112	0.100	0.094	0.069

Çizelge 4.18 t testi sonuçları ($\alpha=0.05, K=10$)

	Simülasyon Tabanlı Çözüm (Z_p)	Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu (W_p)	$d_p = Z_p - W_p$	$(d_p - \bar{d})^2$	$t_0 = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d / \sqrt{K}}$	$t_{0.05/2,9} = 2.26$ $ t_0 < t_{0.05/2,9}$
50 adım	0.106	0.114	-0.00743	0.00006	0.01998	KABUL
	0.111	0.120	-0.00902	0.00008		
	0.096	0.094	0.00200	0.00000		
	0.100	0.106	-0.00612	0.00004		
	0.108	0.114	-0.00580	0.00003		
	0.097	0.091	0.00550	0.00003		
	0.112	0.120	-0.00746	0.00006		
	0.100	0.102	-0.00221	0.00001		
	0.097	0.090	0.00681	0.00005		
	0.073	0.049	0.02439	0.00059		
			$\bar{d} = 0.00006$	$S_d^2 = 0.00010$		
100 adım	0.109	0.114	-0.00484	0.00002	0	KABUL
	0.116	0.120	-0.00392	0.00002		
	0.094	0.094	-0.00062	0.00000		
	0.103	0.106	-0.00288	0.00001		
	0.106	0.114	-0.00809	0.00007		
	0.098	0.091	0.00720	0.00005		
	0.109	0.120	-0.01126	0.00013		
	0.103	0.102	0.00117	0.00000		
	0.093	0.090	0.00321	0.00001		
	0.069	0.049	0.02002	0.00040		
			$\bar{d} = 0.00000$	$S_d^2 = 0.00008$		
1000 adım	0.109	0.114	-0.00440	0.00002	-0.02302	KABUL
	0.115	0.120	-0.00479	0.00002		
	0.097	0.094	0.00246	0.00001		
	0.107	0.106	0.00077	0.00000		
	0.105	0.114	-0.00840	0.00007		
	0.092	0.091	0.00082	0.00000		
	0.112	0.120	-0.00817	0.00007		
	0.100	0.102	-0.00266	0.00001		
	0.094	0.090	0.00370	0.00001		
	0.069	0.049	0.02008	0.00041		
			$\bar{d} = -0.00006$	$S_d^2 = 0.00007$		

4.1.1.3 Simülasyon Adım Sayısının Belirlenmesi

t testi sonuçları önerilen simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının, bulanık ağırlıklı toplam metodu ile yaklaşık sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Bir önceki bölümde detaylandırıldığı gibi, önerilen yaklaşım üç farklı senaryo ile test edilmiştir. Bu senaryolar, durulaştırılmış eleman seçilirken 50, 100 veya 1000 adımdan oluşan simülasyon süreçlerinin kullanılmasıdır. Üç senaryonun da test edilmesi sonucunda, elde edilen sonuçlar arasında anlamlı bir fark olmadığı şeklinde kurulan hipotezler kabul edilmektedir. Fakat, bu noktada önerilen metotta kullanılacak simülasyon adım sayısına karar verilmesi gerekmektedir. Simülasyon adım sayısının artması durumunda önerilen metottan elde edilen yaklaşık sonuçların, bulanık ağırlıklı toplam metodundan elde edilen kesin sonuçlara daha çok yaklaşması beklenmektedir. Bu beklentiyi test etmek için 50, 100 ve 1000 adımdan elde edilen sonuçlar ile ağırlıklı toplam metodundan elde edilen sonuçlar arasındaki farkın mutlak değerinin 0.005'ten küçük veya eşit olduğu kriter sayısı karşılaştırılmaktadır. Çizelge 4.19, bu karşılaştırmanın 5 kriter için sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.19 Simülasyon adım sayısına göre sonuçların karşılaştırılması (5 kriter)

	Simülasyon Tabanlı Çözüm (Z_p)	Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu (W_p)	$ Z_p - W_p \leq 0.005$
50 adım	0.199	0.210	
	0.204	0.190	
	0.198	0.210	
	0.199	0.190	
	0.200	0.200	Tamam
100 adım	0.201	0.210	
	0.201	0.190	
	0.199	0.210	
	0.198	0.190	
	0.201	0.200	Tamam
1000 adım	0.207	0.210	Tamam
	0.201	0.190	
	0.207	0.210	Tamam
	0.191	0.190	Tamam
	0.194	0.200	

Bu çizelgede, eğer bir kriter için önerilen metottan elde edilen sonuç ile bulanık ağırlıklı toplam metodundan elde edilen sonuç arasındaki farkın mutlak değeri 0.005'ten küçük veya eşit ise; o kriter "Tamam" değerini almaktadır. Çizelgeden, 50 ve 100 adımlık simülasyonda sadece birer kriterin "Tamam" değerini aldığı, buna karşılık 1000 adımlık simülasyonda bu sayının üçe çıktığı görülmektedir. Bu da 1000 adımlık simülasyon ile FWSM sonuçlarına daha çok yaklaşılabileceğinin göstergesidir.

Kriter sayısının artmasının bu durum üzerine etkilerini araştırmak için aynı karşılaştırma on kriter üzerinde de yapılmaktadır. Çizelge 4.20'de bu karşılaştırmanın sonuçları gösterilmektedir. Belirlenen koşulu sağlayan kriter sayısı, 50 adım için iki ve 100 adım için 6 iken, 1000 adım için yediye ulaşmaktadır. Dolayısıyla, kriter sayısının 5'ten 10'a çıkarılmasında da durum değişmemekte ve 1000 adımlık simülasyondan elde edilen sonuçların referans alınan FWSM metodunun sonuçlarına daha yakın olduğu görülmektedir. Bu karşılaştırmalar, önerilen metotta 1000 adımlık simülasyonun güvenle kullanılabilirliğini göstermektedir.

4.1.1.4 Geçerlilik Testinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı, BUYS modelinin seçim kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması aşamasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Ayrıca yazılım alternatiflerinin fonksiyonel olmayan uygunluklarının belirlenmesi sürecinde de, karar vericilerin dilsel ifadelerinin dönüştürülmesinde aynı yaklaşımdan faydalanılmaktadır. Bu yaklaşımda, karar matrisindeki dilsel ifadelerin bulanıklaştırılmasının ardından, bulanık aritmetik kullanılmadan bir durulaştırma (defuzzification) süreci gerçekleştirilmektedir. Durulaştırma sürecinde, üyelik fonksiyonu bir olasılık fonksiyonuna dönüştürülmekte ve bir rassal operasyonla bulanık küme içerisinde durulaştırılmış eleman seçilmektedir. BUYS modeli içerisinde tanımlanan algoritmalar, bu çözüm yaklaşımının sonucunda elde edilen durulaştırılmış elemanlar ile uygulanmaktadır. Bu bölümde, bir anlamda modelin girdilerini sağlayan ve model sonuçları üzerinde büyük etkisi olan bu yaklaşımın geçerliliği, literatürde birçok uygulamada kullanılan FWSM ile karşılaştırılarak iki açıdan test edilmiştir. Geçerlilik testi sonuçları aşağıda özetlenmektedir:

- *Önerilen yaklaşımın uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar ile FWSM kullanılarak elde edilen sonuçlar arasında anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?:* Yaklaşım içerisinde bulanık aritmetik kullanımı önerilmemektedir. Bunun sebebi, yazılım seçimi problemlerinin doğası gereği, çok sayıda fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kriter ile çalışılması zorunluluğudur.

Çizelge 4.20 Simülasyon adım sayısına göre sonuçların karşılaştırılması (10 kriter)

	Simülasyon Tabanlı Çözüm (Z_p)	Bulanık Ağırlıklı Toplam Metodu (W_p)	$ Z_p - W_p \leq 0.005$
50 adım	0.106	0.114	
	0.111	0.120	
	0.096	0.094	Tamam
	0.100	0.106	
	0.108	0.114	
	0.097	0.091	
	0.112	0.120	
	0.100	0.102	Tamam
	0.097	0.090	
	0.073	0.049	
100 adım	0.109	0.114	Tamam
	0.116	0.120	Tamam
	0.094	0.094	Tamam
	0.103	0.106	Tamam
	0.106	0.114	
	0.098	0.091	
	0.109	0.120	
	0.103	0.102	Tamam
	0.093	0.090	Tamam
	0.069	0.049	
1000 adım	0.109	0.114	Tamam
	0.115	0.120	Tamam
	0.097	0.094	Tamam
	0.107	0.106	Tamam
	0.105	0.114	
	0.092	0.091	Tamam
	0.112	0.120	
	0.100	0.102	Tamam
	0.094	0.090	Tamam
	0.069	0.049	

BUYS modeli içerisinde fonksiyonel olmayan kriter ağacının sadece en alt düzeyinde 45 adet kriter tanımlanmaktadır. Bu fonksiyonel olmayan kriterlerden hangilerinin değerlendirmeye alınacağını seçilmesi için ise, bulanık KFA tekniğinin kullanımı önerilmektedir. Bu teknikte, satırları sistem gereksinimlerinden (Ne'ler) ve sütunları (Nasıl'lar) fonksiyonel olmayan kriterlerden oluşan matrisler kullanılmaktadır. Sistem gereksinimlerinin sayısı da dikkate alınırsa, bu matrislerin boyutları çok büyüebilmektedir. Ayrıca bu matrisler tüm karar vericiler tarafından ayrı ayrı doldurulmaktadır. Dolayısıyla, bulanık üçgensel sayılarla aritmetik işlem yapılması hesaplama zamanını çok arttırmaktadır. Örneğin, bir işletmenin 45 adet sistem gereksinimi belirlediğini varsayalım. Bu durumda, önerilen bulanık KFA tekniğinde, her karar verici 45×45 boyutunda bir matris hazırlamaktadır. Karar vericilerin kararlarının bulanık üçgensel sayılarla birleştirilmesi, mutlak ve bağıl puan hesaplamalarının yapılması büyük hesaplama güçlükleri yaratmaktadır. Böyle bir örnekte, birleştirilmiş matrisin boyutu 45×135 'e ulaşmakta ve hesaplama zamanı da üç kat artmaktadır. Ayrıca elde edilen bulanık mutlak ve bağıl puanların bir sıralama prosedürü kullanılarak durulaştırılması gerekmektedir. Dolayısıyla, bulanık aritmetik kullanılmamasının hesaplama zamanını ve güçlüğü hissedilir bir biçimde azaltacağı açıktır. Fakat bu noktada, "Önerilen yaklaşımın uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar ile bulanık aritmetik kullanarak elde edilen sonuçlar arasında anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?" sorusu cevaplanmalıdır. Bu sorunun cevabı, yaklaşımın sonuçlarını, FWSM metodunun ürettiği sonuçlarla karşılaştırarak verilmektedir. Sonuçlar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı yönünde kurulan tüm hipotezler kabul edilmektedir. Ayrıca, önerilen yaklaşımın etkinliği kriter sayısının artışına bağlı olarak değişmemekte ve kriter sayısı iki katına çıkarılmasına rağmen, sonuçlar arasında bir tutarsızlık oluşmamaktadır.

- *Yaklaşımın uygulanmasında önerilen simülasyon adım sayısı güvenilir midir?:* Önerilen yaklaşım içerisinde her bir bulanık küme (çok güçlü, güçlü, orta, zayıf ve yok) 1000 adımdan oluşan ve tek tekrarlı simülasyon süreci ile oluşturulmaktadır. Bunun nedeni, simülasyon adım sayısı ne kadar yüksek olursa, önerilen metottan elde edilen yaklaşık sonuçların o kadar güvenilir olacağı düşüncesidir. Bu düşüncüyü doğrulamak için öncelikle 50, 100 ve 1000 adımdan elde edilen sonuçlar ile ağırlıklı toplam metodundan elde edilen sonuçlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmektedir. Kriter sayısının artışı da dikkate alınarak, fark olmadığı yönünde kurulan tüm hipotezler kabul edilmektedir. Dolayısıyla önerilen metodun 1000 adımdan daha az simülasyon uygulamalarında bile, FWSM ile çok yaklaşık sonuçlar ürettiği gözlemlenmektedir. Daha sonra yapılan ileri

incelemelerde ise simülasyon adım sayısı arttıkça, referans alınan sonuçlara daha çok yaklaşıldığı görülmekte ve önerilen metotta 1000 adımlık simülasyonun kullanılabilceği sonucuna varılmaktadır.

Geçerlilik testi yapılırken, bulanık ağırlıklı toplam metodunun uygulanmasındaki hesaplama zamanının ve güçlüğü, önerilen metoda kıyasla çok daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Kriter sayısı sadece beşten ona çıkarıldığında dahi, hesaplama güçlükleri ve hata yapma olasılıkları hissedilir bir biçimde artmaktadır. Gerçek yazılım seçimi uygulamalarında çok daha fazla kriter hesaba katılacağı düşünülürse, bu güçlükler daha da artacaktır. Yapılan geçerlilik testi, önerilen metodun iyi bilinen bir metoda anlamlı bir zaman tasarrufu ve hesaplama kolaylığı ile birlikte yakın sonuçlar ürettiğini ve BUYS modeli içerisinde güvenle kullanılabilceğini göstermektedir.

4.1.2 Matematiksel Modelin Geçerlilik Testi

Bu bölümde son seçim aşamasına yönelik olarak geliştirilen çok amaçlı matematiksel programlama modeli örnek bir veri setine uygulanmakta ve iki farklı senaryo seti ile modelin geçerliliği test edilmeye çalışılmaktadır. Modelin geçerlilik testinde kullanılan dört adet yazılım alternatifine ait örnek veri seti Çizelge 4.21’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.21 Modelde kullanılan veri seti

	x_1	x_2	x_3	x_4	Sağ taraf
Fonksiyonel uygunluk (f_s)	0.90	0.95	0.85	0.94	1
Fonksiyonel olmayan uygunluk (nf_s)	0.85	0.80	0.76	0.77	1
Toplam sahip olma maliyeti (0000\$) (tm_s)	14	15	15	14	14
Gerçekleştirme süresi (ay) (is_s)	8	10	12	8	8

Geçerlilik testinde, model hedeflerin iki farklı öncelik sırası ile oluşturulan iki senaryo kullanılarak çözülmektedir. Birinci senaryo uygunluk odaklı olup, firma için uygunluk ile ilgili hedeflerin yüksek öncelikli olduğunu varsaymaktadır (Çizelge 4.22). İkinci senaryo ise proje faktörleri odaklı senaryodur ve bu senaryoda proje ile ilgili hedeflerin yüksek öncelikli olduğu varsayılmaktadır (Çizelge 4.23). Aynı zamanda λ ve k parametrelerinin farklı ağırlıkları da göz önüne alınarak oluşturulan modeller LINDO 6.0 programında çözülmüştür. LINDO’nun bu versiyonu, bir hedef setini önceliklendirerek çözebilen “önceliklendirilmiş hedef (preemptive goal)” komutunu içermektedir. Bu komut kullanılarak çözülen tüm modellerde optimum sonuca ulaşılmıştır. Senaryoların model açılımları ve çözümleri Ek 3’te

verilmektedir. Çizelge 4.6'daki model formülasyonu ve Çizelge 4.21'deki veri seti kullanılarak oluşturulan modelin açılımı aşağıda gösterilmektedir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min. } z = \\
 & P_1(\lambda_1 d_{u1}^- + \lambda_2 d_{u2}^-) \\
 & P_1(k_1 d_{p1}^+ + k_2 d_{p2}^+) \\
 & \text{ş.k.g.} \\
 & 0.90 x_1 + 0.95 x_2 + 0.85 x_3 + 0.94 x_4 + d_{u1}^- = 1 \\
 & 0.85 x_1 + 0.80 x_2 + 0.76 x_3 + 0.77 x_4 + d_{u2}^- = 1 \\
 & 14 x_1 + 15 x_2 + 15 x_3 + 14 x_4 + d_{p1}^- - d_{p1}^+ = 14 \\
 & 8 x_1 + 10 x_2 + 12 x_3 + 8 x_4 + d_{p2}^- - d_{p2}^+ = 8 \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & d_{ui}^-, d_{pi}^+, d_{pi}^- \geq 0 \quad i = 1,2 \\
 & x_s = 0 \text{ veya } 1 \quad s = 1,2,\dots,4
 \end{aligned} \tag{4.28}$$

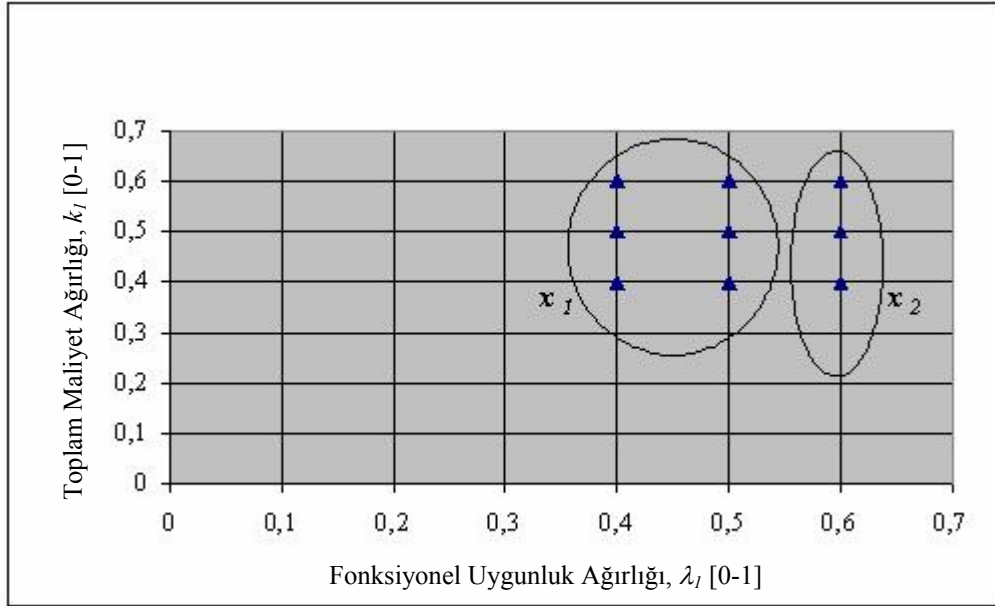
Model hedeflerin iki farklı öncelik sırası ile oluşturulan iki senaryo kullanılarak çözülmektedir. Bu sıralamalar kullanılarak model çözüldürken bir yandan da λ ve k indislerinin ağırlıkları farklılaştırılmaktadır. Bunun için $\lambda_1 > \lambda_2$, $k_1 > k_2$; $\lambda_1 < \lambda_2$, $k_1 > k_2$ şeklinde farklı kombinasyonlar oluşturulmaktadır. Bunların yanı sıra eşitlik durumları da göz önüne alınmaktadır. Tüm bu kombinasyonlar Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23'ün satırlarında gösterilmektedir. Böylelikle oluşturulan farklı durumların, seçilen yazılım üzerinde meydana getirdiği değişimler incelenmektedir.

İlk senaryo seti uygunluk odaklı senaryo olup hedeflerin sıralaması “Uygunluk > Proje Faktörleri” şeklindedir (Çizelge 4.22). Senaryo, uygunluk odaklı olduğu için fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk hedeflerinin ağırlıkları değiştiğinde seçilen yazılım da değişmektedir. Fonksiyonel uygunluğun daha önemli varsayıldığı ilk üç satırda, maliyeti ve gerçekleştirme süresi daha yüksek olmasına rağmen x_2 yazılımı seçilmektedir. Buna karşılık fonksiyonel uygunluğun önem ağırlığının düşürüldüğü kalan satırlarda, proje hedeflerini de tatmin eden x_1 yazılımının seçildiği görülmektedir (Şekil 4.14).

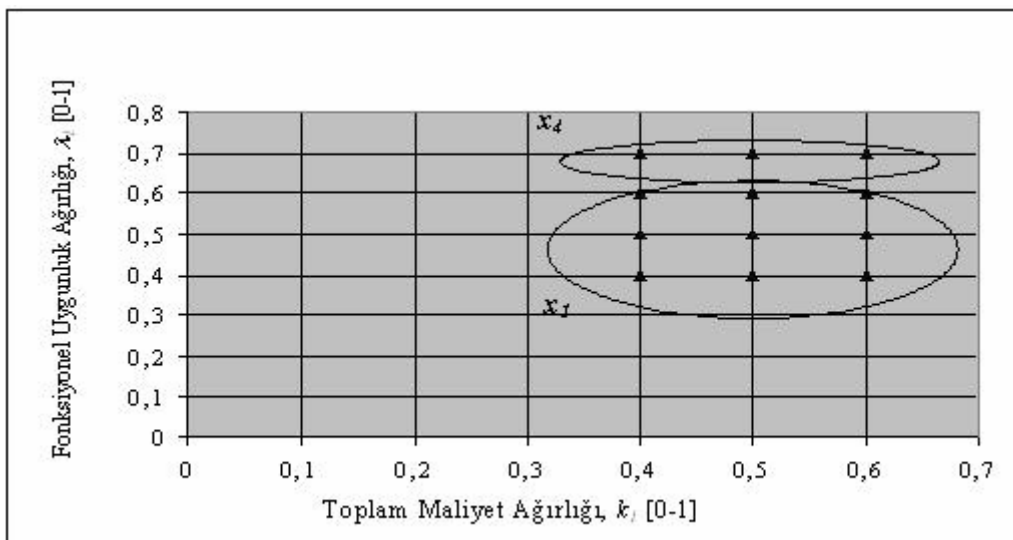
İkinci senaryo seti proje faktörleri odaklı senaryo olup hedeflerin sıralaması “Proje Faktörleri > Uygunluk” şeklindedir (Çizelge 4.23). Aynı işlemler burada da gerçekleştirilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, bu senaryo maliyet ve gerçekleştirme süresi odaklı olduğundan her durumda seçilen yazılım bu faktörleri tam anlamıyla tatmin etmektedir. Tek farklılık fonksiyonel uygunluk ağırlığının 0.60'tan 0.70'e artması durumunda

ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.15). Bir önceki senaryoda bu ağırlıkların 0.50'den 0.60'a çıkması bile seçilen yazılımı değiştirirken bu senaryonun öncelikleri sebebiyle, ancak ağırlıklar arasındaki fark arttığında sonuç değişmektedir. Ayrıca her iki senaryoda da eşit ağırlıklar söz konusu olduğunda aynı yazılım seçilmektedir.

Sonuç olarak, geliştirilen matematiksel model küçük bir veri setine ve farklı senaryolara uygulandığında beklenen sonuçları üretmektedir.



Şekil 4.14 Uygunluk odaklı senaryo sonuçları



Şekil 4.15 Proje faktörleri odaklı senaryo sonuçları

Çizelge 4.22 Uygunluk odaklı senaryo (Uygunluk \succ Proje Faktörleri) [elde edilen (hedeflenen)]

λ_1	λ_2	k_1	k_2	Fonksiyonel uygunluk (f_s)	Fonksiyonel olmayan uygunluk (nf_s)	Toplam sahip olma maliyeti (0000\$) (tm_s)	Gerçekleştirme süresi (ay) (is_s)	Seçilen yazılım (x_s)
0.60	0.40	0.60	0.40	0.95 (1)	0.80 (1)	15 (14)	10 (8)	x_2
0.60	0.40	0.40	0.60	0.95 (1)	0.80 (1)	15 (14)	10 (8)	x_2
0.60	0.40	0.50	0.50	0.95 (1)	0.80 (1)	15 (14)	10 (8)	x_2
0.40	0.60	0.60	0.40	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.40	0.60	0.40	0.60	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.40	0.60	0.50	0.50	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.50	0.50	0.60	0.40	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.50	0.50	0.40	0.60	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.50	0.50	0.50	0.50	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1

Çizelge 4.23 Proje faktörleri odaklı senaryo (Proje Faktörleri > Uygunluk) [elde edilen (hedeflenen)]

k_1	k_2	λ_1	λ_2	Fonksiyonel uygunluk (f_s)	Fonksiyonel olmayan uygunluk (nf_s)	Toplam sahip olma maliyeti (0000\$) (tm_s)	Gerçekleştirme süresi (ay) (is_s)	Seçilen yazılım (x_s)
0.60	0.40	0.60	0.40	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.60	0.40	0.70	0.30	0.94 (1)	0.77 (1)	14 (14)	8 (8)	x_4
0.60	0.40	0.40	0.60	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.60	0.40	0.50	0.50	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.40	0.60	0.60	0.40	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.40	0.60	0.70	0.30	0.94 (1)	0.77 (1)	14 (14)	8 (8)	x_4
0.40	0.60	0.60	0.40	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.40	0.60	0.40	0.60	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.40	0.60	0.50	0.50	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.50	0.50	0.60	0.40	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.50	0.50	0.70	0.30	0.94 (1)	0.77 (1)	14 (14)	8 (8)	x_4
0.50	0.50	0.40	0.60	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1
0.50	0.50	0.50	0.50	0.90 (1)	0.85 (1)	14 (14)	8 (8)	x_1

5. GELİŞTİRİLEN MODELİN UYGULANMASI

Türkiye’de kurumsal kaynak planlaması yazılımlarına (ERP) büyük yatırımlar yapılmakta ve bu yazılımları kullanan işletmelerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Uluslararası bildirilerde ve makalelerde ERP projelerinin başarısızlıkları çokça anlatılmaktadır. Yakın zamanda ERP ile ilgili pek çok yayın yapılmış olmasına rağmen, ERP yazılım seçimi konusunda sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Akademik literatürün büyük bir kısmı, kararların verilmiş tarzı ve doğruluğunu göz ardı ederek sadece ERP uygulamaları ile ilgilenmektedir. Montezami vd.nin (1996) önerdiği gibi sadece kullanım kolaylığı, fayda ve son kullanıcıların katılımına dayalı bir şekilde yapılan yazılım seçimleri, ERP gibi günümüzün kritik öneme sahip yazılımlarında yeterli değildir. Yapılan bir araştırmaya göre (Appleton, 1997), ERP uygulamalarının yaklaşık yarısı, diğer bir araştırmaya göre ise %70’inden fazlası (Al-Mashari, 2000) beklentileri karşılamakta yetersiz kalmaktadır. ERP uygulayan birçok işletme, stratejileri ile ters düşebilmekte ve limitleri aşan maliyetlerle karşılaşabilmektedir (Themistocleous vd., 2001). Bu bağlamda, 4. bölümde detaylarıyla açıklanan bütünleşik kurumsal uygulama yazılım paketi seçim (BUYS) modeli, günümüzün önemli bir yazılımı olan ERP seçimine uygulanmaktadır. Bu bölümde, önerilen modelin bir elektronik firmasında uygulama adımları sunulmakta ve uygulama sonuçları değerlendirilmektedir.

5.1 Uygulama Yapılan Firmanın Mevcut Durumu

Geliştirilen model, Türkiye elektronik sektöründe alanında lider olan Audio Elektronik Bina İletişim Sistemleri firmasında uygulanmıştır. Audio, bina iletişim sistemleri endüstrisinde 1979’dan beri faaliyet göstermekte olan bir firmadır. Ürün yelpazesinde bulunan diafon ve telefon sistemlerinin görüntülü ve sesli seçenekleri ile, gerek konutların gerekse iş merkezlerinin dahili iletişim ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Teknolojiyi sürekli takip ederek, araştırma geliştirme ve yeni ürün projelerine yatırımlar yapan firma, müşterilerin her türlü ihtiyaç ve beklentilerini toplam kalite bilinci ile karşılamaktadır. Audio, kendi kalite yönetim sistemini; “tüketici ihtiyaç ve taleplerini karşılamak amacıyla bütün firma genelindeki süreçlerin hedeflenen kalitede olmasını sağlamayı, bu çizgiyi muhafaza etmeyi ve geliştirmeyi amaçlayan verimli bir sistem” olarak tanımlamaktadır. ISO 9001:2000 sistemine de sahip olan Audio, Türkiye’de 6000 m² lik kapalı alanı ile ilk ve tek bina iletişim sistemleri üreten firma olma özelliğini de bünyesinde barındırmaktadır.

Uygulamanın gerçekleştirildiği firmanın üst yöneticileri, Türkiye pazarında yeterince doyuma ulaşmış olan şirketi uluslararası bir kurum haline getirmek ve global bir marka olma yolunda

ilerlemek amacıyla, 2002 yılında bir “değişim yönetimi” projesi başlatmış ve organizasyonu yeniden yapılandırmaya karar vermiştir. Firmanın yeniden yapılanmadan önceki organizasyonel yapısı tamamen dikey olup ast-üst ilişkisine dayanmaktadır. Bu yapıda kurumun mevcut yöneticileri birçok problemle karşı karşıya kalmakta ve bir çözüm bulamamaktadır. Yapılan mevcut durum analizleri doğrultusunda, şirketin yeniden yapılanma kararını hızlandıran en önemli problemler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Kurum içi iletişim kanallarının tamamen kapalı olması,
- Kurumun yetersiz yönetilmesi,
- Kararların hızlı ve doğru alınamaması,
- Doğru bilgi kaynaklarına ulaşamaması ve stratejik kararlar için gerekli olan bilgilerin elde edilememesi,
- Kurum içerisinde stok değerlendirme çalışmalarının yapılamaması,
- Müşteri isteklerinin tam zamanında karşılanamaması,
- Yönetim ile çalışanlar arasındaki iletişim eksikliği,
- Ücret sisteminin adil olmaması,
- Ücret sisteminin insana değil, üretime göre yapılandırılması,
- Mevcut yazılımdan verimli bir şekilde faydalanılamaması.

Problemler belirlendikten sonra, kurum yöneticileri organizasyonun yönünü değiştirmeye karar vermiş ve bu yapılanma için bir danışman firma ile anlaşmıştır. Yönetim danışmanı firma, ilk olarak kurum içerisindeki insan kaynaklarına yönelmiş ve yeni kurulacak organizasyon yapısına göre 10 üst düzey yönetici ile 10 beyaz yaka personel istihdam etmiştir. Tamamen dikey olan organizasyon yapısı, proje matriks bir organizasyon yapısına çevrilmiştir. Bu doğrultuda 10 adet takım kurulmuştur: Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM), Müşteri Hizmetleri, Kalite Yönetimi, Malzeme Planlama, Üretim Planlama, Ar-Ge, Bilgi İşlem, Mali İşler, İnsan Kaynakları ve İdari İşler. Proses takımları olarak adlandırılan bu takımlar takım liderlerinden ve üyelerinden oluşmaktadır. Buna ek olarak, matriks organizasyon yapısı içerisinde çapraz takımlar kurulmuştur: Proje Yönetimi, Bilgi Yönetimi, Talep Planlama, Müşteri Memnuniyeti, Proses ve Süreç Yönetimi, Teknik Koordinasyon, Yeni Ürün Planlama, Bütçe ve Maliyet Yönetimi ve İletişim. Bu takımların özelliği, diğer takım üyelerinin çapraz katılımı ile oluşturulmasıdır.

Firmanın bilgi teknolojisine en son yatırımı, o tarihten 5 yıl önce LOGO Klasik Sisteminin (LKS) satın alınması ve kurulmasıdır. O zamandan beri, LKS yazılımı firmada özellikle ürün ağacı oluşturmada ve tüm finansal süreçlerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bununla

beraber, organizasyonel değişim öncesinde mevcut yazılımın envanter takibi özelliğinden etkin olarak faydalanılamamakta ve bu konuda sıkıntılar yaşanmaktadır. Değişim yönetimi projesi kapsamında, firmanın bilgi yönetimi problemleri de ele alınmış ve öncelikle mevcut sistemin iyileştirilmesi yoluna gidilmiştir. Bu doğrultuda, kurum içerisinde oluşturulan yeni sistem aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Kurum içerisindeki tüm iletişim kanalları elektronik ortama taşınmış ve MS Outlook programı toplantı yönetimi ve raporlamasında etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır.
- ISO 9001:2000 kalite yönetimi sistemi ile beraber oluşan tüm belgeler, MS Excel ortamında takip edilmeye başlanmıştır.
- Tüm envanter hareketleri LKS içerisinde, önce fiş sonra iş sloganı ile kontrol altına alınmıştır.
- Malzeme ve üretim planlama için LKS ile entegre çalışan bir program yazılmış ve kullanılmaya başlanmıştır.
- Tüm satış ve satınalma siparişlerinde LKS etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Yeniden yapılanma projesi kapsamında oluşturulan yeni sistem, iyileştirilen LKS yazılımı ile birlikte firmadaki problemleri kısmen çözmüş, fakat bir süre sonra aşağıdaki sebeplerden dolayı iş ihtiyaçlarına cevap verememeye başlamıştır:

- ISO 9001:2000 sistemi ile beraber ortaya çıkan yoğun belgelemenin yarattığı karmaşa ve MS Excel programının yetersiz kalması,
- Tüm süreçlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan belgelendirmenin sistemi hantallaştırması,
- Bilgi yönetimi değişimi sonucu oluşan yeni sistemde yapılan kullanıcı hatalarının geç fark edilmesinden dolayı sistemde oluşan bilginin güvenilirliğinin azalması,
- Raporlama süreçlerinde, herhangi bir raporu hazırlamak için tüm takımların çok fazla emek harcamaları,
- Raporlarda takım elemanlarının kullandığı bilgilerin güvenilirliğinin az olması,
- Kurulan sistemin teknik kapasitesinin firmanın oluşan yeni ihtiyaçlarına cevap verememesi,
- Üretim planlama, üretim çizelgeleme operasyonlarının yapılamaması ve üretim esnasında yaşanan yoğun malzeme eksiklikleri darboğazı,
- Üretim maliyetlerinin doğru ve güvenilir şekilde takip edilememesi.

Yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı, bilgi yönetimi çapraz takımı, firmanın bilgi yönünden zayıf olduğu ve mevcut sistemden tamamen vazgeçmek gerektiği konusunda fikir birliğine varmıştır. Yöneticiler arasında, entegre bir bilgi yönetim sistemine sahip olmadan, firmanın

büyüme ve küreselleşme stratejilerini gerçekleştiremeyeceği konusunda genel bir kanı oluşmuştur. Bu şartlar altında, takım kurum girişimcilerine ve diğer takım liderlerine firmanın yeni iş ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve firma içerisindeki tüm kaynakları etkin bir şekilde yönetebilmek için, yeni bir kurumsal kaynak planlama (ERP) yazılım paketinin satın alınması önerisini sunmuştur. Proje, üst yönetim tarafından onaylanmış ve çalışmalara başlanmıştır. Firma yöneticileri, sadece maliyet üzerinden bir seçim yapılamayacağını ve çok sayıda faktörün dikkate alınması gerektiğinin farkında olarak, sistematik bir yazılım seçim sürecine ihtiyaç duymuştur. Bu noktada, firma yöneticilerinin yazılım seçimi projesindeki kararları, bu tez çalışmasında önerilen BUYS modelinin uygulanmasıyla desteklenmiştir. Firmada ilk olarak, BUYS modelinin 4. bölümde detaylandırılan adımlarını izleyen ve Ek 4'te gösterilen seçim projesi faaliyet planı oluşturulmuştur. Proje planındaki aşamalar aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmaktadır.

5.2 Projenin Başlatılması ve Yazılım Seçimi Takımının Oluşturulması

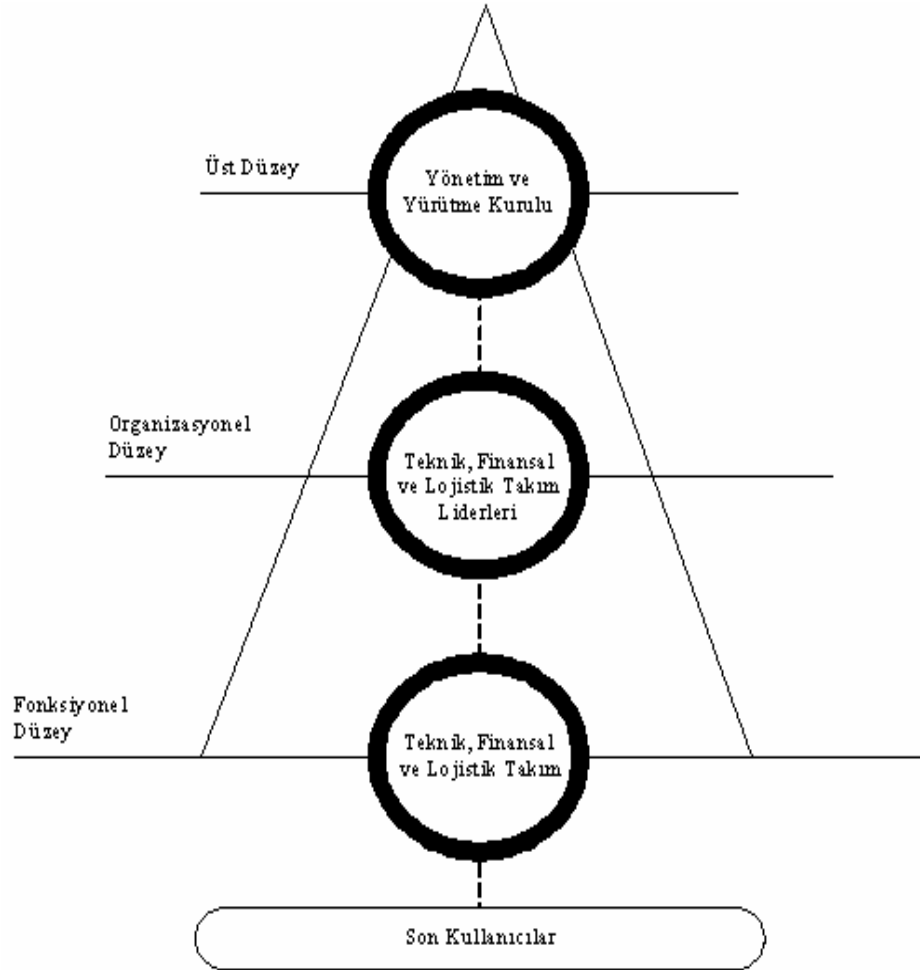
Firmada yazılım seçimi konusunda üst yönetimin desteği alındıktan sonra, ERP seçim ve gerçekleştirme projesi için üç temel takım kurulmuştur. Kurumun organizasyonel yapısına göre oluşturulan bu takımlar; finansal, teknik ve lojistik takımlarıdır. Takımların üyeleri ilgili süreçlerde çalışan personeldir. Takım liderlikleri ise proje liderlerine verilmiştir. Ayrıca, bu takımların seçilen yazılımın satın alındığı şirketin danışmanlarından da destek alacağı düşünülmüştür. Oluşturulan takımların rolleri aşağıda özetlenmektedir:

- *Teknik Takım:* ERP projesindeki tüm donanım alt yapısından, proje boyunca yazılım ile ilgili yapılacak her türlü geliştirmeden ve oluşacak tüm ek geliştirme projelerinden bu takım sorumludur.
- *Finansal Takım:* Bu takım ERP projesindeki hesap planı, genel muhasebe, maliyet muhasebesi gibi tüm finansal süreçlerden sorumludur.
- *Lojistik Takım:* Satınalma, kurum içi/dışı tüm malzeme hareketleri ve üretim planlama süreçlerinden sorumludur.

Ayrıca, ERP seçim projesinin yönetimi ve yönlendirilmesi için, kurum içerisinde bir üst kurul oluşturulmuş ve “yönetim ve yürütme kurulu” olarak adlandırılmıştır. Bu kurul teknik, finansal ve lojistik takımların yönlendirilmesini sağlamaktadır. Yukarıda sayılan takımların liderlerinden ve kurum girişimcilerinden oluşmaktadır. Bu kurulun hedefi, hayata geçirilecek olan yeni yazılımın, kavramsal tasarımını yapmak ve sistemi ayağa kaldırmak için tüm personele eğitim desteği sağlamaktır. Şekil 5.1 firma içerisinde oluşturulan proje takımlarını ve bu takımların birbiriyle ilişkisini özetlemektedir.

Yazılım seçimi takımının ilk faaliyeti projeye başlama nedenlerini, proje amaç ve hedeflerini belirlemek olmuştur. Kurumun proje hedefi, mevcut iş süreçlerinin verimliliğini arttırmaktır. Proje amaçları ise aşağıda sıralanmaktadır:

- Kurum içerisinde doğru kaynaktan doğru bilgiyi üretmek,
- Kurum iletişim kaynaklarını doğru yönlendirmek,
- İş süreçlerinde meydana gelebilecek hataların yönetimi,
- Müşteri ihtiyaçlarına tam zamanında ve eksiksiz cevap verebilmek,
- Kağıtsız ortamda çalışabilmek,
- Süreçlere doğru zamanda doğru yerde müdahale edebilmek,
- Özellikle malzeme ve üretim planlama süreçlerinde yaşanan problemleri önlemek.



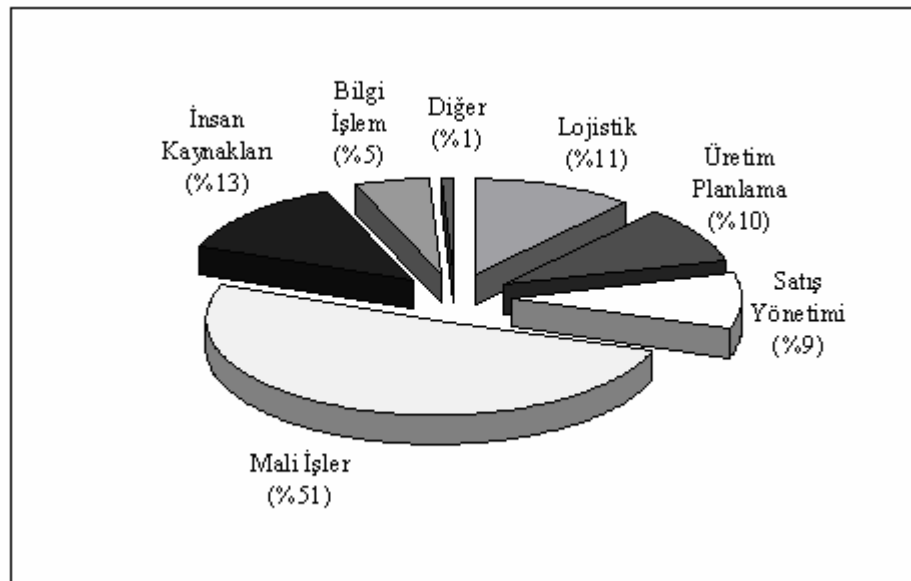
Şekil 5.1 Yazılım seçimi proje takımları

Özetle kurum içerisinde yaşanan problem, bilgi kaynaklarının tam olarak kullanılamamasıdır. Bu problemin çözümü, doğru kaynaktan doğru bilgiyi üretmektir. Yapılan ERP projesine başlangıç toplantısında, şirkette çalışan tüm personele projenin belirlenen amaç ve hedefleri

açıklanmıştır. Ayrıca, projenin başarıya ulaşması durumunda elde edilebilecek faydalar, süreçlerdeki iyileşmeler kurum personeli ile paylaşılarak destekleri alınmıştır.

5.3 İş Süreçlerinin Analizi ve Fonksiyonel İhtiyaçların Belirlenmesi

Bu adımda, takım elemanları mevcut iş süreçlerini gözden geçirerek firma çapında üst yöneticilerle, fonksiyonel yöneticilerle ve anahtar kullanıcılarla görüşmeler yapmıştır. Bu görüşmelerin amacı, tüm departmanların temsilcilerinin mevcut sistemle ilgili problemlerini ve yeni yazılımdan beklentilerini belirlemektir. Firma yazılım seçimi noktasına gelene kadar, organizasyon yapısını ve tüm süreçlerini analiz ederek yeniden yapılandırmıştır. Dolayısıyla görüşülen kişiler, problemlerinin farkında olarak, seçilecek yeni yazılımdan beklentilerini kolaylıkla belirleyebilmiştir. Görüşmeler sırasında alınan notların analizi sonucunda, detaylı bir sistem gereksinimleri listesi hazırlanmıştır. Bu liste; lojistik, üretim planlama, satış yönetimi, mali işler, insan kaynakları, bilgi işlem ve diğer başlıkları altında belirlenen fonksiyonel alanların ikinci ve üçüncü düzey sistem gereksinimlerinden oluşmaktadır. Şekil 5.2 değerlendirmeye alınacak sistem gereksinimlerinin her bir fonksiyonel alan bazında dağılımını göstermektedir. Görüldüğü gibi firmada en çok sistem gereksinimi mali işler alanında oluşmuştur ve bunu insan kaynakları, lojistik, üretim planlama ve satış yönetimi alanları takip etmektedir. Ek 1’de tüm düzeyler bazında sunulan bu liste, BUYS modelinin sonraki uygulamalarında sistem gereksinimleri kontrol listesi olarak kullanılabilir şekilde genel ERP gereksinimlerini de kapsamaktadır. Takım bu listedeki tüm ihtiyaçları gerekli ve yeterli görerek değerlendirmeye almaya karar vermiştir.



Şekil 5.2 Belirlenen sistem gereksinimlerinin fonksiyonel alanlar bazında dağılımı

5.4 İç ve Dış Kaynaklardan Yazılım Alternatiflerinin Toplanması

Bu aşamada, firma içi ve dışı kaynaklardan değerlendirmeye alınabilecek tüm ERP yazılım firmaları araştırılarak, başlangıçta toplam 15 firma belirlenmiştir. Bu araştırmalar sırasında İnternet, sektörel dergi incelemeleri, danışman firmaların önerileri, sektördeki benzer firmalardan edinilen bilgiler ve firma çalışanlarının önerileri gibi kaynaklar kullanılmıştır. Belirlenen firmalar; IAS, Link, Mikro, MS Axapta, Netsis, Obje, Fet, Uyumsoft, Set, Mapics, Logo (Argeset), Likom, Datasel, J.D. Edwards ve SAP olarak sıralanmaktadır. Yapılan detaylı araştırmalardan sonra, Mikro, Fet, Likom, Datasel, J.D. Edwards ve SAP yazılımları bilgi ve öneri istek formu göndermeye gerek duyulmadan elenmiştir. Mikro yazılım evinin sunduğu çözümün bir muhasebe paket programı olduğu anlaşılmış ve bir ERP yazılımı olarak değerlendirilemeyeceğine karar verilmiştir. Fet yazılım, daha çok İnternet üzerinde geliştirme yapan ve ERP konusunda tam olarak gelişmemiş bir firma olduğu için değerlendirme dışı bırakılmıştır. Likom yazılım, genellikle kamu kurumlarına yazılım geliştiren bir yazılım evidir. Özellikle aynı sektör içinde başka bir firmada başarısızlıkları öğrenildiğinde değerlendirme dışı bırakılmıştır. Datasel firması kendi geliştirdikleri yazılımın ERP yazılımı olmadığını belirttiğinden değerlendirmeye alınmamıştır. J.D. Edwards ve SAP yazılımları ise, maliyetlerinin karşılanamayacak kadar yüksek olmasından dolayı değerlendirmeye alınmamıştır.

Sonuç olarak yazılım seçimi takımı; IAS, Link, MS Axapta, Netsis, Obje, Uyumsoft, Set, Mapics ve Logo (Argeset) olmak üzere 9 firmayı alternatif listesi olarak belirlemiştir. Bir sonraki faaliyet olarak takım üyeleri, bu firmalara gönderilecek RFI ve RFP formlarının taslaklarını hazırlamıştır. Hazırlanan taslak RFI formları, mimari ve teknik altyapı, teknik destek servisi çalışma saatleri, ERP paketi içerisinde yer alan modüller ve firmanın elektronik sektöründeki referansları şeklindeki sorulardan oluşmaktadır.

RFP formları ise, bir önceki adımda belirlenen sistem gereksinimlerini kapsamaktadır. Firmalardan yazılımlarının, bu sistem gereksinimlerini karşılama düzeyini “yok”, “yetersiz”, “kısmen karşılıyor” veya “tamamen karşılıyor” şeklinde belirtmeleri talep edilmiştir. Firmalardan gerekli noktalarda açıklamalar yapmaları da istenmiştir. Ayrıca bu formlarla beraber Audio'nun üretim operasyonlarına ait bir örnek olay gönderilmesine karar verilmiştir. Burada amaç, bu örnek probleme yazılımın getirebildiği çözümlerin incelenmesidir. Hazırlanan formları içeren MS Excel dosyaları, son şekli verilerek onaylandıktan sonra, firmalardaki yetkili kişilere e-posta yoluyla ulaştırılmıştır. Ek 5'te birkaç firmaya ait RFI cevapları örneklendirilmektedir.

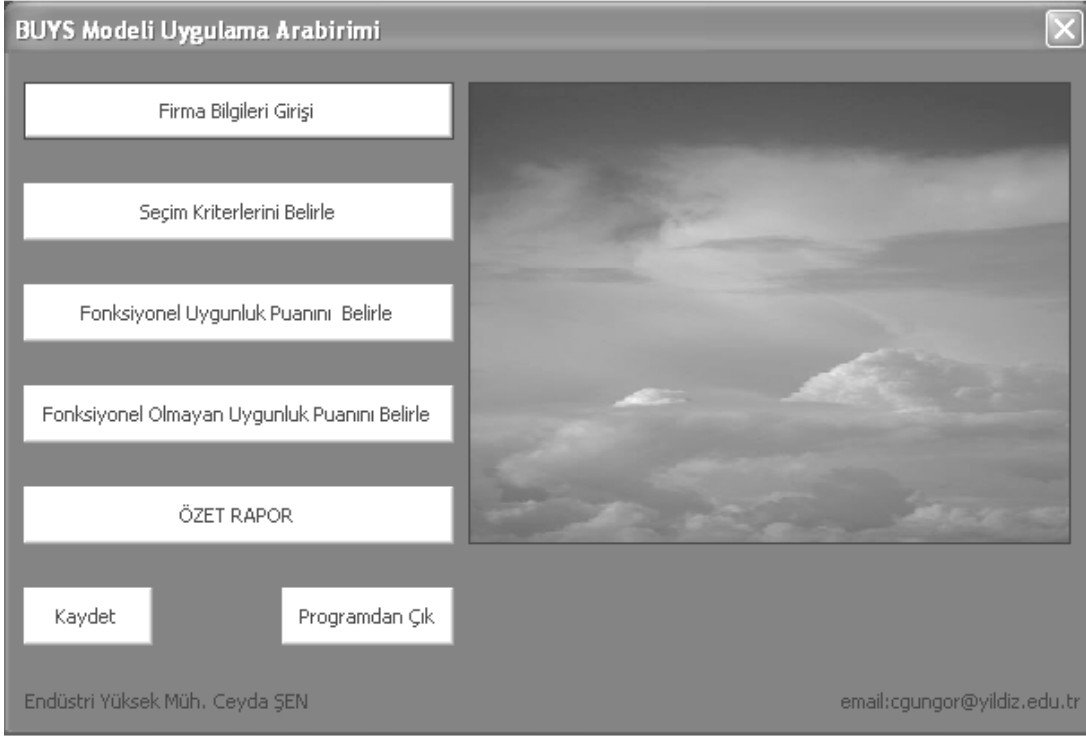
Geri dönen MS Excel dosyalarının takım tarafından detaylı olarak incelenmesinden sonra, Link ve Netsis firmaları da değerlendirme dışında bırakılmıştır. Link firmasının bilgi istek formu incelendiğinde, olması istenen birçok modülün yazılım içerisinde yer almadığı görülmüştür. Netsis firması ise, üretimle ilgili gereksinimleri karşılamada ve mimari yapısındaki yetersizliği nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır. Dolayısıyla, IAS, MS Axapta, Obje, Uyumsoft, Set, Mapics ve Logo (Argeset) olmak üzere 7 firma detaylı görüşmelerin yapılması için bir sonraki aşamaya geçmektedir.

5.5 Kalitatif Değerlendirme Boyutu

15 firma ile başlayan satıcı listesinin RFI, RFP formları ve örnek uygulamaya verilen cevaplar doğrultusunda azaltılmasıyla 7 firma kalitatif değerlendirme boyutuna geçmiştir. Bu boyut seçim kriterlerinin belirlenmesi, alternatiflerin fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk puanlarının hesaplanması şeklinde üç ana aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalarda yapılan değerlendirmelerde 4. bölümde açıklanan bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı ve C_1 , C_2 , C_3 algoritmaları kullanılmaktadır. Dolayısıyla karar vericilerin bu süreçlerdeki çok sayıda veri girişini ve yoğun hesaplamaları kolaylıkla gerçekleştirebilmesi için, her aşamaya ait MS Excel karar matrislerine bağlantılar içeren ve Visual Basic makrolarını kullanan BUYS Modeli Uygulama Arabirimi geliştirilmiştir.

Seçim takımı, bu arabirim içerisindeki değerlendirmelerin teknik, finansal ve lojistik takım liderleri (DM_1 , DM_2 , DM_3) tarafından gerçekleştirilmesine karar vermiştir. Bu çekirdek takımda yer alan kişiler, yazılım seçimi projelerinde yeterli deneyime, firmada en az dört yıllık tecrübeye ve iş süreçleri hakkında kapsamlı bilgiye sahiptir. Dolayısıyla modelin uygulanması sırasında yaptıkları değerlendirmelerin firmanın organizasyonel düzeyini temsil ettiği düşünülebilmektedir.

Bu aşamanın başlangıcında, bu üç karar verici BUYS Modeli Uygulama Arabiriminin kullanımı hakkında bilgilendirilmiştir. Şekil 5.3'te bu arabirimin ana menüsü gösterilmektedir. Arabirim açıldıktan sonra ilk olarak ana menüdeki "Firma Bilgileri Girişi" sekmesi tıklanarak firmanın adı, sektörü, istenen çözüm tipi, çalışan sayısına göre firma büyüklüğü, yıllık brüt satış geliri, istenen yazılım çözüm tipi, karar verici sayısı ve kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk puanı gibi bilgiler doldurulmalı ve kaydedilmelidir. Ana menüde yer alan diğer adımlar aşağıda detaylandırılmaktadır.



Şekil 5.3 BUYS modeli uygulama arabirimi ana menüsü

5.5.1 Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Süreci

Bu aşamada, tüm proje boyunca kullanılacak fonksiyonel olmayan seçim kriterleri sistem gereksinimlerinden hareketle belirlenmektedir. Bu süreçteki değerlendirmeler her karar verici tarafından ayrı ayrı gerçekleştirilmekte ve daha sonra C_I algoritması kullanılarak birleştirilmektedir. Uygulama arabiriminde “Seçim Kriterlerini Belirle” sekmesi tıklandığında “Karar Verici Girişi” penceresi açılmaktadır (Şekil 5.4). Arabirim her bir kullanıcıyı seçim kriterlerini belirleme süreci için doldurması gereken kendi KFA matrisine yönlendirmektedir. Bu matrisin satırları sistem gereksinimlerinin yedi adet birinci düzeyi ($i=7$) ve 49 adet ikinci düzeyinden ($n(1)=7$, $n(2)=6$, $n(3)=9$, $n(4)=10$, $n(5)=11$, $n(6)=2$, $n(7)=4$ olmak üzere) ve sütunları Şekil 4.3’teki fonksiyonel olmayan kriterlerden ($p = 45$) oluşmaktadır. Fonksiyonel olmayan kriterler, kalite kriterleri, teknik kriterler ve sosyo-ekonomik kriterler ana başlıklarını kapsamaktadır. Veri girişlerine geçilmeden önce, karar vericiler bu ana kriterlerin ve alt kriterlerinin anlamları hakkında bilgilendirilmiştir.

Bu aşamada her karar verici kendi ekranında iki tip veri girişi yapmaktadır. Bunlar:

- Sistem gereksinimlerinin birinci ve ikinci düzeyi için önem dereceleri ve,
- Sistem gereksinimleri ile fonksiyonel olmayan kriterler arasındaki ilişki ağırlıklarındır.

Şekil 5.4 Seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında karar verici girişi penceresi

Her iki değerlendirmede de “çok güçlü”, “güçlü”, “orta”, “zayıf” ve “yok” sözel ifadelerinden oluşan aynı skala kullanılmaktadır. Veri girişleri aşağı düş oku ile açılan listeden seçim yapılarak kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. DM_1 tarafından doldurulan matris Ek 6’da görülmektedir. Her bir karar verici değerlendirmelerini tamamladıktan sonra “Hesapla” butonunu tıklayarak değerlendirmelerini kaydetmekte ve ana menüye geri dönmektedir. Bu şekilde, bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı uygulaması için geliştirilen makro çalışmakta ve karar vericinin sözel ifadeleri sayısallaştırılarak kaydedilmektedir. Bu makro, (4.2)-(4.10) formülasyonlarını, Ek 2’deki simülasyon tablolarını ve bölüm 4.6.1’deki açıklamaları kullanan kodları içermektedir. Karar verici “Karar Verici Girişi” penceresinde “Sonuç” sekmesini tıklayarak doldurduğu matrisin sayısallaştırılmış formunu inceleyebilmektedir. DM_1 tarafından doldurulan matrisin sayısallaştırılmış formu Ek 7’de görülmektedir. Tüm karar vericiler veri girişlerini tamamladıktan sonra, her karar vericiye ait kesin değerlere sahip olan matrisler kaydedilmiş ve C_1 algoritmasında kullanılacak olan d_{ijz} , d_{iz} , r_{ijpz} değerleri hazırlanmıştır.

“Karar Verici Girişi” penceresinin alt kısmında yer alan “Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Aşaması Sonucu” butonuna basıldığında karar vericilerin kararlarının birleştirileceği sonuç sayfasına ulaşılmaktadır. Bu sayfada “Hesapla” butonu, C_1 algoritmasının ilk kısmını

uygulayan makroyu çalıştırmaktadır. Bu yolla üç karar vericinin önem dereceleri ve ilişki ağırlıkları atamaları birleştirilmekte ve ayrıca mutlak (A_p) ve bağıl puanlar (RA_p) hesaplanmaktadır. Algoritmanın ikinci kısmı olan fonksiyonel olmayan kriterlerin seçimi, matris içerisindeki formül ve fonksiyonlarla otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla bu aşama tamamlandığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

- Fonksiyonel kriterlerin 1. ve 2. düzeyleri için normalize önem dereceleri (Nw_i, Nw_{ij}) (Çizelge 5.1),
- En alt düzey fonksiyonel olmayan kriterlerin mutlak (A_p) ve bağıl puanları (RA_p) (Çizelge 5.2),
- Seçilen fonksiyonel olmayan kriterler (Çizelge 5.2).

Ek 8'de bu aşamanın tüm çıktıları görülmektedir. Bu aşama sonucunda kalite kriterlerinden sadece kurulabilirlik kriteri elenerek 20 tanesi de seçilmiştir. Teknik kriterlerden teknik dokümantasyon, işletim sistemi ve çoklu dil desteği kriterleri elenmiş ve 10 tanesi seçim sürecinde kullanılmak üzere belirlenmiştir. Sosyo-ekonomik kriterlerin ise, kurumsal konular alt düzeyindeki tüm kriterleri, satıcı kriterleri alt düzeyindeki pazar payı ve finansal durum kriterleri elenerek 5 adet satıcı karakteristiği kriter ağacındaki yerini almıştır. Böylelikle firma sistem gereksinimlerine bağlı olarak, 45 adet fonksiyonel olmayan kriterden 35 tanesini seçmiştir. Dolayısıyla uygulanan metodoloji, üst düzey kriterleri ile birlikte hiyerarşik bir yapıda belirlenen bu kriterleri tüm yazılım seçim projesinde kullanılmak üzere önermektedir. Şekil 5.5'te seçilen kriterlerin hiyerarşisi gösterilmektedir.

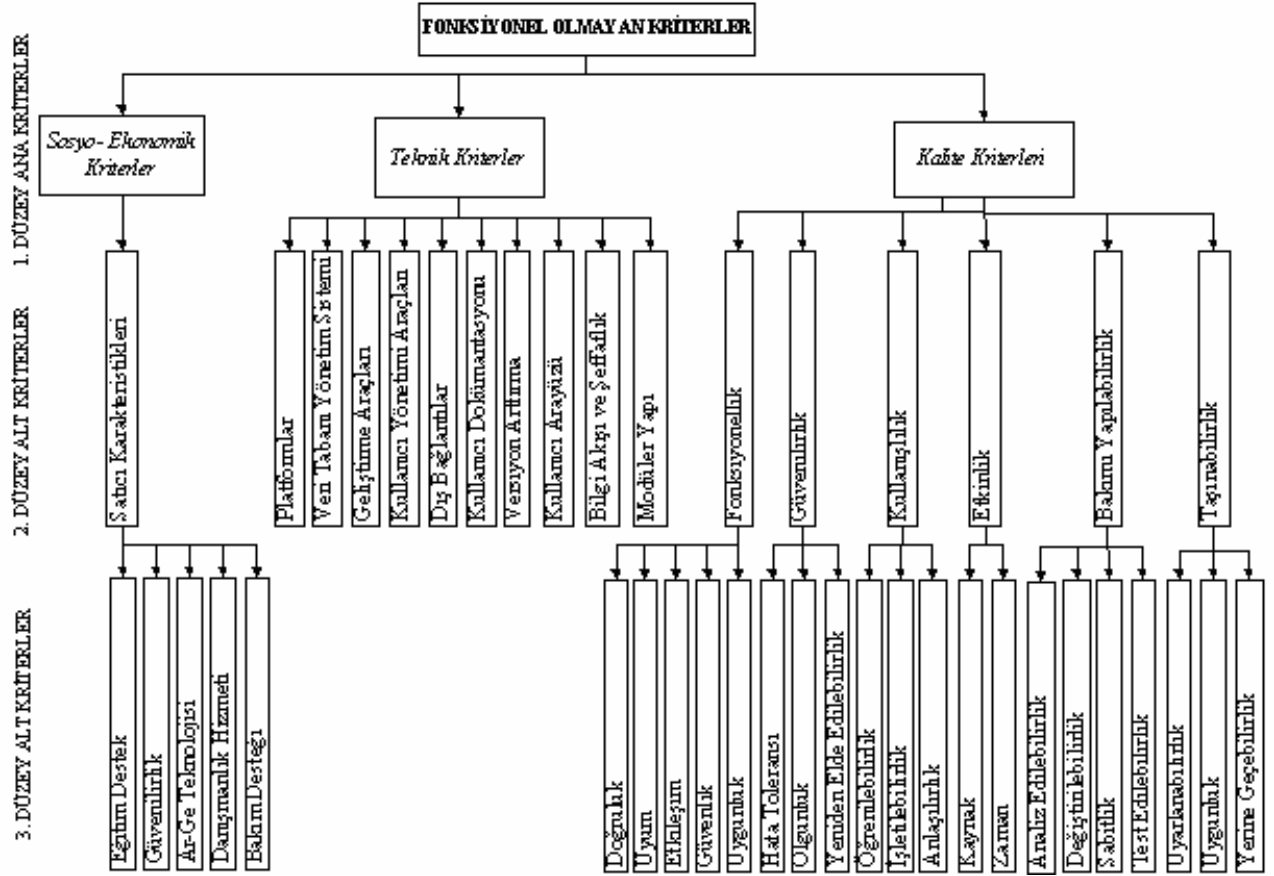
Tüm karar vericiler önerilen metodolojinin uygulama kolaylığından ve sonuçlarından memnun kalmıştır. Ayrıca karar vericiler, satıcıların belirlenen kriterler üzerindeki performanslarının nasıl ölçüleceği konusunda ayrıntılı bilgi talep etmiştir. Bu aşamanın çıktıları, ilgili takımların yöneticileriyle de paylaşılmış ve elde edilen sonuçlar onları da tatmin etmiştir. Orta ve üst düzey yöneticilerin de onayı alındıktan sonra, seçim takımı metodoloji sonuçlarını projenin kalan adımlarında kullanmaya karar vermiştir.

Çizelge 5.1 Sistem gereksinimlerinin normalize önem dereceleri

Sistem Gereksinimleri (1. Düzey) ($i=7$)	Sistem Gereksinimleri (2. Düzey) $n(1)=7, n(2)=6, n(3)=9, n(4)=10, n(5)=11, n(6)=2,$ $n(7)=4$	Nw_i	Nw_{ij}
Lojistik	Organizasyonel Yapı	0.16	0.12
	Lojistik Ana Verileri		0.15
	Satınalma		0.13
	Satıcı Değerlendirme		0.13
	Stok Yönetimi		0.16
	Depo Yönetimi		0.15
	Raporlama		0.16
Üretim Planlama	Talep Yönetimi	0.17	0.17
	MRP/ Simülasyona Yönelik MRP		0.16
	Kapasite Planlama		0.17
	Üretim Kontrol		0.16
	Üretim Ana Verileri		0.18
	Raporlama		0.16
Satış Yönetimi	Satış Ana Verileri	0.16	0.13
	Teklif		0.08
	Sözleşme		0.10
	Sipariş		0.11
	Sevkiyat		0.11
	Faturalama		0.11
	Satış Tahminleri		0.13
	Satış Analizleri ve Raporları		0.12
	Pazarlama		0.11
	Mali İşler		Genel Muhasebe
Müşteriler Muhasebesi		0.10	
Satıcılar Muhasebesi		0.10	
Hazine ve Nakit Yönetimi		0.09	
Sabit Kıymetler		0.07	
Yatırım Takibi		0.08	
Konsolidasyon		0.10	
Maliyet Yönetimi		0.11	
Bütçe ve Planlama		0.12	
Raporlama		0.11	
İnsan Kaynakları		Eleman Seçme ve Yerleştirme	0.10
	Personel Sicil ve Özlük Bilgileri	0.09	
	Organizasyon, İş Yeterlilik ve Pozisyon Yönetimi	0.09	
	Ücret ve Sosyal Haklar Yönetimi	0.09	
	Performans Yönetimi	0.10	
	Eğitim Yönetimi	0.07	
	Kariyer ve Yedekleme Planı Yönetimi	0.06	
	İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği	0.08	
	Bordro	0.10	
	Performans Değerlendirme	0.10	
	Raporlama	0.11	
Bilgi İşlem	Bilgi Teknolojisi	0.16	0.51
	Yetkilendirme		0.49
Diğer	CRM	0.10	0.26
	Doküman Yönetimi		0.25
	Proje Yönetimi		0.23
	İş Akış Yönetimi		0.25

Çizelge 5.2 Fonksiyonel olmayan kriterlerin mutlak ve bağıl puanları

Fonksiyonel Olmayan Kriterler			Mutlak Puan ($A_2 * 0.001$)	Bağıl Puan ($RA_2 * 100$)	Seçilen kriterler (*)
1. Düzey	2. Düzey	3. Düzey			
Kalite Kriterleri	Fonksiyonellik	Doğruluk	10.49	2.44	*
		Uyum	9.94	2.31	*
		Etkileşim	10.60	2.46	*
		Güvenlik	9.88	2.29	*
		Uygunluk	10.57	2.45	*
	Güvenilirlik	Hata toleransı	10.62	2.46	*
		Olgunluk	10.68	2.48	*
		Yeniden elde edilebilirlik	10.54	2.45	*
	Kullanışlılık	Öğrenilebilirlik	10.62	2.46	*
		İşletilebilirlik	9.87	2.29	*
		Anlaşılabilirlik	10.59	2.46	*
	Etkinlik	Kaynak	10.66	2.47	*
		Zaman	9.92	2.30	*
	Bakımı Yapılabilirlik	Analiz edilebilirlik	9.92	2.30	*
		Değiştirilebilirlik	10.66	2.47	*
		Sabitlik	10.55	2.45	*
		Test edilebilirlik	10.71	2.49	*
	Taşınabilirlik	Uyarlanabilirlik	10.52	2.44	*
Uygunluk		9.78	2.27	*	
Kurulabilirlik		9.22	2.14	*	
Yerine geçebilirlik		10.61	2.46	*	
Teknik Kriterler	Platformlar		10.61	2.46	*
	Veritabanı Yön. Sis.		11.43	2.65	*
	Geliştirme araçları		9.83	2.28	*
	Kullanıcı yönetim araçları		10.62	2.47	*
	Dış bağlantılar		10.62	2.47	*
	Kullanıcı dokümantasyonu		10.26	2.38	*
	Teknik dokümantasyon		8.93	2.07	*
	Versiyon artırma		10.80	2.51	*
	Kullanıcı arayüzü		10.92	2.53	*
	İşletim sistemi		7.10	1.65	*
	Artan şeffaflık		11.53	2.68	*
	Çoklu dil desteği		7.97	1.85	*
Yazılımın modüler yapısı		11.55	2.68	*	
Sosyo-Ekonomik Kriterler	Kurumsal Konular	Lisans anlaşmaları	6.87	1.59	
		Organizasyon politikaları	3.57	0.83	
		Vizyon misyon uyumu	6.93	1.61	
		Risk faktörleri	5.89	1.37	
	Satıcı karakteristikleri	Pazar payı	0.91	0.21	
		Eğitim desteği	11.11	2.58	*
		Satıcı güvenilirliği	11.52	2.67	*
		Ar-Ge teknolojisi	11.47	2.66	*
		Danışmanlık hizmeti	11.00	2.55	*
		Bakım desteği	11.64	2.70	*
Finansal durum	0.82	0.19			
ΣA_2, ORA, Seçilen Kriter Sayısı			430.83	2.22	35



Şekil 5.5 Seçilen fonksiyonel olmayan kriter ağacı

5.1.1 Fonksiyonel Uygunluk Belirleme Süreci

Bölüm 5.4’te belirtildiği gibi, seçim takımı kalitatif değerlendirme boyutuna 7 adet yazılım alternatifi ile (IAS, MS Axapta, Obje, Uyumsoft, Set, Mapics ve Argeset) başlamıştır. Bu aşamada seçim takımı, alternatiflerin sistem gereksinimlerini karşılama derecelerine göre fonksiyonel uygunluk puanlarını hesaplayacaktır. Bunun için takım üyeleri öncelikle Ek 1’deki sistem gereksinimlerinin üçüncü düzeyi için “0-karşılanmasa da olur”, “1-karşılanırsa iyi olur”, “2-kısmen karşılanmalı”, “3-tamamen karşılanmalı” skalasına göre hedef puanları, h_{ijk} , ($k=509$) belirlemiş ve satıcı sunumları sırasında kullanılacak puanlama kartlarına işlemiştir. Bu hedef puanlar belirlenirken her bir takım elemanı kendi süreçleriyle ilgili puanlamaları gerçekleştirmiştir. Ortak olan konularda da kolaylıkla fikir birliğine varılmıştır.

Bir sonraki faaliyet satıcı görüşmelerinin planlanmasıdır. Takım üyeleri satıcı sunumlarının gerçekleştirileceği tarihleri, sunumların kapsamını, süresini ve katılımcıları belirleyerek bir plan hazırlamıştır. Bu takvime göre satıcı sunumlarının tamamlanma süresi iki hafta olarak tespit edilmiştir. Satıcı sunumları sırasında katılımcılar, puanlama kartındaki kendi süreçleriyle ilgili sistem gereksinimleri üzerinde notlar almıştır. Ayrıca her bir yazılım

alternatifinin sistem gereksinimlerini karşılama düzeyini, v_{sijk} , ($s=7$) Çizelge 4.5'teki skalayı kullanarak puanlama kartına işlemiştir. Bu değerlendirmeler, farklı satıcı sunumlarından etkilenilmemesi için, her görüşmenin sonunda gerçekleştirilen toplantılarda üzerinde fikir birliğine varılarak birleştirilmiştir.

Satıcı sunumları tamamlandıktan sonra, fonksiyonel uygunluk puanlarını hesaplamak için kullanılacak C_2 algoritmasının girdileri, her bir alternatife ait puanlama kartında mevcuttur. BUYS modeli uygulama arabiriminin ana menüsünden “Fonksiyonel Uygunluk Puanını Belirle” sekmesi seçilerek, MS Excel’de satırları her düzey sistem gereksiniminden, sütunları ise yazılım alternatiflerinden oluşan karar matrisine ulaşılmaktadır.

Bu matriste, karar vericilerden aşağıdaki verileri girmesi istenmektedir:

- Puanlama kartlarında yer alan her bir sistem gereksiniminin en alt düzeyine ait hedef puanlar (h_{ijk}),
- Yazılım alternatiflerinin sistem gereksinimlerinin en alt düzeyini karşılama puanları (v_{sijk}).

Matris üzerinde, 1. ve 2. düzey sistem gereksinimlerinin önem dereceleri Çizelge 5.1’de listelenen KFA matrisinin çıktılarından aktarılmış olarak hazır bulunmaktadır. Veri girişleri tamamlandığında, fonksiyonel uygunluk matrisi üzerinde oluşturulmuş formüller ve fonksiyonların kullanımıyla C_2 algoritmasının ilk kısmı uygulanmaktadır.

Çizelge 5.3’te algoritmanın uygulanmasıyla elde edilen, her bir yazılım alternatifinin temel sistem gereksinimlerine göre fonksiyonel uygunluk puanları (f_{si}) gösterilmektedir. Algoritma tamamlandığında her bir yazılım alternatifinin fonksiyonel uygunluk puanı (f_s) matrisin en alt satırında hesaplanmaktadır. Buna göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

$$f_1 = 0.83, f_2 = 0.94, f_3 = 0.66, f_4 = 0.80, f_5 = 0.57, f_6 = 0.93, f_7 = 0.71$$

Daha sonra algoritmanın ikinci kısmı olan alternatif eleme prosedürü uygulanmıştır. Buna göre, takım elemanları kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk puanını $f=0.75$ olarak belirlemiştir. Bu noktada, firmanın belirlediği kabul edilebilir puanın üzerinde puan alan alternatifler bulunduğu için, yazılım seçimi projesine devam etme kararı alınmıştır. Dolayısıyla Argeset, Set ve Obje ($s=3, 5, 7$) bir sonraki aşamaya geçmeden elenmiş ve IAS, MS Axapta, Uyumsoft ve Mapics ($s=1, 2, 4, 6$) bir üst düzey değerlendirmeye geçmiştir.

Böylelikle, bu aşamanın uygulanmasıyla aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

- Her bir yazılım alternatifinin ikinci düzey sistem gereksinimlerine göre fonksiyonel uygunluk puanları (f_{sij}),
- Her bir yazılım alternatifinin temel sistem gereksinimlerine göre fonksiyonel uygunluk

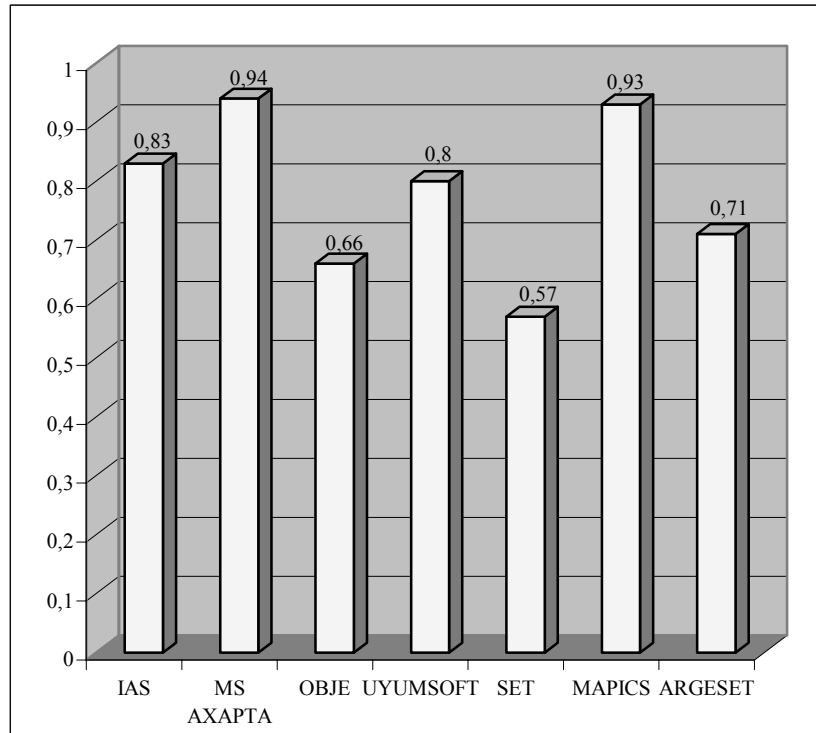
puanları (f_{si}),

- Her bir yazılım alternatifinin toplam fonksiyonel uygunluk puanı (f_s),
- Bir üst değerlendirmeye geçecek yazılım alternatifi listesi.

Ek 9’da fonksiyonel uygunluk belirleme matrisinin bir kısmı görülmektedir. Şekil 5.6’da ise yazılım alternatiflerinin fonksiyonel uygunluk puanları grafiksel olarak gösterilmektedir.

Çizelge 5.3 Yazılım alternatiflerinin fonksiyonel alanlara göre uygunluk puanları

Sistem Gereksinimleri	Yazılım Alternatifleri						
	IAS	MS AXAPTA	OBJE	UYUM SOFT	SET	MAPICS	ARGE SET
Lojistik	0.97	0.88	0.84	0.90	0.56	1.00	0.73
Üretim Planlama	0.93	0.98	0.31	0.74	0.66	1.00	0.77
Satış Yönetimi	1.00	0.98	0.82	0.81	0.64	0.97	0.84
Mali İşler	0.98	0.95	0.68	0.90	0.66	0.99	0.68
İnsan Kaynakları	0.49	0.91	0.89	0.86	0.82	0.78	0.76
Bilgi İşlem	0.99	1.00	0.91	1.00	0.49	0.94	0.94
Diğer	0.00	0.88	0.00	0.12	0.00	0.74	0.00



Şekil 5.6 Yazılım alternatiflerinin fonksiyonel uygunluk puanları

5.1.2 Fonksiyonel Olmayan Uygunluk Belirleme Süreci

Bu aşamada fonksiyonel uygunlukları kabul edilebilir düzeyde olan 4 alternatif yazılım (IAS, MS Axapta, Uyumsoft ve Mapics) bölüm 5.5.1’de belirlenen fonksiyonel olmayan kriterlere göre değerlendirilmektedir. BUYS modeli uygulama arabiriminin ana menüsünden “Fonksiyonel Olmayan Uygunluk Puanını Belirle” sekmesi seçildiğinde Şekil 5.7’de görülen “Karar Verici Girişi” penceresi açılmaktadır. “Giriş” sekmeleri tıklandığında arabirim her bir kullanıcıyı MS Excel’de satırları önceden belirlenen her düzey fonksiyonel olmayan kriterden, sütunları ise bir önceki adımda seçilen yazılım alternatiflerinden oluşan, kendi karar matrisine yönlendirmektedir.

Şekil 5.7 Fonksiyonel olmayan uygunluğun belirlenmesi aşamasında karar verici girişi penceresi

Bu sürecin uygulanması için karar vericilerin matris üzerinde aşağıdaki veri girişlerini yapması istenmektedir:

- 1. düzey fonksiyonel olmayan kriterlerin önem dereceleri,
- 2. düzey fonksiyonel olmayan kriterlerin önem dereceleri,
- Yazılım alternatiflerinin kriter ağacında en alt düzeyde yer alan kriterleri karşılama dereceleri.

DM_1 , DM_2 ve DM_3 karar vericileri 1. düzey ve 2. düzey kriterlerin önem derecelerini, “çok

güçlü”, “güçlü”, “orta”, “zayıf” ve “yok” sözel ifadelerinden oluşan skalayı kullanarak belirlemiştir. Bu noktada teknik kriterlerin ikinci düzeyi için önem dereceleri belirlenmemiştir. Çünkü bu önem dereceleri Ek 8’deki KFA matrisinin çıktıları şeklinde direk olarak kullanılmaktadır. Kalite kriterlerinin ve sosyo-ekonomik kriterlerin 3. düzey önem dereceleri de KFA matrisinin mutlak puan satırından alınmaktadır.

Ardından aynı sözel ifadeler kullanılarak, her bir yazılımın, teknik kriterlerin ikinci düzey kriterlerini, kalite ve sosyo-ekonomik kriterlerin üçüncü düzey kriterlerini karşılama dereceleri belirlenmiştir. Veri girişleri aşağı düş oku ile açılan listeden seçim yapılarak kolaylıkla gerçekleştirilmiştir. Ek 10’da, DM_1 tarafından yapılan değerlendirmeler görülmektedir. Her bir karar verici değerlendirmelerini tamamladıktan sonra “Hesapla” butonunu tıklayarak ve değerlendirmelerini kaydederek ana menüye geri dönmektedir. Bu şekilde, seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında olduğu gibi, bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı uygulaması için geliştirilen makro çalışmakta ve her bir karar vericinin sözel ifadeleri sayısallaştırılarak ayrı ayrı kaydedilmektedir. Veri girişleri tamamlandıktan sonra, her karar vericiye ait kesin değerlere sahip olan matrisler kaydedilmiş ve C_3 algoritmasında kullanılacak olan d'_{lz} ($l=3$), d'_{lmz} ($n(1)=6, n(3)=1$), y_{slmz} , y_{slmz} değerleri hazırlanmıştır.

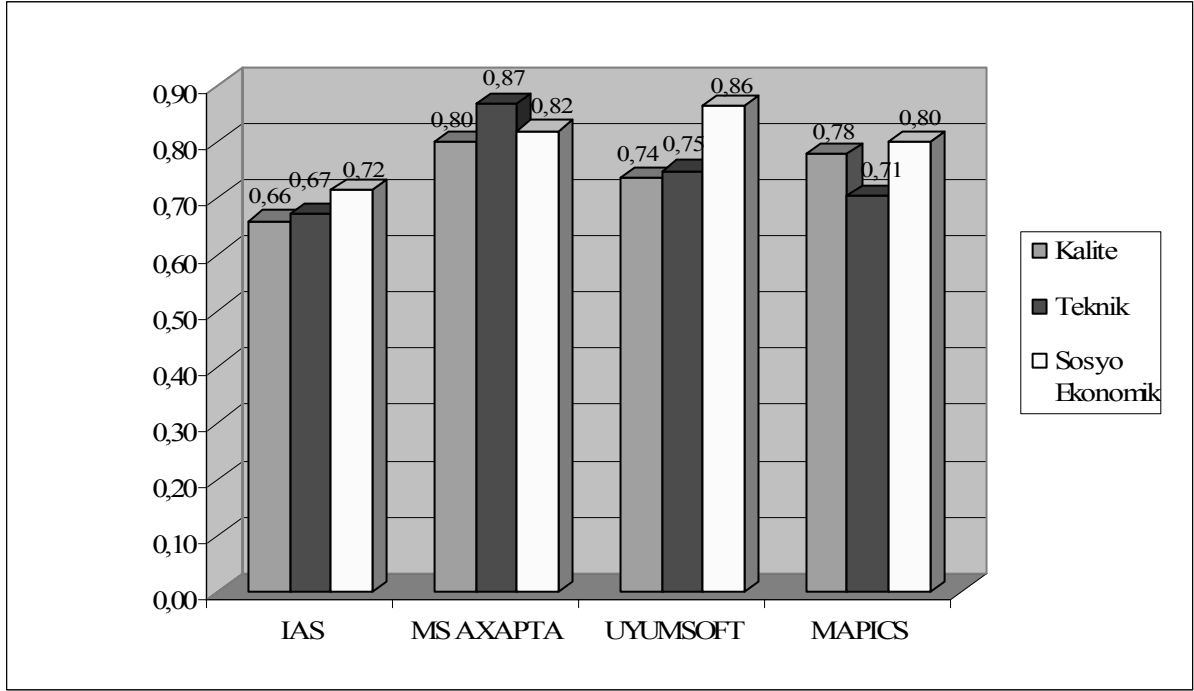
“Karar Verici Girişi” penceresinin alt kısmında yer alan “Fonksiyonel Olmayan Uygunluk Puanı Hesabı” butonuna basıldığında karar vericilerin kararlarının birleştirileceği sonuç sayfasına ulaşılmaktadır. Bu sayfadaki “Hesapla” butonu ile C_3 algoritmasının bir kısmını uygulayan makro çalışmaktadır. Böylece karar vericilerin atamaları tek bir matriste birleştirilmektedir. KFA matrisinden alınacak veriler de bu matriste hazır bulunmaktadır. Algoritmanın kalan hesaplamaları da, matris içindeki formül ve fonksiyonlarla otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Sonuç olarak, algoritmanın adımları izlenerek her bir yazılım için fonksiyonel olmayan uygunluk puanı (nf_s) matrisin en alt satırında hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda görülmektedir:

$$nf_1 = 0.68, \quad nf_2 = 0.83, \quad nf_4 = 0.78, \quad nf_6 = 0.76$$

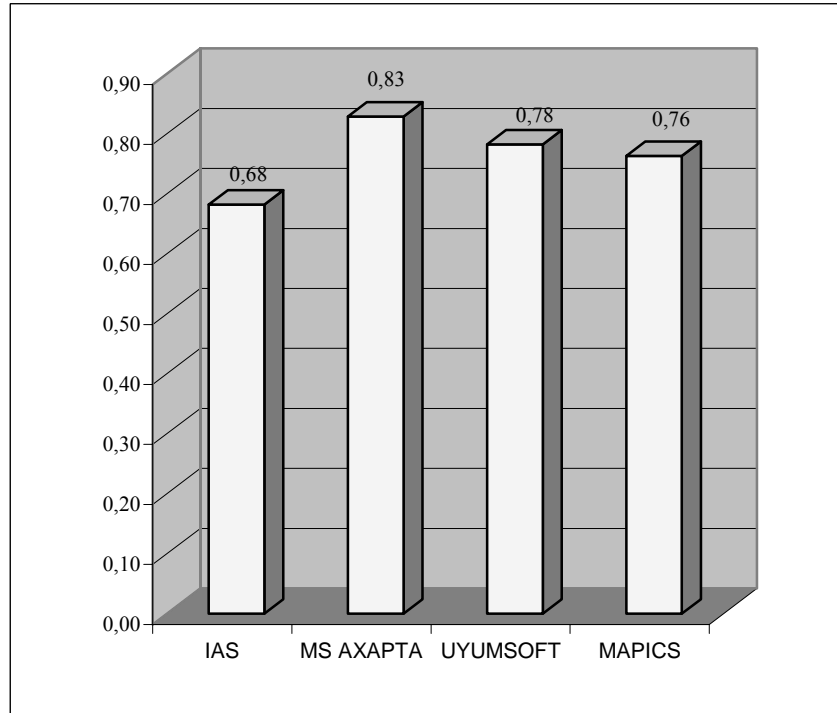
Bu sürecin sonunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

- Her bir yazılım alternatifinin ikinci düzey fonksiyonel olmayan kriterlere göre uygunluk puanları (nf_{slm}),
- Her bir yazılım alternatifinin ana fonksiyonel olmayan kriterlere göre uygunluk puanları (nf_{sl}) (Şekil 5.8),

- Her bir yazılım alternatifinin toplam fonksiyonel olmayan uygunluk puanı (nf_s) (Şekil 5.9).
Ek 11’de fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme sürecinin tüm çıktıları görülmektedir.



Şekil 5.8 Yazılım alternatiflerinin ana kriterlere göre fonksiyonel olmayan uygunluk puanları



Şekil 5.9 Yazılım alternatiflerinin fonksiyonel olmayan uygunluk puanları

5.2 Kantitatif Değerlendirme Boyutu

Finale kalan alternatiflerin kalitatif değerlendirme boyutunda uygunluk puanları belirlendikten sonra, bu boyutta alternatifler üzerinde kantitatif ölçümler gerçekleştirilmektedir. Bu ölçümler, dört adet yazılıma ait toplam sahip olma maliyeti ve gerçekleştirme süresidir.

Toplam sahip olma maliyeti, satıcılarla gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda; lisans maliyeti, bakım maliyeti, donanım maliyeti, eğitim-danışmanlık maliyeti ve ek maliyetler kalemleri üzerinden belirlenmiştir. Bakım maliyeti yazılımın kullanılmaya başlanmasını takip eden yıllarda yapılacak bakım ve versiyon artırma harcamalarını kapsamaktadır. Eğitim danışmanlık maliyeti son kullanıcıların eğitimi, proje yönetimi ve yazılımın gerçekleştirilmesi sırasındaki danışmanlık hizmetlerini kapsamaktadır. Ek maliyetler ise, yazılımın yüklenmesi, veri dönüştürme, yazılım konfigürasyonu, yeni eklenecek modüllerin maliyetleri gibi kalemler üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca satıcılarla ödeme planı üzerinde de görüşmeler yapılmıştır.

Seçilen yazılımın canlı kullanıma başlaması için geçen süre anlamında gerçekleştirme süresi de, yine satıcılarla birlikte yapılan projelendirme çalışmaları doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre bu dört yazılıma ait kantitatif ölçümler Çizelge 5.4'te özetlenmektedir.

Çizelge 5.4 Yazılım alternatiflerinin kantitatif ölçümleri

Yazılımın adı	IAS (x_1)	MS AXAPTA (x_2)	UYUM SOFT (x_4)	MAPICS (x_6)
Kantitatif Ölçümler				
Lisans Maliyeti (0000\$)	8.5	8.4	5.5	9.5
Bakım Maliyeti (0000\$)	1.5	0.6	1.5	0.5
Donanım Maliyeti (0000\$)	1	1	1	1
Eğitim-Danışmanlık Maliyeti (0000\$)	4	4	3	4
Toplam Ek Maliyetler (0000\$)	1	1	4	1
Yazılım yükleme	0.4	0.4	0.4	0.4
Veri dönüştürme	0.3	0.3	0.3	0.3
Yazılım konfigürasyonu	0.3	0.3	0.3	0.3
Yeni eklenecek modül (CRM)	0	0	3	0
Toplam Sahip Olma Maliyeti, tm_s (0000\$)	16	15	15	16
Gerçekleştirme Süresi, is_s (ay)	12	16	6	12

5.3 Matematiksel Model Formülasyonu ve Son Seçim Kararı

Bu aşamada, yapılan tüm kalitatif ve kantitatif değerlendirmeler birleştirilmekte ve 4 adet ($s=1, 2, 4, 6$) yazılım alternatifi arasından son seçim kararı verilmektedir. Son seçim aşamasına gelindiğinde firma, tüm yazılım alternatiflerinin fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk puanlarına ve toplam sahip olma maliyeti, gerçekleştirme süresi bilgilerine sahiptir. Bu veriler formüle edilecek 0/1 hedef programlama modelinin parametrelerini oluşturmaktadır (Çizelge 5.5). Kısıtların sağ taraf değerleri ise, uygunluk hedefleri için 1, proje faktörleri hedefleri için alternatifler arasındaki en iyi değer (TM^*, IS^*) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.5 0/1 hedef programlama modelinin parametreleri

Değerlendirme Türü	Ana Hedef	Alt Hedef	x_1	x_2	x_4	x_6	Sağ taraf
Kalitatif	Uygunluk	Fonksiyonel uygunluk (f_s)	0.83	0.94	0.80	0.93	1
		Fonksiyonel olmayan uygunluk (nf_s)	0.68	0.83	0.78	0.76	1
Kantitatif	Proje Faktörleri	Toplam sahip olma maliyeti (tm_s) (0000\$)	16	15	15	16	15
		Gerçekleştirme süresi (is_s) (ay)	12	16	6	12	6

0/1 hedef programlama modelinin amaç fonksiyonunu oluşturabilmek için ise, karar vericilerin aşağıdaki değerlendirmeleri yapması istenmektedir:

- Firmanın uygunluk ve proje faktörleri ana hedefleri arasındaki önceliği (P_i),
- Fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk alt hedeflerinin ağırlıkları (λ_i),
- Toplam sahip olma maliyeti ve gerçekleştirme süresi alt hedeflerinin ağırlıkları (k_i).

Yapılan görüşmeler sonucunda, seçim takımı kalitatif değerlendirmelere, yani uygunluk hedefine (fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk) birinci önceliği verme konusunda fikir birliğine varmıştır (Uygunluk \succ Proje Faktörleri).

Daha sonra, yazılımın firmanın uygulamalarına uygunluğunun daha önemli olduğu düşüncesiyle, fonksiyonel uygunluğa 0.70 (λ_1), fonksiyonel olmayan uygunluğa 0.30 (λ_2) ağırlıkları atanmıştır. Maliyet ve süre karşılaştırması yapıldığında ise, toplam sahip olma maliyeti (k_1) 0.70 ve gerçekleştirme süresi (k_2) 0.30 ağırlıklarını almıştır.

Böylece, 0/1 hedef programlama modelinin formülasyonu için tüm veriler hazırlanmıştır. Çizelge 5.5'teki parametreler kullanılarak model aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

Min. z =

$$P_1(0.70 d_{u1}^- + 0.30 d_{u2}^-)$$

$$P_1(0.70 d_{p1}^+ + 0.30 d_{p2}^+)$$

ş.k.g.

$$0.83 x_1 + 0.94 x_2 + 0.80 x_4 + 0.93 x_6 + d_{u2}^- = 1$$

$$0.68 x_1 + 0.83 x_2 + 0.78 x_4 + 0.76 x_6 + d_{u2}^- = 1$$

$$16 x_1 + 15 x_2 + 15 x_4 + 16 x_6 + d_{p1}^- - d_{p1}^+ = 15$$

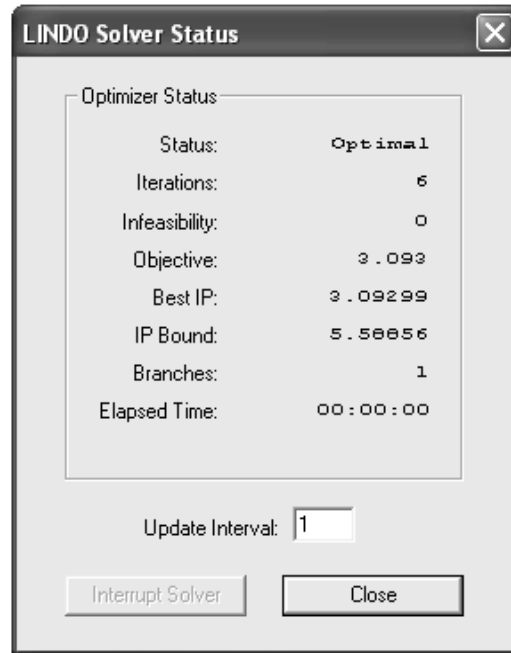
$$12 x_1 + 16 x_2 + 6 x_4 + 12 x_6 + d_{p2}^- - d_{p2}^+ = 6$$

$$x_1 + x_2 + x_4 + x_6 = 1$$

$$d_{ui}^-, d_{pi}^+, d_{pi}^- \geq 0 \quad i = 1, 2$$

$$x_s = 0 \text{ veya } 1 \quad s = 1, 2, 4, 6$$

Model açılımı LINDO 6.0 programında yazılarak, önceliklendirilmiş hedef komutu (preemptive goal) ile kısa bir sürede çözülmüştür. Şekil 5.10'da model çözüm penceresi görülmektedir. Sonuç olarak model optimum çözüm vermiş ve x_2 yazılımı (MS Axapta) 1 değerini alarak seçilmiştir. Model sonucunda uygunluk 0.093 ve proje faktörleri 3.0 değerini almış ve bu durumda amaç fonksiyonu değeri 3.093 olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.10 LINDO programında model çözüm penceresi

Model sonuçları aşağıda özetlenmektedir:

$$x_2 = 1, \quad x_1 = x_4 = x_6 = 0$$

$$d_{u1}^- = 0.06, \quad d_{u2}^- = 0.17, \quad d_{p1}^- = 0, \quad d_{p1}^+ = 0, \quad d_{p2}^+ = 10, \quad d_{p2}^- = 0$$

Bu durumda fonksiyonel uygunluk hedefinden 0.06 birim, fonksiyonel olmayan uygunluk hedefinden de 0.17 birim sapılmıştır. $d_{u1}^- = 0.06$, $d_{u2}^- = 0.17$ değerleri bunu göstermektedir.

Toplam sahip olma maliyeti hedefi 150.000\$ olarak tatmin edilmiştir ($d_{p1}^- = 0$, $d_{p1}^+ = 0$).

Buna karşılık değerlendirilen alternatif yazılımların gerçekleştirme süresinin minimumu olan 6 aylık hedeften 10 aylık bir sapma söz konusudur. $d_{p2}^+ = 10$ sonucu da bunu göstermektedir.

Bu sapmaya katlanılacak olmasının sebebi, seçilecek yazılımın firmaya uygunluğuna daha fazla önem verilmesi ve birinci önceliğe yerleştirilmesidir. Nitekim karar vericilerin isteği üzerine λ ve k parametrelerinin ağırlıkları değiştirilerek modelin farklı bir çözüm üretip üretmediği de araştırılmıştır. Uygunluk odaklı senaryoda λ_1 değeri 0.90, λ_2 değeri 0.10 olarak değiştirilmiş ve uç değerlere sahip bir senaryo ile model tekrar çözülmüştür. Bu durumda modelin sonucu değişmemiştir. Benzer şekilde model uygunluk önceliği ile çözüldüğü için k indisinin farklı değerleri için de durum değişmemiştir.

Daha sonra proje odaklı senaryo da değerlendirilmiş ve karar vericilerin maliyet ve gerçekleştirme süresine birinci önceliği verdiği varsayımı incelenmiştir. Bu durumda amaç fonksiyonu “MIN PROJE +UYGUNLUK” şeklinde değiştirilmiştir. $\lambda_1 = 0.70$, $\lambda_2 = 0.30$ ve $k_1 = 0.70$, $k_2 = 0.30$ ağırlıkları ile model tekrar çözülmüş, bu noktada seçilen yazılımın x_4 (UyumSoft) şeklinde değiştiği gözlemlenmiştir. Bu yazılım seçilmesi durumunda tüm proje faktörleri hedefleri tatmin edilmektedir ($tm_4 = 15$, $is_4 = 6$). Buna karşılık, doğal bir şekilde fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan uygunluk puanlarında düşüş gözlemlenmektedir ($f_4 = 0.80$, $nf_6 = 0.78$). Ayrıca 0 ile 1 aralığındaki tüm λ ve k değerleri için de sonuç değişmemektedir. Tüm senaryolar için model açılımları ve çözümleri Ek 12’de gösterilmektedir.

Karar vericiler bu senaryo analizlerini de inceleyerek değerlendirdikten sonra, seçilecek yazılımın firmaya hem fonksiyonel hem de fonksiyonel olmayan açıdan uygunluğunun, proje faktörlerinden daha önemli olduğu düşüncesinden vazgeçmemiştir. Dolayısıyla seçim takımı, x_2 yazılımını (MS Axapta) seçmeye karar vermiş ve üst yönetimin onayına sunmuştur.

Üst yönetimin de onayı alındıktan sonra, seçim takımı seçilen yazılım firması ile iletişime geçerek, incelemek üzere kontrat anlaşmasını talep etmiştir. Kalan satıcılara ise yazılım seçim sürecinin tamamlandığı ve başka bir yazılımın seçildiği geri bildirim yapılmıştır. Kontrat anlaşmasının gerçekleştirilmesi, seçilen yazılım firmasıyla uzun dönemli bir ortaklık başlangıcının öncesindeki son adımdır. Bu sebeple, seçim takımı kontrat anlaşmasını tüm açık noktaların çözülmesine ve karışıklık yaratacak hiçbir noktanın kalmamasına özen göstererek düzenlemiştir. Seçim takımı BUYS modelini uygulayarak, doğru satıcıyı seçtiğinden emin olduğu için bu süreci sadece bir formalite olarak değerlendirmiştir. Eğer sınırlı kapasiteli yanlış bir yazılım seçilseydi, bu aşama seçim kararının tekrar gözden geçirilmesine kadar giden uğraştırıcı bir süreç olurdu.

BUYS modelinin tüm adımlarının uygulanmasıyla, Audio Elektronik firmasında yazılım seçimi projesi iki buçuk ayda tamamlanmıştır. Bu sürenin %5'i projenin başlatılmasına, %27'si yazılım ihtiyaçlarının belirlenmesine ve yine %27'si alternatiflerin belirlenmesine ayrılmıştır. Proje süresinin yaklaşık %40'lık bir zaman dilimi ise, yazılım alternatiflerinin kalitatif ve kantitatif değerlendirmelerinin yapılmasına ayrılmıştır. Firmada ihtiyaçların analizi, RFP oluşturulması gibi aşamaların hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesinin en önemli sebebi, firmanın iş süreçlerini analiz ederek ve yeniden yapılandırmış olarak seçim projesine başlamasıdır. Böylelikle firma, iş süreçlerini yazılıma uydurmak yerine, BUYS modelinin de yardımıyla iş süreçlerine en uygun doğru yazılımı seçebilmiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Parası olanın iş yapabildiği sermaye süreçlerinden, bilgisi olanın iş yapabildiği bilgi süreçlerine geçişin yaşandığı çağımızda, organizasyonlar artık bilgi yönetimi kavramının ne kadar önemli olduğunu farkındadır. Organizasyonların kullandıkları bilgi miktarının artması ile birlikte; bilginin elde edilmesi, düzenlenmesi, arşivlenmesi ve dosyalanması işlemleri de karmaşıklaşmaktadır. Müşterilerde meydana gelen her türlü değişim ve gelişmelerle ilgili bilgileri rafine ederek veri ambarları oluşturmak, kurumun strateji ve faaliyetlerine taban oluşturacak şekilde tüm karar noktalarına bu bilgileri tam zamanında aktarmak gerekmektedir.

Küreselleşme, kalite, verimlilik ve büyüme hedeflerine ulaşılmasını sağlayacak olan tüm bu zorunluluklarla başa çıkabilmek için firmalar, yeni yönetim ve iş yapma yaklaşımları geliştirmektedir. Bu noktada bilgi yönetimi alt yapılarını oluşturmaya başlamakta, yönetim aracı olarak da karar aşamasında doğru, tutarlı ve gerçek zamanlı bilgiye ulaşmayı sağlayan, sektör ve kurum gereksinimlerini karşılayan entegre süreçlerin yer aldığı kurumsal uygulama yazılımlarından faydalanma yolunu seçmektedir. İlk aşamada yalnızca malzeme tedariki fonksiyonuna sahip olan kurumsal yazılımlar, günümüzde firmaların tüm bölümlerinin birbiri ile uyum içerisinde çalışmasını hedefler hale gelmiştir. Kapsam bu kadar genişleyince de bu sistemler, artık sadece birer yazılım olarak tanımlanamamakta ve başarılı sistem projelerinde firmalar tüm iş süreçlerini sistem üzerinde yeniden yapılandırmaktadır.

Firmalarda kurumsal yazılımlardaki MRP, MRP II, ERP ve ERP II gelişim süreci boyunca çok sayıda proje gerçekleştirilmiştir. Son birkaç yıldır ise, kurumsal yazılım pazarı birçok firmanın katılımı ile oldukça hareketlenmiştir. Bazı firmalar standart paketlerle pazarda kendisine yer edinmeye çalışırken, yabancı yazılım firmaları ise lisans satma çabası içine girmektedir. Bu pazarda satın alıcı firma yöneticilerinin kafası karışmakta ve yanlış bilinçlendirme nedeniyle devasa umutlarla başlanan projeler zaman zaman başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Öyle ki firmaların çoğu iki yılda bir yeni yazılım arayışına girmektedir. Bu durum firmaya geri dönüşü çok zor olan zararlar verdiği gibi, ülke ekonomisini de olumsuz yönde etkilemektedir.

Yaşanan bu olumsuzluklar, büyük ölçüde, firmaların kurumsal sistem projelerine başlangıç noktası olan seçim aşamasına dayanmaktadır. Dolayısıyla başlangıçta vizyon, misyon ve stratejik hedefleri destekleyecek yapıda, süreçler ve kurum kültürü ile uyumlu en doğru yazılım paketinin seçilebilmesi, bu tür projelerin başarısının anahtarı olmaktadır. Şaşırtıcı bir şekilde çoğu organizasyon böylesine önemli bir yatırım kararını herhangi bir değerlendirme yapısı oluşturmadan almaktadır. Yapılan sınırlı değerlendirmeler ise, büyük ölçüde finansal,

diğer durumlarda da sezgisel olmaktadır. Bu denli önemli sonuçları olan yazılım seçimi kararının bilimsel yöntemler kullanılmadan ve satıcıların renkli sunumlarına fazlasıyla güvenilerek verilmesi, firma amaç ve ihtiyaçlarını karşılamayan hatalı seçimlerin yapılmasına neden olabilmektedir. Bu tez çalışmasında firma yöneticilerine bu konuda yardımcı olabilecek ve yazılım seçim sürecinin tüm adımlarını çeşitli karar verme metotları ile destekleyen bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen bütünlük uygulama yazılım seçimi (BUYS) modeli, problemi baştan sona ele almakta; yazılım ihtiyaçlarının ve seçim kriterlerinin belirlenmesinden başlayarak, alternatiflerin azaltılması, son seçim kararının verilmesine kadar her aşama için çözümler önermektedir.

Kurumsal uygulama yazılım seçiminin bu stratejik öneminden dolayı, akademisyenler ve uygulayıcılar tarafından geliştirilmiş birçok yaklaşım bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen kapsamlı literatür araştırması, 1982-2007 yılları arasında yayınlanmış 40 adet yaklaşımın seçimiyle sonuçlanmıştır. Seçilen yaklaşımlar, öncelikle yazılım seçiminin temel fonksiyonlarına göre sınıflandırılmış, ardından sürecin ana adımlarında kullandıkları karar verme metotlarına göre incelenmiştir. Karşılaştırmalı analiz sonucunda bu yaklaşımların birtakım eksiklikleri tespit edilmiş ve geliştirilen BUYS modeli ile bu eksiklikler giderilmeye çalışılmıştır.

Yazılım seçimi literatüründeki en önemli eksiklik, mevcut yaklaşımların hiçbirinde, fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçları baz alan sistematik bir kriter belirleme metodolojisi veya tekniği sunulmamasıdır. Yazılım seçim kararlarının büyük ölçüde yazılım kalitesi, satıcı özellikleri gibi, sezgisel yöntemlerle belirlenen fonksiyonel olmayan kriterlere dayandırılarak verildiği gözlemlenmiştir. BUYS modelinde ise, seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasına yönelik olarak geliştirilen metodolojide, bulanık kalite fonksiyonu açılımı (KFA) tekniği kullanılmaktadır. Bu metodolojide, firma tarafından belirlenen sistem gereksinimleri ile literatür araştırmaları doğrultusunda belirlenen 45 adet fonksiyonel olmayan kriter ilişkilendirilmektedir. Böylelikle firma, fonksiyonel kriterlerinden hareketle seçim sürecinde dikkate alması gereken fonksiyonel olmayan kriterleri seçebilmektedir. Bu aşamada karar vericilerin sözel ifadelerinin sayısallaştırılabilmesi için, bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı bir çözüm yaklaşımı önerilmektedir. Verilerin bulanıklaştırılmasının sebebi, yapılan değerlendirmelerin karar vericiden karar vericiye değişmesi ve belirsizliklerin minimize edilmeye çalışılmasıdır. Bu metodolojinin en önemli özelliği, sunulan kriter belirleme matrisinin sadece sistem gereksinimleri kısmının değiştirilmesi suretiyle, her türlü firmaya uygulanabilecek olmasıdır. Elektronik firmasında gerçekleştirilen ERP seçim projesinde, yaklaşık 600 kalemden meydana gelen bir sistem gereksinimleri listesi

oluşturulmuş ve metodolojinin uygulanmasıyla 45 adet fonksiyonel olmayan kriter arasından 35 tanesi hiyerarşik bir yapıda seçilmiştir. Böylelikle doğru yazılımın seçimi için kullanılması gereken kriter kümesi, firmanın ihtiyaçlarına uygun olarak sistematik bir şekilde belirlenebilmiştir.

Ayrıca, literatürdeki yaklaşımların çoğunda yazılım seçimi için çok önemli olan sistem gereksinimlerinin birebir olarak değerlendirmeye alınmadığı belirlenmiştir. Yaklaşımlarda bu konu “fonksiyonellik” adı altında bir yazılım kalitesi kriteri olarak incelenmektedir. BUYS modeli, bu aşamayı yazılım alternatiflerinin fonksiyonel uygunluğunun belirlenmesi adımıyla kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Bu süreçte, firmanın her bir fonksiyonel kriter için hedef puan belirlemesi ve yazılım satıcılarını sistem gereksinimleri üzerinden değerlendirmesi söz konusudur. Geliştirilen algoritma ile hedef puanlar ve karşılama dereceleri karşılaştırılarak her bir alternatifin fonksiyonel uygunluk puanına ulaşılmaktadır. Değerlendirmeler grubun kolaylıkla fikir birliğine varabileceği şekildedir. Dolayısıyla burada sözel ifadelerin dönüştürülmesinde bir skala tanımlanmakta ve uygulanmaktadır.

Literatürdeki yaklaşımlarda, yazılım alternatiflerinin sayısının azaltılması konusunda, bir yöntemden ziyade önerilere rastlanmaktadır. BUYS modeli, finalist alternatiflerin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen ön eleme aşamasına da bir çözüm getirmektedir. Bu çözüm fonksiyonel uygunluğu kabul edilebilir bir düzeyin altında kalan alternatiflerin elenmesidir. Algoritmanın uygulanmasıyla, tüm alternatiflerin uygunluk puanları, firma tarafından belirlenen kabul edilebilir düzeyin altındaysa, yazılım satın almak yerine özel yazılımlara yönelmek kararı verilebilmektedir. Bu da firmanın satın al veya yap kararını desteklemektedir. Elektronik firmasındaki yazılım seçimi projesinde, seçim takımı kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk puanını 0.75 olarak belirlemiş ve bu aşamada değerlendirilen 7 adet yazılım 4 adete düşürülmüştür. Böylelikle firmanın iş uygulamalarına uygun olmayan alternatifleri, daha detaylı bir şekilde incelemek için katlanacağı zaman ve maliyet kaybının önüne geçilebilmiştir.

Bununla birlikte, BUYS modeli yazılım alternatiflerinin, bulanık KFA tekniği ile belirlenen fonksiyonel olmayan kriterlere uygunluğu açısından değerlendirilmesine de imkan vermektedir. Bu süreçte finalist alternatifler; teknik açıdan, sosyo-ekonomik açıdan ve kalite açısından incelenmektedir. Bu aşama için geliştirilen algoritma ile, daha önce belirlenen kriter hiyerarşisi, bu kriterlerin önem dereceleri ve her bir yazılım alternatifinin bu kriterleri karşılama dereceleri kullanılmakta ve fonksiyonel olmayan uygunluk puanlarına ulaşılmaktadır.

Modelin kalitatif değerlendirme boyutu tamamlandığında, yazılım alternatiflerinin performansları hem firmanın tüm sistem gereksinimleri ve hem de bunlardan hareketle sistematik olarak belirlenen kriterler üzerinden ölçülmüş olmaktadır. Bu boyutta, yoğun veri girişi ve hesaplama gerektiren değerlendirmelerin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için MS Excel ve Visual Basic makrolarını kullanan bir uygulama arabirimi geliştirilmiştir. Anlaşılması ve kullanılması kolay olan arabirim, elektronik firmasındaki projede de kullanılmış ve değerlendirmeler yapıldıktan sonra sonuçlara kısa bir sürede ulaşılmıştır. Böylelikle, hesaplama zamanı ve karmaşıklığı büyük ölçüde azaltılmıştır.

Seçilen yazılımın fonksiyonelliği elbette ki çok önemlidir, fakat böylesine büyük bir yatırımın firmanın bütçesi ve proje süresi gibi faktörler dikkate alınmadan yapılması söz konusu değildir. Dolayısıyla BUYS modelinin ikinci boyutu olan kantitatif değerlendirme boyutunda, yazılım alternatifleri bu kez toplam sahip olma maliyeti ve gerçekleştirme süresi gibi proje faktörleri üzerinden değerlendirilmektedir.

BUYS modelinde son seçim kararı, bu aşamaya gelinceye kadar yapılan değerlendirmelerin tümünün birleştirilmesi ile verilmektedir. Burada uygunluk ve proje faktörlerinin en iyi değerlerinden sapmaları minimize etmeyi amaçlayan bir 0/1 hedef programlama modeli formüle edilmekte ve çözümlenmektedir. Model önceliği koruma ve ağırlıklandırma algoritmalarını kullanarak, karar vericilere model içerisinde farklı öncelikler ve ağırlıklar tanımlama, farklı senaryoları değerlendirme imkanı sunmaktadır. Nitekim, modelin elektronik firmasındaki projede uygulanması sırasında, karar vericilerin isteği üzerine λ ve k parametrelerinin ağırlıkları değiştirilerek modelin farklı bir çözüm üretip üretmediği araştırılmış ve çeşitli senaryolar üzerinden yapılan değerlendirmelerden sonra MS Axapta yazılımı seçilmiştir.

BUYS modelinde yazılım seçimi kararı üzerinde büyük etkileri bulunan bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımı bulanık WSM metoduyla karşılaştırılarak, hedef programlama modeli ise senaryo analizleri yardımıyla test edilmiştir. Geçerlilik testleri sonucunda, beklenen sonuçlar elde edilerek model doğrulanmıştır.

BUYS modeli bu yapısı ile, seçilen yaklaşımların fonksiyonel sınıflandırmasında (Çizelge 3.2), tüm fonksiyonları tam anlamıyla karşılayan tek yaklaşım olma özelliğine sahiptir. Ayrıca, karar modellerine göre de, seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında bulanık KFA tekniği, seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında bulanık KFA ve bulanık çok kriterli karar verme algoritması (C_3 algoritması) ve son seçim aşamasında da 0/1 hedef programlama modelini kullanan hibrit bir yaklaşım olarak sınıflandırılmaktadır. Dolayısıyla bu tez

çalışmasında sunulan modelde, yazılım seçimi yaklaşımlarının karşılaştırmalı analizi sonucunda belirlenen eksikliklerin giderildiğini ve yapılan çalışmanın literatüre önemli bir katkıda bulunduğunu söylemek mümkündür.

Bu aşamaya kadar tez çalışmasında geliştirilen modelin özellikleri ve literatüre katkıları tartışılmıştır. Bunun yanı sıra, modelin ileriki çalışmalarda geliştirilebilmesi için aşağıdaki öneriler sıralanabilmektedir:

- Geliştirilen modelin elektronik sektöründe orta büyüklükteki bir firmada uygulanmasıyla ana amaçlara ulaşılmış olmasına rağmen, modelin diğer sektörlerdeki farklı ölçekli firmalarda uygulanabilirliği incelenmelidir.
- Model elektronik firmasında ERP yazılım seçimi probleminde uygulanmıştır. Modelin diğer yazılım çözüm tiplerinde de uygulanabilirliği denenmelidir.
- Modelin ERP yazılım seçimine uygulanması sırasında daha sonraki benzer uygulamalarda kullanılacak bir sistem gereksinimleri kontrol listesi oluşmuştur. Benzer şekilde diğer yazılım çözüm tipleri için de kontrol listeleri hazırlanabilir. Böylelikle firmalara bu listelerden kendi iş süreçlerine uygun olanlarını seçme veya eksik olan ihtiyaçları ilave etme esnekliği sağlanabilir.
- Modelin girdilerinin geçerliliğinin artırılması açısından, literatür araştırmaları doğrultusunda belirlenen fonksiyonel olmayan kriter listesi, her bir kriterin yazılım seçimi için önemi dikkate alınarak yazılım seçimi uzmanları arasında gerçekleştirilen bir anket çalışması ile geliştirilebilir.
- Modelde finalist alternatiflerin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen eleme prosedüründe, karar vericilerin 0 ile 1 arasında kabul edilebilir fonksiyonel uygunluk puanını (f) belirlemesi gerekmektedir. Bu puanın, modelin farklı sektörlerdeki ve farklı ölçekteki çok sayıda firmaya uygulanması yoluyla, firma büyüklüğü, sektör, yazılım çözüm tipi gibi kriterlere göre standartlaştırılması sağlanabilir.
- Benzer şekilde hedef programlama modelinin parametreleri olan uygunluk faktörleri ağırlıkları (λ) ve proje faktörleri ağırlıkları (k) yazılım seçimi uzmanları arasında yapılacak bir anket çalışması ile yine belli kriterlere göre şablon haline getirilebilir. Böylelikle firmalar bu parametreleri, hazırlanan şablondan kendi özelliklerine göre seçerek modele dahil edebilir.
- Hesaplamaların kolaylıkla ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi için hazırlanan BUYS modeli uygulama arabirimi, karar vericilerin yapabileceği eklemelere izin veren dinamik bir paket program haline dönüştürülebilir.

KAYNAKLAR

- Acar, N., (1997), Malzeme İhtiyaç Planlaması, MPM Yayınları, No:323, Ankara.
- Acar, N., (1998), Üretim Planlaması Yönetim ve Uygulamaları, MPM yayınları, No:280, Ankara.
- Adeli, H. ve Wilcoski, J., (1993), "A Methodology for the Evaluation of Structural Design Software", Computer and Structures, 49 (5): 877- 883.
- Akao, Y., (1990), Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product design, Portland, Productivity Press.
- Akça, U., (2004), "CRM ve ERP II", URL: <http://www.erpcrm.org>
- Akça, U., (2005), "Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Nedir?", URL: <http://www.erpcrm.com>
- Al-Mashari, M., (2000), "Constructs of Process Change Management in ERP Context: A Focus on SAP R/3", Sixth Americas Conference on Information Systems, 10-13 August 2000, Long Beach, USA, 977-980.
- Alves, C. ve Castro, J., (2001), "CRE: A Systematic Method for COTS Components Selection", XV. Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES), 3-5 October 2001, Rio de Janeiro, Brazil.
- Anderson, E.E., (1989), "A Heuristic for Software Evaluation and Selection", Software-Practice and Experience, 19 (8): 707-717.
- Appleton, E., (1997), "How to Survive ERP", Datamation, 43: 50-53.
- Ayağ, Z. ve Özdemir, R.G., (2006), "An Intelligent Approach to ERP Software Selection through Fuzzy ANP", International Journal of Production Research, preview article: 1-26.
- Bahrami, A., (1994), "Routine Design with Information Content and Fuzzy Quality Function Deployment", Journal of Intelligent Manufacturing, 5: 203-210.
- Baki, B. ve Çakar, K., (2005), "Determining The ERP Package-Selecting Criteria: The Case of Turkish Manufacturing Companies", Business Process Management Journal, 11(1): 75-86.
- Banks, J. ve Carson, J.S., (1984), Discrete-Event System Simulation, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Barbarosoğlu, G., (1994), "Endüstriyel Yönetim Sistemleri: MRP, MRP II, ERP ve CIM", MRP II; Üretim Kaynakları Planlaması, Microsoft: 16-23.
- Barnett, W.D. ve Raja, M.K. (1995), "Application of QFD to the Software Development Process", International Journal of Quality and Reliability Management, 12(6): 22-42.
- Baykal, N. ve Beyan, T., (2004), Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Yayın No:9, Matematik Dizisi No:1, Ankara.
- Bernroider, E. ve Koch, S., (2001), "ERP Selection Process in Midsize and Large Organizations", Business Process Management Journal, 7(3): 251-257.
- Beus-Dukic, L., (2000), "Non-Functional Requirements for COTS Software Components", Proceedings of the Second ICSE workshop on COTS Software, 4-5 June 2000, Limerick, Ireland.
- Bilir, C., (2006), "Tedarik Zincir Yazılımları Pazarı ve ERP", 3Gen İşletme ve Endüstri Mühendisliği Dergisi, Stratejik Süreçlerin Yönetimi, 4(8): 20-25.

- Bingi, P., Sharma, M.K. ve Godla, J.K., (1999), "Critical Issues Affecting an ERP Implementation," *Information Systems Management*, 16(3): 7-14.
- Botella, P., Burgués, X., Franch, X., Huerta, M. ve Salazar, G., (2002) "Modeling Non-Functional Requirements", Book Chapter in *Applying Requirements Engineering*, A. Duran, M. Toro (Eds.), Catedral Publications, Salamanca, Spain, 13-33.
- Brownstein, I. ve Lerner, N.B., (1982), *Guidelines for Evaluating and Selecting Software Packages*, Elsevier Science Publishing Co., New York.
- Büyüközkan, G., (2004), "Multi-Criteria Decision Making for E-Marketplace Selection", *Internet Research-Electronic Networking Applications and Policy*, 14 (2): 139-154.
- Büyüközkan, G. ve Feyzioğlu, O., (2005), "Group Decision Making to Better Respond Customer Needs in Software Development", *Computers and Industrial Engineering*, 48: 427-441.
- Capterra, (2001), "Capterra's Software Selection Methodology", The Enterprise Software Center, URL: http://www.capterra.com/selection_methodology
- Carney, D. ve Long, F., (2000), "What Do You Mean by COTS? Finally a Useful Answer", *IEEE Software March/April*: 83-86.
- Ceyhan, M., (2005), "Türkiye'de ERP ve Logo Business Solutions", Bilge Adam Kurumsal Çözümler Seminer Notları, İstanbul.
- Chan, L.K. ve Wu, M.L., (2002), "Quality Function Deployment: A Literature Review", *European Journal of Operational Research*, 143(3): 463-497.
- Chau, P.Y.K., (1995), "Factors Used in the Selection of Packaged Software in Small Businesses - Views of Owners and Managers", *Information and Management*, 29(2): 71-78.
- Chen, I.J. ve Popovich, K., (2003), "Understanding Customer Relationship Management (CRM) People, Process, Technology", *Business Process Management Journal*, 9(5): 672-688.
- Chen, K. ve Gorla, N., (1998), "Information System Project Selection Using Fuzzy Logic", *IEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 28(6): 849-855.
- Colombo, E. ve Francalanci, C., (2004), "Selecting CRM Packages Based on Architectural, Functional, and Cost Requirements: Empirical Validation of a Hierarchical Ranking Model", *Requirements Engineering*, 9(3): 186-203.
- Cox, C.A., (1992), "Keys to Success in Quality Function Deployment", *APICS-The Performance Advantage*, 2(4): 25-29.
- Çil, İ., Alptürk, O. ve Yazgan, H.R., (2005), "A New Collaborative System Framework Based on a Multiple Perspective Approach: InteliTeam", *Decision Support Systems*, 39: 619-641.
- Davenport, T.H., (1998), "Putting the Enterprise into the Enterprise System", *Harvard Business Review*, 76(4): 121-131.
- Dean, J. ve Vidger, M., (2000), "COTS Software Evaluation Techniques", *Proceedings of the NATO Information Systems Technology, Symposium on Commercial Off-The Shelf Products in Defence Applications*, 3-5 April 2000, Brussels, Belgium.
- Dunn, R.H., (1988), "Software Quality Assurance: A Management Perspective", *Quality Progress*, 21(7): 52-56.
- Drucker, P.F., (1992), *Yeni Gerçekler*, Türkiye İş Bankası Yayınları, Ankara.

- Edmonds, L.S. ve Urban, J.E., (1984), "A Method for Evaluating Front-End Life Cycle Tools", Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Computers and Applications, Beijing, China, 324-331.
- Erol, İ. ve Ferrell, W.G., (2003), "A Methodology for Selection Problems with Multiple, Conflicting Objectives and Both Qualitative and Quantitative Criteria", International Journal of Production Economics, 86: 187-199.
- Eskenasi, A., (1989), "Evaluation of Software Product Quality by Means of Classification Methods", Journal of Systems and Software, 10 (3): 213-216.
- Faris, C.W., Robinson, P.J. ve Wind, Y., (1967), Industrial Buying and Creative Marketing. Allyn and Bacon, Boston.
- Febowitz, M.D. ve Greenspan, S.J., (1998), "Scenario-Based Analysis of COTS Acquisition Impacts", Requirements Engineering, 3 (3/4): 182-201.
- Fewell, P. ve Wald, B., (2001), "Maximizing Value, Minimizing Cost in Software Selection", White Paper, C.C. Pace Systems, Inc, Virginia, URL: <http://www.ccpace.com>
- Franch, X., (1998), "Systematic Formulation of Non-Functional Characteristics of Software", Third International Conference on Requirements Engineering, 6-10 April 1998, Colorado, USA, 174-181.
- Frankel, S., (1986), "Guidance on Software Package Selection", NBS Special Publication, US Department of Commerce, National Bureau of Standard, Washington.
- Fritz, C. ve Carter, B.D., (1994), "A Classification and Summary of Software Evaluation and Selection Methodologies", Computer Science Technical Report No. 940823, Mississippi State University, Mississippi.
- Ganeshan, R. ve Harrison, T.P., (1995), "An Introduction to Supply Chain Management", Working paper, Department of Management Science and Information Systems, Penn State University, U.S.A.
- Gore, M.R. ve Stubbe, J.W., (1982), Computers and Information Systems, 2nd edition, McGraw Hill, Computer Science Series.
- Grzegorzewski, P., (2001), "Fuzzy Tests-Defuzzification and Randomization", Fuzzy Sets and Systems, 118: 437-446.
- Guinta, L.R. ve Praizler, N.C., (1993), The QFD Book: The Team Approach to Solving Problems and Satisfying Customers through Quality Function Deployment, American Management Association Books, New York.
- Haag, S., Raja, M.K. ve Schkade, L.L., (1996), "Quality Function Deployment Usage in Software Development", Communications of the ACM, 39(1): 41-49.
- Han, S.B., Chen, S.K., Ebrahimpour, M. ve Sodhi, M.S., (2001) "A Conceptual QFD Planning Model", International Journal of Quality and Reliability Management, 18(8): 796-812.
- Herzwurm, G. ve Schockert, S., (2003), "The Leading Edge in QFD for Software and Electronic Business", The International Journal of Quality and Reliability Management, 20(1): 36-55.
- Hicks, P.E., (1994), Industrial Engineering and Management-A New Perspective, 2nd Edition, McGraw-Hill Series in Industrial Engineering and Management Science, New York.
- Ho, E.S.S.A., Lai, Y.J. ve Chang, S.I., (1999), "An Integrated Group Decision-Making Approach to Quality Function Deployment", IIE Transactions, 31: 553-567.

- Holland, C. ve Light, B., (1999), "A Critical Success Factors Model for ERP Implementation", *IEEE Software*, 16(3): 30-36.
- Illa, X.B., Franch, X. ve Pastor, J.A., (2000), "Formalising ERP Selection Criteria", *Proceedings of the Tenth International Workshop on Software Specification and Design (IWSSD'00)*, 5-7 November 2000, Shelter Island, San Diego, California, 115-123.
- ISO/IEC 9126, (1991), *Information technology-Software Product Evaluation-Quality characteristics and guidelines for their use*, International Organization for Standardization.
- Jeanrenaud, J. ve Romanazzi, P., (1994) "Software Product Evaluation: A Methodological Approach", *Proceedings of the 2nd International Conference on Software Quality Management*, July 1994, Edinburg, Scotland, 59-69.
- Juang, C., Huang, X. ve Elton, D., (1991), "Fuzzy Information Processing By Monte Carlo Simulation Technique", *Journal of Civil Engineering Systems*, 8 (1): 19-25.
- Jung, H.W. ve Choi, B., (1999), "Optimization Models for Quality and Cost of Modular Software Systems", *European Journal of Operational Research*, 112: 613-619.
- Kahraman, C., Ruan, D. ve Doğan, I., (2003), "Fuzzy Group Decision-Making for Facility Location Selection", *Information Sciences*, 157: 135-153.
- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D., (2004), "Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey", *International Journal of Production Economics*, 87: 171-184.
- Karahoca, H. ve Karahoca, A., (1998), *İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler İçin Yönetim Bilişim Sistemleri ve Uygulamaları*, Beta Yayınları, İstanbul.
- Karlsson, J., (1997), "Managing Software Requirements Using Quality Function Deployment", *Software Quality Journal*, 6: 311-325.
- Keil, M. ve Tiwana, A., (2006), "Relative Importance of Evaluation Criteria for Enterprise Systems: A Conjoint Study", *Information Systems Journal*, 16: 237-262.
- Keller, E., (1995), "Are You Ready?", *Manufacturing Systems*, 13: 10.
- Kho, L.P. ve Ho, N.C., (1996), "Framework of a Fuzzy Quality Function Deployment System", *International Journal of Production Research*, 34: 299-311.
- Kırım, A., (2003), *Strateji ve Bire-Bir Pazarlama CRM*, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Klaus, H. ve Rosemann, M., (2000), "What is ERP?", *Information Systems Frontiers*, 2(2): 141-162.
- Kontio, J., Chen, S., Limperos, K., Tesoriero, R., Caldiera, G. ve Deutsch, M., (1995), "A COTS Selection Method and Experiences of Its Use", *Twentieth Annual Software Engineering Workshop*, 29-30 November 1995, Greenbelt, Maryland, USA, 189-215.
- Kuan, J.C., (1986), "NASA PC software evaluation project", *USL/DBMS NASA/PC, R&D-18, Working Paper Series*.
- Kuitunen, H. ve Makela, M., (2005), "Capabilities and Infrastructure of Software Product Sector: Identifying Within-industry Clusters thorough empirical research", *Software Business Laboratory, Helsinki University of Technology, Finland*, 1-8.
- Kunda, L. ve Brooks, D., (1999), "Applying Social-Technical Approach for Cots Selection", *4th UKAIS Conference Proceedings: Information Systems - The Next Generation*, 7-9 April 1999, University of New York, 552-565.

- Kwong, C.K. ve Bai, H., (2003), "Determining the Importance Weights for the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP with an Extent Analysis Approach", *IIE Transactions*, 35: 619-626.
- Lai, V.S., Trueblood, R.P. ve Wong, B.K., (1999), "Software Selection: A Case Study of The Application of the Analytical Hierarchical Process to the Selection of a Multimedia Authoring System", *Information and Management*, 36: 221-232.
- Lai, V.S., Wong, B.K. ve Cheung, W., (2002), "Group Decision Making in Multiple Criteria Environment: A Case Using the AHP in Software Selection", *European Journal of Operational Research*, 137: 134-144.
- Lawlis, P., Mark, K., Thomas, G. ve Courtheyn, T., (2001), "A Formal Process for Evaluating COTS Software Products", *IEEE Computer*, 34 (5): 58-63.
- Lee, J.W. ve Kim, S.H., (2000), "Using Analytic Network Process and Goal Programming for Interdependent Information System Project Selection", *Computers and Operations Research*, 27: 367-382.
- Levine, S., (1999), "The ABCs of ERP", *America's Network*, 103(13): 54.
- Lievertz, F., (2001), "A New Generation of Software Vendor Selection Methodology", Aris Corporation, URL: <http://teamhris.lievertz.com/downloads/swplievertz.pdf>
- Lin, H.Y., Hsu, P.Y. ve Sheen, G.J., (2007), "A Fuzzy-Based Decision-Making Procedure for Data Warehouse System Selection", *Expert Systems with Applications*, 32(3), 939-953.
- Liu, X.F., (2001), "Software Quality Function Deployment", *IEEE Potentials*, 19(5): 14-16.
- Lopes, P.F., (1992), "CIM II: The Integrated Manufacturing Enterprise", *Industrial Engineering*, November: 43-45.
- Lopez, J., (1997), "Integrated Resource Management: An Internal Methodology for Affecting Business Outcomes", *APICS The Performance Advantage*, 7(12): 34-39.
- Maiden, C.N. ve Ncube, A.M., (1999), "PORE: Procurement-Oriented Requirements Engineering Method for the Component-Based Systems Engineering Development Paradigm", 2nd International Workshop on Component-Based Software Engineering, 17-19 May 1999, Los Angeles, USA, 1-12.
- Mason, D., (2000), "Software Selection: A Business-Based Methodology", Strategic Technology White Paper Series, BASE Consulting Group, USA.
- Massey, S., (2006), "Next Generation Of ERP May Actually Do What ERP Promised", Exact Software North America, URL: <http://www.manufacturing.net>
- Masud, A.S.M. ve Dean, E.B., (1993), "Using Fuzzy Sets in Quality Function Deployment", *Proceedings of the 2nd Industrial Engineering Research Conference*, May 1993, Los Angeles, CA, 270-274.
- Meier, B. ve Williamson, J., (1989), "Automation of Military Civil Engineering and Site Design Functions: Software Evaluation", USACERL Technical Report P-89/22.
- Miller, G. ve Sprague L., (1975), "Behind the Growth in Materials Requirements Planning", *Harvard Business Review*, 53(5): 83-91.
- Mohanty, R.P., Agarwal, R., Choudhury, A.K. ve Tiwari, M.K., (2005), "A Fuzzy ANP-Based Approach to R&D Project Selection: A Case Study", *International Journal of Production Research*, 43 (24): 5199-5216.

- Montezami, A.R., Cameron, D.A. ve Gupta, K.M., (1996), "An empirical study of factors affecting software package selection", *Journal of Management Information Systems*, 13: 89-105.
- Morera, D., (2002), "COTS Evaluation Using Desmet Methodology and Analytic Hierarchy Process", 4th International Conference on Product Focused Software Process Improvement PROFES 2002, 9-11 December 2002, Rovaniemi, Finland, 485-493.
- Morisio, M. ve Tsoukias, A., (1997), "Iusware: A Methodology for the Evaluation and Selection of Software Products", *IEE Proceedings-Software Engineering*, 144 (3): 162-174.
- Morisio, M. ve Torchiano, M., (2002), "Definition and Classification of COTS: a proposal", *Proceedings of International Conference on COTS Based Software Systems (ICCBBS)*, 4-6 February 2002, Orlando: 165-175,
- O'Brien, D.H., (1991), "Software Quality Starts with the Customer", *Quality Progress*, 30(6): 22-24.
- O'Brien, J.A., (2003), *Management Information Systems- Managing Information Technology in the Business Enterprise*, 6th edition, McGraw-Hill, New York.
- Ochs, M.A., Pfahl, D., Chrobok, G. ve Nothhelfer-Kolb, B., (2000), "A COTS Acquisition Process: Definition and Application Experience", *Proceedings of the 11th ESCOM Conference*, April 2000, Shaker, Maastricht, 335-343.
- Onur, A., (2005), "E-İş ve ERP Etkileşimi", *Kurumsal Kaynak Planlama Çözümleri E-Dergisi*, Nisan, 33-34, URL: <http://www.erpakademi.com>
- Özkan, M.M., (2003), *Bulanık Hedef Programlama*, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Palanisvamy, R. ve Frank, T., (2000), "Enhancing Manufacturing Performance with ERP Systems", *Information Systems Management*, 17: 3-43.
- Pressman, R.S., (1987), *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill, New York.
- Ptak, C.A. ve Schragenheim, E., (1999), *ERP Tools, Techniques and Applications for Integrating the Supply Chain*, The St. Lucie Press Series on Resource Management, 2nd edition, Boca Raton, LA.
- Ramires, J., Antunes, P. ve Respicio, A., (2005), "Software Requirements Negotiation Using The Software Quality Function Deployment", *Lecture Notes in Computer Science* , 3706: 308-324.
- Reynolds, J., (2002), *A Practical Guide to CRM*, CMP Boks, New York.
- Roychowdhury, S. ve Pedrycz, W., (2001), "A Survey of Defuzzification Strategies", *International Journal of Intelligent Systems*, 16: 679-695.
- Sahay, B.S. ve Gupta, A.K., (2003), "Development of Software Selection Criteria for Supply Chain Solutions", *Industrial Management and Data Systems*, 103(2): 97-110.
- Sarkis, J. ve Talluri, S., (2004), "Evaluating and Selecting E-Commerce Software and Communication Systems for a Supply Chain", *European Journal of Operational Research*, 159: 318-329.
- Sarkis, J. ve Sundarraj, R.P., (2006), "Evaluation of Enterprise Information Technologies: A Decision Model for High-Level Consideration of Strategic and Operational Issues", *Transactions on Systems Man. And Cybernetics*, 36(2): 260-273.

- Sedigh-Ali, S., Ghafoor, A. ve Paul, R., (2001), "Software Engineering Metrics for COTS-Based Systems", *IEEE Computer*, 34(5): 44-50.
- Shang, S. ve Seddon, P.B., (2002), "Assessing and Managing the Benefits of Enterprise Systems: The Business Manager's Perspective", *Info Systems Journal*, 12: 271-299.
- Sherer, S.A., (1993), "Purchasing Software Systems: Managing the Risk", *Information and Management*, 24(5): 257-266.
- Shin, I., (2006), "Adoption of Enterprise Application Software and Firm Performance", *Small Business Economics*, 26, 241-256.
- Shyur, H.J., (2006), "COTS Evaluation Using Modified TOPSIS and ANP", *Applied Mathematics and Computation*, 177: 251-259.
- Sohn, S. ve Choi, I., (2001), "Fuzzy QFD for Supply Chain Management with Reliability Consideration", *Reliability Engineering and System Safety*, 72: 327-334.
- Stein, T. (1999), "Making ERP Add Up," *Information Week*, 735: 59-63.
- Subramanian, G.H. ve Gershon, M., (1991), "The Selection of Computer-Aided Software Engineering Tools: A Multi-Criteria Decision Making Approach", *Decision Sciences*, 22(5): 1109-1123.
- Talley, S., (1983), "Selection and Acquisition of Administrative Microcomputer Software", *AEDS Journal*, 17: 69-82.
- Tanyaş, M., (1997), "Üretim Kaynakları Planlaması Çözümlerinin Geliştirilmesi, Hedefi ve Yararları", *Endüstri ve Otomasyon Aylık Elektrik, Elektronik, Makine, Bilgisayar ve Kontrol Sistemleri Dergisi*, 1: 92-96.
- Tanyaş, M., (2005), "Tedarik Zinciri Yönetimi ve KALDER Kıyaslama Grup Projesi", 14. Ulusal Kalite Kongresi, 16-17 Kasım, Lütfi Kırdar Kongre ve Sergi Sarayı, İstanbul.
- Teltumbde, A., (2000), "A Framework for Evaluating ERP Projects", *International Journal of Production Research*, 38(17): 4507-4520.
- Tersine, R.J., (1988), *Principles of Inventory and Materials Management*, Prentice Hall, North-Holland, New York.
- Themistocleous, M., Irani, Z. ve O'Keefe, R.M., (2001), "ERP and Applications Integration: Exploratory Survey", *Business Process Management Journal*, 7: 195-204.
- Toffler, A., (1981), *Üçüncü Dalga*, Altın Kitaplar Yayınları, İstanbul.
- Torchiano, M., (2001), "Selected Literature on COTS Products", INCO Project-Internal report, URL: <http://softeng.polito.it/torchiano/COTSLiterature.pdf>
- Tran, V. ve Liu, D.B., (1997), "A Risk-Mitigating Model for the Development of Reliable and Maintainable Large-Scale COTS Integrated Software Systems", *Proceedings of the Annual Reliability and Maintainability Symp.*, 13-16 January 1997, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 361-367.
- Triantaphyllou, E., (2000), *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Türkoğlu, Y., (2006), "Yazılım Sektörü Dış Pazar Araştırması", İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi (İGEME), Uzman Raporu, Ankara.
- Vanegas, L.V. ve Labib, A.W., (2001), "A Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD) model for deriving optimum targets", *International Journal of Production Research*, 1(39): 99-120.

- Vollmann, T., Berry, W. ve Whybark, D., (1992), *Manufacturing Planning and Control Systems*, Homewood, IL: Irwin.
- Wei, C.C. ve Wang, M.J., (2004), "A Comprehensive Framework for Selecting an ERP System", *International Journal of Project Management*, 22: 161-169.
- Wei, C.C., Chien, C. ve Wang, M.J., (2005), "An AHP-Based Approach to ERP System Selection", *International Journal of Production Economics*, 96: 47-62.
- Williams, F., (1992), "Appraisal and Evaluation of Software Products", *Journal of Information Science*, 18(2): 121-125.
- Wybo, M., Robert, J. ve Leger, P.M., (2005), "An Optimization Model of the Business Applications Selection Process", 05-08 December 2005, Cahier du GReSI no 05-08.
- Xu, Y., Yen, D.C., Lin, B. ve Chou, D.C., (2002), "Adopting Customer Relationship Technology", *Industrial Management and Data Systems*, 102(8): 442-452.
- Yager, R.R. ve Filev, D.P., (1994), *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*, John Wiley and Sons, USA.
- Yegül, M.F. ve Toklu, B., (2004), "Türkiye’de ERP Uygulamaları", *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 15(1): 2-15.
- Yeoh, H.C. ve Miller, J., (2004), "COTS Acquisition Process: Incorporating Business Factors into COTS Vendor Evaluation Taxonomies Research Section", *IEEE Metrics*: 84-95.
- Yetiş, N., (1993), "Üretim Kaynakları Planlaması (MRPII): Üretim Sistem ve Teknolojileri İçindeki Yeri", *YA/EM’93*, İstanbul.
- Zadeh, L.A., (1965), "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8: 338-353.
- Zhu, K.J., Jing, Y. ve Chang, D.Y., (1999), "A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 116: 450-456.

İNTERNET KAYNAKLARI

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Application_software

EKLER

- Ek 1 Sistem gereksinimleri kontrol listesi
- Ek 2 Bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının tabloları
- Ek 3 Geçerlilik testi senaryolarının LINDO paket programında çözümleri
- Ek 4 Yazılım seçim projesi faaliyet planı ve zaman çizelgesi
- Ek 5 Firmalar tarafından doldurulmuş örnek RFI formları
- Ek 6 DM_1 tarafından doldurulan KFA matrisi
- Ek 7 DM_1 tarafından doldurulan KFA matrisinin sayısallaştırılmış formu
- Ek 8 Seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinin sonuçları
- Ek 9 Fonksiyonel uygunluk belirleme sürecinin sonuçları
- Ek 10 DM_1 tarafından doldurulan fonksiyonel olmayan uygunluk matrisi
- Ek 11 Fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme sürecinin sonuçları
- Ek 12 Uygulama modellerinin LINDO paket programında çözümleri

Ek 1 Sistem gereksinimleri kontrol listesi

1.0	LOJİSTİK
1.1	Organizasyonel Yapı
1.1.1	Üretim tesisi ve ambar yerlerinin tanımlanabilmesi.
1.1.2	Üretim tesisleri ve ambar yerlerinin muhasebe bağlantısının yapılabilmesi.
1.1.3	Ülke takvimi, işletme takvimi tanımlanabilmesi.
1.1.4	Satınalma organizasyonları içinde görev bakımından farklılıklar gösteren satınalma kısımlarının şirket, işletme, depo, vb. bazında esnek
1.1.5	Organizasyon şemasının tanımlanabilmesi
1.2	Lojistik Ana Verileri
1.2.1	Malzeme tanımlamalarının farklı bazlarda yapılabilmesi (malzeme türü, depo, vb.)
1.2.2	Malzeme tanımlarındaki farklı bilgi gruplarının, ayrı ayrı yetki gruplarına yaratılıp güncellenmesi.
1.2.3	Malzeme ve satıcının; malzeme fiyatları, indirimler, nakliye masrafları gibi bilgilerini içeren bilgilerinin tutulabilmesi; farklı kurlar tanımlanabilmesi ve bilgilerin manuel olduğu gibi, otomatik olarak da güncellenebilmesi (Örn.: teklif girişi, satınalma siparişi, veya kontrat girişi ile bilgi kaydının güncellenmesi).
1.2.4	Bu bilgi kayıtlarının stoklu malzeme bazında olduğu gibi, stoksuz takip edilen belirli bir malzeme grubu bazında da oluşturulabilmesi.
1.2.5	Satıcı ile ilgili tüm verilerin, satınalma organizasyonu ile ilgili satınalma verilerinin, şirket bazında muhasebesel bilgilerin istendiğinde ayrı ayrı yetki gruplarına yaratılıp güncellenebilmesi.
1.2.6	Bir malzeme için birden fazla ölçü biriminin (satınalma ölçü birimi, temel ölçü birimi, depolama ölçü birimi vb.) kullanılabilmesi.
1.2.7	Tüm ölçü birimlerinin sadece ana ölçü birimleri ile değil birbirleriyle de aritmetiksel ilişkilerinin kurulabilmesi.
1.2.8	Farklı ölçü birimleri ile çalışılan malzemelerde miktar ile ilgili sorgulama yapıldığında en büyük ölçü biriminden başlayarak ayrı ayrı yada
1.2.9	Malzemelerin benzer özelliklerine göre (satınalma onay mekanizmalarına ve raporlamaya hizmet edebilecek şekilde) sınırsız sayıda gruplandırılabilmesi.
1.2.10	Lot (batch) takibi yapılabilmesi.
1.2.11	Parti numarası bilinen bir son ürünün içindeki malzemelerin parti numaralarının; bilinen bir parti bileşenin hangi üst ürünlerin üretiminde kullanıldığının belirlenmesi. (Ürün izlenebilirliği)
1.2.12	Bir malzemenin değişik satıcılar bazında fiyat tarihçesinin alınabilmesi, karşılaştırılabilmesi varsa korelasyon oluşturulabilmesi, sapmaların
1.2.13	Malzemelerin, satıcı bazında güncel ve gelecekteki fiyatlar ile satınalma koşullarının kayıtlarının tutulabilmesi, gerektiğinde operasyon simüle edilirken bu simülasyona veri olmak üzere bu kayıtların derlenebilmesi
1.2.14	Malzemelerin kullanıcı tarafından belirlenen kriterlerde sınıflandırılması.
1.2.15	Satınalma fiyatı, ek masraflar indirim grupları ve teslimat süreleri gibi kriterler bazında satınalma koşulları takip edilebilmesi.
1.2.16	Nakit indirim koşullarının sınırsız sayıda belirlenebilmesi, operasyon esnasında aynı malzemeler arasında bir karşılaştırma yapma durumunda bu
1.2.17	Her bir koşul kalemi için yapılabilecek manuel değişiklik miktarının alt ve üst limitlerinin karar verilen oranlarda önceden ayarlanabilmesi.
1.3	Satınalma
1.3.1	Planlanan ihtiyaç - ihtiyaç isteği - teklif talebi - teklif - satınalma siparişinin, birbirlerine referans edilerek ilişkilendirilebilmesi ve operasyon kararına istinaden teklif talep formunun otomatik olarak oluşturulması.
1.3.2	Operasyon kararı kesinleştiğinde belirlenen filtreleme göre sistemde otomatik ve manuel satıcı belirlemesi yapılabilmesi.
1.3.3	Sabit Kıymet ve Yatırımlar için yapılan alımların malzeme yönetimi kapsamında yapılabilmesi ve muhasebe/finans modülleriyle tam entegrasyonunun sağlanması.
1.3.4	Satınalma siparişinde bulunan kalemler bazında ayrı ayrı ve sipariş bazında ayrı satınalma koşulları belirlenebilmesi alternatiflerin mevcudiyeti durumunda bu koşulların karşılaştırmalı biçimde operatöre sunulması.
1.3.5	Satınalma talepleri için departman (masraf merkezi - şart), fiyat, üretim yeri, vb çoklu/karmaşık kriterler bazında otomatik onay mekanizması kurulabilmesi.
1.3.6	Satınalma belgeleri (teklif, sipariş, kontrat vb.) için de başta fiyat olmak üzere çeşitli kriterler bazında onay mekanizması kurulabilmesi. Onaylama durumunda ilgili satınalma belgelerinin otomatik olarak hazırlanması.
1.3.7	Belirli bir teklife, siparişe veya kontrata bağlı olarak teslimat planları yapılabilmesi.
1.3.8	Siparişteki malzemenin mal girişi sırasındaki hesap bağlantısının manuel olduğu gibi otomatik olarak da önerilebilmesi.
1.3.9	Bir satınalma siparişinde birden fazla masraf hesabına ait alım kalemlerin oluşturulabilmesi ve bir masraf hesabının birden fazla masraf yerine
1.3.10	Stoksuz malzemelerin satınalma siparişlerinde ya da taleplerinde kullanıcı tarafından girilen muhasebe hesabının doğruluğunun kontrolünün sistem tarafından yapılabilmesi.
1.4	Satıcı Değerlendirme
1.4.1	Başta fiyat, kalite, termine uygunluk olmak üzere şirket ihtiyacına göre de eklenebilecek temel satıcı değerlendirme kriterlerinin bulunması.
1.4.2	Temel değerlendirme kriterlerine bağlı alt kriterlerin standart sistemde bulunması, ihtiyaca göre kriterlerin artırılabilmesi.
1.4.3	Değerlendirme şeklinin otomatik ya da uygun olmaması durumunda manuel olarak belirlenebilmesi.
1.4.4	Sistemin Satıcı Değerlendirme opsiyonunun, şirketin satınalma yaptığı satıcıların ortak kriterlere göre değerlendirilebilmesini ve
1.4.5	Satıcı değerlendirme sisteminin kalite kontrol, stok yönetimi ve satınalma fonksiyonları ile entegre çalışması.
1.5	Stok Yönetimi
1.5.1	Malzeme stoklarının miktarsal ve tutarsal izlenebilmesi.
1.5.2	Stok hareketlerinden doğan mali kayıtların (muhasebe, maliyet) fiili maliyet başta olmak üzere pek çok statik ya da yaratılabilir senaryolara
1.5.3	Satınalma siparişine ilişkin yapılan mal girişlerinin, sipariş üzerindeki fiyattan yapılması ve fatura değerinden güncellenebilmesi.
1.5.4	Sistemde yapılan tüm mal hareketlerine istinaden belge üretiminin olması.
1.5.5	Malzeme hareket belgeleri ve satınalma belgelerinin, istenen formatta bir yazıcıya (EDI, fax, sistemci elektronik posta vb.) aktarılabilmesi.
1.5.6	Siparişe istinaden yapılan mal giriş hareketi sırasında, ilgili sipariş kaydını yaratmış olan satınalma elemanının, malın girişinin yapıldığına dair dahili posta ile uyarılması.
1.5.7	Planlanan tüketimler için malzeme stoklarının istenen bir bölümünün rezervasyonunun yapılabilmesi.
1.5.8	Malzeme stoklarının fiziksel olarak depolar arası, fabrikalar arası, şirketler arası transferlerinin takip edilebilmesi.
1.5.9	Malzeme stoklarının parti numarası, malzeme numarası ve stok statüsü (geçici kabul, kullanılabilir stok, bloke stok, iade stok, rezerve, vb.) ile takip edilebilecek düzeyde olması.
1.5.10	Üretim emirlerine bağlı olarak ilgili ürün ağaçlarındaki malzeme/yarı mamullerin otomatik olarak rezerve edilebilmesi.
1.5.11	Üretim emirlerine rezerve edilmiş malzemelerin hareketlerinin üretim emri numarası referansı ile yapılabilmesi.
1.5.12	Stok Yönetimi ile Kalite Yönetimi modüllerinin, malzeme giriş ve çıkış hareketleri açısından birbirleriyle entegre olarak çalışabilmesi.
1.5.13	Mal girişi kaydı sırasında kalite kontrolü yapılacak giriş partisi için otomatik olarak kalite analiz lotu üretilmesi
1.5.14	Bu lot numarası bazında kalite kararlarının (kabul, şartlı kabul, satıcıya iade, vb.) verilerek satıcı değerlendirme sistemine verilerin otomatik
1.5.15	Sistemin örnekleme, sürekli, periyodik ve döngüsel sayım yöntemlerini desteklemesi.

1.6	Depo Yönetimi
1.6.1	Sistemin depo yönetimi modülünün, radyo frekans kontrollü depoları, çok katlı raf sistemlerini, özel dizayn edilmiş depolama alanlarını, dökme (bulk) depolama alanlarını, vb. desteklemesi.
1.6.2	Mal girişleri, çıkışları, fabrika içi ve dışı stok transferleri, fiks adreslerin otomatik doldurumu, stok farklılıklarının düzeltilmesi gibi aktivitelerin desteklenmesi.
1.6.3	Standart sistemde çok çeşitli "yerleştirme" ve "toplama" stratejileri kullanımı ve istendiğinde yeni stratejiler tanımlanabilmesi.
1.6.4	Stok Yönetimi, Üretim Planlama, Kalite Yönetimi ve Satış/Dağıtım fonksiyonları ile tam bir entegrasyon içinde çalışması.
1.7	Raporlama
1.7.1	Temel satılma raporlarının (malzeme, satıcı, üretim yeri, stok, vb. bazında) yanısıra, sistemde mevcut bazı değişkenler ile satılma sipariş
1.7.2	Sistemin standart sorgulamaları ve listeleri haricinde farklı kullanıcı gruplarının kendi kullanımları doğrultusunda raporlar üretebileceği bir bilgi
2.0	ÜRETİM PLANLAMA
2.1	Talep Yönetimi
2.1.1	Tahmin yapılabilmesi.
2.1.2	İşletme içi ve dışı kaynaklardan tahmin için gerekli girdileri toplayabilmesi.
2.1.3	Yeni ürünler için, benzer ürünlerin ihtiyaç ve tahmin verilerini bunun yanında çeşitli piyasa tepkilerini dikkate alarak tahminler yapılabilmesi.
2.1.4	Çeşitli birimler tarafından ayrı ayrı yapılan bu tahminlerin konsolide edilebilmesi.
2.1.5	Talep yönetiminde birden fazla senaryo ile çalışılabilmesi.
2.1.6	Malzeme, malzeme grupları bazında tahmin, üretim planlama ve kapasite planlama imkanının bulunması.
2.1.7	Değişik planlama stratejileri (stoğa, siparişe, parti büyüklüğüne, vb göre) ve tüketim mantıkları ile planlama yapılabilmesi.
2.1.8	Ürün ağacının alt seviyelerindeki yarı mamuller için de çeşitli planlama stratejileri ile doğrudan (o seviye için) üretim programı yapılabilmesi ve
2.2	MRP/Simülasyona Yönelik MRP
2.2.1	Planlama ufkunun (süresinin) şirket özelliklerine göre tanımlanabilmesi.
2.2.2	MRP sonuçlarına hızlı ulaşılabilmesi ve sık aralıklarla çalıştırılabilmesi amacıyla, sadece tekrar planlamasını gerektirecek bir değişikliğe uğramış
2.2.3	MRP sonuçlarının değerlendirilmesi amacı ile mesajlar, uyarılar verebilmesi.
2.2.4	MRP sonucunda satılma talep ve siparişlerinin istendiğinde otomatik olarak oluşturulabilmesi.
2.2.5	Yeniden sipariş seviyesine göre planlama yönteminde sipariş açma seviyesi kullanıcı tarafından manuel olarak sisteme girilebildiği gibi, sistemin
2.2.6	Statik/dinamik lot büyüklüklerinin manuel/otomatik olarak belirlenebilmesi.
2.2.7	Malzeme İhtiyaç Planlamasında "Tahmin" kullanımının mümkün olması.
2.2.8	Bütçeleme çalışmalarına kaynak teşkil edecek; uzun dönemli (6 aylık, yıllık, vb.) üretim planlarının senaryolar bazında yaratılıp; satılma, maliyet, stok, kapasite gereksinimi açısından alternatif senaryoların değerlendirilebilmesi. Bu fonksiyonun yürüten sistemden ayrı çalıştırılıp istendiğinde etkinleştirilmesi.
2.2.9	MRP'den ayrı, planlaması kritik ve/veya dar boğazlarda üretilen malzemelerin değişen taleplere göre hızlıca planlanabilmesi için Ana Üretim Planlamasının yapılabilmesi.
2.2.10	MRP'nin; bir malzemenin tek seviyesi veya tüm ürün ağacı seviyeleri için; veya tüm malzemeler için çalıştırılabilmesi
2.2.11	Aynı mamulün, hem içeriden (üretim), hem de dışarıdan (satılma, fason) tedarik edebilmesi.
2.2.12	Dinamik emniyet stoğu kullanabilmesi.
2.3	Kapasite Planlama
2.3.1	Sistemde sonlu kapasite planlama ve çizelgeleme yapılabilmesi.
2.3.2	Kısıtların ve optimizasyon kriterlerinin kolayca uyarlanabilmesi.
2.3.3	Müşteri siparişlerinin, terminlerinden sapmasını minimize etmesi.
2.3.4	Müşteri siparişleri ile üretim siparişleri arasındaki ilişkiyi kurup, zamanında yetiştirilemeyen siparişler için öneri teslimat tarihleri belirleyebilmesi.
2.3.5	Bir ürün grubunun üretiminden diğerine geçişlerdeki hazırlık zamanlarının tanımlanabilmesi ve böylece harcanan hazırlık zamanlarını minimize edilmesi.
2.3.6	Bir ürünün tüm ürüne ihtiyaç seviyeleri için yapılan çizelgelerin birbirleri ile tutarlılığını sağlayıp, tutarsızlıkları yakalayabilmesi.
2.3.7	Bir ürün/operasyon için girilen alternatif iş merkezlerinin (üretim bantlarının) tercih sıralarını dikkate alması.
2.3.8	Çizelgeleme sırasında alternatif iş merkezlerinin aynı ekranda görülebilmesi.
2.3.9	Grafik ortamda interaktif çalışılabilmesi ve kullanıcının çeşitli optimizasyon kriterlerine göre simülasyon yapabilmesi
2.3.10	Herhangi bir kısıtlama sebebiyle oluşan tutarsızlıkları sunup, düzeltme imkanı sağlaması.
2.3.11	Bakım/onarım modülü ile entegre çalışıp, bakım programlarına göre kapasite varlıklarını ayarlayabilmesi.
2.4	Üretim Kontrol
2.4.1	Parti (lot) numarası tanımlanabilmesi ve stokların bu takip numarası altında takip edilebilmesi.
2.4.2	Lot numaraları ile sistemde geçmiş verilerin izlenebilirliğinin sağlanabilmesi.
2.4.3	Bitmiş ürünlerde seri numarası takibi yapılabilmesi.
2.4.4	Üretim bildirimlerinin, üretim iş merkezlerine bağlı otomatik veri toplayıcılar ile yapılabilmesi ve bu ara programın sistemle on-line haberleşmesinin sağlanması.
2.4.5	Operasyon bazında harcanan makine, işçilik, hazırlık zamanlarının gerçekleşen değerler üzerinden girilebilmesi ve fiili ürün maliyetini hesaplayabilmesi.
2.4.6	İş emri bazında olduğu gibi operasyon ya da operasyon grupları bazında planlanan ya da gerçekleşen maliyetlerin izlenebilmesi.
2.4.7	Yeniden işleme gerektiğinde, miktar ve maliyet açısından kontrolü sağlaması ve yeniden işleme maliyetlerini orjinal siparişe bağlayabilmesi.
2.5	Üretim Ana Verileri
2.5.1	Üretim ana verilerinin proses tipi üretime uygun olması.
2.5.2	Üretim, taşıma, depolama sırasında meydana gelebilecek firelerin, ihtiyaç planlaması sırasında hesaba katılmasının sağlanması.
2.5.3	Ürün ağacının, proses sırasında kullanılan, proses sonunda açığa çıkıp geridönüşüm ile prosesin başına dönen solvent içerebilmesi.
2.5.4	Operasyon planlarının tanıtıldığı ana kayıta, ürün ağacı bileşenlerinin hangi operasyonda kullanıldığının gösterilebilmesi.
2.5.5	İlk operasyonları ayrı ayrı paralel kollarından gidip daha sonra aynı operasyon adımlarında birleşen operasyonların tanımlanabilmesi.
2.5.6	Operasyon planına girilen süreler ile kapasite ihtiyacı, termin tarihleri ve maliyetlerin hesaplanabileceği formüller kullanılması
2.5.7	Operasyon planlarında kalite kontrol noktalarının tanımlanabilmesi, gereken kalite kontrol işlemlerinin sistem üzerinde yürütülebilmesi.
2.5.8	Kaynak (iş merkezlerinin) kapasitelerinin zaman boyutuna ek olarak birden fazla boyutta tanımlanabilmesi (bir andaki kg, m ² ...).
2.5.9	İş merkezleri için hiyerarşik yapılar kurulup, hiyerarşinin üst seviyesi içinde kapasite analizleri yapılabilmesi.
2.6	Raporlama
2.6.1	Temel üretim raporlarının (malzeme, iş merkezi, operasyon, üretim emri, malzeme kullanımı vb. bazında) alınabilmesi, plan - fiili karşılaşturmalarının yapılabilmesi.
2.6.2	Sistemin standart sorgulamaları ve listeleri haricinde farklı kullanıcı gruplarının kendi kullanımları doğrultusunda raporlar üretebileceği bir bilgi
2.6.3	Proses parametrelerinin istenilen grafikleme yöntemi ile gösterilebilme yeteneğinin mevcut olması.
3.0	SATIŞ YÖNETİMİ
3.1	Satış Ana Verileri
3.1.1	Sınırsız sayıda şirket tanımlayabilme.

3.1.2	Şirketlerarası faturalama ve diğer işlemler olanaklarının bulunması. Bu şirketler içinde herhangi birinde gerçekleşen bir planlama, operasyon veya raporlama kriteri vs. otomatik olarak daha önce tanımlanmak üzere veya işlem sırasında operatör isteğine bağlı olarak diğer şirketlere eş zamanlı uygulanabilmesi.
3.1.3	Birden fazla satış organizasyonu, satış personeli tanımlanabilmesi ve istenen satışlarla ilişkilendirilebilmesi.
3.1.4	Coğrafi satış bölgelerinin, rootların, şehirlerin, şehir içindeki bölgelerin ve bölgeler içindeki alt dış müşteri çeşitlemelerinin tanımlanabilmesi.
3.1.5	Ürün bazında uluslararası standartlaşmış bilgileri tanımlanabilmesi (ISO veya Ortak Pazara uygunluk).
3.1.6	Müşteri gruplaması yaparak (sektör, güvenilirlik, kapasite, vb.) fiyat, indirim gibi kriterlerin her bir tanımlama grubu içerisinde birlikte ya da ayrı ayrı kullanıcı tarafından da sınırsız olarak tanımlanabilmesi ve analizinin yapılabilmesi.
3.1.7	Müşteri bazında birden fazla adres tanımlanabilmesi.
3.1.8	Müşteri bazında esnek, parametrik (kullanıcının formülasyonunu tanımlayabildiği) risk yönetimi uygulayabilme. Uygulama sonucunda
3.1.9	Sınırsız sayıda ürün fiyatı tanımlayabilme.
3.1.10	Müşteri bazında ürün fiyatı tanımlayabilme.
3.1.11	Müşteri, ürün bazında opsiyon (vade, ödeme koşulları) tanımlayabilme.
3.1.12	Farklı kur tanımlayabilme; faturalama ve satış analizlerinde kullanılabilmeye.
3.1.13	Esnek indirim tanımlayabilme (fatura kalemi bazında yüzdesel indirim, bedelsiz, vb.).
3.1.14	Ürün ve müşteri hiyerarşisi bazında indirim, vade, prim ve fiyat senaryoları uygulayabilme.
3.1.15	Ürün ve müşteri hiyerarşisi tanımlayabilme; satış analizlerinde kullanılabilmeye.
3.1.16	Tüm ana bilgi tanımları için seçimli, kullanıcı tarafından değiştirilebilen, parametrik bilgi/seçim ekranları ve raporlarının mevcut olması.
3.2	Teklif
3.2.1	Ürün, miktar, fiyat, opsiyon, geçerlilik tarih aralığı, açıklamalar gibi bilgileri kapsayan teklifin proje yönetim modülü ile ilintili olarak otomatik
3.2.2	Teklif/sipariş/üretim emri/sevkiyat/faturalama süreçlerinin birbiriyle ilişkilendirilebilmesi veya tek bir kod altında takip ve analiz edilebilmesi.
3.3	Sözleşme
3.3.1	Ürün, miktar, fiyat, opsiyon, geçerlilik tarih aralığı, açıklamalar gibi bilgileri kapsayan sözleşme oluşturabilme.
3.3.2	Sözleşme/sipariş/üretim emri/sevkiyat/ faturalama süreçlerinin tek bir kod altında takip ve analiz edilebilmesi.
3.4	Sipariş
3.4.1	Gerektiğinde teklif veya sözleşme ile ilişkilendirilebilme.
3.4.2	Sipariş; ürün, miktar, fiyat, sevkiyat tarihi, sevkiyat şekli, ambalaj, opsiyon, indirim, termin süresi tanımlarının ana bilgilerden otomatik gelebilmesi ve değiştirilebilmesi.
3.4.3	Sipariş girişinde müşteri kredi risk kontrolleri yapılması. Risk aşımı durumunda sipariş girilmeli ancak yetkilendirmeye bağlı olarak ırsaliye
3.4.4	Sipariş girişinde stok kontrolü ve tahsisi (stok tahsisi) yapılması.
3.4.5	Sipariş girişinde öncelik tanımlayabilme.
3.4.6	Siparişlerin stok tahsisi yönetimi (raporlama, değişiklik (öncelik), değişiklik yetkilendirme, izleme) olması.
3.5	Sevkiyat
3.5.1	Mal çekiş listesi (pick list) yaratabilme.
3.5.2	Adresler, ürün, miktar, fiyat, opsiyon ve indirim bilgilerinin sevkiyat bazında değiştirilebilmesi ve bu bilgilerin faturaya otomatik taşınması.
3.5.3	Araç bilgilerini (nakliye şirketi, araç tipi, kapasite, şoför, plaka) tanımlanabilmesi ve takip edilebilmesi.
3.5.4	İrsaliye basımında esnek form dizayn olanağının bulunması.
3.6	Faturalama
3.6.1	Adresler, ürün, miktar, fiyat, opsiyon, indirim bilgilerinin fatura bazında değiştirilebilmesi.
3.6.2	Fatura basımında esnek form dizayn olanağının bulunması.
3.6.3	Dövizli satışlarda fatura basımı anında Döviz-TL dönüşüm olanağının bulunması.
3.6.4	Cari hesaba otomatik borç kaydı oluşturması (Finansal Entegrasyon).
3.6.5	Farklı fatura tipleri ve formları tanımlayabilme, müşteriye atanabilmesi (normal, ihracat, ihraç kaydıyla satış vb.).
3.6.6	Fiyat farkı faturalarının sisteme girişi, ilgili ürünün satışına ve karlılığına yansımaları.
3.6.7	Gereken detaylara sahip, yasal mevzuata ve uluslararası standartlara uygun ihracat takibi ve faturalama yapılması.
3.7	Satış Tahminleri
3.7.1	İstenen bazlarda (yıllık, aylık), önceki yıllardaki satışları baz alarak satış tahmini tanımlanabilmesi ve revize edilebilmesi.
3.7.2	Birden fazla satış tahmini tanımlayabilme olanağı (versiyonlar), tanımlanan kurallar dahilinde kopyalama yaparak yeni versiyon oluşturabilmesi
3.7.3	Satış tahminlerinin esnek, pratik, taşınabilir (spreadsheet-sistem arası transfer) yapıya sahip olması.
3.7.4	Gruplamalar kullanarak parametrik raporlama, planlanan/gerçekleşen analizleri yapabilmeye.
3.7.5	0 noktasından en alt birime kadar ürün yada müşteri bazında tüm katmanların birbirleri ile istatistiksel ilişkilerinin raporlanabilmesi.
3.8	Satış Analizleri ve Raporları
3.8.1	Genel ihtiyaca yönelik, ayrıntılı, çok sayıda standart satış raporunun sistemde varolması.
3.8.2	Esnek bir raporlama (grafik tabanlı) aracı olması.
3.9	Pazarlama
3.9.1	Rakip firma, ürün, fiyat, satış takip ve karşılaştırma olanağının bulunması.
3.9.2	Müşteriye ait detay bilgilerin tutulabilmesi ve güncellenebilmesi.
3.9.3	Müşteri talep ve şikayetlerinin takip edilebilmesi.
3.9.4	Müşteri iadelerinin iade gerekçeleri ve müşteriler bazında izlenebilmesi.
3.10	Diğer
3.10.1	Müşteri bazında esnek, parametrik (kullanıcının formülasyonunu tanımlayabildiği) prim hesaplama sisteminin bulunması.
3.10.2	Müşteri bazında esnek, parametrik (kullanıcının formülasyonunu tanımlayabildiği) vade farkı hesaplama sisteminin bulunması.
3.10.3	Geçmiş satışların (önceki sistemden) müşteri bazında, aylık, miktar/tutar olarak sisteme aktarılabilmesi, bugün ile karşılaştırılabilmesi.
4.0	MALİ İŞLER
4.1	Genel Muhasebe
4.1.1	Birden fazla şirket tanımlanabilmesi. Bu şirketler içinde herhangi birinde gerçekleşen bir planlama, operasyon veya raporlama kriteri vs.
4.1.2	Hesap planı tanımlanabilmesi, mevcut hesap planında değişiklik yapılabilmesi
4.1.3	Birden fazla hesap planı ile çalışabilmesi, birden fazla muhasebe defteri tutabilmesi
4.1.4	Birden fazla döviz cinsi ile işlem ve rapor bazında kayıt tutabilmesi. Belirlenen döviz türlerinin güncellemesinin internet vasıtası ile otomatik olarak güncellenebilmesi
4.1.5	Yabancı para cinsinden muhasebe kaydı oluştururken sistemde tanımlı ya da işlem sırasında tanımlanabilecek kurun baz alınmasına olanak sağlanması
4.1.6	Yerel mevzuata uygun kayıt tutabilmesi aynı zamanda uluslararası muhasebe mevzuatlarına uygunluğun mevcudiyeti
4.1.7	Muhasebe dökümanları için belge tarihi/kayıt tarihi/sistem tarihinin ayrı ayrı tutulabilmesi ve hesap aralığı/tutar/tarih/kayıt yapan kişiye ve onay merciiine göre sorgu yapılabilmesi.
4.1.8	Tutar alanlarında basamak adedi sınırlamasının olmaması
4.1.9	Önceden ödenen giderlerin ilgili periyotlarda otomatik tahakkukunun yapılabilmesi ve muhasebeleştirilmesi

4.1.10	Dönem sonu işlemlerinde (gelir-gider hesaplarının kapatılması ve sermaye hesaplarının güncellenmesi) otomatik mahsup üretebilmesi
4.1.11	Dönem sonu kapanış işlemlerinde kapanış ve bir sonraki dönemin açılış yevmiyelerinin otomatik oluşturulması
4.1.12	Hesap planı bir sonraki döneme aktarılırken çalışmayan hesapların elimine edilmesi
4.1.13	Esnek hesap kodları ve yardımcı defter tanımlamalarının yapılabilmesi
4.1.14	Muhasebe hareket tiplerinin tanımlanabilmesi
4.1.15	Muhasebe fişi kesilirken otomatik borç/alacak dengliği kontrolü
4.1.16	Gider hareketleri ile ilgili otomatik maliyet kaydı oluşturması
4.1.17	Mahsup sıra numarasının sistem ya da kullanıcı tarafından verilmesi
4.1.18	Ekranda mizan görüntülendiğinde, mizandan hesaba, hesaptan harekete, harekettten muhasebe fişine geçmeye olanak sağlaması
4.1.19	Kayıt girişi sırasında sistemdeki kayıtların sorgulanmasına olanak sağlaması
4.1.20	Ana hesap/yardımcı hesap ana veri yaratılmasında yetki tanımlaması/sınırlaması
4.1.21	Benzer ana veri yaratılmasında kopyalamaya olanak sağlaması
4.1.22	Benzer hareket girişleri için şablon tanımlanmasına olanak sağlaması
4.1.23	Muhasebe fişi oluşturulmasında yetki tanımlaması/sınırlaması
4.1.24	Ana veri ve hareket kayıtlarının değiştirilmesi/silinmesinde yetki tanımlaması
4.1.25	Ana veri ve hareket kayıtlarında yapılacak değişikliklerin izinin takibi
4.1.26	Muhasebe fişi değiştirme ve silinmesi üzerine kısıtlayıcı kurallar
4.1.27	Muhasebe fişi değiştirme üzerine kolaylıklar
4.1.28	Muhasebe fişleri üzerinde yapılan değişikliklerin ve silmelerin sistemde takibinin yapılabilmesi
4.1.29	Yapılan bir muhasebe kaydının otomatik ters kaydının oluşturulabilmesi
4.1.30	Yapılan bir muhasebe kaydının değiştirilmesi
4.1.31	Yapılan bir muhasebe kaydının silinmesi
4.1.32	Muhasebe fişinde satır sınırlaması
4.1.33	Muhasebe kaydına kapatılan dönemler için muhasebe kaydı yaratılmasının engellenmesi
4.1.34	Kayıda kapatılan dönemlerin kullanıcı tarafından üçüncü kişi desteği olmadan normal bir kayıt gibi görüntülenebilmesi
4.1.35	Dönem sonlarında KDV beyannameyi bilgisayarın otomatik hesaplamasını ve beyanname kesiminden sonra ilgili hesapların kullanıcı bazında işlem kaydına kapatılması
4.1.36	Çıkarılmış hisse senetleri (1,000,000'dan fazla), yapılan sermaye arttırmaları ve kar dağıtım payları bilgilerinin sistemde tutulabilmesi / mevcut
4.1.37	Excel, Lotus 123 gibi spreadsheet programlarına veri transferine uygunluk
4.2	Müşteriler Muhasebesi
4.2.1	Müşteri cari - muhasebe entegrasyonu
4.2.2	Satış faturaları kesilirken siparişten/irsaliyeden otomatik veri transferi yapılabilmesi
4.2.3	Birden fazla vergi oranının tanımlanabilmesi ve bunların mamul çeşitleriyle eşleştirilebilmesi
4.2.4	Sistemde tanımlı vergi çeşitlerine göre fatura üzerinde vergi miktarının otomatik hesaplanıp ilgili vergi hesaplarına otomatik işlenmesi
4.2.5	Satış faturasında ödeme koşulunun belirtilmesine olanak sağlaması
4.2.6	Müşteri bazında ödeme koşulu tanımlanabilmesi
4.2.7	Ürün bazında ödeme koşulu tanımlanabilmesi
4.2.8	Aynı zamanda hem müşteri hem de satıcı olan hesapların beraber takibinin yapılabilmesi ve hesapların mahsuplaştırılmasında kolaylık sağlaması
4.2.9	Tahsilat - ödeme koşulu/vade karşılaştırmasına istinaden otomatik vade farkı/kur farkı hesaplaması ve kullanıcı onayına bağlı olarak otomatik
4.2.10	Dönem sonunda yabancı para cinsinden hareket gören cari hesaplarda otomatik değerlendirme/kur farkı hesaplaması ve muhasebe kaydının
4.2.11	Bir tahsilatın birden fazla fatura ile eşlenebilmesi
4.2.12	Bir faturanın birden fazla tahsilat ile eşlenebilmesi
4.2.13	Sipariş/fatura ödeme koşuluna istinaden yaşlandırma analizi ya da vadelere göre tahsilat analizleri yapılması
4.2.14	Ödeme koşullarında değişiklik yapılabilmesi ve bu değişikliklere bağlı olarak yaşlandırma analizinin güncellenmesi
4.2.15	Müşterinin cari hesabı içerisinde ödeme şekillerine bağlı tahsilat tarihçesinin takip edilebilmesi/raporlanması
4.2.16	Müşteri risk hesaplamasının otomatik olarak yapılabilmesi
4.2.17	İhracat dosyası takibinin yapılabilmesi
4.2.18	İhracatların döviz cinsinden de takip edilebilmesi
4.2.19	Fatura bazında ödeme şekli (nakit, havale, çek/senet) tanımlanabilmesi
4.2.20	Satış faturalarında satır sınırlaması
4.2.21	Satış/Muhasebe/Maliyet Yönetimi işlemlerinde farklı birimlerin kullanılıp, bunların birbirlerine dönüştürülmesinde otomatik hesaplama yapması
4.2.22	Alınan teminat mektuplarının müşteri ve tarih bazında takibinin yapılabilmesi
4.2.23	Teminat mektuplarının bitim sürelerine göre listelenebilmesi
4.2.24	Teminatsız müşterilerin ayırt edilebilmesi
4.2.25	Hesap planındaki hesap kodu tanımlamasından ayrı Müşteri Grubu tanımlayabilme
4.2.26	İstene Müşteriler ve/veya Müşteri Grupları için gün bazında tarih aralığı vererek rapor alınabilmesi
4.2.27	Mutabakat mektuplarının istenen tarihteki bakiye için istenen müşteriler ya da müşteri grupları için otomatik oluşturulabilmesi
4.2.28	Mutabakat mektuplarının formatının kullanıcı tarafından düzenlenebilmesi
4.2.29	Kayıt girişi sırasında sistemdeki kayıtların sorgulanmasına olanak sağlaması
4.2.30	Benzer ana veri yaratılmasında kopyalamaya olanak sağlaması
4.2.31	Müşteri ana veri yaratılmasında yetki tanımlaması
4.2.32	Müşteri hareketlerinin oluşturulmasında/kaydedilmesinde yetki tanımlaması
4.2.33	Müşteri hareketlerinin/ana verilerinin değiştirilmesi/silinmesinde yetki tanımlaması
4.2.34	Müşteri hareketlerinde ve ana verilerinde yapılacak değişikliklerinin takibi
4.2.35	'Fatura değiştirme' üzerine kısıtlayıcı kurallar
4.2.36	'Fatura değiştirme' üzerine kolaylıklar
4.2.37	Fatura üzerinde yapılan değişikliklerin sistemde takibi
4.2.38	İade faturalarının kaydının/takibinin yapılabilmesi
4.2.39	Müşteri bazında yapılan iadelerin raporlanabilmesi
4.2.40	Müşteri kod yapısının esnek tanımlanabilmesi
4.2.41	Müşteri kodlarının sistem tarafından ya da kullanıcı tarafından tanımlanmasına olanak sağlaması
4.2.42	Müşteri sistemleriyle entegrasyona olanak sağlaması
4.2.43	İnternet üzerinden sipariş alınmasına olanak sağlaması
4.3	Satıcılar Muhasebesi
4.3.1	Satıcı cari - muhasebe entegrasyonu
4.3.2	Hesap planındaki hesap kodu tanımlamasından ayrı Satıcı Grubu tanımlanabilmesi
4.3.3	Satıcılar için birden fazla gruplama çeşidine aynı anda olanak sağlaması
4.3.4	Satıcıların ödeme önceliğine göre gruplanabilmesi ve bunun ödeme planına yansıtılabilmesi

4.3.5	Aynı anda hem müşteri hem de satıcı olan hesapların beraber takibinin yapılabilmesi ve hesapların mahsuplaştırılmasında kolaylık sağlanması
4.3.6	Birden fazla vergi oranının tanımlanabilmesi ve malzemelerle bağlantısının kurulabilmesi
4.3.7	Sistemde tanımlı vergi çeşitlerine göre fatura üzerinde vergi miktarı otomatik hesaplanıp ilgili vergi hesaplarına otomatik işlenmesi
4.3.8	Satın alma faturasında ödeme koşulu/vade bilgisi belirtilmesine olanak sağlanması
4.3.9	Satıcı bazında ödeme koşulu tanımlanabilmesi
4.3.10	Fatura girişinin, satın alma siparişini veya mal girişini referans olarak yapılabilmesi
4.3.11	Mal girişi sırasında malın cinsi ve miktarının siparişle karşılaştırılması, farklılık durumunda uyarı mesajı verilmesi
4.3.12	Fatura girişi sırasında siparişle birim fiyat, ödeme koşulu ve miktar karşılaştırmasının yapılması. Fiyat farklılığı durumunda önceden belirlenen
4.3.13	Satın alma siparişi ya da kalemi ile ilişkilendirilebilen avans kayıtlarının sistemde yaratılabilmesi
4.3.14	İade faturalarının kaydının/takibinin yapılabilmesi
4.3.15	Satıcı bazında yapılan iadelerin raporlanabilmesi
4.3.16	Fatura kontrolü ve kaydı sırasında satın alma siparişi üzerinde planlanmış ya da planlanmamış teslimat masraflarına ait işlemlerin yapılmasına imkan tanınması
4.3.17	Otomatik fatura-ödeme karşılaştırması/eşlemesi yapılması
4.3.18	Verilen çek/senetlerin sipariş ve faturayla ilişkilendirilebilmesi. Karşılıksız çek karşılıklarının teklif aşamasından başlayarak oluşturulan zincire
4.3.19	Ödeme - ödeme koşulu/vade karşılaştırmasına istinaden otomatik vade farkı/kur farkı hesaplanabilmesi
4.3.20	Bir ödemenin birden fazla fatura ile eşlenebilmesi
4.3.21	Bir faturanın birden fazla ödeme ile eşlenebilmesi
4.3.22	Bir siparişin birden fazla irsaliye ile kapatılabilmesi
4.3.23	Sipariş/fatura ödeme koşuluna istinaden yaşlandırma analizi ya da vadelere göre ödeme analizlerinin yapılabilmesi
4.3.24	Satıcılara yapılan ödemelerin vade bilgileri göz önünde bulundurularak tarihesinin izlenebilmesi
4.3.25	Dönem sonunda yabancı para cinsinden hareket gören cari hesaplarda değerlendirme/kur farkı hesaplamasının ve muhasebe kaydının otomatik
4.3.26	İthalat dosyası takibinin yapılabilmesi
4.3.27	İthalatların döviz cinsinden de takip edilebilmesi
4.3.28	Satın alma faturalarında girilen ödeme koşulu bilgilerine göre ödeme planının otomatik oluşturulup, güncellenebilmesi
4.3.29	Fatura bazında ödeme şekli (nakit, havale, çek/senet) tanımlanabilmesi
4.3.30	Satın alma faturalarında satır sınırlaması
4.3.31	Satın alma/Muhasebe/Maliyet Yönetimi işlemlerinde farklı birimlerin kullanılıp, bunların birbirlerine dönüştürülmesinde otomatik hesaplama
4.3.32	Verilen teminat mektuplarının satıcı ve tarih bazında takibinin yapılabilmesi
4.3.33	Teminat mektuplarının bitim sürelerine göre listelenebilmesi
4.3.34	İstenen Satıcı ve/veya Satıcı Grupları için gün bazında tarih aralığı vererek rapor alınabilmesi
4.3.35	Mutabakat mektuplarının istenen tarihteki bakiye için istenen satıcılar ya da satıcı grupları için otomatik oluşturulabilmesi
4.3.36	Mutabakat mektuplarının formatının kullanıcı tarafından düzenlenebilmesi
4.3.37	Kayıt girişi sırasında sistemdeki kayıtların sorgulanmasına olanak sağlanması
4.3.38	Benzer ana veri yaratılmasında kopyalamaya olanak sağlanması
4.3.39	Satıcı ana veri yaratılmasında yetki tanımlaması
4.3.40	Satıcı hareketlerinin oluşturulmasında / kaydedilmesinde yetki tanımlaması
4.3.41	Satıcı hareketlerinin/ana verilerinin değiştirilmesi/silinmesinde yetki tanımlaması
4.3.42	Satıcı hareketlerinde ve ana verilerinde yapılacak değişikliklerinin takibi
4.3.43	Fatura bilgisi değiştirme üzerine kısıtlayıcı kurallar
4.3.44	Fatura bilgisi değiştirme üzerine kolaylıklar
4.3.45	Fatura üzerinde yapılan değişikliklerin sistemde takip edilebilmesi
4.3.46	Satıcı kod yapısının esnek tanımlanabilmesi
4.3.47	Satıcı kodlarının sistem ya da kullanıcı tarafından tanımlanmasına olanak sağlanması
4.3.48	Satıcı bilgi sistemleriyle entegrasyona olanak sağlanması
4.4	Hazine ve Nakit Yönetimi
4.4.1	Satış modülü ile entegre tahsilat planı oluşturabilmesi
4.4.2	Müşteri grubu/vade kırılımında tahsilat raporu alınabilmesi
4.4.3	Satış faturalarında girilen ödeme koşulu bilgilerine göre tahsilat planının otomatik oluşturulup güncellenmesi
4.4.4	Satın alma modülü ile entegre ödeme planı oluşturabilmesi
4.4.5	Tahsilatlar sisteme girildikçe tahsilat planının otomatik olarak güncellenmesi
4.4.6	Ödemeler sisteme girildikçe ödeme planının otomatik güncellenmesi
4.4.7	Siparişte ya da faturada yapılan değişikliklere göre tahsilat planı güncellemesi yapabilmesi
4.4.8	Siparişte ya da faturada yapılan değişikliklere göre ödeme planı güncellemesi yapabilmesi
4.4.9	Satıcı grubu/vade kırılımında ödeme raporu alınabilmesi
4.4.10	Tahsilat ve ödeme planına bağlı otomatik Nakit Akım Planı oluşturabilmesi
4.4.11	Çek/senet - muhasebe entegrasyonu
4.4.12	Çek/senet, çek/senet portföyü, kasa defteri, kambiyo defteri gibi yerleştirme kapsamında olan defter/kayıt/raporların alınabilmesi
4.4.13	Çek girişi ve çıkışlarında bordro kullanımına olanak sağlanması
4.4.14	Firma çeklerinin (Continuous Cheque) basılmasına olanak sağlanması, otomatik muhasebe kayıtlarını oluşturmaları
4.4.15	Alınan çeklerin optik okuyucu vasıtasıyla sisteme girilebilmesi
4.4.16	Alınan çekler için çeki son ciro eden iki kişi/kurum bilgisinin sistemde tutulabilmesi
4.4.17	Çeşitli vade gruplaması/kırılımlarına göre portföydeki ve verilen çeklerin raporlanması/takibi
4.4.18	Belirli bir tarihte/tarih aralığında portföyde bulunan çeklerin banka/müşteri/vade/tutar bazında listelenmesi
4.4.19	Alınan çekler için müşteri bazında ortalama vade hesaplanabilmesi
4.4.20	Çek alınıp tarihi, çek vade tarihi ve banka tahsil (valör) tarihine göre rapor alınabilmesi
4.4.21	Müşteri/Müşteri Grubu/Vade kırılımında iade edilen/karşılıksız çıkan çeklerin listelenebilmesi, bu verilere dayalı olarak müşteri carinin
4.4.22	Alınan çek/senetlerin müşteri bazında takibi ve çek/senetlerin tarihesinin izlenebilmesi
4.4.23	Alınan çek/senetlerin sipariş ve faturayla ilişkilendirilebilmesi
4.4.24	Başka sistemlerden çek/senetlerle ilgili veri alınmasına olanak sağlanması, muhasebe kayıtlarının oluşturulabilmesi
4.4.25	Çek/senetler için otomatik reeskont hesaplaması ve muhasebe kaydının otomatik oluşturulabilmesi
4.4.26	Mutabakat mektuplarının istenen tarihteki bakiye için istenen bankalar için otomatik oluşturulabilmesi
4.4.27	Mutabakat mektuplarının formatının kullanıcı tarafından düzenlenebilmesi
4.4.28	Benzer ana veri yaratılmasında kopyalamaya olanak sağlanması
4.4.29	Kasa/banka hesaplarının Nakit Yönetimi modülü ile entegre çalışması
4.4.30	Kayıt girişi sırasında sistemdeki kayıtların sorgulanmasına olanak sağlanması
4.4.31	Kasa ve Banka ana veri yaratılmasında yetki tanımlaması
4.4.32	Kasa ve Banka hareketlerinin oluşturulması/kaydedilmesinde yetki tanımlaması
4.4.33	Kasa ve Banka hareketlerinin/ana verilerinin değiştirilmesinde/silinmesinde yetki tanımlaması
4.4.34	Kasa ve Banka hesaplarında hareketlerde ve ana verilerde yapılacak değişikliklerin izinin takibi
4.4.35	Kullanılan kredilerin sistemde tanımlanıp ilgili periyodlara ait faizlerin otomatik hesaplanması ve muhasebeleştirilmesi/tahakkuku
4.4.36	Sistemde tanımlanan kredilerin geri ödemelerinin ödeme tablosuna yansması

4.4.37	Bankalarla EDI bağlantısına olanak sağlanması
4.4.38	Bankalarla EDI bağlantısı aracılığıyla yapılan işlemlerin ilgili muhasebe kayıtlarının otomatik oluşturulması
4.4.39	Fon yönetimi kazanç / kayıpların analizi, alternatif maliyetlerle karşılaştırılmaya olanak sağlanması
4.5	Sabit Kıymetler
4.5.1	Sabit kıymet - muhasebe entegrasyonu
4.5.2	Sabit kıymet - maliyet muhasebesi entegrasyonu
4.5.3	Birden fazla amortisman yöntemi tanımlanabilmesi
4.5.4	Sabit kıymet grupları yaratılabilmesi
4.5.5	Sabit kıymet gruplarına farklı amortisman yöntemleri uygulanabilmesi
4.5.6	Sabit kıymetleri iş alanlarına, masraf yerlerine atayıp amortisman giderlerinin otomatik aktarımını sağlanması
4.5.7	Dönem içerisinde sabit kıymetin atandığı masraf yerinin değiştirilmesi halinde ilgili zaman aralığında ilgili masraf yerine amortisman kaydının yapılabilmesi
4.5.8	Sabit kıymetlerle ilgili yerelleştirme / mevzuata uygunluk
4.5.9	Dönem sonu işlemleri sırasında otomatik amortisman/yeniden değerlendirme fonu gibi hesaplamaların otomatik hesaplanması, otomatik muhasebe kayıtlarının oluşturulması
4.5.10	Yeniden değerlendirme değer artış fonunun sermayeye eklenmesi durumunda, eklenen tutarın hangi sabit kıymetlerden kaynaklandığının
4.5.11	Sistemde kayıtlı kullanım süresini tamamlayan sabit kıymetler için amortisman hesaplamayı ve muhasebeleştirmeyi otomatik engellemesi
4.5.12	Satılan sabit kıymetlerin raporlamada gösterilmemesine olanak sağlanması
4.5.13	Yeniden değerlendirme yapılması / yapılmaması durumlarında amortisman giderlerinin kayıtlara alınmadan ayrı ayrı hesaplanabilmesi
4.5.14	Değişik amortisman metodları kullanarak kayda alınmadan simülasyon yapılabilmesi
4.5.15	Amortisman giderlerinin geleceğe yönelik projeksiyonunun yapılabilmesi
4.5.16	Kayıt girişi sırasında sistemdeki kayıtların sorgulanmasına olanak sağlanması
4.5.17	Benzer ana veri yaratılmasında kopyalamaya olanak sağlanması
4.5.18	Sabit kıymet ana veri yaratılmasında yetki tanımlaması
4.5.19	Sabit kıymetlerle ilgili hareket oluşturulması/kaydedilmesinde yetki tanımlaması
4.5.20	Sabit kıymetlerle ilgili hareket değiştirilmesi/silmesinde yetki tanımlaması
4.5.21	Sabit kıymet ana veri ve hareket kayıtlarında yapılan değişikliklerin izinin takibi
4.5.22	Excel, Lotus 123 gibi spreadsheet programlarına veri transferine uygunluk
4.5.23	Makine ve ekipmanların, belirlenecek ticari ömre göre amortismanlarını raporlayabilme
4.6	Yatırım Takibi
4.6.1	Yapılmakta olan yatırımların maliyetinin takibi, ilgili giderlerin yatırımın üzerine atanması
4.6.2	Yapılmakta olan yatırımların masraf yerlerine atanması
4.6.3	Yapılmakta olan yatırımların aktifleştirilmesinde otomatik muhasebe fişi oluşturulmasını sağlanması
4.6.4	Aynı teşvik belgesi altında bulunan birden fazla projenin detaylarının ayrı ayrı izlenebilmesi
4.6.5	Bir yatırımın parçalı ve farklı sabit kıymetler olarak aktifleştirilebilmesi
4.6.6	Bir yatırımın aktifleştirilmesinden sonra da yatırım detaylarına ulaşılabilmesi, olabilecek iptal işlemlerinin bu verileri güncellemesi
4.6.7	MS Project ile entegrasyona imkan tanınması
4.6.8	Yatırımların, yatırım teşvik belgesi detayına (global liste) göre miktarsal ve tutarsal takip edilebilmesi
4.6.9	Demirbaşların, masraf yerlerine göre gruplandırılabilmesi
4.7	Konsolidasyon
4.7.1	Sistemde tanımlanan farklı şirketler için konsolide mali tablolar oluşturabilmesi
4.7.2	Farklı para birimi cinsinden konsolide mali tablolar oluşturabilmesi
4.7.3	Farklı ülke hesap planlarından, belirlenen bir hesap planına göre konsolide mali tablolar oluşturabilmesi
4.8	Maliyet Yönetimi
4.8.1	Masraf yeri muhasebesine olanak sağlanması
4.8.2	Masraf yeri grupları tanımlanabilmesi
4.8.3	Muhasebe ve maliyet yönetimi entegrasyonu
4.8.4	Bütçeleme ve maliyet yönetimi entegrasyonu
4.8.5	Mamul/Yarı Mamul/Ara Mamul bazında maliyet hesaplayabilme
4.8.6	Gider kalemleri ile ilgili oluşturulan muhasebe fişlerine göre ilgili maliyet kayıtlarının otomatik oluşturulabilmesi
4.8.7	Masraf yerlerine ve ürünlere masraf dağıtımına olanak sağlanması
4.8.8	Masraf dağıtım anahtarları tanımlanabilmesi
4.8.9	Masraf dağıtım anahtarları sayısında ve çeşidinde sınırlamalar
4.8.10	Satış/Satın alma/Muhasebe/Maliyet Yönetimi işlemlerinde farklı birimlerin kullanılıp, bunların birbirlerine dönüştürülmesinde otomatik
4.8.11	Ürün ağacı/Rota kullanarak ürün maliyetlendirmesine olanak sağlanması
4.8.12	Üretim emri üzerinde maliyetlerin toplanması
4.8.13	Satış siparişlerinin maliyetlerinin ve karlılığının takip edilebilmesi
4.8.14	Üretim safha maliyet hesaplamasına olanak sağlanması
4.8.15	Farklı maliyet yöntemlerinin sistemde tanımlı olması (LIFO, FIFO, Aylık Ortalama vb.)
4.8.16	Standart maliyet yöntemine olanak sağlanması
4.8.17	Standart maliyet yöntemine göre ortaya çıkan sapmaların analizine olanak sağlanması
4.8.18	Birden fazla maliyetlendirme yöntemine göre "öngörülen maliyet" hesaplaması yapılabilmesi
4.8.19	Tasarımı yapılan ürünler için çeşitli senaryolara göre öngörülen maliyet hesaplaması yapılabilmesi
4.8.20	Masraf Çeşidi/Masraf Yeri/İş Merkezi/İş Alanı/Ürün/Ürün Grubu/Operasyon/Üretim Emri bazında Plan/Fiili Maliyet karşılaştırma raporları
4.8.21	Kullanıcıların rapor tasarımını esnek ve kolay yapabilmesi
4.8.22	Planlanan üretime göre plan maliyet hesaplamasının yapılabilmesi
4.8.23	Fire maliyetlerinin izlenebilmesi ve ürün maliyetine yansıtılabilmesi
4.8.24	Kurtarma işlemi (rework) maliyetlerinin takip edilebilmesi
4.8.25	Kayıt girişi sırasında sistemdeki kayıtların sorgulanmasına olanak sağlanması
4.8.26	Benzer ana veri yaratılmasında kopyalamaya olanak sağlanması
4.8.27	Maliyet ana verilerinin yaratılmasında yetki tanımlaması
4.8.28	Maliyet hareketlerinin oluşturulmasında/kaydedilmesinde yetki tanımlaması
4.8.29	Maliyet ana verileri ve hareket kayıtlarının değiştirilmesi/silmesinde yetki tanımlaması
4.8.30	Maliyet ana verileri ve hareket kayıtlarında yapılacak değişikliklerin izinin takip edilebilmesi
4.8.31	Birden fazla döviz cinsiyile maliyetlerin takip edilebilmesi/raporlarının alınabilmesi
4.8.32	Excel, Lotus 123 gibi spreadsheet programlarına veri transferine uygunluk
4.9	Bütçe ve Planlama
4.9.1	Nakit bütçesinin hazine sistemi ile entegre çalışabilmesi
4.9.2	Geleceğe yönelik projeksiyon, öngörülerde bulunulabilmesine ve senaryo analizi oluşturulmasına imkan sağlanması
4.9.3	Geleceğe yönelik kur ve vade farkı tanımlayarak bütçeye yansıtılabilmesi
4.9.4	Geleceğe yönelik -analiz amaçlı- amortisman, yeniden değerlendirme ve reeskont oranı tanımlanabilmesi
4.9.5	Projeksiyon/öngörü yapılmasında en kısa ve en uzun zaman kısıtı

4.9.6	Otomatik bütçelenen-gerçekleşen karşılaştırması yapılabilmesi
4.9.7	Yatırım bütçesi oluşturulabilmesi ve yatırımların gerçekleşmelerini proje bazında takip edebilmesi
4.9.8	Birden fazla para birimi ile bütçe oluşturulabilmesi
4.9.9	Proforma gelir/gider, bilanço ve nakit akım tablosu hazırlanabilmesi
4.9.10	Nakit akım planında çeşitli parametre (satış fiyatı, vade, satış şartı, satış hacmi, üretim, hammadde fiyatı...) değişikliklerine göre duyarlılık
4.9.11	Bütçe dışı ödemelerde, belirlenen kurallara göre onayın alınması, bütçelerin revizyonu
4.9.12	Planlama girdilerinin belirlenen kurallar ve yetkilendirmeler çerçevesinde periyodik güncellenmesi.
4.9.13	Henüz borç kaydedilmemiş, fakat taahhüd altına girilmiş borçların raporlanabilmesi
4.10	Raporlama
4.10.1	Yerel mevzuata uygun olarak değişik gereksinimlere (SPK, Borsa, Maliye) yönelik rapor üretilebilmesi
4.10.2	Uluslararası Muhasebe Standartları (IAS) baz alınarak rapor üretilebilmesine imkan sağlanması
4.10.3	Enflasyon muhasebesi uygulanmasına -ikinci defter olarak- imkan sağlanması
4.10.4	Kullanıcı raporlarının kullanıcılar tarafından esnek ve kolay bir şekilde tasarlanabilmesi ve kullanılabilmesi
4.10.5	Bilanço, kar/zarar gibi finansal raporların kullanıcı tarafından esnek tasarlanabilmesi ve kolayca kullanılabilmesi (özet, detay, karşılaştırmalı vb)
4.10.6	Finansal rasyoların otomatik hesaplanabilmesi
4.10.7	Sistemin grafik sunuşa imkan sağlanması
4.10.8	Değişik dövizler baz alınarak rapor hazırlanabilmesi
4.10.9	Finansal Raporların gün bazında tarih aralığı verilerek alınabilmesi
4.10.10	İşlem görmeyen hesapların listelemede / rapor alınmada elimine edilmesi
4.10.11	Spreadsheet programlarına veri transferine olanak sağlanması
4.10.12	İstatiksel analiz programlarına veri transferine olanak sağlanması
4.10.13	Rakiplerle finansal kıyaslamaları kolaylaştırmaya olanak sağlanması
5.0	İNSAN KAYNAKLARI
5.1	Eleman Seçme ve Yerleştirme
5.1.1	Eleman seçme ve yerleştirme planı yapılabilmesi
5.1.2	Boş pozisyon bilgilerinin izlenebilmesi ve raporlanması
5.1.3	Boş pozisyon yeterliliklerinin karşılaştırılabilmesi
5.1.4	İnternet ile eleman seçme ve yerleştirme bağlantısının olması
5.1.5	İş teklifi bilgilerinin tutulabilmesi
5.1.6	İş başvurusunda bulunan / Görüşülen adayların bilgilerinin saklanabilmesi
5.1.7	İşe alımlara yönelik gazete ilanı ve danışmanlık şirketi gider bilgilerinin tutulması
5.1.8	Birimler arası transferlerde, çalışan bilgilerinin aktarılabilmesi
5.1.9	Adayların özgeçmiş bilgilerinin (özlük, yeterlilikler, önceki iş deneyimleri, öğrenim durumu, uzmanlık alanları, referansları, mesleki sertifika ve
5.1.10	Eleman seçme ve yerleştirme sürecinde uygulanan testlerin sonuçlarının takip edilebilmesi
5.1.11	Görüşmeler için adaylara yapılan gider ödemelerinin takip edilebilmesi
5.1.12	Eleman seçme ve yerleştirme süreci aşamalarının kronolojik olarak takip edilebilmesi
5.2	Personel Sicil ve Özlük Bilgileri
5.2.1	Geçmiş dönük kronolojik bilgilerin saklanabilmesi
5.2.2	İşten ayrılmış çalışanların yeniden ve yeni sicil numarası ile işe alınabilmeleri (Eski bilgilerinin saklanabilmesi ve yeni sicil numarasına
5.2.3	Sicil numarasının kullanıcı tarafından tanımlanabilmesi
5.2.4	Bordro için gerekli olan yasal bilgilerin takip edilebilmesi
5.2.5	Personel ile ilgili diğer bilgilerin (önceki iş, öğrenim durumu, geçmişe dönük iş ve pozisyon değişiklikleri, üyelikler, disiplin vb.) takip
5.2.6	Personelin sunduğu önerilerin ve öneri değerlendirme bilgilerinin takip edilebilmesi
5.2.7	Çalışanın almış olduğu avans ve bakiye bilgilerinin takip edilebilmesi
5.2.8	İşten ayrılma bilgilerinin saklanabilmesi
5.2.9	İzin bilgilerinin takip edilebilmesi
5.2.10	Çalışanların resimleri, önemli dokümanları gibi belgelerin sistemde saklanabilmesi
5.3	Organizasyon, İş, Yeterlilik ve Pozisyon Yönetimi
5.3.1	İş tanımlarının yapılabilmesi
5.3.2	İşler için gerekli (teknik, davranışsal, vb.) yeterliliklerin tanımlanabilmesi
5.3.3	İş analizi ve değerlendirme bilgilerinin takip edilebilmesi
5.3.4	Sistemde organizasyon şemasının yaratılabilmesi
5.3.5	Birimler bazında çalışan sayısı ve eleman devir hızının takip edilebilmesi
5.3.6	Organizasyon ve iş bazında bütçeleme ve maliyet simülasyonlarının yapılabilmesi
5.3.7	Organizasyon yapısı ve pozisyonlar ile ilgili grafik ve yazılı raporların alınabilmesi
5.4	Ücret ve Sosyal Haklar Yönetimi
5.4.1	Pozisyon ve kıdem ile ücretin ilişkilendirilebilmesi
5.4.2	Ücret yapısı ve ücret artış oranları ile ilgili bilgilerin kronolojik olarak takip edilebilmesi
5.4.3	Çalışanların geçmişe dönük ücret ve sosyal yardım bilgilerinin takip edilebilmesi
5.4.4	Toplu ücret artışı yapılabilmesi
5.4.5	Ücret yönetimi ile bordronun ilişkilendirilebilmesi
5.4.6	Sosyal yardım ile ücretlerin ilişkilendirilebilmesi
5.4.7	Netten brüte ve brütten nete maaş hesaplanabilmesi
5.4.8	Yıllık net ücret hesaplanabilmesi
5.5	Performans Yönetimi
5.5.1	Performans değerlendirme kriterlerinin tanımlanabilmesi
5.5.2	Çalışan bazında performans değerlendirme sonuçlarının saklanabilmesi
5.5.3	Performans değerlendirme sonuçları ile ücretlerin ilişkilendirilebilmesi
5.5.4	İş için gerekli yeterlilikler ile performansın karşılaştırılabilmesi
5.6	Eğitim Yönetimi
5.6.1	Eğitim ile iş, çalışan, yeterlilik, performans değerlendirme sonuçları ve kariyer planının ilişkilendirilebilmesi
5.6.2	Eğitimlerin, katılımcıların ve eğitim sonuçlarının saklanabilmesi
5.6.3	Eğitim giderlerinin takip edilebilmesi
5.7	Kariyer ve Yedekleme Planı Yönetimi
5.7.1	Yeterlilikler ile işlerin ilişkilendirilerek iş bazında yedekleme planının oluşturulabilmesi
5.7.2	İş için gerekli olan yeterlilikler ile çalışan yeterliliklerinin karşılaştırılabilmesi
5.7.3	Kariyer planının/haritalarının oluşturulabilmesi
5.8	İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği
5.8.1	Çalışan bazında iş kazaları, kaza nedenleri, yaralanan organ, iş gücü kayıplarının tutulabilmesi
5.8.2	Çalışan bazında sağlık/hastalık ve yapılan tedavi kayıtlarının saklanabilmesi
5.8.3	Sağlık testleri sonuç kayıtlarının tutulabilmesi
5.8.4	Kaza ve standart İşçi Sağlığı/İşçi Güvenliği istatistiklerinin hesaplanabilmesi ve raporlanabilmesi
5.9	Bordro (R)
5.9.1	Kanuni gereksinimlere uygun olarak bordro hazırlanabilmesi

5.9.2	Geçmişe dönük kronolojik kayıtların saklanabilmesi
5.9.3	Kıdem/ihbar tazminatı hesaplarının yapılabilmesi
5.9.4	Vizite kağıdı (Çalışan ve bakmakla yükümlü olduğu kişiler için) tutulabilmesi
5.9.5	Çalışan banka hesaplarına transfer yapılabilmesi
5.9.6	PDKS ile bordronun entegre çalışabilmesi
5.9.7	Otomatik mahsup oluşturulması
5.9.8	Taksitli borç kesinti planı uygulanabilmesi
5.9.9	Harcırah hesaplarının yapılabilmesi
5.10	Performans Değerlendirme
5.10.1	İzinlerin takip edilebilmesi ve bordro ile ilişkilendirilebilmeleri
5.11	Raporlama
5.11.1	Bordro sisteminde yasal raporların alınabilmesi
5.11.2	Raporların kullanıcılar tarafından tanımlanabilmesi
5.11.3	Raporların değişik yetki sınıflarına göre gruplanabilmesi
5.11.4	Çeşitli rapor basım formatlarının (etiket, zarf, standart form, mektup) desteklenmesi
5.11.5	Kullanıcı tanımlı esnek raporlama olanakları ve query'ler
5.11.6	Raporlama güvenlik olanakları
5.12	Diğer
5.12.1	Bordro ve İnsan Kaynakları Yönetimi modüllerinde tutulan bilgilerin tamamını kronolojik olarak saklanması.
5.12.2	Bordro, İKY, PDKS, mali sistemler arasında interface olması.
5.12.3	Süreçlerin screen patternlerle standartlaştırılabilmesi.
5.12.4	Süreçlerin kullanıcılar tarafından standartlaştırılabilmesi
5.12.5	Yardım ekranlarının sistem ve kullanıcı tarafından tanımlanabilmesi
5.12.6	Personeel dosyasındaki dökümanları arşiv yöntemi ile bilgisayarda görüntülenebilmesi
5.12.7	Organizasyon ve alan bazında güvenlik sağlanabilmesi
5.12.8	Sistemde denetim yapılabilmesi
5.12.9	Alan kodlamalarının kullanıcı tarafından tanımlanabilmesi
5.12.10	Ücret ve bordro bilgilerinin döviz bazında da tutulabilmesi
5.12.11	Çalışan bilgilerinin yöneticiler tarafından görüntülenebilmesi
5.12.12	Verilerin diğer ofis programlarına download ve upload edilebilmesi
5.12.13	İnsan Kaynakları Yönetimi ve Toplam Kalite Yönetimi'nin ilişkilendirilebilmesi
5.12.14	Sistemin, çalışan bilgilerinin yöneticiler tarafından görüntülenmesine olanak sağlaması.
5.12.15	MS ortamına download ve upload olanaklarının bulunması.
5.12.16	İnsan Kaynakları Yönetimi ve Toplam Kalite Yönetimi ilişkisinin oluşturulması.
6.0	BİLGİ İŞLEM
6.1	Bilgi Teknolojisi
6.1.1	İstemci /sunucu mimari uygunluğunun olması.
6.1.2	Uygulamanın istenilen farklı işletim sisteminde çalışabilmesi.
6.1.3	Uygulamanın dağıtık veritabanı ortamlarında çalışabilmesi.
6.1.4	Uygulama içinden veritabanı sorgusu olanağının olması.
6.1.5	Uygulamanın içinden rapor geliştirme olanağının bulunması.
6.1.6	Uygulamanın (veritabanı sunucusu + uygulama sunucusu + istemci) mimarisini desteklemesi.
6.1.7	Uygulamanın içinde yapılan işlerin (update,spool,batch,dialog gibi) anlık izlenebilmesi.
6.1.8	Uygulamanın modüllerinin değişik sunucular üzerine yayılabilmesi (Finans modülü A sunucusunda, Satınalma modülü B sunucusunda gibi).
6.1.9	Uygulamanın içinden kullanıcıların yaptığı işlerin takip edilebilmesi.
6.1.10	Bakım gerektiren uyarıların uygulama içinde olması.
6.1.11	Uygulamanın bakımının, uygulama içerisinden yapılabilmesi.
6.1.12	Test sunucusunda tek bir veritabanına bağlı ayrı ortamlar oluşturulabilmesi.
6.1.13	Uygulama içerisinde istenilen bir programın arka alanda (background) çalıştırılabilmesi.
6.1.14	Yurt dışından on-line yardım desteği bulunması.
6.1.15	İnternet aracılığı ile uygulamaya erişme olanağının bulunması.
6.1.16	Uygulamada CAD arayüzünün bulunması.
6.1.17	Yazılımın uygulama bağlantısını destekleyebilmesi.
6.1.18	Uygulamanın S.C.A.D.A. tarafından desteklenen PLC cihazları ile iletişim kurabilme olanağının bulunması.
6.1.19	MS-Office uygulamalarına veri transferi olanağının bulunması.
6.1.20	Elektronik veri transferi ara yüzleri ile bağlantı olanağının bulunması.
6.1.21	Uygulamanın istemciler üzerinden yazdırma olanağının bulunması.
6.1.22	Uygulamanın sunucu üzerinden yazdırma olanağının bulunması.
6.1.23	Uygulamanın içinde Türkçe dışında herhangi bir dil kullanılabilmesi.
6.1.24	On-line yedekleme sırasında uygulamanın açık olması.
6.1.25	Uygulamanın fatura gibi şirket dışına gönderilen evraklarda değişik yazı fontları ve logolar kullanmasına ve gerektiğinde değiştirilmesine izin
6.2	Yetkilendirme
6.2.1	Uygulamanın işlem bazında yetkilendirme yapılabilmesi.
6.2.2	Uygulamanın menüler bazında yetkilendirme yapılabilmesi.
7.0	DİĞER
7.1	Müşteri İlişkileri Yönetimi
7.2	Döküman Yönetimi
7.3	Proje Yönetimi
7.4	İş Akışı Yönetimi

Ek 2 Bulanık küme teorisi ve simülasyon tabanlı çözüm yaklaşımının tabloları

"Çok Güçlü" kümesi için durulaştırma işlemi

Rassal Sayı	$[\text{triang}(LV)]$	Üyelik Derecesi	Olasılık	Rassal Sayı Aralığı		
r	$x_k = l + \sqrt{r(m-l)(u-l)}$	$\mu_{LV}(x_k) = \frac{x_k - 7.5}{10 - 7.5}$	$P_k = \frac{\mu_{LV}(x_k)}{\sum_{k=1}^K \mu_{LV}(x_k)}$			
l 7,5	0,87994	9,84513	0,93805	0,0014076	0	0,0014076
m 10	0,72163	9,62372	0,84949	0,0012747	0,0014077	0,0026825
u 10	0,05827	8,10349	0,24139	0,0003622	0,0026826	0,0030448
	0,72143	9,62343	0,84937	0,0012746	0,0030449	0,0043195
	0,01239	7,77828	0,11131	0,0001670	0,0043196	0,0044866
	0,07256	8,17342	0,26937	0,0004042	0,0044867	0,0048909
r 0,0279	0,20057	8,61963	0,44785	0,0006720	0,0048910	0,0055631
	0,26333	8,78290	0,51316	0,0007700	0,0055632	0,0063332
	0,43543	9,14967	0,65987	0,0009902	0,0063333	0,0073235
	0,11243	8,33826	0,33530	0,0005032	0,0073236	0,0078268
	0,75372	9,67042	0,86817	0,0013028	0,0078269	0,0091296
	0,78535	9,71551	0,88620	0,0013298	0,0091297	0,0104596
	0,63135	9,48644	0,79458	0,0011923	0,0104597	0,0116520
	0,01535	7,80975	0,12390	0,0001859	0,0116521	0,0118380
	0,95199	9,93925	0,97570	0,0014641	0,0118381	0,0133023
	0,45655	9,18921	0,67568	0,0010139	0,0133024	0,0143163
	0,81447	9,75620	0,90248	0,0013543	0,0143164	0,0156707
	0,78042	9,70853	0,88341	0,0013256	0,0156708	0,0169964
	0,33019	8,93656	0,57462	0,0008623	0,0169965	0,0178588
	0,95951	9,94887	0,97955	0,0014699	0,0178589	0,0193288
	0,29578	8,85965	0,54386	0,0008161	0,0193289	0,0201450
	0,88170	9,84747	0,93899	0,0014090	0,0201451	0,0215541
	0,11454	8,34610	0,33844	0,0005079	0,0215542	0,0220621
	0,03928	7,99550	0,19820	0,0002974	0,0220622	0,0223596
	0,89903	9,87043	0,94817	0,0014228	0,0223597	0,0237826
	0,52048	9,30360	0,72144	0,0010826	0,0237827	0,0248652
	0,72352	9,62650	0,85060	0,0012764	0,0248653	0,0261417
	0,15767	8,49269	0,39708	0,0005959	0,0261418	0,0267377
	0,50999	9,28534	0,71413	0,0010716	0,0267378	0,0278094
	0,01710	7,82695	0,13078	0,0001963	0,0278095	0,0280058
	0,79019	9,72231	0,88892	0,0013339	0,0280059	0,0293398
	0,21286	8,65342	0,46137	0,0006923	0,0293399	0,0300322
	0,51430	9,29288	0,71715	0,0010762	0,0300323	0,0311085
	0,06817	8,15272	0,26109	0,0003918	0,0311086	0,0315004
	0,95421	9,94210	0,97684	0,0014658	0,0315005	0,0329663
	0,61102	9,45420	0,78168	0,0011730	0,0329664	0,0341394
	0,18743	8,58232	0,43293	0,0006497	0,0341395	0,0347891
	0,55339	9,35976	0,74390	0,0011163	0,0347892	0,0359056
	0,64712	9,51109	0,80444	0,0012071	0,0359057	0,0371128
	0,44577	9,16915	0,66766	0,0010019	0,0371129	0,0381148
	0,50095	9,26945	0,70778	0,0010621	0,0381149	0,0391770
	0,41577	9,11201	0,64480	0,0009676	0,0391771	0,0401447
	0,00738	7,71482	0,08593	0,0001289	0,0401448	0,0402737
	0,63018	9,48459	0,79384	0,0011912	0,0402738	0,0414650
	0,55325	9,35952	0,74381	0,0011162	0,0414651	0,0425813
	0,51836	9,29993	0,71997	0,0010804	0,0425814	0,0436618
	0,02758	7,91517	0,16607	0,0002492	0,0436619	0,0439111

"Güçlü" kümesi için durulaştırma işlemi

Rassal Sayı	[triang(LV)]	Üyelik Derecesi	Olasılık	Rassal Sayı Aralığı	
r	$x_k = l + \sqrt{r(m-l)(u-l)}$ $x_k = u - \sqrt{(1-r)(u-m)(u-l)}$	$\mu_{LV}(x_k) = x_k - 5 / 7,5 - 5$ $\mu_{LV}(x_k) = 10 - x_k / 10 - 7,5$	$p_k = \frac{\mu_{LV}(x_k)}{\sum_{k=1}^K \mu_{LV}(x_k)}$		
0,51686	7,54252	0,98299	0,0013612	0,0000000	0,0013612
0,22905	6,89568	0,75827	0,0010500	0,0013613	0,0024112
0,27203	6,98345	0,79338	0,0010986	0,0024113	0,0035099
0,91381	8,96201	0,41520	0,0005749	0,0035100	0,0040849
0,30523	7,05302	0,82121	0,0011371	0,0040850	0,0052222
0,12759	6,69770	0,67908	0,0009403	0,0052223	0,0061626
0,80613	8,44328	0,62269	0,0008622	0,0061627	0,0070249
0,49622	7,49057	0,99623	0,0013795	0,0070250	0,0084045
0,01665	6,49403	0,59761	0,0008275	0,0084046	0,0092321
0,00683	6,47656	0,59062	0,0008178	0,0092322	0,0100501
0,53960	7,60105	0,95958	0,0013287	0,0100502	0,0113789
0,51985	7,55012	0,97995	0,0013569	0,0113790	0,0127359
0,78026	8,34267	0,66293	0,0009180	0,0127360	0,0136540
0,95679	9,26509	0,29396	0,0004070	0,0136541	0,0140611
0,99567	9,76741	0,09304	0,0001288	0,0140612	0,0141901
0,21022	6,85800	0,74320	0,0010291	0,0141902	0,0152193
0,53737	7,59524	0,96191	0,0013319	0,0152194	0,0165513
0,83352	8,55743	0,57703	0,0007990	0,0165514	0,0173504
0,10799	6,66083	0,66433	0,0009199	0,0173505	0,0182704
0,14574	6,73224	0,69290	0,0009595	0,0182705	0,0192300
0,53302	7,58395	0,96642	0,0013382	0,0192301	0,0205683
0,48958	7,47408	0,98963	0,0013703	0,0205684	0,0219387
0,32415	7,09343	0,83737	0,0011595	0,0219388	0,0230983
0,36645	7,18587	0,87435	0,0012107	0,0230984	0,0243091
0,70821	8,09018	0,76393	0,0010578	0,0243092	0,0253671
0,26557	6,97008	0,78803	0,0010912	0,0253672	0,0264583
0,65703	7,92948	0,82821	0,0011468	0,0264584	0,0276053
0,55696	7,64671	0,94132	0,0013034	0,0276054	0,0289088
0,28538	7,01124	0,80450	0,0011140	0,0289089	0,0300229
0,07244	6,59494	0,63797	0,0008834	0,0300230	0,0309064
0,46505	7,41410	0,96564	0,0013371	0,0309065	0,0322436
0,65566	7,92534	0,82986	0,0011491	0,0322437	0,0333928
0,70313	8,07365	0,77054	0,0010670	0,0333929	0,0344599
0,48784	7,46977	0,98791	0,0013680	0,0344600	0,0358280
0,52551	7,56461	0,97416	0,0013489	0,0358281	0,0371770
0,07416	6,59808	0,63923	0,0008851	0,0371771	0,0380622
0,16450	6,76831	0,70733	0,0009794	0,0380623	0,0390417
0,98543	9,57331	0,17068	0,0002363	0,0390418	0,0392782
0,09724	6,64075	0,65630	0,0009088	0,0392783	0,0401871
0,35316	7,15650	0,86260	0,0011944	0,0401872	0,0413816
0,53833	7,59773	0,96091	0,0013306	0,0413817	0,0427123
0,38094	7,21823	0,88729	0,0012286	0,0427124	0,0439410
0,84512	8,60862	0,55655	0,0007707	0,0439411	0,0447118
0,39480	7,24955	0,89982	0,0012460	0,0447119	0,0459578
0,43643	7,34583	0,93833	0,0012993	0,0459579	0,0472573
0,92510	9,03241	0,38704	0,0005359	0,0472574	0,0477933
0,11897	6,68144	0,67258	0,0009313	0,0477934	0,0487247
0,88355	8,79351	0,48260	0,0006683	0,0487248	0,0493931
0,62255	7,82789	0,86884	0,0012031	0,0493932	0,0505962
0,74660	8,22026	0,71189	0,0009858	0,0505963	0,0515821
0,29086	7,02272	0,80909	0,0011203	0,0515822	0,0527025
0,44412	7,36400	0,94560	0,0013094	0,0527026	0,0540120
0,85781	8,66680	0,53328	0,0007384	0,0540121	0,0547506

l	5
m	7,5
u	10

r	0,0400
-----	--------

"Orta" kümesi için durulaştırma işlemi

Rassal Sayı	[triang(LV)]	Üyelik Derecesi	Olasılık	Rassal Sayı Aralığı	
r	$x_k = l + \sqrt{r(m-l)(u-l)}$ $x_k = u - \sqrt{(1-r)(u-m)(u-l)}$	$\mu_{LV}(x_k) = x - 2.5/5 - 2.5$ $\mu_{LV}(x_k) = 7.5 - x/7.5 - 5$	$p_k = \frac{\mu_{LV}(x_k)}{\sum_{k=1}^K \mu_{LV}(x_k)}$		
0,70108	5,56698	0,77321	0,0011596	0,0000000	0,0011596
0,09559	5,12249	0,95101	0,0014262	0,0011597	0,0025859
0,39279	5,55190	0,77924	0,0011686	0,0025860	0,0037546
0,86382	6,57744	0,36903	0,0005534	0,0037547	0,0043081
0,91230	6,75963	0,29615	0,0004441	0,0043082	0,0047523
0,07163	5,09120	0,96352	0,0014450	0,0047524	0,0061974
0,57162	5,86374	0,65450	0,0009815	0,0061975	0,0071791
0,18589	5,24430	0,90228	0,0013531	0,0071792	0,0085323
0,60193	5,92268	0,63093	0,0009462	0,0085324	0,0094786
0,78694	6,34605	0,46158	0,0006922	0,0094787	0,0101709
0,03798	5,04794	0,98082	0,0014709	0,0101710	0,0116419
0,04911	5,06216	0,97514	0,0014624	0,0116420	0,0131044
0,16741	5,21884	0,91247	0,0013684	0,0131045	0,0144729
0,00469	5,00587	0,99765	0,0014962	0,0144730	0,0159692
0,20978	5,27764	0,88894	0,0013331	0,0159693	0,0173024
0,17815	5,23360	0,90656	0,0013596	0,0173025	0,0186621
0,68777	6,10306	0,55877	0,0008380	0,0186622	0,0195002
0,99512	7,32540	0,06984	0,0001047	0,0195003	0,0196050
0,13164	5,17036	0,93186	0,0013975	0,0196051	0,0210026
0,56349	5,84827	0,66069	0,0009908	0,0210027	0,0219935
0,53489	5,79502	0,68199	0,0010228	0,0219936	0,0230164
0,68625	6,09967	0,56013	0,0008400	0,0230165	0,0238565
0,46180	5,66595	0,73362	0,0011002	0,0238566	0,0249568
0,32428	5,44494	0,82202	0,0012328	0,0249569	0,0261897
0,67662	6,07835	0,56866	0,0008528	0,0261898	0,0270426
0,75495	6,26244	0,49502	0,0007424	0,0270427	0,0277851
0,78731	6,34705	0,46118	0,0006916	0,0277852	0,0284768
0,95298	6,95788	0,21685	0,0003252	0,0284769	0,0288021
0,03928	5,04959	0,98016	0,0014699	0,0288022	0,0302722
0,75026	6,25065	0,49974	0,0007495	0,0302723	0,0310217
0,46048	5,66370	0,73452	0,0011016	0,0310218	0,0321234
0,25861	5,34740	0,86104	0,0012913	0,0321235	0,0334147
0,54449	5,81271	0,67492	0,0010122	0,0334148	0,0344270
0,62536	5,96981	0,61207	0,0009179	0,0344271	0,0353450
0,77558	6,31567	0,47373	0,0007105	0,0353451	0,0360556
0,18927	5,24899	0,90040	0,0013503	0,0360557	0,0374060
0,46912	5,67846	0,72862	0,0010927	0,0374061	0,0384988
0,49918	5,73079	0,70768	0,0010613	0,0384989	0,0395602
0,26021	5,34972	0,86011	0,0012899	0,0395603	0,0408502
0,61131	5,94137	0,62345	0,0009350	0,0408503	0,0417853
0,52194	5,77145	0,69142	0,0010369	0,0417854	0,0428223
0,93492	6,86221	0,25512	0,0003826	0,0428224	0,0432050
0,97762	7,12601	0,14960	0,0002243	0,0432051	0,0434294
0,98822	7,22865	0,10854	0,0001628	0,0434295	0,0435923
0,79991	6,38172	0,44731	0,0006708	0,0435924	0,0442632
0,70217	6,13566	0,54574	0,0008184	0,0442633	0,0450818
0,10706	5,13762	0,94495	0,0014171	0,0450819	0,0464990
0,13316	5,17239	0,93104	0,0013963	0,0464991	0,0478954
0,57783	5,87563	0,64975	0,0009744	0,0478955	0,0488699
0,06616	5,08412	0,96635	0,0014492	0,0488700	0,0503192
0,02997	5,03775	0,98490	0,0014770	0,0503193	0,0517963
0,79382	6,36484	0,45407	0,0006810	0,0517964	0,0524774
0,81887	6,43603	0,42559	0,0006383	0,0524775	0,0531157
0,41948	5,59520	0,76192	0,0011426	0,0531158	0,0542585

l	2,5
m	5
u	7,5

r	0,0282
-----	--------

"Zayıf" kümesi için durulaştırma işlemi

Rassal Sayı	[triang(LV)]	Üyelik Derecesi	Olasılık	Rassal Sayı Aralığı	
r	$x_k = l + \sqrt{r(m-l)(u-l)}$ $x_k = u - \sqrt{(1-r)(u-m)(u-l)}$	$\mu_{LV}(x_k) = \frac{x_k - 0}{2.5 - 0}$ $\mu_{LV}(x_k) = \frac{5 - x_k}{5 - 2.5}$	$P_k = \frac{\mu_{LV}(x_k)}{\sum_{k=1}^K \mu_{LV}(x_k)}$		
0,86452	3,69863	0,52055	0,0007288	0	0,0000407
0,71850	3,12416	0,75033	0,0010506	0,0000408	0,0001538
0,48998	2,47509	0,99003	0,0013862	0,0001539	0,0002699
0,05865	1,56972	0,62789	0,0008791	0,0002700	0,0004064
0,21254	1,86261	0,74504	0,0010432	0,0004065	0,0005445
0,86302	3,69148	0,52341	0,0007328	0,0005446	0,0006831
0,35805	2,16726	0,86690	0,0012138	0,0006832	0,0008256
0,86018	3,67797	0,52881	0,0007404	0,0008257	0,0010050
0,89305	3,84376	0,46250	0,0006476	0,0010051	0,0012114
0,37195	2,19810	0,87924	0,0012311	0,0012115	0,0014295
0,37042	2,19470	0,87788	0,0012292	0,0014296	0,0016608
0,40661	2,27652	0,91061	0,0012750	0,0016609	0,0019334
0,10290	1,65130	0,66052	0,0009248	0,0019335	0,0022067
0,04779	1,54998	0,61999	0,0008681	0,0022068	0,0024878
0,88251	3,78816	0,48474	0,0006787	0,0024879	0,0027712
0,32783	2,10135	0,84054	0,0011769	0,0027713	0,0030582
0,47449	2,43703	0,97481	0,0013649	0,0030583	0,0033520
0,50950	2,52385	0,99046	0,0013868	0,0033521	0,0036519
0,89759	3,86855	0,45258	0,0006337	0,0036520	0,0039539
0,34415	2,13676	0,85471	0,0011967	0,0039540	0,0042624
0,35089	2,15151	0,86060	0,0012050	0,0042625	0,0045875
0,39155	2,24216	0,89686	0,0012557	0,0045876	0,0049156
0,41589	2,29788	0,91915	0,0012869	0,0049157	0,0052551
0,00959	1,48146	0,59259	0,0008297	0,0052552	0,0055982
0,98904	4,62993	0,14803	0,0002073	0,0055983	0,0059542
0,36422	2,18092	0,87237	0,0012214	0,0059543	0,0063157
0,97681	4,46157	0,21537	0,0003016	0,0063158	0,0066806
0,49565	2,48915	0,99566	0,0013941	0,0066807	0,0070470
0,77932	3,33912	0,66435	0,0009302	0,0070471	0,0074146
0,20363	1,84491	0,73796	0,0010333	0,0074147	0,0077827
0,32135	2,08742	0,83497	0,0011691	0,0077828	0,0081508
0,37737	2,21021	0,88408	0,0012378	0,0081509	0,0085195
0,22772	1,89299	0,75720	0,0010602	0,0085196	0,0088915
0,96476	4,33634	0,26547	0,0003717	0,0088916	0,0092642
0,75599	3,25353	0,69859	0,0009781	0,0092643	0,0096374
0,97754	4,47015	0,21194	0,0002967	0,0096375	0,0100169
0,93864	4,12425	0,35030	0,0004905	0,0100170	0,0104010
0,46668	2,41805	0,96722	0,0013542	0,0104011	0,0107853
0,58766	2,72970	0,90812	0,0012715	0,0107854	0,0111731
0,70184	3,06947	0,77221	0,0010812	0,0111732	0,0115788
0,32274	2,09040	0,83616	0,0011707	0,0115789	0,0119853
0,74633	3,21931	0,71228	0,0009973	0,0119854	0,0123962
0,67383	2,98080	0,80768	0,0011309	0,0123963	0,0128100
0,73304	3,17325	0,73070	0,0010231	0,0128101	0,0132251
0,52361	2,55974	0,97610	0,0013667	0,0132252	0,0136429
0,38669	2,23118	0,89247	0,0012496	0,0136430	0,0140616
0,43895	2,35178	0,94071	0,0013171	0,0140617	0,0144875
0,16251	1,76448	0,70579	0,0009882	0,0144876	0,0149199
0,90371	3,90288	0,43885	0,0006144	0,0149200	0,0153530
0,49257	2,48149	0,99260	0,0013898	0,0153531	0,0157873
0,23255	1,90273	0,76109	0,0010656	0,0157874	0,0162284
0,59296	2,74435	0,90226	0,0012633	0,0162285	0,0166726
0,86009	3,67753	0,52899	0,0007407	0,0166727	0,0171180
0,92181	4,01136	0,39546	0,0005537	0,0171181	0,0175652

l	0
m	2,5
u	5

r	0,0062
-----	--------

"Yok" kümesi için durulaştırma işlemi

Rassal Sayı	[triang(LV)]	Üyelik Derecesi	Olasılık	Rassal Sayı Aralığı	
r	$x_k = u - \sqrt{(1-r)(u-m)(u-l)}$	$\mu_{LV}(x_k) = 2.5 - x_k / 2.5 - 0$	$P_k = \frac{\mu_{LV}(x_k)}{\sum_{k=1}^K \mu_{LV}(x_k)}$		
l 0	0,35220	0,48784	0,80486	0,0012295	0,0000000 0,0012295
m 0	0,78664	1,34523	0,46191	0,0007056	0,0012296 0,0019351
u 2,5	0,04864	0,06156	0,97537	0,0014899	0,0019352 0,0034252
	0,28534	0,38656	0,84538	0,0012913	0,0034253 0,0047166
	0,17906	0,23486	0,90606	0,0013840	0,0047167 0,0061008
	0,78267	1,33453	0,46619	0,0007121	0,0061009 0,0068130
r 0,0065	0,29019	0,39375	0,84250	0,0012870	0,0068131 0,0081000
	0,02692	0,03388	0,98645	0,0015068	0,0081001 0,0096070
	0,51440	0,75788	0,69685	0,0010645	0,0096071 0,0106715
	0,51201	0,75360	0,69856	0,0010671	0,0106716 0,0117387
	0,26579	0,35785	0,85686	0,0013089	0,0117388 0,0130477
	0,89497	1,68980	0,32408	0,0004950	0,0130478 0,0135429
	0,65628	1,03430	0,58628	0,0008956	0,0135430 0,0144385
	0,92725	1,82570	0,26972	0,0004120	0,0144386 0,0148506
	0,58463	0,88877	0,64449	0,0009845	0,0148507 0,0158352
	0,69045	1,10907	0,55637	0,0008499	0,0158353 0,0166852
	0,19839	0,26168	0,89533	0,0013676	0,0166853 0,0180529
	0,42657	0,60686	0,75725	0,0011567	0,0180530 0,0192098
	0,76844	1,29698	0,48121	0,0007351	0,0192099 0,0199449
	0,30357	0,41370	0,83452	0,0012748	0,0199450 0,0212198
	0,97992	2,14577	0,14169	0,0002164	0,0212199 0,0214364
	0,47373	0,68638	0,72545	0,0011082	0,0214365 0,0225446
	0,59902	0,91693	0,63323	0,0009673	0,0225447 0,0235120
	0,32832	0,45109	0,81956	0,0012519	0,0235121 0,0247640
	0,37260	0,51978	0,79209	0,0012099	0,0247641 0,0259740
	0,60168	0,92218	0,63113	0,0009641	0,0259741 0,0269382
	0,92055	1,79531	0,28187	0,0004306	0,0269383 0,0273689
	0,12180	0,15720	0,93712	0,0014315	0,0273690 0,0288005
	0,16277	0,21249	0,91500	0,0013977	0,0288006 0,0301983
	0,06377	0,08103	0,96759	0,0014780	0,0301984 0,0316764
	0,75369	1,25926	0,49630	0,0007581	0,0316765 0,0324346
	0,23305	0,31060	0,87576	0,0013378	0,0324347 0,0337725
	0,05794	0,07350	0,97060	0,0014826	0,0337726 0,0352552
	0,79901	1,37919	0,44832	0,0006848	0,0352553 0,0359402
	0,98142	2,15920	0,13632	0,0002082	0,0359403 0,0361485
	0,74171	1,22944	0,50823	0,0007763	0,0361486 0,0369249
	0,78089	1,32978	0,46809	0,0007150	0,0369250 0,0376401
	0,03777	0,04767	0,98093	0,0014984	0,0376402 0,0391386
	0,17171	0,22475	0,91010	0,0013902	0,0391387 0,0405289
	0,09837	0,12614	0,94954	0,0014505	0,0405290 0,0419794
	0,01698	0,02132	0,99147	0,0015145	0,0419795 0,0434941
	0,04788	0,06059	0,97576	0,0014905	0,0434942 0,0449847
	0,16805	0,21972	0,91211	0,0013933	0,0449848 0,0463781
	0,42214	0,59957	0,76017	0,0011612	0,0463782 0,0475394
	0,69951	1,12957	0,54817	0,0008374	0,0475395 0,0483768
	0,19457	0,25636	0,89746	0,0013709	0,0483769 0,0497478
	0,95217	1,95322	0,21871	0,0003341	0,0497479 0,0500820
	0,42240	0,60000	0,76000	0,0011609	0,0500821 0,0512430
	0,28101	0,38017	0,84793	0,0012953	0,0512431 0,0525384
	0,61942	0,95771	0,61692	0,0009424	0,0525385 0,0534809
	0,83420	1,48204	0,40718	0,0006220	0,0534810 0,0541029
	0,87785	1,62624	0,34950	0,0005339	0,0541030 0,0546369
	0,89774	1,70056	0,31978	0,0004885	0,0546370 0,0551255
	0,75878	1,27214	0,49114	0,0007502	0,0551256 0,0558758

Ek 3 Geçerlilik testi senaryolarının LINDO paket programında çözümleri

SENARYO 1 UYGUNLUK ODAKLI SENARYO (Uygunluk > Proje Faktörleri)

1) 1.710000

Fonksiyonel Uygunluk > Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
Toplam Maliyet > Gerçekleştirme Süresi

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.120000
X2	1.000000	0.110000
X3	0.000000	0.186000
X4	0.000000	0.128000
UYGUNLUK	0.110000	0.000000
PROJE	1.600000	1.000000
DF2	0.050000	0.000000
DNF2	0.200000	0.000000
DM1	1.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	2.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

SUBJECT TO
.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1+DI2 = 8
X1 +X2 +X3 +X4 =1
UYGUNLUK - 0.60 DF2-0.40 DNF2 = 0
PROJE- 0.60 DM1-0.40 DI1= 0
DI1 >= 0
DI2 >= 0
DF2 >= 0
DNF2 >= 0
DM1 >= 0
DM2 >= 0
END
INTE X1
INTE X2
INTE X3
INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.510000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.120000
X2	1.000000	0.110000
X3	0.000000	0.186000
X4	0.000000	0.128000
UYGUNLUK	0.110000	0.000000
PROJE	1.400000	1.000000
DF2	0.050000	0.000000
DNF2	0.200000	0.000000
DM1	1.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	2.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Fonksiyonel Uygunluk > Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
Toplam Maliyet < Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE
SUBJECT TO
.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1+DI2 = 8
X1 +X2 +X3 +X4 =1
UYGUNLUK - 0.60 DF2-0.40 DNF2 = 0
PROJE- 0.40 DM1-0.60 DI1= 0
DI1 >= 0
DI2 >= 0
DF2 >= 0
DNF2 >= 0
DM1 >= 0
DM2 >= 0
END
INTE X1
INTE X2
INTE X3
INTE X4
OBJECTIVE FUNCTION VALUE

Fonksiyonel Uygunluk > Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
Toplam Maliyet = Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE
SUBJECT TO
.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1+DI2 = 8
X1 +X2 +X3 +X4 =1
UYGUNLUK - 0.60 DF2-0.40 DNF2 = 0
PROJE- 0.50 DM1-0.50 DI1= 0
DI1 >= 0
DI2 >= 0
DF2 >= 0
DNF2 >= 0
DM1 >= 0
DM2 >= 0
END
INTE X1
INTE X2
INTE X3
INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.610000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.120000
X2	1.000000	0.110000
X3	0.000000	0.186000
X4	0.000000	0.128000
UYGUNLUK	0.110000	0.000000
PROJE	1.500000	1.000000
DF2	0.050000	0.000000
DNF2	0.200000	0.000000
DM1	1.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	2.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Fonksiyonel Uygunluk < Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
Toplam Maliyet > Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE
SUBJECT TO
.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1+DI2 = 8
X1 +X2 +X3 +X4 =1

UYGUNLUK - 0.40 DF2-0.60 DNF2 = 0
 PROJE- 0.60 DM1-0.40 DI1= 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0
 DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1300000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	-0.870000
X2	0.000000	-0.860000
X3	0.000000	-0.796000
X4	0.000000	-0.838000
UYGUNLUK	0.130000	0.000000
PROJE	0.000000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Fonksiyonel Uygunluk < Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
 Toplam Maliyet < Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE
 SUBJECT TO
 $.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$
 $.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$
 $14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$
 $8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$
 $X1 + X2 + X3 + X4 = 1$
 UYGUNLUK - 0.40 DF2-0.60 DNF2 = 0
 PROJE- 0.40 DM1-0.60 DI1= 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0
 DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1300000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	-0.870000
X2	0.000000	-0.860000
X3	0.000000	-0.796000
X4	0.000000	-0.838000
UYGUNLUK	0.130000	0.000000
PROJE	0.000000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Fonksiyonel Uygunluk < Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
 Toplam Maliyet = Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE
 SUBJECT TO
 $.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$
 $.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$
 $14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$
 $8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$
 $X1 + X2 + X3 + X4 = 1$
 UYGUNLUK - 0.40 DF2-0.60 DNF2 = 0
 PROJE- 0.50 DM1-0.50 DI1= 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0
 DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1300000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	-0.870000
X2	0.000000	-0.860000
X3	0.000000	-0.796000
X4	0.000000	-0.838000
UYGUNLUK	0.130000	0.000000
PROJE	0.000000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Fonksiyonel Uygunluk = Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
 Toplam Maliyet > Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE
 SUBJECT TO
 $.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$
 $.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$
 $14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$
 $8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$
 $X1 + X2 + X3 + X4 = 1$
 UYGUNLUK - 0.50 DF2-0.50 DNF2 = 0
 PROJE- 0.60 DM1-0.40 DI1= 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0
 DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1250000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	-0.875000

X2	0.000000	-0.875000
X3	0.000000	-0.805000
X4	0.000000	-0.855000
UYGUNLUK	0.125000	0.000000
PROJE	0.000000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Fonksiyonel Uygunluk = Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
Toplam Maliyet < Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE

SUBJECT TO

.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1+DI2 = 8
X1 +X2 +X3 +X4 =1
UYGUNLUK - 0.50 DF2-0.50 DNF2 = 0
PROJE- 0.40 DM1-0.60 DI1= 0
DI1 >= 0
DI2 >= 0
DF2 >= 0
DNF2 >= 0
DM1 >= 0
DM2 >= 0

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1250000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	-0.875000
X2	0.000000	-0.875000
X3	0.000000	-0.805000
X4	0.000000	-0.855000
UYGUNLUK	0.125000	0.000000
PROJE		0.000000 1.000000
DF2		0.100000 0.000000

DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Fonksiyonel Uygunluk = Fonksiyonel Olmayan Uygunluk
Toplam Maliyet = Gerçekleştirme Süresi

MIN UYGUNLUK+PROJE

SUBJECT TO

.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1+DI2 = 8
X1 +X2 +X3 +X4 =1
UYGUNLUK - 0.50 DF2-0.50 DNF2 = 0
PROJE- 0.50 DM1-0.50 DI1= 0
DI1 >= 0
DI2 >= 0
DF2 >= 0
DNF2 >= 0
DM1 >= 0
DM2 >= 0
END
INTE X1
INTE X2
INTE X3
INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1250000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1		1.000000 -0.875000
X2		0.000000 -0.875000
X3		0.000000 -0.805000
X4		0.000000 -0.855000
UYGUNLUK	0.125000	0.000000
PROJE		0.000000 1.000000
DF2		0.100000 0.000000
DNF2		0.150000 0.000000
DM1		0.000000 0.000000
DM2		0.000000 0.000000
DI1		0.000000 0.000000
DI2		0.000000 0.000000

SENARYO 2 PROJE ODAKLI SENARYO (Proje Faktörleri > Uygunluk)

Toplam Maliyet > Gerçekleştirme Süresi

Fonksiyonel Uygunluk > Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

$$.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$$

$$.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$$

$$14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$$

$$8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 1$$

$$UYGUNLUK - 0.60 DF2 - 0.40 DNF2 = 0$$

$$PROJE - 0.60 DM1 - 0.40 DI1 = 0$$

$$DI1 \geq 0$$

$$DI2 \geq 0$$

$$DF2 \geq 0$$

$$DNF2 \geq 0$$

$$DM1 \geq 0$$

$$DM2 \geq 0$$

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.120000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.600000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.400000
DI2	0.000000	0.000000

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

$$.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$$

$$.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$$

$$14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$$

$$8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 1$$

$$UYGUNLUK - 0.70 DF2 - 0.30 DNF2 = 0$$

$$PROJE - 0.60 DM1 - 0.40 DI1 = 0$$

$$DI1 \geq 0$$

$$DI2 \geq 0$$

$$DF2 \geq 0$$

$$DNF2 \geq 0$$

$$DM1 \geq 0$$

$$DM2 \geq 0$$

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1110000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000

X4	1.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.111000	1.000000
DF2	0.060000	0.000000
DNF2	0.230000	0.000000
DM1	0.000000	0.600000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.400000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet > Gerçekleştirme Süresi

Fonksiyonel Uygunluk < Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

$$.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$$

$$.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$$

$$14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$$

$$8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 1$$

$$UYGUNLUK - 0.40 DF2 - 0.60 DNF2 = 0$$

$$PROJE - 0.60 DM1 - 0.40 DI1 = 0$$

$$DI1 \geq 0$$

$$DI2 \geq 0$$

$$DF2 \geq 0$$

$$DNF2 \geq 0$$

$$DM1 \geq 0$$

$$DM2 \geq 0$$

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1300000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.130000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.600000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.400000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet > Gerçekleştirme Süresi

Fonksiyonel Uygunluk = Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

$$.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$$

$$.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$$

$$14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$$

$$8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 1$$

$$UYGUNLUK - 0.50 DF2 - 0.50 DNF2 = 0$$

$$PROJE - 0.60 DM1 - 0.40 DI1 = 0$$

$$DI1 \geq 0$$

$$DI2 \geq 0$$

$$DF2 \geq 0$$

DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1250000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.125000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.600000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.400000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet < Gerçekleştirme Süresi
 Fonksiyonel Uygunluk > Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
 .85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
 14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
 8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8
 X1 + X2 + X3 + X4 = 1

UYGUNLUK - 0.60 DF2 - 0.40 DNF2 = 0

PROJE - 0.40 DM1 - 0.60 DI1 = 0

DI1 >= 0

DI2 >= 0

DF2 >= 0

DNF2 >= 0

DM1 >= 0

DM2 >= 0

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1200000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.120000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.400000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.600000
DI2	0.000000	0.000000

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
 .85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1

14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14

8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8

X1 + X2 + X3 + X4 = 1

UYGUNLUK - 0.70 DF2 - 0.30 DNF2 = 0

PROJE - 0.40 DM1 - 0.60 DI1 = 0

DI1 >= 0

DI2 >= 0

DF2 >= 0

DNF2 >= 0

DM1 >= 0

DM2 >= 0

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1110000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	1.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.111000	1.000000
DF2	0.060000	0.000000
DNF2	0.230000	0.000000
DM1	0.000000	0.400000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.600000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet < Gerçekleştirme Süresi
 Fonksiyonel Uygunluk < Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1
 .85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1
 14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14
 8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8
 X1 + X2 + X3 + X4 = 1

UYGUNLUK - 0.40 DF2 - 0.60 DNF2 = 0

PROJE - 0.40 DM1 - 0.60 DI1 = 0

DI1 >= 0

DI2 >= 0

DF2 >= 0

DNF2 >= 0

DM1 >= 0

DM2 >= 0

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1300000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.130000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.400000

DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.600000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet < Gerçekleştirme Süresi
Fonksiyonel Uygunluk = Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK
SUBJECT TO
 $.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$
 $.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$
 $14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$
 $8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$
 $X1 + X2 + X3 + X4 = 1$
 UYGUNLUK - 0.50 DF2 - 0.50 DNF2 = 0
 PROJE - 0.40 DM1 - 0.60 DI1 = 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0
 DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1250000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.125000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.400000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.600000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet = Gerçekleştirme Süresi
Fonksiyonel Uygunluk > Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK
SUBJECT TO
 $.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$
 $.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$
 $14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$
 $8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$
 $X1 + X2 + X3 + X4 = 1$
 UYGUNLUK - 0.70 DF2 - 0.30 DNF2 = 0
 PROJE - 0.50 DM1 - 0.50 DI1 = 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0
 DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1110000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	1.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.111000	1.000000
DF2	0.060000	0.000000
DNF2	0.230000	0.000000
DM1	0.000000	0.500000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.500000
DI2	0.000000	0.000000

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO
 $.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$
 $.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$
 $14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$
 $8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$
 $X1 + X2 + X3 + X4 = 1$
 UYGUNLUK - 0.60 DF2 - 0.40 DNF2 = 0
 PROJE - 0.50 DM1 - 0.50 DI1 = 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0
 DNF2 >= 0
 DM1 >= 0
 DM2 >= 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1200000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.120000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.500000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.500000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet = Gerçekleştirme Süresi
Fonksiyonel Uygunluk < Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK
SUBJECT TO
 $.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$
 $.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$
 $14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$
 $8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$
 $X1 + X2 + X3 + X4 = 1$
 UYGUNLUK - 0.40 DF2 - 0.60 DNF2 = 0
 PROJE - 0.50 DM1 - 0.50 DI1 = 0
 DI1 >= 0
 DI2 >= 0
 DF2 >= 0

DNF2 \geq 0
 DM1 \geq 0
 DM2 \geq 0
 END
 INTE X1
 INTE X2
 INTE X3
 INTE X4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1300000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.130000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.500000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.500000
DI2	0.000000	0.000000

Toplam Maliyet = Gerçekleştirme Süresi

Fonksiyonel Uygunluk = Fonksiyonel Olmayan Uygunluk

MIN PROJE+ UYGUNLUK

SUBJECT TO

$$.90 X1 + .95 X2 + .85 X3 + .94 X4 + DF2 = 1$$

$$.85 X1 + .80 X2 + .76 X3 + .77 X4 + DNF2 = 1$$

$$14 X1 + 15 X2 + 15 X3 + 14 X4 - DM1 + DM2 = 14$$

$$8 X1 + 10 X2 + 12 X3 + 8 X4 - DI1 + DI2 = 8$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 1$$

$$UYGUNLUK - 0.50 DF2 - 0.50 DNF2 = 0$$

$$PROJE - 0.50 DM1 - 0.50 DI1 = 0$$

$$DI1 \geq 0$$

$$DI2 \geq 0$$

$$DF2 \geq 0$$

$$DNF2 \geq 0$$

$$DM1 \geq 0$$

$$DM2 \geq 0$$

END

INTE X1

INTE X2

INTE X3

INTE X4

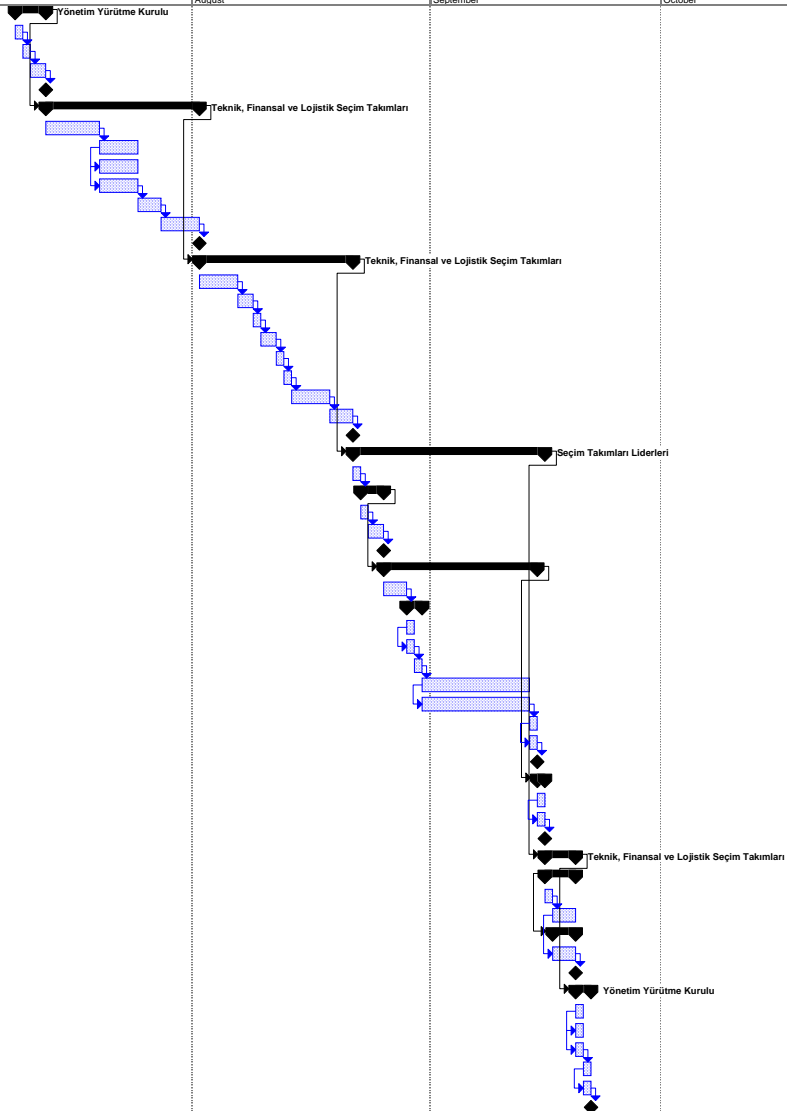
OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1250000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.125000	1.000000
DF2	0.100000	0.000000
DNF2	0.150000	0.000000
DM1	0.000000	0.500000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.500000
DI2	0.000000	0.000000

Ek 4 Yazılım seçim projesi faaliyet planı ve zaman çizelgesi

ID	Task Name	Duration	June	July	August	September	October	November
1	Projenin Başlatılması ve Seçim Takımının Oluşturulması	4 days						
2	Üst yönetimin desteğinin alınması	1 day						
3	Yazılım seçim takımının oluşturulması	1 day						
4	Projeye başlama nedenlerinin, proje amaç ve hedeflerinin belirlenmesi	2 days						
5	Proje başlangıç toplantısının yapılması	0 days						
6	İş Süreçlerinin Analizi ve Fonksiyonel İhtiyaçların Belirlenmesi	20 days						
7	Mevcut iş süreçlerinin gözden geçirilmesi	7 days						
8	Üst yönetimle görüşmeler yapılması	5 days						
9	Fonksiyonel yöneticilerle görüşmeler yapılması	5 days						
10	Anahtar kullanıcılarla görüşmeler yapılması	5 days						
11	İhtiyaçların tanımlanması için hazırlık yapılması	3 days						
12	Sistem gereksinimleri listesinin hazırlanması	5 days						
13	Tamamlanan listenin seçim takımı tarafından gözden geçirilmesi ve onaylanması	0 days						
14	İç ve Dış Kaynaklardan Yazılım Alternatiflerinin Toplanması	20 days						
15	Potansiyel yazılım alternatiflerinin araştırılması ve listelenmesi	5 days						
16	Oluşturulan listedeki alternatifler üzerinde bilgi toplanması ve değerlendirilmesi	2 days						
17	Taslak RFI ve RFP formlarının hazırlanması	1 day						
18	Yazılım satıcılara gönderilecek örnek uygulamanın oluşturulması	2 days						
19	RFI, RFP formlarının ve örnek uygulamanın son çekiminin verilmesi ve onaylanması	1 day						
20	Yazılım alternatiflerine formların ve örnek uygulamaların gönderilmesi	1 day						
21	Geri dönen formların toplanması	5 days						
22	Formların değerlendirilmesi	3 days						
23	Görüşme yapılacak alternatif listesinin belirlenmesi	0 days						
24	Kalitatif Değerlendirme Boyutu	25 days						
25	Takım elemanlarının BUYS modeli uygulama arabirimi hakkında bilgilendirilmesi	1 day						
26	Seçim kriterlerinin belirlenmesi süreci	3 days						
27	Karar vericilerin fonksiyonel olmayan kriterler hakkında bilgilendirilmesi	1 day						
28	KFA matrisinin tüm karar vericiler tarafından doldurulması	2 days						
29	Fonksiyonel olmayan kriter ağacının oluşturulması ve onaylanması	0 days						
30	Fonksiyonel uygunluk belirleme süreci	20 days						
31	Sistem gereksinimlerinin hedef puanlarının belirlenmesi	3 days						
32	Satıcı görüşmelerinin planlanması	2 days						
33	Satıcı sunum tarihlerinin belirlenmesi	1 day						
34	Satıcı sunumlarının kapsamının belirlenmesi	1 day						
35	Kapsamın ve tarihin satıcılara bildirilmesi	1 day						
36	Satıcı sunumlarının gerçekleştirilmesi	14 days						
37	Satıcıların sistem gereksinimleri üzerinde puanlandırılması	14 days						
38	Hedef ve karşılama puanlarının uygulama arabirimine aktarılması	1 day						
39	Alternatiflerin fonksiyonel uygunluk puanlarının listelenmesi	1 day						
40	Finalist alternatiflerin belirlenmesi ve onaylanması	0 days						
41	Fonksiyonel olmayan uygunluk belirleme süreci	1 day						
42	Fonksiyonel olmayan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi ve arabirime işlenmesi	1 day						
43	Alternatiflerin kriterleri karşılama derecelerinin belirlenmesi ve arabirime işlenmesi	1 day						
44	Alternatiflerin fonksiyonel olmayan uygunluk puanlarının listelenmesi	0 days						
45	Kantitatif Değerlendirme Boyutu	4 days						
46	Alternatif yazılımların toplam sahip olma maliyetlerinin belirlenmesi	4 days						
47	Toplam sahip olma maliyeti kalemlerinin belirlenmesi	1 day						
48	Toplam sahip olma maliyeti ve ödeme planı görüşmeleri	3 days						
49	Alternatif yazılımların gerçekleştirme sürelerinin belirlenmesi	3 days						
50	Satıcılarla ön projelendirme çalışmalarının yapılması	3 days						
51	Alternatiflerin kantitatif ölçümlerinin listelenmesi ve onaylanması	0 days						
52	Son Seçim Kararı	2 days						
53	Uygunluk ve maliyet hedeflerinin önceliklerinin belirlenmesi	1 day						
54	Fonksiyonel ve fonk. olmayan uygunluk hedeflerinin ağırlıklarının belirlenmesi	1 day						
55	Maliyet ve gerçekleştirme süresi hedeflerinin ağırlıklarının belirlenmesi	1 day						
56	Matematiksel model formülasyonu ve çözümü	1 day						
57	Senaryo analizlerinin yapılması	1 day						
58	Seçim kararının üst yönetimin onayına sunulması	0 days						



Ek 5 Firmalar tarafından doldurulmuş örnek RFI formları

IAS	OBJE	SET	MAPICS	LINK
<p>1. MİMARİ VE TEKNİK ALT YAPI 1.1. YAZILIM DİLİ</p> <p>Alt yapıda %100 java ile yazılmıştır. Üç katmanlı istenc/sunucu yapısı bulunmaktadır.</p> <p>1.2. DESTEKLEDİĞİ VERİ TABANLARI</p> <p>MySQL, MS SQL, Sybase, Oracle, DB2</p> <p>1.3. DESTEKLEDİĞİ TERMİNAL İŞLETİM SİSTEMLERİ</p> <p>Linux, windows, OS 400, Unix</p> <p>1.4. JAVA DESTEĞİ ?</p> <p>Evet. JVM 1.3.0 versiyonu ile %100 uyumludur.</p> <p>2. İ ÇALIŞMA SAATLERİ NEDİR?</p> <p>İş günleri 08.30-18.00 arasındadır. Yalnız proje bazı çalışma yapacağında sistem desteği veren danışmanlık kadromuz mevcut mobil telefonları ile devamlı hizmet vermektedirler.</p> <p>2.1. TEKNİK DESTEK GARANTİ SÜRESİ NEDİR?</p> <p>Bakım anlaşması devam ettiği sürece ürün ve destek garantisi devam edecektir.</p> <p>3. ERP PAKETİ İÇERİSİNDE YER ALAN MODÜLLER</p> <p><input type="checkbox"/> CRM</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ÜRETİM PLANLAMA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALZEME YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> KALİTE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> FİNANSMAN VE MUHASEBE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALİYET YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> LOJİSTİK</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MIS</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MÜŞTERİ HİZMETLERİ (SERVİS)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DOKÜMAN YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PROJE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> BÜTÇE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ (SCM)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İTHALAT VE İHRACAT YÖNETİMİ</p> <p>4. ELEKTRONİK SEKTÖRÜNDEKİ REFERANSLAR</p> <p>Türkiye'de Ütusan ZASS ve Servus Bilgisayar</p>	<p>1. MİMARİ VE TEKNİK ALT YAPI 1.1. YAZILIM DİLİ</p> <p>Delphi yazılım dili</p> <p>1.2. DESTEKLEDİĞİ VERİ TABANLARI</p> <p>Oracle</p> <p>1.3. DESTEKLEDİĞİ TERMİNAL İŞLETİM SİSTEMLERİ</p> <p>Platform bağımsız</p> <p>1.4. JAVA DESTEĞİ ?</p> <p>Sağlanabilir</p> <p>2. İ ÇALIŞMA SAATLERİ NEDİR?</p> <p>Telefon destek hattı (24 saat)</p> <p>2.1. TEKNİK DESTEK GARANTİ SÜRESİ NEDİR?</p> <p>1 Sene. 1 Sene sonunda müşteri isterse yazılım için bakım anlaşması yapılabilir.</p> <p>3. ERP PAKETİ İÇERİSİNDE YER ALAN MODÜLLER</p> <p><input type="checkbox"/> CRM</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ÜRETİM PLANLAMA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALZEME YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> KALİTE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> FİNANSMAN VE MUHASEBE</p> <p><input type="checkbox"/> MALİYET YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> LOJİSTİK</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MIS</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MÜŞTERİ HİZMETLERİ (SERVİS)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DOKÜMAN YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PROJE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> BÜTÇE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ (SCM)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İTHALAT VE İHRACAT YÖNETİMİ</p> <p>4. ELEKTRONİK SEKTÖRÜNDEKİ REFERANSLAR</p>	<p>1. MİMARİ VE TEKNİK ALT YAPI 1.1. YAZILIM DİLİ</p> <p>Visual Basic, ASP</p> <p>1.2. DESTEKLEDİĞİ VERİ TABANLARI</p> <p>MS SQL SERVER 7/2000</p> <p>1.3. DESTEKLEDİĞİ TERMİNAL İŞLETİM SİSTEMLERİ</p> <p>Tüm windows işletim sistemleri</p> <p>1.4. JAVA DESTEĞİ ?</p> <p>Hayır</p> <p>2. İ ÇALIŞMA SAATLERİ NEDİR?</p> <p>09:00-18:00</p> <p>2.1. TEKNİK DESTEK GARANTİ SÜRESİ NEDİR?</p> <p>1 Yıl garanti, ardından bakım sözleşmeleri ile sınırsız.</p> <p>3. ERP PAKETİ İÇERİSİNDE YER ALAN MODÜLLER</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> CRM</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ÜRETİM PLANLAMA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALZEME YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> KALİTE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> FİNANSMAN VE MUHASEBE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALİYET YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> LOJİSTİK</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MIS</p> <p><input type="checkbox"/> MÜŞTERİ HİZMETLERİ (SERVİS)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> DOKÜMAN YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> PROJE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> BÜTÇE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ (SCM)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İTHALAT VE İHRACAT YÖNETİMİ</p> <p>4. ELEKTRONİK SEKTÖRÜNDEKİ REFERANSLAR</p>	<p>1. MİMARİ VE TEKNİK ALT YAPI 1.1. YAZILIM DİLİ</p> <p>Yazılım dili-uygulama mimarisi içinde JAVA, C++ ve ILERPG dir.</p> <p>1.2. DESTEKLEDİĞİ VERİ TABANLARI</p> <p>DB2</p> <p>1.3. DESTEKLEDİĞİ TERMİNAL İŞLETİM SİSTEMLERİ</p> <p>Win95-Win98-Win2000-WinXP-WinME</p> <p>1.4. JAVA DESTEĞİ ?</p> <p>var</p> <p>2. İ ÇALIŞMA SAATLERİ NEDİR?</p> <p>Kesintisiz 24 saat dünya çapında</p> <p>2.1. TEKNİK DESTEK GARANTİ SÜRESİ NEDİR?</p> <p>Ömür boyu</p> <p>3. ERP PAKETİ İÇERİSİNDE YER ALAN MODÜLLER</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> CRM</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ÜRETİM PLANLAMA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALZEME YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> KALİTE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> FİNANSMAN VE MUHASEBE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALİYET YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> LOJİSTİK</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MIS</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MÜŞTERİ HİZMETLERİ (SERVİS)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DOKÜMAN YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PROJE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> BÜTÇE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ (SCM)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İTHALAT VE İHRACAT YÖNETİMİ</p> <p>4. ELEKTRONİK SEKTÖRÜNDEKİ REFERANSLAR</p> <p>Türkiye : Profilo Telra, Bufér Legrand(world-wide) EMEA'daki bazı kullanıcılarımız ektedir.</p>	<p>1. MİMARİ VE TEKNİK ALT YAPI 1.1. YAZILIM DİLİ</p> <p>Visual C++</p> <p>1.2. DESTEKLEDİĞİ VERİ TABANLARI</p> <p>Oracle & SQL</p> <p>1.3. DESTEKLEDİĞİ TERMİNAL İŞLETİM SİSTEMLERİ</p> <p>Win9X Serisi ve Uzeri & LINUX</p> <p>1.4. JAVA DESTEĞİ ?</p> <p>Şu an için bulunmamaktadır.</p> <p>2. İ ÇALIŞMA SAATLERİ NEDİR?</p> <p>Pazar günleri dışında 09.00-19.00</p> <p>2.1. TEKNİK DESTEK GARANTİ SÜRESİ NEDİR?</p> <p>Teknik destek anlaşmaları yetkili satıcılarımız tarafından yapılmaktadır. Bu anlamda destek koşulları ve fiyatları yetkili satıcılarımızla yapılmaktadır.</p> <p>3. ERP PAKETİ İÇERİSİNDE YER ALAN MODÜLLER</p> <p><input type="checkbox"/> CRM</p> <p><input type="checkbox"/> ÜRETİM PLANLAMA</p> <p><input type="checkbox"/> MALZEME YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> KALİTE YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> FİNANSMAN VE MUHASEBE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MALİYET YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> LOJİSTİK</p> <p><input type="checkbox"/> MIS</p> <p><input type="checkbox"/> MÜŞTERİ HİZMETLERİ (SERVİS)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DOKÜMAN YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> PROJE YÖNETİMİ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> BÜTÇE YÖNETİMİ</p> <p><input type="checkbox"/> TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ (SCM)</p> <p><input type="checkbox"/> İTHALAT VE İHRACAT YÖNETİMİ</p> <p>4. ELEKTRONİK SEKTÖRÜNDEKİ REFERANSLAR</p>

Ek 9 Fonksiyonel gereksinim listesi sistemin sunucuları

Table with columns for System Requirements, Microsoft, obie, SET YAZILIM, and Hargeset logos, and columns for No, No, and multiple columns for software modules (Microsoft Office, obie, SET YAZILIM, Hargeset) with sub-columns for functional requirements.

Ek 10 DM1 tarafından doldurulan fonksiyonel olmayan uygunluk matrisi

1. DÜZEY	2. DÜZEY	3. DÜZEY	ÖNEM DERECESESİ (1. Düzey)	ÖNEM DERECESESİ (2. Düzey)	KARŞILAMA PUANI			
					IAS	MICROSOFT	UYUMSOFT	MAPICS
KALİTE KRİTERLERİ	Fonksiyonellik	Doğruluk	cg	cg	g	cg	cg	g
		Uyum			g	cg	cg	cg
		Etkileşim			g	g	g	g
		Güvenlik			cg	cg	cg	g
		Uygunluk			g	cg	g	g
	Güvenilirlik	Hata toleransı		cg	o	g	g	g
		Olgunluk			o	g	cg	g
		Yeniden elde edilebilirlik			g	g	g	g
	Kullanışlılık	Öğrenilebilirlik		cg	o	cg	g	cg
		İşletilebilirlik			g	g	g	cg
		Anlaşılrlık			g	cg	g	cg
	Etkinlik	Kaynak		g	g	g	g	g
		Zaman			g	g	g	cg
	Bakımı Yapılabilirlik	Analiz edilebilirlik		cg	o	o	o	o
		Değiştirilebilirlik			o	cg	o	g
		Sabitlik			o	cg	o	o
		Test edilebilirlik			g	g	g	g
	Taşınabilirlik	Uyarlanabilirlik		g	o	g	g	g
		Uygunluk			o	cg	g	g
		Yerine geçebilirlik			g	g	g	g
TEKNİK KRİTERLER	Platformlar		cg		o	cg	g	g
	Veritabanı Yönetim Sistemi				g	cg	g	g
	Geliştirme Araçları				o	cg	o	o
	Kullanıcı Yönetim Araçları				g	g	g	g
	Dış Bağlantılar				g	cg	cg	g
	Kullanıcı Dokümantasyonu				g	g	g	g
	Versiyon Arttırma				o	cg	cg	o
	Kullanıcı Arayüzü				o	cg	g	cg
	Artan Şeffaflık ve Daha İyi Bilgi Akışı				g	cg	g	g
Yazılımın Modüler Yapısı				o	cg	g	g	
SOSYO EKONOMİK KRİTERLER	Satıcı Kriterleri	Eğitim destek	g	cg	cg	cg	cg	g
		Güvenilirlik			g	g	g	g
		Ar-Ge teknolojisi			o	cg	cg	o
		Danışmanlık hizmeti			g	o	cg	cg
		Bakım desteği			g	g	cg	cg

SEMBOL	İLİŞKİ DERECESESİ
cg	Çok Güçlü
g	Güçlü
o	Orta
z	Zayıf
y	Yok

Ek 12 Uygulama modellerinin LINDO paket programında çözümleri

MIN UYGUNLUK+PROJE

SUBJECT TO

.83 X1 + .94 X2 + .80 X4 + .93 X6 + DF2 = 1
 .68 X1 + .83 X2 + .78 X4 + .76 X6 + DNF2 = 1
 16 X1 + 15 X2 + 15 X4 + 16 X6 - DM1 + DM2 = 15
 12 X1 + 16 X2 + 6 X4 + 12 X6 - DI1 + DI2 = 6
 X1 + X2 + X4 + X6 = 1
 UYGUNLUK - 0.70 DF2 - 0.30 DNF2 = 0
 PROJE - 0.70 DM1 - 0.30 DI1 = 0

DI1 >= 0

DI2 >= 0

DF2 >= 0

DNF2 >= 0

DM1 >= 0

DM2 >= 0

END

INTE X1

INTE X2

INTE X4

INTE X6

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3.093000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	-0.785000
X2	1.000000	-0.907000
X4	0.000000	-0.794000
X6	0.000000	-0.879000
UYGUNLUK	0.093000	0.000000
PROJE	3.000000	1.000000
DF2	0.060000	0.000000
DNF2	0.170000	0.000000
DM1	0.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	10.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Senaryo 1

MIN UYGUNLUK+PROJE

SUBJECT TO

.83 X1 + .94 X2 + .80 X4 + .93 X6 + DF2 = 1
 .68 X1 + .83 X2 + .78 X4 + .76 X6 + DNF2 = 1
 16 X1 + 15 X2 + 15 X4 + 16 X6 - DM1 + DM2 = 15
 12 X1 + 16 X2 + 6 X4 + 12 X6 - DI1 + DI2 = 6
 X1 + X2 + X4 + X6 = 1
 UYGUNLUK - 0.90 DF2 - 0.10 DNF2 = 0
 PROJE - 0.70 DM1 - 0.30 DI1 = 0

DI1 >= 0

DI2 >= 0

DF2 >= 0

DNF2 >= 0

DM1 >= 0

DM2 >= 0

END

INTE X1

INTE X2

INTE X4

INTE X6

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3.071000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.185000
X2	1.000000	0.071000
X4	0.000000	0.202000
X6	0.000000	0.087000
UYGUNLUK	0.071000	0.000000
PROJE	3.000000	1.000000
DF2	0.060000	0.000000
DNF2	0.170000	0.000000
DM1	0.000000	0.000000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	10.000000	0.000000
DI2	0.000000	0.000000

Senaryo 2

MIN PROJE+UYGUNLUK

SUBJECT TO

.83 X1 + .94 X2 + .80 X4 + .93 X6 + DF2 = 1
 .68 X1 + .83 X2 + .78 X4 + .76 X6 + DNF2 = 1
 16 X1 + 15 X2 + 15 X4 + 16 X6 - DM1 + DM2 = 15
 12 X1 + 16 X2 + 6 X4 + 12 X6 - DI1 + DI2 = 6
 X1 + X2 + X4 + X6 = 1
 UYGUNLUK - 0.70 DF2 - 0.30 DNF2 = 0
 PROJE - 0.70 DM1 - 0.30 DI1 = 0

DI1 >= 0

DI2 >= 0

DF2 >= 0

DNF2 >= 0

DM1 >= 0

DM2 >= 0

END

INTE X1

INTE X2

INTE X4

INTE X6

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.2060000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X4	1.000000	0.000000
X6	0.000000	0.000000
PROJE	0.000000	0.000000
UYGUNLUK	0.206000	1.000000
DF2	0.200000	0.000000
DNF2	0.220000	0.000000
DM1	0.000000	0.700000
DM2	0.000000	0.000000
DI1	0.000000	0.300000
DI2	0.000000	0.000000

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 20.11.1978

Doğum yeri Çorlu

Lise 1992-1995 Kadıköy Kız Lisesi

Lisans 1995-1999 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1999-2001 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Müh. Anabilim Dalı
Endüstri Müh. Programı

Doktora 2001-2007 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Müh. Anabilim Dalı
Endüstri Müh. Programı

Çalıştığı kurum(lar)

1999- Devam ediyor Yıldız Teknik Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi